



UNIVERSIDAD DE LA HABANA
Facultad de Matemática y Computación

**Estrategia metodológica para la elaboración y
utilización de objetos de aprendizaje interactivos y
experimentales en el proceso de enseñanza-
aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI**

Tesis presentada en opción al título académico
de **Máster en Ciencias Matemáticas**

Mención: Enseñanza de la Matemática

Autor: Ing. Alién García Hernández, Profesor Asistente

Tutor: Dr.C. Edistio Yoel Verdecia Martínez, Profesor Titular

La Habana, 2014



“CUÁNTO HE HECHO HASTA AHORA NO ME IMPORTA, LO QUE QUIERO ES HACER MÁS”

JOSÉ MARTÍ

DEDICATORIA

A mi madre, donde quiera que esté.

A mi padre, eterno constructor de mis triunfos.

A mi hermano, para que siga mis pasos.

AGRADECIMIENTOS

Toda obra humana es la acción concatenada de muchas voluntades. La presente no escapa de esta regla. Agradezco a todos los que ayudaron a conseguir este triunfo, algunos de ellos son:

A mi tutor Edistio, padre de esta investigación y constante consejero docente e investigativo.

A mi familia, por siempre confiar en mí, especialmente a mi mamá (a quién nunca olvidaré), a mi padre, mi hermano, a mis tíos Pepe y Carmen, por ser otros padres para mí, a Javier y Lisseth, a quienes quiero como hermanos. A mis tías, tíos y primos Mayda, Ileana, Misleiby, Osmany, Pedro, Pedrito, Oriel, Orismel (el primer máster de la familia), Licho, María Elena, Osmanito.

A todos mis amigos, a quiénes no menciono para no olvidar a nadie, a todos, especialmente a Chirino, a quién tengo como un hermano más.

A mis profesores de pregrado, especialmente a Matilde Montes de Oca, Francisco Javier Hernández Cao y Joel Arencibia Ramírez.

A mis profesores y compañeros de la maestría en Ciencias Matemáticas, principalmente a las profesoras Valentina Badía y María del Carmen Rivalta y a mis compañeras Sahilyn e Ilmaris.

A mis compañeros de trabajo en la UCI, tanto de la Facultad 1 como de la Dirección de Extensión, especialmente a mi compañera y amiga del colectivo de asignatura Dailiany.

A los tesisistas, que bajo mi guía, aportaron a esta investigación: Isael Herrera Chica y Yasniel Alejandro Carballo Martínez.

A la Universidad de las Ciencias Informáticas, a quién siempre le estaré agradecido.

A la Revolución cubana, por darme todas las oportunidades de superarme.

SÍNTESIS

La presente investigación está dirigida a contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta (MD), asignaturas (MD1 y MD2) que se imparten en la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) en el primer año de la carrera Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI). Como aporte práctico se propone una estrategia metodológica para la elaboración y utilización de objetos de aprendizaje interactivos y experimentales (OA-IE), la estrategia está constituida por cinco etapas: análisis del entorno, elaboración, validación, utilización y valoración. El aporte teórico viene dado por la definición de OA-IE. Las acciones de cada etapa se proponen teniendo en cuenta tanto el aspecto pedagógico como el tecnológico. Como muestra de la aplicación de la estrategia se describe su implementación en el PEA de la MD1 y MD2. Para corroborar la pertinencia y el valor científico de la estrategia se empleó además el criterio de expertos. Se realizó un Test de ladov para demostrar la satisfacción de los estudiantes que utilizaron los OA-IE en la implementación de la estrategia. A partir de los resultados obtenidos con los métodos y técnicas mencionados se realizó una triangulación metodológica que permitió reforzar el valor de la investigación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: Fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática discreta en la UCI y de la utilización de los objetos de aprendizaje	11
1.1 La Matemática Discreta en la formación de los profesionales de la computación	11
1.1.1 La enseñanza de la Matemática Discreta a nivel internacional.....	13
1.1.2 La enseñanza de la Matemática Discreta en Cuba.....	15
1.1.3 La enseñanza de la Matemática Discreta en la UCI	16
1.2 La utilización de objetos de aprendizaje en la educación superior.....	17
1.3 El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.....	24
1.3.1 Análisis de los resultados de la encuesta a los profesores de la asignatura Matemática Discreta en la UCI.....	24
1.3.2 Análisis de los resultados de la entrevista a los estudiantes de la UCI.....	26
1.3.3 Análisis de los resultados de la entrevista a los directivos de la UCI ...	27
1.3.4 Análisis de los resultados de las pruebas pedagógicas a los estudiantes de primer año de la UCI en la asignatura Matemática Discreta	29
1.3.5 Análisis de los informes semestrales de las asignaturas MD1 y MD2 .	30
CAPÍTULO 2: Propuesta de estrategia metodológica para la elaboración y utilización de objetos de aprendizaje interactivos y experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática discreta en la UCI	34
2.1 Fundamentación teórica de la propuesta.....	34
2.2 Propuesta de estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta .	42
2.2.1 Premisas para la aplicación de la estrategia	43
2.2.2 Actores y sus responsabilidades durante la ejecución de la estrategia	43
2.2.3 Descripción de las etapas y de la estrategia	44

CAPÍTULO 3: Implementación de la estrategia metodológica y valoración de los resultados.....	61
3.1 Validación y valoración de la estrategia	61
3.1.1 Criterio de expertos.....	61
3.1.2 Implementación de la estrategia metodológica.	64
3.1.3 Test de satisfacción de ladov	72
3.1.4 Análisis del pre-experimento	74
3.2 Triangulación metodológica	76
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Visión Horizontal de la Tesis

Anexo 2: Parametrización del objeto de estudio

Anexo 3: Encuesta a los profesores de la asignatura Matemática Discreta de la UCI

Anexo 4: Entrevista a los estudiantes de primer año de la UCI

Anexo 5: Entrevista a los directivos docentes de la UCI

Anexo 6: Objetos de Aprendizaje de Matemática Discreta ubicados en el Repositorio de Objetos de Aprendizaje de la UCI

Anexo 7: Encuesta a profesores de Matemática Discreta de la UCI para la selección de los contenidos que contendrá el OA-IE

Anexo 8: Guía de para la validación de OA como software pedagógico

Anexo 9: Autovaloración de cada experto

Anexo 10: Cuestionario para expertos

Anexo 11: Tablas asociadas a la aplicación del método Delphi

Anexo 12: Test de satisfacción de ladov

Anexo 13: Cuadro lógico de ladov

Anexo14: Ejemplos de Historias de usuario del OA-IE de Teoría de conjuntos

Anexo 15: Ejemplo de de aplicación de la prueba de caja blanca al OA-IE de Teoría de conjuntos

Anexo 16: Ejemplos de Casos de prueba del OA-IE de Teoría de conjuntos

Anexo 17: Ejemplos de interfaces del OA-IE de Teoría de conjuntos

INTRODUCCIÓN

La Matemática es una de las ciencias más antiguas de la humanidad. Los conocimientos matemáticos fueron adquiridos por los hombres en las primeras etapas del desarrollo bajo la influencia de la actividad productiva. A medida que se iba complicando esta actividad creció el conjunto de factores que influían en el desarrollo de la ciencia. Los dispositivos electrónicos de cálculo abrieron posibilidades ilimitadas para ampliar la clase de problemas solubles con los medios de las matemáticas (Ríbnikov, 1987).

El campo de aplicación de las matemáticas se amplía constantemente. El crecimiento de sus aplicaciones es una de las evidencias de la existencia y fortalecimiento de las relaciones de las matemáticas con otras ciencias existentes. Esto evidencia la necesidad de poseer conocimientos matemáticos en función del desarrollo científico. No obstante en la 46 Conferencia Internacional de Educación de la UNESCO, celebrada en Ginebra, del 5 al 8 de septiembre de 2001, se señalaban factores que dificultan el desarrollo de la educación científica y entre ellos el poco interés en las matemáticas por parte de los jóvenes debido, entre otras causas, a lo complejo de su aprendizaje (Pallas, 2011).

En la búsqueda de mecanismos para facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática se encuentra a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), tal y como lo justifican las investigaciones de (Martínez & Sanleda, 1995), (Ríos & Cebrián, 2004), (Ilican, 2013) y (Amaya, 2013).

Las TIC son actualmente un elemento clave dentro del sistema educativo. La incorporación de las mismas permite nuevas formas de acceder, generar y transmitir información y conocimientos, a la vez que permite flexibilizar el tiempo y el espacio en el que se desarrolla la acción educativa. También conlleva al uso de nuevas estrategias y metodologías docentes para lograr una enseñanza activa, participativa y constructiva (Moya, 2009). De acuerdo a (Rivero, 2010), el ser humano tiene la capacidad de retener: un 20% de lo que escucha, un 40% de lo que ve y escucha, y un 75% de lo que ve, escucha y practica.

Una razón poderosa para introducir estas tecnologías en el proceso de enseñanza-aprendizaje, según (A. López, 2009) es que “desde el punto de vista educativo contribuyen a la transformación de la personalidad de los estudiantes, les permiten prepararse de manera más amplia en su profesión, optimizar su tiempo y adentrarse en los sistemas modernos de búsquedas de información”.

Tal y como se expresó en (TVC, 2014) Cuba realiza grandes esfuerzos para potenciar la enseñanza de las ciencias matemáticas, lo corroboran las graduaciones anuales de licenciados de esta rama. Además, vale la pena señalar que para ingresar a cualquier carrera universitaria el aspirante debe realizar y aprobar un examen de ingreso de matemática.

No obstante el Ministerio de Educación Superior en Cuba no solo prioriza la enseñanza de la matemática, a su vez tiene dentro de sus misiones fundamentales el desarrollo de la estrategia de informatización para los cursos del 2013 al 2017, cuyo objetivo es “Transformar cualitativamente los procesos sustantivos de la Educación Superior mediante el empleo de Tecnologías de la Informatización de la Sociedad, niveles superiores de integración, colaboración de redes y formación y superación del Capital Humano” (Carballo, Panadeiro, & Sánchez, 2012). Además la UNESCO tiene dentro de sus principios la utilización de las TIC en los procesos educativos: “Los acercamientos a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones ofrecen oportunidades para ampliar el acceso a una educación de calidad; en especial porque permiten compartir el conocimiento de forma fácil (...)” (UNESCO, 2009).

En la actualidad se están desarrollando diversas experiencias que permiten ir conociendo el impacto de la introducción de las TIC y las posibilidades de su aplicación. En Cuba se destacan entre otras investigaciones, las realizadas por (Durán, 2001) sobre la introducción de algunas herramientas de la tecnología informática en Álgebra Lineal; (Rodríguez, 2003) referida al uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) de las funciones matemáticas; G. (Torres, 2009) sobre una propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Geometría Analítica con la utilización de un sitio web; además de (Rivero, 2012) que con su investigación realiza una propuesta que pretende

contribuir a la formación integral a partir del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta.

La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), centro cubano de altos estudios, forma Ingenieros en Ciencias Informáticas (ICI). La misión de la UCI es ser una “universidad innovadora de excelencia científica, académica y productiva que forme de manera continua profesionales integrales comprometidos con la patria, soporte la informatización del país y la competitividad internacional de la industria cubana del software” (UCI, 2010).

La UCI está dotada de la más moderna tecnología, lo que facilita el uso intensivo de las mismas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, “tiene posibilidades de ser referencia nacional en la aplicación de las TIC en la educación. Es por ello que constituye una prioridad la asimilación de las TIC en uno de los procesos sustantivos de la Universidad como es el proceso de formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas, lo cual está asociado a la necesidad de dar respuesta a un momento natural del desarrollo actual de la Universidad en su crecimiento” (UCI, 2006).

Dentro de la Ingeniería en Ciencias Informáticas juega un papel importante la matemática por su capacidad desarrollar en los futuros ingenieros las capacidades de abstracción, razonamiento, y demostración. La Matemática Discreta (MD) además tributa al pensamiento lógica y la algoritmización.

Los contenidos vinculados con la MD, se imparten durante el primer año de la carrera, e incluyen los siguientes temas: Teoría de conjuntos, Relaciones binarias, Lógica, Técnicas de demostraciones, Teoría de la computabilidad, Relaciones de recurrencia, Teoría combinatoria y Teoría de grafos. Estos contenidos están repartidos en dos asignaturas: Matemática Discreta I (MD1) y Matemática Discreta II (MD2).

En la presente investigación se realizó un estudio de las principales deficiencias del PEA de la MD en la UCI desde el 2009 hasta la actualidad; al tener en cuenta que es a partir de este año que la MD sufre un rediseño en la Universidad. Las dificultades de mayor relevancia fueron:

- Insuficiente utilización de las TIC en el PEA de la MD.

- Poca utilización de la bibliografía básica por no abarcar todos los contenidos de la asignatura.
- Dificultades en los estudiantes, asociadas al desarrollo de las habilidades relacionadas con los procesos de resolución de problemas, razonamiento, comunicación, representaciones y conexiones.
- La existencia de ejercicios sigue siendo, a consideración de los estudiantes, pobre en algunos contenidos como la Teoría de grafos, la Teoría de la computabilidad y la Teoría combinatoria. Elemento preocupante si se tiene en cuenta que son contenidos de alta dificultad de aprendizaje.
- Claustro de poca experiencia, con limitaciones en la impartición de los contenidos más complejos.

Al realizar un análisis de los recursos de las asignaturas MD1 y MD2 en el Entorno virtual de enseñanza-aprendizaje (EVEA) de la UCI se percibe que en dichos espacios generalmente se encuentran documentos, la mayoría de ellos en formato “.pdf”¹, lo que desaprovecha las ventajas que brindan las TIC en cuanto a la utilización; además en dichos documentos es insuficiente la cantidad de ejercicios, lo que limita la ejercitación de los estudiantes. En el Repositorio de objetos de aprendizaje (ROA) de la Universidad se encontraron seis (6) OA, estos no abarcan todos los contenidos de la MD.

Los OA con que se cuenta hoy en día poseen dos grandes limitantes, una de ellas es que poseen un bajo grado de interactividad, lo que impide dar el control de navegación a los usuarios para que exploren a voluntad el contenido, no emplean mecanismos para la evaluación, la retroalimentación y la colaboración. La segunda gran limitante es que estos OA no permiten experimentación, entendiendo la experimentación como un cambio de parámetros que permita introducir modificaciones y observar los cambios que se producen. En resumen los OA encontrados no brindan herramientas para la transferencia y aplicación de lo aprendido, no permiten el diálogo simulado y no contienen mecanismos de control. Estas desventajas traen consigo que el

¹Del inglés Portable Document File, un tipo de documento muy extendido

efecto de realismo en el contenido que se presenta sea bajo y que se dificulte la comprensión de información abstracta o compleja, aun cuando existen contenidos como la Teoría de conjuntos y la Teoría de grafos que son visuales por excelencia.

Después de analizar todo lo anterior se puede afirmar que es insuficiente la existencia de ejercicios y recursos que apoyen el PEA de los contenidos de la MD en la UCI para aquellos de difícil asimilación y que tienen la posibilidad de ser representados de manera gráfica, con cierto grado de interactividad y que pueden permitir cierto grado de experimentación.

El análisis de esta situación conduce a la contradicción que existe entre las exigencias de la formación de los estudiantes en los contenidos de la MD en la UCI y la no disposición de recursos, que basados en el uso de las TIC amplíen las opciones de métodos didácticos a emplear, los cuáles contribuyan al proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD. Por tal motivo el tema de investigación seleccionado es la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas de la UCI con el uso de las TIC.

A partir de la situación problemática existente se plantea como **problema científico**: ¿Cómo contribuir a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI?

El **objeto de estudio** de esta investigación lo constituye: el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la Universidad de las Ciencias Informáticas, y el **campo de acción**: la utilización de objetos de aprendizaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta.

Se plantea el siguiente **objetivo general** de la investigación: *Diseñar una estrategia metodológica para la elaboración y utilización de objetos de aprendizaje interactivos y experimentales (OA-IE), para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.*

Para darle cumplimiento al objetivo planteado se responderán las siguientes **preguntas científicas**:

1. ¿Cuáles son los presupuestos teóricos que favorecen la utilización de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI?
2. ¿Qué características tiene el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI?
3. ¿Qué aspectos metodológicos deben contemplarse para estructurar y utilizar Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales que contribuyan a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI?
4. ¿Qué resultados se obtienen con la aplicación de la metodología para la elaboración y utilización de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI?

Las **tareas de investigación** a desarrollar para dar respuesta a lo anterior son:

1. Sistematización de los principales referentes teóricos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta.
2. Caracterización del estado actual del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta.
3. Diseño de una estrategia metodológica para la elaboración y utilización de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales, que contribuya a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.
4. Valoración de la contribución del diseño de la metodología para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.

La investigación se desarrolló desde el enfoque histórico cultural de Vigotski y la metodología investigativa empleada responde al denominado enfoque mixto, toda vez que se desarrolló una investigación preliminar exploratoria de tipo convencional, continuándose en lo adelante con una transformadora generadora de cambios, en la que se implementaron algunos procedimientos y

recursos de la investigación-acción, siguiendo ciertos modelos, consideraciones y propuestas.

Los métodos de investigación empleados fueron:

Métodos del nivel teórico:

- **Histórico-lógico:** para el análisis de los antecedentes y tendencias del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta, lo que facilitó apreciar su evolución y sistematizar los fundamentos teóricos y metodológicos de la propuesta didáctica.
- **Análisis documental:** para la revisión bibliográfica, la revisión de las fuentes primarias de investigación, el estudio de documentos normativos, como los programas de las asignaturas, informes semestrales, orientaciones metodológicas, entre otros. Para determinar los contenidos de Matemática Discreta que se imparten en diferentes carreras de distintas áreas geográficas.
- **Inducción-deducción:** se utilizó como procedimiento para realizar inferencias y establecer las relaciones pertinentes en la estructuración de las unidades que componen los OA-IE.
- **Analítico-Sintético:** este método propició el proceso de construcción del marco teórico de la investigación, con la descomposición y síntesis asociado con la creación del término OA-IE y su utilización en el PEA de la Matemática Discreta en la UCI.
- **Enfoque de sistema:** para determinar y estructurar algunos de los componentes del PEA a través de los OA-IE

Métodos del nivel empírico:

- **Encuestas:** con este método aplicado a estudiantes y profesores se recogieron datos y criterios que permitieron mantener actualizado el diagnóstico de la situación problemática. Permitió además valorar los resultados de aplicación de la metodología elaborada.
- **Entrevistas:** con este método aplicado a los estudiantes de segundo año de la UCI se pudo analizar la utilización de objetos de aprendizaje

en el PEA de la Matemática Discreta y su influencia en la motivación de los estudiantes. Las entrevistas realizadas a directivos docentes de la universidad permitieron diagnosticar el estado del PEA de la MD en la UCI.

- **Pruebas pedagógicas:** a partir de los exámenes aplicados a los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en cinco grupos.
- **Criterio de expertos:** con la aplicación de una guía de encuesta, se logra valorar teóricamente la metodología para la elaboración y utilización de OA-IE propuesta.

Métodos del nivel estadístico:

Se utiliza el método Delphi en el procesamiento del cuestionario aplicado a los expertos y la técnica de IADOV en el test de satisfacción. En la realización del pre-experimento, utiliza la estadística descriptiva para el análisis de los resultados.

Los **aportes** que se realizan en esta tesis son los siguientes:

En el plano teórico:

- Caracterización del proceso de enseñanza aprendizaje desde el enfoque histórico cultural utilizando objetos de aprendizaje interactivos y experimentales (OA-IE).
- Definición de OA-IE.

En el práctico:

- Estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE teniendo en cuenta la formación por etapas de las acciones mentales y el aprendizaje desarrollador.
- Un conjunto de OA-IE para el PEA de la MD.

Por su propia naturaleza la propuesta tiene una gran significación práctica, ya que al introducir el trabajo con las TIC en la Matemática Discreta, no solo se está relacionando a los estudiantes con los avances más recientes de la

ciencia y la técnica, sino que, a partir del ahorro de tiempo que se logra es posible abordar una gran cantidad de problemas relacionados con otras ciencias particulares y de la vida cotidiana, acercando al estudiante de primer año a sus futuras habilidades como ICI.

La tesis está conformada, además de la introducción por tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. El primer capítulo está dedicado a la fundamentación teórica, relacionando de manera orgánica los elementos teóricos que contribuyen a fundamentar la propuesta metodológica. En el segundo capítulo se presenta la solución del problema a partir de la propuesta de una estrategia metodológica para la elaboración y utilización de objetos de aprendizaje interactivos y experimentales; donde el enfoque pedagógico es fundamental. En capítulo tercero se discuten los resultados de la consulta a expertos, del pre-experimento y los instrumentos relacionados con la satisfacción de los estudiantes para la constatación de viabilidad de la estrategia metodológica propuesta, luego de ser implementada.

Los resultados parciales de esta investigación fueron presentados en los siguientes eventos:

- Congreso Internacional Pedagogía 2011. La Habana.
- Congreso Internacional Universidad 2012. La Habana.
- Evento científico UCIENCIA 2012. Universidad de las Ciencias Informáticas. La Habana.
- Congreso Internacional de Matemática y Computación. COMPUMAT 2013.
- Primera Conferencia Internacional UCIENCIA 2014.

Se realizaron las siguientes publicaciones:

- “La guía de ejercicios: herramienta en el modelo de formación centrado en el aprendizaje”. Memorias del Congreso Internacional Pedagogía 2011”, La Habana.
- “Estrategia didáctica para el aprendizaje de la Matemática Discreta”. Memorias del Congreso Internacional Universidad 2012. La Habana.

- “Objetos de Aprendizaje para la enseñanza de la Matemática Discreta”. Memorias de la Conferencia Científica UCIENCIA 2012. La Habana.
- Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales para contribuir al proceso de enseñanza aprendizaje de la MD en la UCI. Memorias del Congreso Internacional de Matemática y Computación. La Habana 2013.
- Potenciación de la independencia cognoscitiva en el aprendizaje de la matemática. Memorias del Congreso Internacional de Matemática y Computación. La Habana 2013.
- Estrategia didáctica para desarrollar la motivación hacia el estudio de la Matemática Discreta en los estudiantes de primer año de la Universidad de las Ciencias Informáticas. Memorias de la Primera Conferencia Internacional UCIENCIA 2014. La Habana 2014.

CAPÍTULO 1

**Fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-
aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI y de la
utilización de los objetos de aprendizaje.**

“LAS FORMAS QUE MEJOR EXPRESAN LA BELLEZA SON: EL ORDEN, LA SIMETRÍA Y LA
PRECISIÓN. LAS CIENCIAS MATEMÁTICAS SON LAS QUE SE OCUPAN DE ELLAS
ESPECIALMENTE”.

ARISTÓTELES

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA DISCRETA EN LA UCI Y DE LA UTILIZACIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE

Este capítulo tiene dentro de sus objetivos el estudio de las tendencias históricas de la utilización de la Matemática Discreta en la formación de los profesionales de la computación. Se realiza una caracterización de los objetos de aprendizaje donde se define además el concepto de Objeto de Aprendizaje Interactivo y Experimental (OA-IE). Se hace un diagnóstico, por indicadores claramente definidos, del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.

1.1 La Matemática Discreta en la formación de los profesionales de la computación

El estudio de conceptos como los de continuidad y cálculo diferencial es el objetivo de la matemática continua, sus procesos por lo general no son contables. Algunas de sus definiciones fundamentales son las de límites y suavidad en las curvas; al trabajar con número reales es imposible numerar por ejemplo los elementos que se encuentran entre el número 2 y el 3. Con el surgimiento de la ciencia de la computación, fue necesario trabajar con conjuntos numerables, la necesidad de computar se hacía imprescindible, por lo que la Teoría de Grafos, la Lógica y la Teoría Combinatoria entre otros temas condujeron al surgimiento de una nueva área de la matemática: las Matemáticas Discretas (MD).

Hablando sobre la importancia de la combinatoria (área fundamental de la MD) para la informática (Björne & Stanley, 1999) plantearon: “El desarrollo reciente de la combinatoria es en cierto modo la historia de la cenicienta: los matemáticos ortodoxos la miraban por encima del hombro, considerándola menos respetable que otras áreas a pesar de sus muchos servicios tanto a la matemática pura como aplicada. Pero entonces llegó el príncipe de la informática con todos sus problemas y necesidades matemáticas, y la combinatoria fue a quien mejor le entraba el zapatito de cristal”.

Es interesante observar la importancia que le da (Gates, 1996) a varios de los contenidos de la MD: “Yo soy bueno en la parte de la matemática que se llama Combinatoria, que tiene entre sus aplicaciones prácticas la formación y el desciframiento de mensajes generados con base en códigos secretos. (...) También me interesa la teoría del juego económico: utilizar la matemática y la lógica para adivinar estrategias competitivas óptimas”.

Desde el punto de vista de la enseñanza de la matemática alrededor de los años 60 del siglo XX, se advirtió que los futuros especialistas en el campo de la Informática debían adquirir conocimientos que no estaban contemplados en los cursos clásicos de Álgebra y Cálculo Diferencial e Integral. Surgieron así cursos y libros de texto que incluían temas muy clásicos y otros muy modernos de la Matemática. Se puede mencionar entre los primeros la Teoría elemental de números, la Combinatoria de la enumeración, la Teoría de grafos, y en particular Árboles, así como temas clásicos de Lógica (lógica proposicional, lógica de predicados, lógica difusa), del Álgebra de Boole, junto con temas más modernos como Lenguajes y Máquinas de estados finitos, Teoría de algoritmos, Complejidad computacional, por mencionar algunos (Canavelli, 2007).

Tal y como expresa (Xiuguo, 2009) un curso de MD se debe centrar en la corrección, la lógica y los algoritmos, y la mayoría de los estudiantes tienen dificultades para aprender los contenidos de esta parte esencial de las matemáticas; por tal motivo los profesores deben mejorar la calidad del PEA de la MD. El autor de esta investigación está de acuerdo con dicho planteamiento.

En la informática y las telecomunicaciones se hace presente la MD: la información se manipula y almacena en las computadoras de forma discreta (palabras formadas por ceros y unos), se necesitan contar objetos (unidades de memorias, unidades de tiempo), se precisa estudiar relaciones entre conjuntos finitos (búsquedas en bases de datos), es necesario analizar procesos que incluyan un número finito de pasos (algoritmos) (Rosen, 2005). La MD ha pasado de ser una mera “colección de problemas sueltos y trucos de resolución” a tener una estructura definida y bien fundamentada, a convertirse en una asignatura estudiada en varias carreras universitarias.

Dada la importancia de la MD se han realizado algunas investigaciones que tributen a mejorar su proceso de enseñanza-aprendizaje, entre ellas se encuentran las de (Canavelli, 2007), (A. García & Chirino, 2011) y (Amaya, 2013). También (Marion & Baldwin, 2007), miembros del SIGCSE, abordaron sobre la importancia de la enseñanza de la MD, al igual que (Morales, 2011). De igual manera (Rivero, 2012) propone un modelo para la formación integral de los estudiantes desde la enseñanza de la MD en espacios virtuales.

1.1.1 La enseñanza de la Matemática Discreta a nivel internacional

La ACM² es una organización científica y profesional fundada en 1947. Desarrolla y difunde nuevos conocimientos sobre todos los aspectos de la informática. Tradicionalmente ha sido el hogar profesional de los científicos de la computación que trabajan con el objetivo de crear nuevas formas de utilizar las computadoras a través de sus tecnologías y los software que utilizan (ACM, IEEE, & AIS, 2005).

La ACM utiliza el término de “Computing Curricula (CCU)” para referirse a las carreras universitarias que se relacionan con la computación. Dichas disciplinas, según análisis realizados por (Morales, 2011), incluyen el diseño y construcción de sistemas de hardware y software para una gran variedad de usos; estructuración, almacenamiento y procesamiento de diferente tipo de información; uso del computador para investigación científica; construcción de soluciones de software inteligentes; creación de aplicaciones multimedia; búsqueda y recopilación de información relevante, entre otros.

Hay actualmente cinco disciplinas principales para los programas de pregrado de la CCU a nivel internacional; cada una provee diferentes enfoques (ACM et al., 2005).

En todas estas carreras se estudian tópicos relacionadas directamente con la especialidad (computación) y otros que no se relacionan de igual manera. Uno de los tópicos estudiados es el de Fundamentos matemáticos, en el mismo se incluyen los temas de la Matemática Discreta.

² Del inglés Association Computer Machine

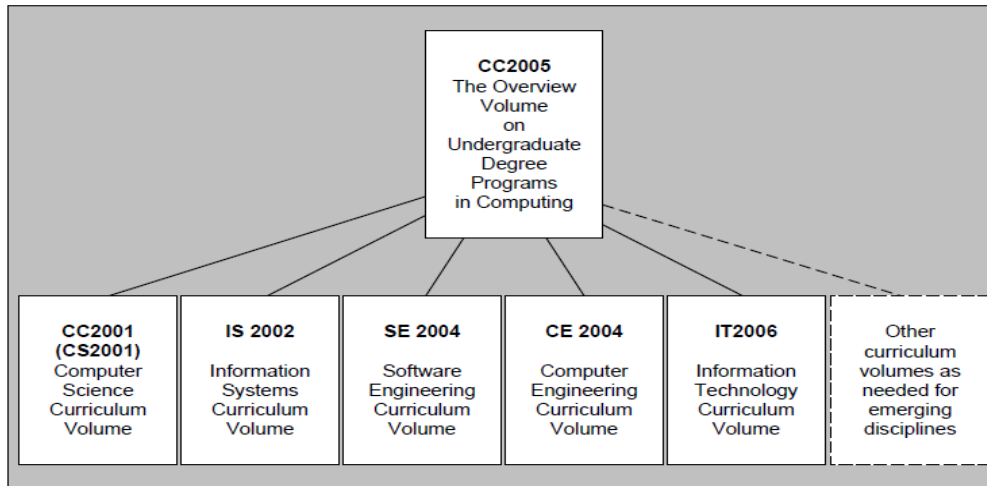


Figura 1. Estructura de los currículos de la CCU (ACM et al., 2005).

En la siguiente tabla se muestran las cantidades de créditos mínimos (min) y las de créditos máximos (max) que se le dedican a los diferentes tópicos no relacionados directamente con la especialidad:

Tabla 1. Peso comparativo de los temas no relacionados con la informática a través de las cinco (5) carreras de la CC(ACM et al., 2005).

Knowledge Area	CE		CS		IS		IT		SE	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
Organizational Theory	0	0	0	0	1	4	1	2	0	0
Decision Theory	0	0	0	0	3	3	0	1	0	0
Organizational Behavior	0	0	0	0	3	5	1	2	0	0
Organizational Change Management	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0
General Systems Theory	0	0	0	0	2	2	1	2	0	0
Risk Management (Project, safety risk)	2	4	1	1	2	3	1	4	2	4
Project Management	2	4	1	2	3	5	2	3	4	5
Business Models	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0
Functional Business Areas	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0
Evaluation of Business Performance	0	0	0	0	4	5	0	0	0	0
Circuits and Systems	5	5	0	2	0	0	0	1	0	0
Electronics	5	5	0	0	0	0	0	1	0	0
Digital Signal Processing	3	5	0	2	0	0	0	0	0	2
VLSI design	2	5	0	1	0	0	0	0	0	1
HW testing and fault tolerance	3	5	0	0	0	0	0	2	0	0
Mathematical foundations	4	5	4	5	2	4	2	4	3	5
Interpersonal communication	3	4	1	4	3	5	3	4	3	4

Véase la importancia que se le dedican a estos temas matemáticos en todas las carreras.

A continuación se muestra una tabla con los contenidos de Matemática Discreta impartidos en los cursos de Ciencias de la Computación (CC), Ingeniería de Software (SE), Tecnologías de la Información (TI), Sistemas de Información (SI) e Ingeniería Computacional (CE) (ACM et al., 2005). En la tabla se muestra la cantidad de créditos que se otorgan a dichos temas.

Tabla 2. Contenidos de la Matemática Discreta impartidos en las carreras de la CC.

Temas	Carrera				
	CC	SE	TI	SI	CE
Funciones, relaciones y conjuntos	6	6	6	2	6
Lógica	10	10	10	8	10
Técnicas de demostraciones	12	12	2	2	6
Problemas de conteo	5	5	2	2	4
Grafos y árboles	4	4	4	0	4
Probabilidad discreta	6	6	0	0	6
Teoría de la computabilidad	6	6	4	0	2
Circuitos lógicos	8	4	0	0	10
Recurrencia	0	4	0	0	2
Teoría de los números	0	4	0	0	0
Matrices	4	2	0	0	4

1.1.2 La enseñanza de la Matemática Discreta en Cuba

En Cuba se estudian tres (3) carreras asociadas a los temas computacionales: Ciencias de la Computación (CCC), Ingeniería Informática (II) e Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI), esta última en la Universidad de las Ciencias Informáticas.

En su tesis de maestría en enseñanza de las matemáticas (Morales, 2011) realiza un análisis de los contenidos de Matemática Discreta que no deben faltar en carreras de perfil informático. A continuación se comparan estos contenidos con los impartidos en Cuba en las carreras de CCC, II e ICI. En la Tabla 3 se señala con una cruz (x) los contenidos que son impartidos dentro de la Matemática Discreta y con un asterisco los que se imparten en CCC e ICI pero en otras asignaturas de dichas carreras.

Como se puede apreciar en la carrera CC se imparten todos los contenidos propuestos aunque una cuarta parte de los mismos se ejecutan fuera de la disciplina de Matemática Computacional, unos en Matemática Básica y otros en Programación e Ingeniería de Software. Mientras que en la ICI e ejecutan el 89% de dichos contenidos y el 23% de ellos fuera de las asignaturas de Matemática Discreta. En II se imparten el 95% de los contenidos y el 33% de los mismos en otras disciplinas.

Tabla 3. Contenidos de la Matemática Discreta propuestos por (Morales, 2011) y su impartición en las carreras de CCC y ICI.

Contenidos de Matemática Discreta	Morales Peña	CCC	ICI	II
Lógica proposicional	x	x	x	x
Lógica de predicados	x	x	x	x
Sucesiones y sumatorias	x	x	*	x
Técnicas de demostración	x	x	x	x
Relaciones de recurrencia	x	x	x	x
Conjuntos	x	x	x	x
Funciones	x	x	x	x
Relaciones binarias	x	x	x	x
Relaciones n-arias	x			
Teoría de números	x	x	x	x
Teoría combinatoria	x	x	x	x
Teoría de grafos	x	x	x	x
Lenguajes y expresiones regulares	x	x	*	*
Autómatas finitos	x	x	*	*
Gramáticas formales	x	x	*	*
Autómatas de pila	x	x	*	*
Máquinas de Turing	x	x	x	*
Complejidad de algoritmos	x	x	x	*
Técnicas de diseño y análisis de algoritmos	x	x		x

En este punto de la investigación se puede concluir que la MD es de vital importancia y se estudia en todas las carreras nacionales e internacionales asociadas a la formación de profesionales de las TIC por su capacidad de fomentar el desarrollo lógico necesario en esta rama.

1.1.3 La enseñanza de la Matemática Discreta en la UCI

El PEA de la MD en la UCI ha sufrido cambios, a lo largo del propio desarrollo y maduración de la Ingeniería en Ciencias Informáticas. En el primer curso solo se impartían los temas: lógica proposicional, lógica de predicado y diseño de algoritmos en la asignatura Lógica y Algoritmos, que desaparece en el segundo curso. La asignatura MD aparece por primera vez en el curso 2003-2004 con 90 horas clases, distribuidas entre los contenidos Teoría de conjuntos, Relaciones binarias, Lógica, Técnicas de demostraciones, Relaciones de recurrencia, Teoría combinatoria y Teoría de grafos. Esta estructura se mantuvo hasta el curso 2008-2009.

A partir del curso 2009-2010 la asignatura se sometió a un proceso de rediseño integral, surgiendo la asignatura MD2. Durante este rediseño se introdujeron o se movieron hacia la MD los temas Circuitos lógicos, Teoría de números (este contenido es eliminado a partir del curso 2012-2013) y Teoría de la computabilidad; además de aumentar los contenidos de Técnicas de demostraciones, Relaciones de recurrencia, Teoría combinatoria y Teoría de grafos; debido en gran medida a que los contenidos existentes hasta el momento no bastaban para que el estudiante fuera capaz de desarrollar su capacidad de análisis mediante el uso de la abstracción o idealización de condiciones para investigar estructuras y procesos informáticos y su capacidad para representar y razonar sobre sus propiedades y relaciones.

El rediseño determinó además que estas asignaturas se impartieran en el primer y segundo semestre de la carrera. Los tipos de clases utilizadas son la conferencia, la clase práctica y el seminario fundamentalmente. La MD pasa a tener un total de 128 horas/clases, aumentándose 38, a MD1 se le define además como forma de evaluación el examen final.

1.2 La utilización de objetos de aprendizaje en la educación superior

En la actualidad se puede afirmar que las TIC están jugando un papel central en el cambio educativo, dirigiendo la explosión informática y haciendo posible que se piense en nuevas maneras de responder a nuevas demandas. Se considera verídico e interesante lo que expresa (Burbano, 2012): "...la noción de aprendizaje está cambiando. Estamos comenzando a tener diferentes ideas acerca de qué deben aprenderlos estudiantes".

El autor de esta tesis está de acuerdo con los planteamientos de (Prieto, 1995: Rodríguez, 2012): "La máquina es una verdadera extensión de nuestro cerebro, con su capacidad de búsqueda y de relación, y es necesario, para sacarle provecho desde el aprendizaje, ponerla a funcionar como si fuera nuestro cerebro".

En Cuba la aplicación de las TIC en los Centros de Educación Superior está promoviendo nuevos modelos para la formación pre y postgraduada, la aparición y consolidación de la Intranet en las universidades y el uso de herramientas informáticas y telemáticas dentro de nuevas concepciones.

Todas estas transformaciones se complementan y apoyan en el nivel metodológico de los profesores, la integración entre el sistema educativo y la sociedad, la política de informatización y las estrategias de capacitación del profesorado. Como muestra del camino andado en esta dirección (Garzón, 2012) menciona algunos logros alcanzados en las universidades cubanas:

- La mayoría de los centros universitarios cuenta con una Intranet.
- Se comienzan a incorporar a las redes los fondos bibliográficos digitalizados.
- Se cuenta con enlaces a bases de datos nacionales e internacionales con bibliografía relevante para el proceso docente.
- Se realizan experiencias de formación a distancia y en modalidades semipresenciales con apoyo de las TIC, una parte importante de ellas dirigidas.
- Se llevan a cabo procesos de capacitación de los profesionales en el uso de estas tecnologías.
- Crece la cultura del diseño de material multimedia y de información en la Web, así como de objetos de aprendizaje, y se utilizan determinadas estructura metodológica.
- Existe un aumento y perfeccionamiento en el uso de plataformas de teleformación y/o de los entornos virtuales de enseñanza-aprendizaje.

Uno de los últimos aportes de las TIC a la educación es sin dudas el realizado por el educador e informático Martin Dougiamas³ creando el Moodle. Moodle es un verbo y un acrónimo de Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment (Entorno de Aprendizaje Modular, Dinámico y Orientado a Objetos), este diseño modular permite agregar contenidos por parte del profesor con relativa facilidad (Belloch, 2009).

Dentro de las características de Moodle, que lo hacen ser utilizado dentro de la educación superior, destaca su entorno gráfico, sencillo e intuitivo que facilita su uso por parte de alumnos y profesores. El principal aporte de Moodle es el permitir la creación dinámica de Entornos Virtuales de Enseñanza y Aprendizaje (EVEA).

³ <https://moodle.org/>

Uno de los contenidos que pueden ser elaborados y publicados por los profesores universitarios en los EVEA son los Objetos de Aprendizaje (OA), herramientas que pueden utilizar dentro de sus cursos. Estos recursos aluden a una temática, tratándolo de manera unitaria: conteniendo la información requerida para lograr un objetivo de aprendizaje (Chang, 2001).

Varios autores han definido el concepto de OA, entre ellos se destacan (Wiley, 2001), (Chang, 2001), (IEEE, 2001), (Geiser, 2007), (Polsani, 2006), (Ruiz, 2006) y (Beck, 2008).

La definición de objeto de aprendizaje más difundida hasta ahora, y al mismo tiempo, por su sencillez, más discutida y usada como base de nociones más elaboradas, es aquella que lo plantea como “cualquier recurso digital que puede ser rehusado como soporte para el aprendizaje” (Wiley, 2001).

El uso de un término como “cualquier y recurso” dejan abierta la definición, lo cual (Wiley, 2001) lo considera una cualidad importante, dado que permite considerar como recurso cosas de tamaño y función muy diversas. Sin embargo, puede constituirse esta apertura en disparador de discusión en distintos niveles: desde el epistemológico, pasando por posturas teóricas, metodológicas y técnicas.

Si cualquier recurso digital es objeto, entonces una fotografía, un apunte, una pregunta, podrían considerarse objetos de aprendizaje. No obstante en esta investigación se analizarán los OA como piezas de software o aplicaciones informáticas, que permiten desde el punto de vista del estudiante interactuar con el contenido (familiarizarse) y desde el punto de vista del profesor ofrecer herramientas para la evaluación del aprendizaje.

A decir de (Geiser, 2007) los OA han de tener un claro propósito educativo. El proceso educativo por la filosofía de los OA se centra en el estudiante, además, el papel preponderante recae en el aprendizaje y en segundo lugar la enseñanza. Los OA se diseñan considerando la estructura curricular y didáctica.

Otra definición de OA se realiza desde el punto de vista de los Recursos Educativos Abiertos, (Geiser, 2007) expresa que son “recursos para

enseñanza, aprendizaje e investigación que residen en un sitio de dominio público o que se han publicado bajo una licencia de propiedad intelectual que permite a otras personas su uso libre o con propósitos diferentes a los que contempló su autor”. Se considera que se deben tener en cuenta las habilidades de los usuarios para estructurar el contenido de los objetos de aprendizaje.

(Polsani, 2006) describe al OA como: “una unidad didáctica, autocontenida e independiente, predispuesta para su reutilización en múltiples contextos instruccionales”. El propio autor define que deben incluir todos los recursos necesarios (medios educativos y recursos de instrucción) para cumplir con el propósito educativo por el cual se diseñó.

Una de las definiciones más acertadas, según el autor de esta investigación es la proporcionada por (Ruiz, 2006) quien considera a los OA como una pieza digital de material educativo, con tema y contenido claramente identificables y direccionales, y cuyo principal potencial es la reutilización dentro de distintos contextos aplicables a la educación virtual. No obstante esta definición no precisa las posibilidades que puede contener un OA de permitir un diálogo simulado con el usuario que lo utiliza.

Por otro lado se conoce un objeto de aprendizaje “como un recurso digital modular identificado de manera única y etiquetado con metadatos, que puede ser utilizado para el apoyo de la enseñanza” (Beck, 2008). Ya el concepto de metadatos permite la gestión de OA dentro de repositorios web.

Según el diseño de un OA debe contener al menos tres características básicas: **ser accesible**, para lo cual debe ser rotulado o etiquetado, para garantizar su acceso; **ser reutilizable**, lo que implica que debe adaptarse a diferentes contextos de aprendizaje y finalmente, **ser independiente del medio** en el que se los proporciona y del sistema que los utilizará, garantizando su **interoperabilidad** (Ossadán, 2006).

Los OA permiten pueden ser utilizados en contextos virtuales. En la tabla siguiente pueden verse las ventajas que presentan los OA, tanto para los estudiantes como para los profesores universitarios.

Tabla 4. Ventajas de los Objetos de Aprendizaje en la Educación Superior (Ruiz, 2006).

VENTAJAS	ESTUDIANTES	PROFESORES
Personalización	Individualización del aprendizaje en función de sus intereses, necesidades y estilos de aprendizaje	Ofrecen caminos de aprendizaje alternativos. Adaptan los programas formativos a las necesidades específicas de los estudiantes.
Interoperabilidad	Acceden a los objetos independientemente de la plataforma y el hardware	Utilizan materiales desarrollados en otros contextos y sistemas de aprendizaje.
Inmediatez/Accesibilidad	Tienen acceso, en cualquier momento a los objetos de aprendizaje que se desee.	Obtienen, en cualquier momento, los objetos que necesitan para construir los módulos de aprendizaje.
Reutilización	Los materiales ya han sido utilizados con criterios de calidad	Disminuyen el tiempo invertido en el desarrollo del material didáctico.
Flexibilidad	Se integran en el proceso de aprendizaje. Se adaptan al ritmo del aprendizaje del alumno.	Es de fácil adaptación a los distintos contextos de aprendizaje y a las diferentes metodología de enseñanza-aprendizaje
Durabilidad/Actualización	Acceden a contenidos que se adaptan fácilmente a cambios tecnológicos	Crean contenidos que pueden ser rediseñados y adaptados a las nuevas tecnologías.

Es bueno destacar que (Wiley, 2001) ve al objeto de aprendizaje como un medio de comunicación educativo.

A la hora de analizar los medios de comunicación hay cuando menos cuatro entidades importantes en ellos: el emisor, el medio, el mensaje y el receptor. El emisor obviamente es el productor de cierto mensaje que envía a través de un medio para que llegue al receptor. No importa qué tan antiguo, moderno o futurista sea el medio de comunicación, siempre existirán estos cuatro elementos, manteniendo constantemente una interacción entre ellos.

La interactividad también puede ser entendida como la relación que se establece entre los seres humanos y las máquinas. A menudo esta función se realiza a través del hardware o de dispositivos que permiten la comunicación

entre el sujeto y la máquina, pero también son importantes los programas y aplicaciones y, sobre todo, el diseño de éstos y cómo se le presentan al usuario. La eficacia de la interfaz radica en su capacidad para implicar al usuario y por tanto, favorecer la interactividad (Arias, 2011).

Según (Bedoya, 1997) interactividad es la capacidad del receptor para controlar un mensaje no lineal hasta el grado establecido por el emisor, dentro de los límites del medio de comunicación asincrónico.

Desde la perspectiva técnica, señala (Estebanell, 2000), que al definir la interactividad se destacan las siguientes características: la pluridireccionalidad del deslizamiento de las informaciones; el papel activo del usuario en la selección de las informaciones requeridas y el particular ritmo de la selección.

Desde la propia perspectiva de este autor la interactividad se define como un diálogo entre el hombre y la máquina, que hace posible la producción de objetos, no completamente previsibles *a priori*.

Si se habla entonces de la experimentación esta consiste, según método común de las ciencias experimentales y las tecnologías, en el estudio de un fenómeno, reproducido generalmente en un laboratorio, en las condiciones particulares de estudio que interesan, eliminando o introduciendo aquellas variables que puedan influir en él. Se entiende por variable o constantemente cambiante todo aquello que pueda causar cambios en los productos de un experimento y se distingue entre variable único, conjunto o microscópico (Arias, 2011).

Teniendo en cuenta la variedad de las definiciones, la diversidad de recursos que pueden considerarse como OA, así como los conceptos asociados a interactividad y experimentación se puede concluir para términos de esta investigación que se define y considera como **objeto de aprendizaje interactivo y experimental (OA-IE)** a un:

“Software de carácter educativo que permite la manipulación de sus parámetros a partir de la interacción de quien lo utiliza y produciendo una retroalimentación. Posee un contenido claramente identificable. Su principal potencial es la reutilización dentro de

distintos contextos educativos, además de posibilitar la evaluación automatizada del aprendizaje del contenido”

Esta es una propuesta conceptual más sólida y menos abierta a discusión y la que más se ajusta al objetivo que se persigue en el marco de la presente investigación.

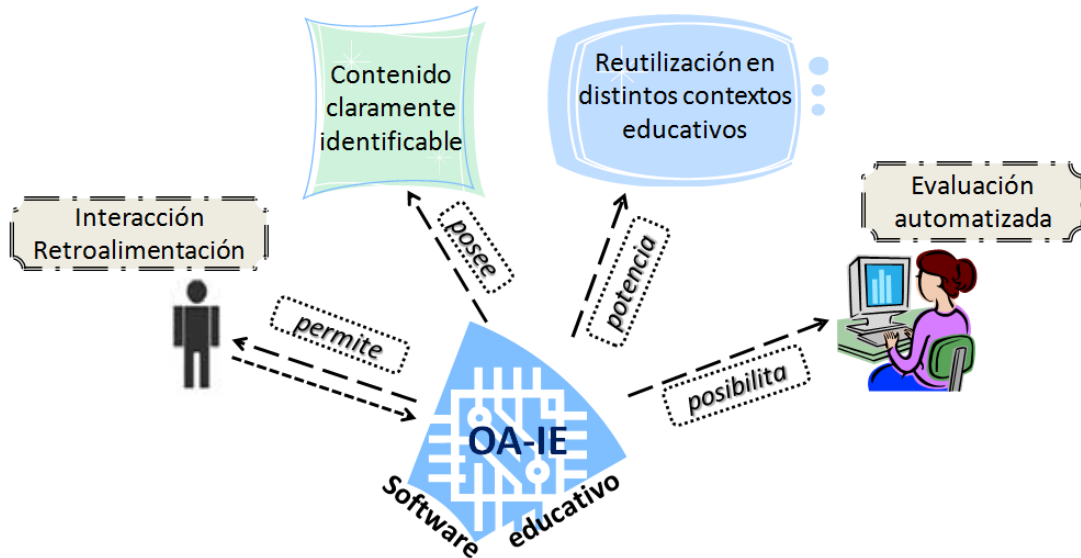


Figura 2. Objeto de aprendizaje interactivo y experimental (OA-IE).

Todo OA-IE es además por definición un OA, pero el autor quiso dejar claras algunas de las cualidades que distinguen a los primeros.

Debido a las ventajas analizadas al inicio del presente epígrafe se pudo constatar, a partir de un proceso de búsqueda que son disímiles las universidades de todo el mundo que utilizan OA, entre ellas se encuentran la Universidad de los Lagos en Chile (Tissanié, 2008), la Universidad de Panamá (Alemán, 2001; Tissanié, 2008), la Universidad de Alicante en España (Llorens, 2011) y las Universidades de La Habana (UH, 2012), el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cabrera, 2008) y la Universidad de las Ciencias Informáticas en Cuba ((Mompíe & Olivera, 2013), (Amaya, 2013), (A. García & Chirino, 2013)).

El análisis realizado revela que se va registrando un aumento llamativo en relación con las TIC dentro del PEA, el autor considera que la utilización de los OA se ha ido ampliando en correspondencia con las exigencias sociales y ha empleado diferentes enfoques didácticos.

1.3 El proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI

Para realizar una caracterización del estado actual del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI se toma como punto de partida la parametrización del objeto de estudio (Ver Anexo 2).

La variable identificada, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI, está formada por cuatro dimensiones: la **preparación del docente**, el **desempeño del docente**, el **área cognitiva y afectiva del estudiante** y la **dimensión tecnológica**, referida al desempeño de estudiantes y docentes relacionados con el aprovechamiento de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, específicamente de objetos de aprendizaje con capacidades de experimentación e interactividad. Estas dimensiones se derivan con posterioridad en diecisiete (17) indicadores que se relacionan con el dominio de la didáctica de la MD por parte de los docentes, así como con la elaboración y utilización de OA-IE para contribuir al PEA de la MD.

A partir de los indicadores el autor construyó los instrumentos para caracterizar el estado actual del PEA de la MD en la UCI. Los instrumentos utilizados se encuentran en los anexos del 3 al 5.

1.3.1 Análisis de los resultados de la encuesta a los profesores de la asignatura Matemática Discreta en la UCI

Con el objetivo de valorar la utilización de OA en el PEA de la MD en la UCI se aplicó la encuesta del Anexo 3. La encuesta se aplicó a los profesores muestra de esta investigación. Desde el análisis de los datos obtenidos se pudo conocer que el 86.66% es graduado en el área del conocimiento de la Informática, con cinco (5) años de graduado y con un mínimo de cuatro (4) años de experiencia como docente.

En la primera pregunta, relacionada con la preparación para impartir la asignatura MD el 93.33% consideran estar preparados.

En la pregunta número dos (2), acerca de las vías de preparación, estos expresaron que: a través de lo recibido en su carrera 57.14%, a través de la auto-superación 80% y a través de las vías de trabajo metodológico 64.28%.

En el inciso abierto plantearon que las vías en la preparación para impartir la asignatura MD, están limitadas al trabajo metodológico y la auto-preparación.

En la tercera pregunta asociada con la necesidad del estudio de la didáctica de la matemática como parte de la preparación de los docentes, el 13.34% expresaron que SÍ es necesaria y un 86.66% que NO.

Al referirse a los aspectos de la didáctica de la matemática que consideran importantes para un mejor desarrollo de sus clases, en la pregunta cuatro (4) se refirieron fundamentalmente a:

- El grado de motivación de sus estudiantes y las estrategias para lograrlo en sus clases.
- El aprovechamiento de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Al encarar la pregunta cinco (5), relacionada con el dominio de los docentes para el aprovechamiento de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de su asignatura, el 53.33% consideran estar preparados y el 46.67% considera que no lo están.

Acerca de las herramientas TIC utilizadas comúnmente en el aula, en la pregunta seis (6) estos expresaron que la multimedia no la utilizaba ninguno, OA solo el 13.33%, televisión 40%, software computacionales ninguno, EVEA el 53.33%. Nadie señaló el inciso abierto.

El 100% de los docentes, en la séptima pregunta, respondieron que los OA utilizados en el aula poseen información estática e invariable, o sea se muestra lo mismo a todos los estudiantes.

Las preguntas octava y novena están relacionadas con la motivación. En la pregunta número ocho el 100% plantea que el logro de la motivación es fundamental para el cumplimiento de los objetivos instructivos de la asignatura.

En la nueve (9), relacionada con la motivación desde la actividad docente, estos expresaron que el 20% consideran estar preparados y el 80% no.

En la pregunta número diez (10) relacionada con el desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico desde la MD, los resultados obtenidos apuntan que es necesario:

- Elevar la cantidad y complejidad de ejercicios.
- Utilizar las TIC en la resolución de problemas matemáticos.
- Aumentar el rigor de las evaluaciones.

Al referirse, en la oncesima pregunta, a las habilidades matemáticas fundamentales que tributan a la formación del ICI en correspondencia con el perfil del egresado, las de mayores puntuaciones fueron la resolución de problemas, el razonamiento, la modelación, la algoritmización y la toma de decisiones.

Finalmente en la pregunta número doce (12), asociada con la zona de desarrollo próximo desde la impartición de las clases de MD la mayoría concuerda que esta se desarrolla con una buena orientación, ejecución y control de ejercicios que abarquen, siempre que sea posible, desde el nivel reproductivo hasta el nivel creativo.

1.3.2 Análisis de los resultados de la entrevista a los estudiantes de la UCI.

A un grupo de estudiantes de 2^{do} año (35 estudiantes) se les realizó una entrevista (Ver Anexo 4), con el objetivo de analizar los niveles de desarrollo alcanzado en la utilización de OA desde las asignaturas de MD y su importancia para su aprendizaje desarrollador. Estos estudiantes recibieron y aprobaron las asignaturas de MD el curso anterior.

A la pregunta vinculada con la relación entre la MD y su formación como ICI respondieron de forma afirmativa, exponiendo además el alto grado de dificultad que confieren al aprendizaje de la MD.

Respecto a las herramientas TIC que dominaba al entrar a la UCI hicieron referencia al correo electrónico, la multimedia y el foro. Con respecto al momento actual hicieron alusión a las específicas de la asignatura de programación (Introducción a la Programación y Programación 1). Un aspecto negativo es que los estudiantes no hacen alusión a los asistentes matemáticos y refieren la no utilización de OA en las clases de MD.

Al tratarse la motivación por el estudio de la MD desde la clase, el 71.42% afirmó no sentirse motivados por su estudios desde las actividades realizadas por su profesor.

A referirse a los aspectos que debe mejorar su profesor a la hora de impartir las clases refieren que debe tratar de buscar más ejercicios para resolverlos y así apropiarse mejor de los conocimientos (desarrollar sus habilidades), además que debe prestar una mejor atención a las diferencias individuales.

Cuando se refiere al uso de la MD para su desarrollo intelectual y su pensamiento lógico, expusieron la importancia de algunos temas, como el de Máquinas de Turing, dada la complejidad y el nivel de análisis que requieren para su formación como ingenieros.

1.3.3 Análisis de los resultados de la entrevista a los directivos docentes de la UCI

Se realizó una entrevista a los directivos de la universidad con el objetivo de caracterizar el PEA de la MD en la UCI (Ver Anexo 5). Se entrevistaron, luego de obtener una muestra aleatoria:

- Jefe de Departamento Metodológico Central de Matemática de la UCI.
- Asesor de las asignaturas de Matemática Discreta en la UCI.
- 4 Jefes de Departamento de Ciencias Básicas de Facultades.
- 4 Vicedecanos de Formación

Se trataron aspectos relacionados con las dimensiones identificadas durante la parametrización:

- Preparación del docente.
- Desempeño del docente de Matemática Discreta.
- Cognitiva y afectiva del estudiante.
- Tecnológica

La siguiente tabla muestra los resultados de estas entrevistas:

Tabla 5. Resultados de la entrevista a los directivos docentes de la UCI.

Dimensión	Resultados
Preparación del docente	<ul style="list-style-type: none"> • El claustro de la universidad es de formación no pedagógica, formado en su totalidad por jóvenes de entre 3 y 5 años de experiencia graduados de Ingenieros en Ciencias Informáticas. • El claustro posee insuficientes conocimientos en la didáctica general y específica y un mejor dominio del contenido de la Matemática Discreta. • Los docentes poseen conocimientos para la elaboración desde el punto de vista técnico de recursos de aprendizaje, no ocurre así desde el punto de vista didáctico.
Desempeño del docente de Matemática Discreta	<ul style="list-style-type: none"> • Es insuficiente el grado de utilización de las TIC en el PEA de la MD. • Los docentes de MD casi no emplean OA. • Los OA existentes no abarcan todos los contenidos de la asignatura, sobre todo los de mayor dificultad de asimilación. • El grado de interacción con los estudiantes de los OA existentes es casi nulo permitiendo solo la presentación de contenido estático mayormente, donde no se proporciona al usuario facilidades como la navegación, retroalimentación y evaluación. • El dominio de la caracterización de los estudiantes por parte del profesor este es adecuado
Cognitiva y afectiva del estudiante	<ul style="list-style-type: none"> • Los estudiantes presentan un grado aún bajo del desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico. • Los estudiantes poseen dificultades en la resolución de problemas, razonamiento, modelación, algoritmización y toma de decisiones. • Los estudiantes no se sienten motivados profesionalmente manifestándose el finalismo, ausencias, llegadas tardes, poca participación en exámenes de premio y suficiencia, entre otros.
	<ul style="list-style-type: none"> • La inserción de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD aún es insuficiente, durante las actividades presenciales solo se emplean las presentaciones como recursos didácticos, con

Dimensión	Resultados
	contradicción con la existencia de computadoras en aulas y laboratorios. <ul style="list-style-type: none"> No se emplean al máximo las potencialidades que ofrecen las TIC al PEA, en especial los objetos de aprendizaje.

1.3.4 Análisis de los resultados de las pruebas pedagógicas a los estudiantes de primer año de la UCI en la asignatura Matemática Discreta

Se realizaron dos pruebas pedagógicas a los estudiantes. En la primera fueron tratados los temas número uno (1) referido a la Teoría de conjuntos y el número tres (3) referido a las Máquinas de Turing, ambos de MD1. En la segunda, asociada a la MD2, se trataron los temas número uno (1) referido a la Teoría combinatoria y el número tres (3) referido a la Teoría de grafos.

Cada examen tuvo una duración de 90 minutos, fueron aplicados a 22 estudiantes. Ambos exámenes contaron con dos (2) preguntas y los resultados obtenidos fueron:

Tabla 6. Resultados de los estudiantes de la muestra en las pruebas pedagógicas realizadas.

Examen 1	Aprobados	Suspensos	% Aprobados
1. Realizar operaciones entre conjuntos.	15	7	68.18%
2. Determinar el conjunto potencia de un conjunto dado.	17	5	77.27%
3. Determinar el producto cartesiano para la obtención de una relación binaria.	16	6	72.72%
4. Determinar si una cadena es aceptada pertenece al lenguaje reconocido por una Máquina de Turing.	7	15	31.81%
6. Diseñar una Máquina de Turing que reconozca un lenguaje.	5	17	22.72%
Examen 2	Aprobados	Suspensos	% Aprobados
7. Aplicar la teoría combinatoria	8	14	36.36%

clásica en la solución de problemas.			
8. Aplicar la teoría combinatoria generalizada en la solución de problemas.	6	16	27.27%
9. Aplicar el principio de las casillas en la solución de problemas	10	12	45.45%
10. Justificar las propiedades básicas de la Teoría de Grafos	17	5	77.27%
11. Determinar la matriz de adyacencia y los caminos simples de un grafo.	15	7	68.18%

Se puede valorar que en ambos exámenes los estudiantes no logran vencer de manera general los objetivos, mostrando mayores dificultades en los contenidos referentes a Máquinas de Turing y Teoría combinatoria, donde los estudiantes no alcanzan el 50% de aprobados. En ninguno de los objetivos los estudiantes alcanzan el 85% de aprobados. Lo anterior evidencia una baja calidad en el aprendizaje de la mayoría de los aspectos evaluados.

1.3.5 Análisis de los informes semestrales de las asignaturas MD1 y MD2

El autor de la tesis realizó un estudio histórico-lógico de las principales dificultades en el PEA de la MD en la UCI, teniendo en cuenta los informes semestrales de las asignaturas MD1 y MD2 en los cursos 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013. 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.
- Los estudiantes presentan dificultades en el desarrollo de las habilidades vinculadas a las Maquinas de Turing (MT), fundamentalmente en el diseño de una MT para resolver un problema dado o determinar el lenguaje que reconocen. Esto se debe fundamentalmente a que un porcentaje alto de los estudiantes presentan resistencia al razonamiento y no se proponen explotar al máximo, a veces ni al mínimo, su capacidad de pensar; también influye el escaso desarrollo del pensamiento algorítmico.

- Existen problemas con la aplicación, en muchos casos aún incierta, de métodos de evaluación efectiva que permitan una retroalimentación apropiada y una comunicación efectiva entre los diferentes actores del PEA.
- 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 TIC continúan sin ser aprovechadas teniendo en cuenta su potencial.
- Las clases y el estudio independiente en su mayoría se centran en los documentos digitalizados de la asignatura.
- No se controla la auto-preparación de los estudiantes con respecto a los contenidos abordados en clases anteriores.
- Uso excesivo del método expositivo en las clases, con lo que no se propicia la participación activa de los estudiantes.
- Ineficiente empleo de Metodologías Activas del Aprendizaje.
- Escaso uso de la bibliografía básica.
- No se orienta con medidores claros y medibles el estudio independiente.

Al realizar un análisis integrado de los resultados de los instrumentos aplicados a profesores, estudiantes, directivos docentes de la UCI (Ver anexos 3, 4 y 5) y el análisis de los informes semestrales de las asignaturas se identifican un conjunto de **dificultades** tales como:

- Insuficiente aprovechamiento de las TIC teniendo en cuenta su potencial. Se realiza poco uso de objetos de aprendizaje, los existentes no cumplen con las exigencias del PEA de la MD.
- Existencia de un claustro joven e inexperto, con conocimiento de los contenidos de la asignatura, pero con dificultades en el dominio de la pedagogía y la didáctica de las matemáticas.

- A pesar de que el claustro posee dominios informáticos, se aprecian dificultades en el diseño, elaboración y utilización de objetos de aprendizaje que contribuyan al PEA de la MD.
- Los estudiantes no se sienten motivados por el aprendizaje de la asignatura. Le confieren mayor importancia a las que a su juicio se acercan más a su desempeño laboral.
- El estudiante es dependiente de las orientaciones del profesor, no es capaz de lograr un auto-aprendizaje y una auto-evaluación de su aprendizaje, en consonancia con la formación profesional del cambiante mundo de las ciencias informáticas.
- Limitada cantidad de ejercicios de los contenidos más complejos, influyendo en la necesaria ejercitación de los estudiantes.
- Se hace necesario emplear formas más efectivas de valorar las posibilidades formativas que brinda la utilización de las TIC para acercar a los estudiantes de primer año de la UCI a los objetos de su profesión y a su desarrollo cultural.
- Se aprecia un reclamo de métodos específicos que permitan la resolución rápida de ejercicios.

Conclusiones del capítulo:

A partir de los análisis realizados en el presente capítulo se llegan a las siguientes conclusiones parciales:

- El estudio de la MD constituye un gran reto, el cual está sustentado sus disímiles aplicaciones en el desarrollo de la computación, tal y como expresan (Gates, 1996) y (Björne & Stanley, 1999).
- La impartición de los contenidos de la MD todas las carreras computacionales de Cuba y el mundo viene dada por la necesidad de proporcionar las bases matemáticas para aspectos de la computación como las estructuras de datos, la algoritmia, la teoría de autómatas y los sistemas operativos.
- Los OA representan un recurso didáctico que contribuyen al PEA en la Educación Superior por sus capacidades de flexibilidad y utilización en

diferentes escenarios educativos.

- Aunque varios autores han teorizado sobre los OA, ninguna de las definiciones estudiadas se ajusta a las necesidades de interacción y experimentación que posee el PEA de la MD. Por lo que el autor conceptualiza al objeto de aprendizaje interactivo y experimental (OA-IE).
- Aún existen insuficiencias en el PEA de la MD en la UCI, relacionadas fundamentalmente con la utilización de las TIC, la motivación de los estudiantes y las carencias pedagógicas de su joven claustro.

Los planteamientos anteriores demuestran la necesidad del estudio que se realiza, a partir del valor que posee la MD en la formación de los profesionales de la computación, altamente influida por la tecnología.

CAPÍTULO 2

PROPUESTA DE ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN Y UTILIZACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE INTERACTIVOS Y EXPERIMENTALES EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA DISCRETA EN LA UCI

“NO SON LAS TECNOLOGÍAS LAS QUE PRODUCEN EL CAMBIO, SINO QUE LOS
CAMBIOS SE PRODUCEN PORQUE HAY NUEVAS MANERAS DE HACER COSAS
GRACIAS A LAS TECNOLOGÍAS”.

BILL GATES.

CAPÍTULO 2: PROPUESTA DE ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN Y UTILIZACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE INTERACTIVOS Y EXPERIMENTALES EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA DISCRETA EN LA UCI

El objetivo del capítulo es proponer una estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE en el PEA de la MD en la UCI, la misma es fundamentada teóricamente.

Como parte de la estrategia se proponen las acciones que se deben realizar en cada etapa, así como las recomendaciones y explicaciones necesarias para su implementación.

2.1 Fundamentación teórica de la propuesta

La revisión documental efectuada demuestra que ha sido siempre una tarea permanente del Estado Cubano la formación de un estudiante universitario altamente clarificado y comprometido con la Revolución, sobre la base de un proceso de enseñanza-aprendizaje que no provoque el divorcio del individuo con su época, que prepare al hombre para la vida.

La estrategia metodológica que se propone para contribuir al PEA de la MD en la UCI tiene como **referente teórico esencial** el aprendizaje desarrollador como resultado de la interacción dialéctica entre la activación-regulación, la significatividad de los procesos y la motivación para aprender.

La significatividad de lo que se aprende con los OA-IE, está dado a que se incrementan las posibilidades de acceso a la información, el intercambio o interactividad con un mayor número de problemáticas, lo que brinda mayores posibilidades de auto-aprendizaje. Todo esto eleva las posibilidades de motivación de los estudiantes por el aprendizaje de la MD.

Se coincide plenamente con (Rivero, 2012) al plantear que en el aprendizaje desde un enfoque desarrollador, se respeta el interés de aprendizaje, la historia de cada estudiante, así como los preconceptos que se deben poseer para acceder a nuevos conocimientos, habilidades y valores, como parte de la formación integral.

A la hora de fundamentar la estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE en el PEA de la MD en la UCI se tienen como dimensiones las siguientes:

Dimensión filosófica: se asume el materialismo dialéctico, tanto en su concepción de la Teoría del conocimiento como las concepciones teóricas y prácticas acerca de las contradicciones como fuentes de desarrollo, particularmente lo referido a la categoría tarea; (Leontiev, 1983) plantea que toda tarea se realiza en un determinado contexto de actuación, y por tanto su realización responde a las contradicciones presentes en el mismo. Se asume además la relación de la Ciencias, con la Tecnología y la Sociedad (CTS), así como los principios de la filosofía de la educación a partir de reconocer que el PEA para la MD es un proceso pedagógico. Para (Blanco, 2004) toda concepción descansa en una determinada concepción filosófica del hombre y de la sociedad, su carácter crítico y transformador la somete a una construcción constante.

Los componentes de la actividad humana se manifiestan de diversas formas, de las cuales la tarea docente constituye una especificidad. Se asume que toda tarea docente debe ofrecer al estudiante una meta y un enfoque, derivadas a partir del cumplimiento de un determinado objetivo; además de ser desarrollada en un marco temporal finito (Capote, 2013). En la realización de tareas docentes desde los OA-IE los estudiantes interactúan con los conocimientos de la asignatura y los elementos tecnológicos, a la vez que transforman sus conocimientos.

En la tesis se aborda el OA-IE como herramienta que contribuye a la organización de la actividad docente y se tiene en cuenta la interpretación filosófica de la estructura de la tarea y sus componentes: la necesidad del hombre a cuya satisfacción está dirigida su tarea y el objeto de la tarea, los cuales se expresan en la propuesta al tener en cuenta no solo las dificultades, sino también los motivos e intereses de los alumnos. Se materializa además la interacción con el contexto educativo desarrollador a partir de la autoevaluación y la evaluación del aprendizaje del estudiante.

Dimensión psicológica: se asume el enfoque histórico-cultural de Lev

Semionovich Vigotski. Este enfoque desarrollado por Vigotski, sus colaboradores y continuadores, a partir de un modelo psicológico del hombre, postula una concepción original de la relación entre la enseñanza y el aprendizaje (O. González, 1992).

Debe tenerse en cuenta que la teoría vigotskiana le presta especial atención a la motivación del estudiantes a la hora de enfrentarse a su aprendizaje. Como plantea (Fariñas, 2004): “El maestro debiera saber determinar los gustos y referencias de sus estudiantes, que en muchas ocasiones son índices de una vocación naciente ya definida. Soy de los profesores que de elegir entre motivar o pedir la comprensión reproductiva de un conocimiento, prefiere lo primero. Estoy segura que la motivación abre caminos, tiene una función heurística en el aprendizaje, mientras que el conocimiento reproductivo los cierra. La motivación conduce a la persistencia, la reproducción al olvido.”, este es un planteamiento en el que coincide el autor de la investigación.

(Galperin, 1988) ve la motivación como la comprensión del sentido, planteando que constituye la única manera posible para la inclusión de la conciencia de sí mismo en los procesos de aprendizaje.

Los OA-IE despiertan el interés del estudiantado hacia la utilización de herramientas TIC que los acercan al objeto de su profesión como futuros ICI. Estos objetos, bajo las orientaciones del profesor, guían al estudiante hacia la apropiación activa del conocimiento, lo que evita la pérdida del interés por la actividad docente.

Uno de los conceptos básicos del enfoque histórico-cultural es el de Zona de desarrollo próximo (ZDP). Según las consideraciones vigotskianas (Vigotski, 1991) por “zona de desarrollo actual” se entiende el conocimiento de que dispone el alumno, el real que posee, mientras que por “zona de desarrollo próximo” se entiende aquel conocimiento que el alumno puede llegar a alcanzar con una ayuda, ya sea de otro alumno más aventajado o por parte del propio profesor. Tal consideración explica la relación inicial interpsicológica y la asimilación personal y final del conocimiento, una condición de carácter intrapsicológico.

Expresado de una manera diferente, lo anterior significa que la “zona de desarrollo próximo” (Vigotski, 2003) es la distancia entre el nivel de desarrollo real, que se acostumbra determinar a través de la solución independiente de problemas y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la solución de problemas sobre la orientación de un adulto o producto de la colaboración de otros compañeros más capaces.

Mediante la utilización de los OA-IE el estudiante muestra el desarrollo alcanzado en cuanto a los conocimientos y habilidades que posee para resolver determinados ejercicios de manera independiente (su zona de desarrollo real). Sin embargo, si se pretende lograr un aprendizaje desarrollador, es necesario prestar atención a las potencialidades y debilidades que posee cada estudiante de manera individual, de ahí la capacidad que posee el OA-IE de adaptar sus ejercicios a las condiciones reales de propiciar el tránsito gradual hacia ejercicios de mayor complejidad. En este proceso el profesor desempeña un papel trascendental en la orientación de las acciones que debe realizar el estudiante para operar con el OA-IE.

Igualmente asociados a las ideas del enfoque histórico-cultural, se encuentran los trabajos de (Galperin, 1988), quien desarrolló una vía para propiciar, de manera planificada, el paso de las acciones externas a las mentales (internas), partiendo precisamente de los motivos hacia la actividad, la realización de las acciones con apoyo externo, el inicio de su interiorización mediante acciones de carácter verbal y la consiguiente realización de acciones prácticas que conduzcan a la formación de las acciones verbales.

Para Galperin en la actividad del proceso de enseñanza-aprendizaje, las acciones mentales transitan por etapas para formar los conceptos, dichas etapas son según (V. López & Prado, 2007):

Etapa motivacional: esta es una etapa de gran importancia, aunque a veces no se le otorgue, a través de ella se pueden obtener muchos logros como aptitudes, intereses, propicia el interés ocupacional y cierta disposición para el contenido a conocer. El alumno no entra en ningún tipo de acción, aquí se prepara al alumno para asimilar los conocimientos.

Etapa de la base orientadora de la acción (BOA): es el conocimiento de la acción y de las condiciones en que debe realizarla, es donde se le da al alumno el sistema necesario de conocimientos sobre el objeto de estudio, las condiciones necesarias a tener en cuenta, los modelos de las acciones a ejecutar y el orden en que deben ser ejecutadas dichas acciones. En esta etapa no hay ejecución de la acción por parte del estudiante, solo el conocimiento de la acción, por lo que es el momento previo a la ejecución de la misma. Se muestra al alumno el material que tiene que asimilar, profundiza en aquella acción que da solución al problema.

Etapa material o materializada: a partir de la tercera etapa se inicia la ejecución de la acción en el plano material o materializado, donde el estudiante realiza la acción y el profesor tiene la posibilidad de controlar su ejecución así como incidir en su formación y en la corrección o ajuste del aprendizaje que se vaya logrando. Los alumnos tienen que resolver problemas apoyándose en esquemas externos, lo cual se tiene en cuenta en los OA-IE.

La acción en dicha etapa incluye a su vez el operar con los OA-IE, lo cual constituye en el proceso de enseñanza una variante de presentación de la acción en su forma materializada, garantizando la solución inmediata de los ejercicios y liberando al estudiante de tener que memorizar determinados contenidos y orientarlo en el trabajo que debe ejecutar en la solución de los problemas.

Etapa verbal: a partir de este momento, en que ya el alumno domina el esquema de la acción y ha adquirido a su vez los conocimientos necesarios, existen las condiciones para pasar a la etapa de formación en el plano del lenguaje, donde los elementos de la acción deben estar representados en forma verbal (oral o escrita) por el estudiante.

Las formas de docencia son las clases prácticas y seminarios. El control es la auto(evaluación). El alumno expresa todo verbalmente o de forma escrita, ya sea en papel o en la escritura computacional a través de los OA-IE.

Etapa mental: las tareas son sin niveles de ayuda, sin formas de materialización y con carácter creador. Los métodos son de trabajo

independiente. Las formas de enseñanza a partir de trabajos independientes con resultados, en clases y extraclases. En esta etapa el lenguaje es interno, procesado con su respectiva estrategia discursiva, ya el alumno ha interiorizado los contenidos, los ha asimilado y es capaz de transmitirlos con sus valoraciones de posibles aplicaciones a nuevos fenómenos, por lo que existe una independencia absoluta. Es por lo que se puede afirmar como plantea (Talízina, 1984), el concepto solo puede formarse cuando el individuo ya conoce los objetos que forman parte de dicho concepto.

Después de analizar lo anterior el autor de esta investigación expresa que es a través de la aplicación de la Teoría de formación por etapas de las acciones mentales y los conceptos, en la cual se enfatiza en el proceso de transformación de la actividad externa, práctica, a la interna mental, es que se logra la construcción consciente y significativa de los conceptos, por parte de los estudiantes, con mayor solidez y posibilidades de aplicación práctica a través de los OA-IE. Esta teoría es apta para potenciar un proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador por su capacidad de ayudar a la construcción activa del conocimiento.

Dimensión sociológica: en la dimensión sociológica se resalta como significativo en la estrategia metodológica que se propone, el manejo de la relación, Hombre-TIC-Sociedad, en su papel transformador. La relación social que se establece entre el Profesor-Estudiante, y Estudiante-Estudiante desde el OA-IE, contribuye a elevar la calidad de la actividad y favorece la relación de lo individual y lo colectivo. Esto además a partir del diálogo simulado que se establece entre OA-IE-Profesor y OA-IE-Estudiante.

De lo expresado se resume que el aprendizaje se da en la actividad (externa e interna del sujeto) y de la comunicación con otros en la asimilación de la cultura, por lo que es una actividad social y no solo un proceso de realización individual, lo que marca la dialéctica entre lo individual y lo social en el proceso de desarrollo de la personalidad.

Dimensión pedagógica: la estrategia está sustentada en el enfoque del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador, el cual (Guirado, 2006)

define como aquel que constituye un sistema donde tanto la Enseñanza como el Aprendizaje, como subsistemas, se basan en una Educación desarrolladora, lo que implica una comunicación y actividad intencionales, cuyo accionar didáctico genera estrategias de aprendizajes para el desarrollo de una personalidad integral y autodeterminada del educando, en los marcos de la escuela como institución social transmisora de la cultura.

Al referirse a la importancia de un proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador (Zilberstein, 2000) lo considera como "la vía mediatizadora esencial para la apropiación de conocimientos, habilidades, normas de relación emocional, de comportamiento y valores, legados por la humanidad, que se expresan en el contenido de la enseñanza, en estrecho vínculo con el resto de las actividades docentes y extradocentes que realizan los estudiantes".

Es especificado además por (Zilberstein & Silvestre, 2002) que "el proceso de enseñanza debe ser desarrollador en la medida que integre las funciones instructiva, educativa y desarrolladora, para lo cual es preciso que centre su atención en la dirección científica por parte del profesor de la actividad práctica, cognoscitiva y valorativa de los alumnos,

El autor coincide completamente con (Castellanos, 2001) cuando plantea que, "para la creación de situaciones de enseñanza aprendizaje desarrolladoras se deben tener en cuenta los siguientes principios:

2. La promoción de una construcción activa y personal del conocimiento por parte de los estudiantes.
3. La unidad de afecto y cognición a través de un aprendizaje racional y afectivo-vivencial.
4. El respeto a la individualidad, a los intereses, particularidades y necesidades de los estudiantes desde la flexibilidad y diversidad en objetivos específicos, contenidos, métodos, estrategias y situaciones educativas.
5. La posibilidad de aprender a través de actividades que constituyan desafíos y que despierten las motivaciones intrínsecas.

6. La participación y solución en problemas reales, contextualizados, que permitan explorar, descubrir y hacer por transformar la realidad.
7. La transformación del (de la) estudiante de receptor en investigador y productor de la información
8. La promoción del autoconocimiento, de la autovaloración y de la reflexión acerca del proceso de aprendizaje.
9. La valoración de la autodirectividad y la autoeducación como meta.
10. El centro en los cuatro planes básicos de la educación: aprender a conocer, a hacer, a convivir, y a ser”.

A partir de los principios definidos y las exigencias didácticas para un aprendizaje desarrollador se tuvieron en cuenta para la elaboración de la propuesta los aspectos definidos por (Garzón, 2012), varios de estos aspectos fueron modificados, ajustándolos a esta investigación:

1. La importancia de los componentes funcionales de la actividad: planificación, orientación, ejecución y control para la organización y desarrollo del proceso de aprendizaje del estudiante del proceso, con la utilización de los OA-IE.
2. La participación activa del estudiante en el PEA, a partir de su transformación del estudiante de receptor en investigador y productor de la información.
3. La búsqueda y exploración del conocimiento por el estudiante, desde posiciones reflexivas que propicie y estimulen el desarrollo del pensamiento, el autoconocimiento, la autovaloración y la independencia.
4. El desarrollo de formas de actividad y comunicación colectivas que permitan favorecer el desarrollo individual, donde la función principal del profesor es la de guiar y orientar el proceso de aprendizaje del estudiante de acuerdo con las necesidades individuales; fomentando en todo momento la motivación por la actividad docente.
5. La motivación a través de la orientación hacia el objetivo de la actividad, la vinculación del contenido de aprendizaje con la práctica socio-profesional y el estímulo a la valoración de la actividad que realiza.

Dimensión tecnológica: la utilización de las TIC y las estrategias de aprendizaje desarrollador de la MD que se organicen a partir de estas revelan la necesidad de las interrelaciones de los estudiantes con otros sujetos, ofreciéndole un espacio significativo al trabajo grupal, sean presenciales o a distancia, de forma sincrónica o asincrónica.

Se entiende como el aprovechamiento de las TIC desde el enfoque del aprendizaje desarrollador, a la activación del aprendizaje que se suscita a partir de los cambios en los roles de los docentes, los estudiantes y su grupo estudiantil, donde los OA-IE se convierten en mediadores socioculturales.

Estos fundamentos ofrecen una base educativa, interactiva y desarrolladora a la tecnología con fines docentes, como es el caso que ocupa esta investigación.

2.2 Propuesta de estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta

El autor de esta tesis asume el término “*estrategia metodológica*” definido por (E. García, Martínez, & González, 2011) como la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación de la dirección del PEA tomando como base los métodos y procedimientos para el logro de los objetivos determinados en un tiempo concreto.

De esta forma se concibe la estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE, como el conjunto de acciones secuenciales e interrelacionadas que especifica el cómo elaborar OA-IE y cómo utilizarlos para contribuir a la mejora del PEA de la MD en la UCI.

La estrategia que se propone a continuación tiene como **objetivo principal:** *contribuir a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI con la elaboración y utilización de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales.*

La estrategia consta de cinco (5) etapas: Análisis del entorno, Elaboración, Validación, Utilización y Valoración y retroalimentación (ver Figura 3). Es importante señalar que entre las etapas que conforman la estrategia que se

presenta, se establece en su funcionamiento una relación dialéctica, pues cada una de ellas tributa a las otras, conformando un sistema en su dinámica.

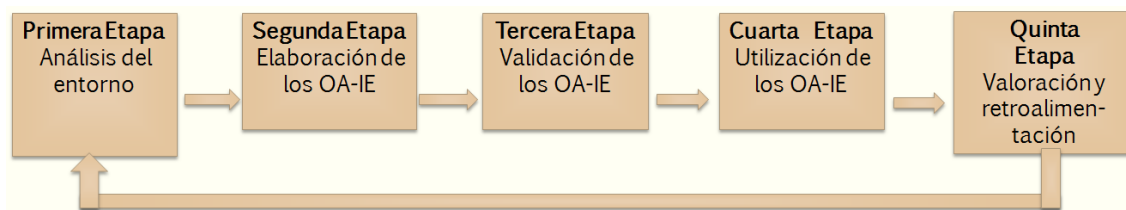


Figura 3. Etapas de la estrategia metodológica.

La estrategia en la consecución de su objetivo no se proyecta de forma rígida sino 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.

2.2.1 Premisas para la aplicación de la estrategia

Para la aplicación de la estrategia es necesario tener en cuenta las premisas siguientes:

- Contar con los documentos rectores de las asignaturas de MD: Programa Analítico, Cronograma Docente, Plan Calendario de la Asignatura y Plan de Trabajo Metodológico.
- Preparación del colectivo de profesores de la asignatura en cuanto a la gestión del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador según la concepción asumida en la presente estrategia.
- Diagnóstico pedagógico de los estudiantes.
- Acceso de los estudiantes a los OA-IE en horario extradocente para la realización de las actividades y tareas con los OA-IE.

2.2.2 Actores y sus responsabilidades durante la ejecución de la estrategia

A continuación se definen los actores que participan en la ejecución de la estrategia, se incluyen sus principales responsabilidades:

- **Profesor**

Profesor en el aula (Incluye su Alumno Ayudante)

- Análisis previo y diseño de los OA-IE.
- Preparación del alumno para la utilización de los OA-IE.
- Planificación, orientación, seguimiento y control de las tareas docentes desde el OA-IE.
- Ajuste y valoración de la puesta en práctica de la estrategia.

Claustro de MD

- Participación en el análisis previo a la elaboración de los OA-IE.
- Evaluación de los OA-IE.
- Participación en la valoración y ajuste de la estrategia.
- **Equipo de Software**
 - Determinación de los requisitos funcionales de los OA-IE.
 - Implementación de los OA-IE diseñados.
 - Prueba de los OA-IE desde el punto de vista de software.
- **Estudiantes (previos y actuales)**
 - Participación en el análisis previo a la elaboración de los OA-IE.
 - Ejecución de las actividades que orienten los profesores.
 - Participación en la valoración.

2.2.3 Descripción de las etapas y de la estrategia

En este epígrafe se realiza una descripción de cada una de las acciones que se conciben por cada etapa de la estrategia, y se proponen algunas recomendaciones para la ejecución práctica de las mismas. Para cada etapa se incluye un esquema general de su concepción que refleja cada una de las acciones definidas con su objetivo principal, asociadas con los actores responsables de su ejecución.

PRIMERA ETAPA: Análisis del entorno

La primera etapa está concebida fundamentalmente para garantizar los contenidos que contendrán los OA-IE, así como el perfil de los estudiantes que utilizarán dichos objetos. En la Figura 4 se muestra un esquema general de su concepción, y a continuación se detallan cada una de las acciones.

Acción 1: Diagnóstico inicial de la asignatura

La primera acción está encaminada a diagnosticar el PEA de la asignatura a la cual se le desea realizar OA-IE. Esta actividad, de vital importancia, justifica la elaboración de los OA-IE teniendo en cuenta la necesidad que posee la asignatura en cuestión. Esta necesidad viene dada por un análisis profundo de su proceso de enseñanza-aprendizaje. Donde deben tenerse en cuenta indicadores como la preparación de los profesores para la utilización de las TIC, los conocimientos de la didáctica de la matemática, así como las posibilidades de realizar OA-IE con los contenidos de la asignatura.

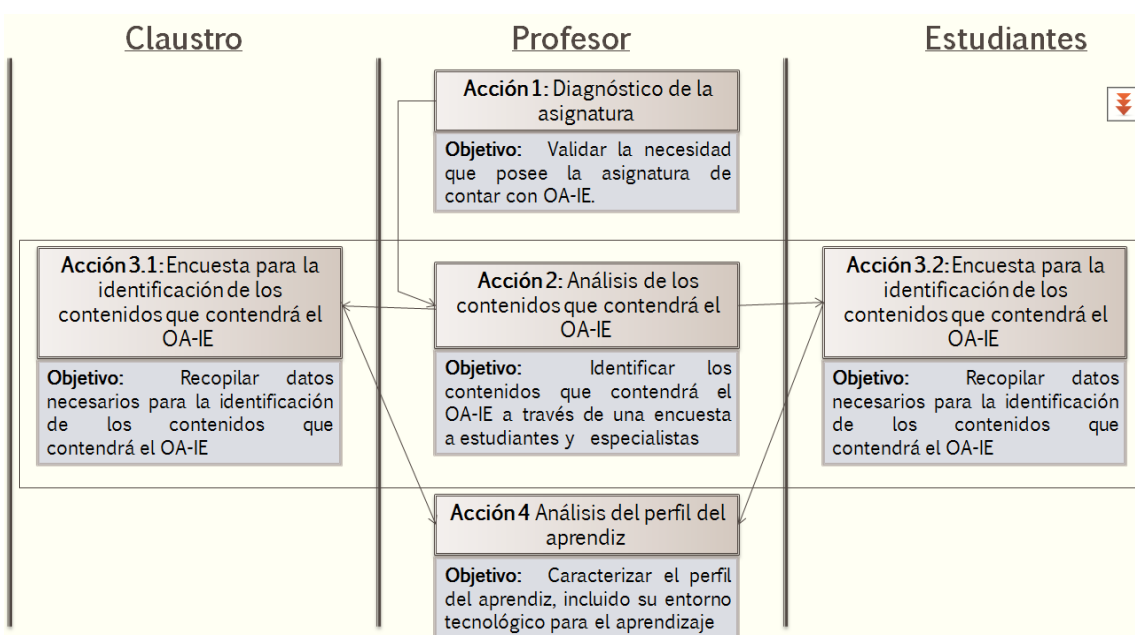


Figura 4. Esquema de la primera etapa de la estrategia.

Acciones 2.1 y 2.2: Encuesta para la identificación de los contenidos que contendrá el OA-IE

Para realizar la selección de los contenidos que contendrá el OA-IE se debe realizar un proceso de evaluación de aquellos que se imparten en la asignatura, atendiendo a un conjunto de aspectos de acuerdo al criterio de diferentes profesores que imparten la asignatura y de los estudiantes que la reciben (solo en los especificados). Para ello se realizará una encuesta a los estudiantes y profesores de la asignatura (Acción 3).

Los aspectos propuestos a encuestar por cada uno de los contenidos de las asignaturas así como la evaluación que se puede otorgar se incluyen en la Tabla 7. A los aspectos se les otorga un valor numérico en la encuesta realizada acorde a su influencia en el coeficiente de factibilidad (K_f) propuesto por el autor.

Tabla 7. Grado de influencia de los aspectos a evaluar.

No.	Aspectos para evaluar los contenidos	Alto	Medio	Bajo
1	Complejidad del contenido	0,05	0,04	0,03
2	Posibilidad de representar gráficamente	0,30	0,20	0,10
3	Posibilidad de experimentar	0,30	0,20	0,10
4	Grado de dificultad de asimilación	0,20	0,10	0,05
5	Grado de dificultad de impartición	0,05	0,04	0,03
6	Resultados de las evaluaciones	0,03	0,05	0,10

Acción 3: Análisis de los contenidos que contendrá el OA-IE

Se encuesta a los profesores en los aspectos a), b), c), e) y f) definidos en el Acción 2 de esta etapa de la estrategia. A los estudiantes se les encuesta en los aspectos b), c) y d). Los resultados de esta encuesta aplicadas por el profesor responsable de la estrategia son las que determinan los datos necesarios para realizar la Acción 2, que comienza precisamente desarrollando este importante paso.

Para la selección de los encuestados debe escogerse una muestra aleatoria de toda la Universidad.

El coeficiente de factibilidad (K_f) es obtenido al sumar los valores de cada uno de los aspectos. Este coeficiente indicará la factibilidad de elaborar un OA-IE para el contenido evaluado:

Tabla8. Coeficiente de factibilidad

Coeficiente de factibilidad	Decisión
Bajo ($K < 0,4$)	No factible
Medio ($0,4 \leq K < 0,6$)	Poco factible
Alto ($0,7 \leq K < 1$)	Factible
Muy Alto ($0,9 \leq K \leq 1$)	Muy Factible

Acción 4: Análisis del perfil del aprendiz

Esta acción se realiza con el objetivo de caracterizar el perfil del estudiante que utilizará el OA-IE, incluido su entorno tecnológico.

Para ello debe tenerse en cuenta la cultura que se posee en la universidad en cuestión respecto a la utilización de la TIC y su prioridad dentro de los procesos sustantivos de la institución. Deben valorarse además los recursos tecnológicos con que cuenta el estudiante para enfrentar el PEA.

Es importante analizar dentro del plan de estudio del estudiante y los programas analíticos de las asignaturas, las relaciones que tiene su carrera con las TIC. No es lo mismo realizar un OA-IE para un estudiante de informática que para un estudiante de Periodismo.

SEGUNDA ETAPA: Elaboración de los OA-IE

La segunda etapa está concebida para la elaboración de los OA-IE, es en esta etapa donde se realiza el diseño y donde se implementan dichos objetos a partir de sus requisitos funcionales. En la Figura 5 se muestra un esquema general de su concepción, y a continuación se detallan cada una de las acciones.

Acción 1: Determinación de los requisitos funcionales

Esta primera acción de la segunda etapa es efectuada por el Equipo de Software. Este equipo, conformado por especialistas de informática, determinará a partir de las necesidades del cliente (Profesor) cuáles son las funcionalidades que tendrá el OA-IE.

Las principales funcionalidades serán determinadas a partir de los objetivos de la asignatura definidos en el programa analítico de la misma, teniendo en cuenta los contenidos ya seleccionados en la etapa anterior.

Luego de haber realizado las acciones anteriores es preciso realizar el diseño de cada OA-IE. A la hora de conformar los OA-IE existen aspectos a tener en cuenta para lograr la calidad requerida de tal forma que se cumplan los objetivos que se persiguen con su realización.

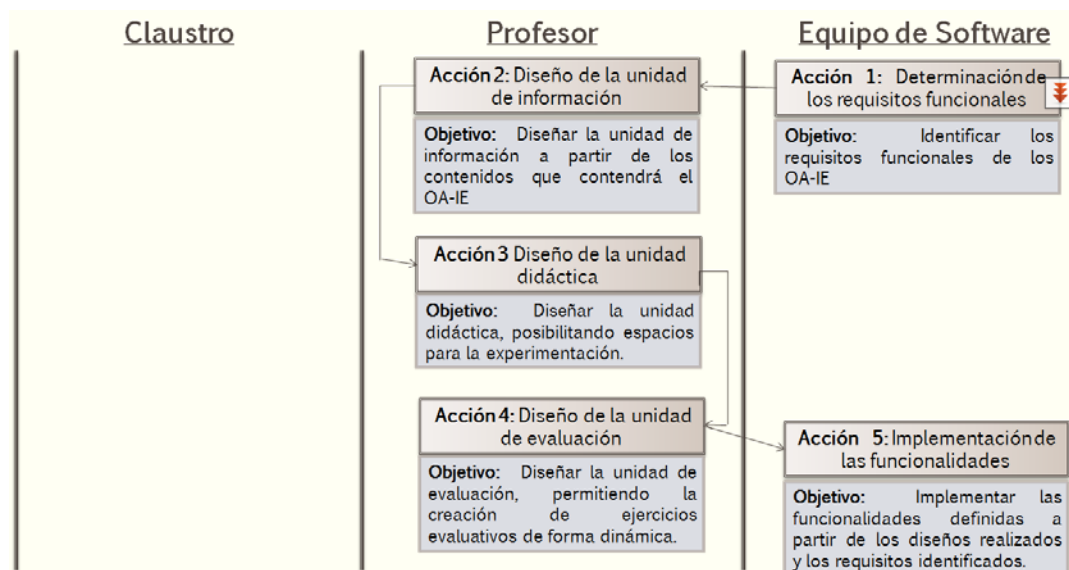


Figura 5. Esquema de la segunda etapa de la estrategia.

Al considerar los OA-IE como recursos amplios, que además de abarcar contenidos y contener información, considera los elementos del proceso de asimilación que son necesarios para el óptimo desarrollo del PEA, se definen tres unidades invariantes: **la unidad de información (UI)**, **la unidad de experimentación (UE)** y **la unidad de retroalimentación (UR)**.

El contenido específico de las unidades didácticas varía para cada uno de los OA-IE a desarrollar, de acuerdo a las características de cada uno de ellos, no obstante existen elementos desde el punto de vista del diseño que son comunes. Luego del análisis realizado y con el objetivo de simplificar el proceso de desarrollo y de asimilación de los OA-IE se decidió realizar un prototipo genérico que contenga los embriones de las diferentes unidades y que pueda ser rehusado para el diseño de cada uno de los OA-IE propuestos y de otros que se puedan concebir en el futuro.

El prototipo está conformado por un applet ⁴ que servirá como plantilla base para el desarrollo del resto de los OA-IE, ella tendrá implementada la forma en que se muestran diferentes recursos como son imágenes, texto y audio, donde solo será necesario agregar la información referente a los contenidos específicos que abordan los OA-IE mediante pequeñas modificaciones del

⁴ Componente de una aplicación informática que se ejecuta en el contexto de otro programa, por ejemplo en un navegador web.

código en algunos casos. La plantilla propuesta contiene en su diseño las tres unidades fundamentales que conforman los OA-IE como se muestra en la Figura 6.

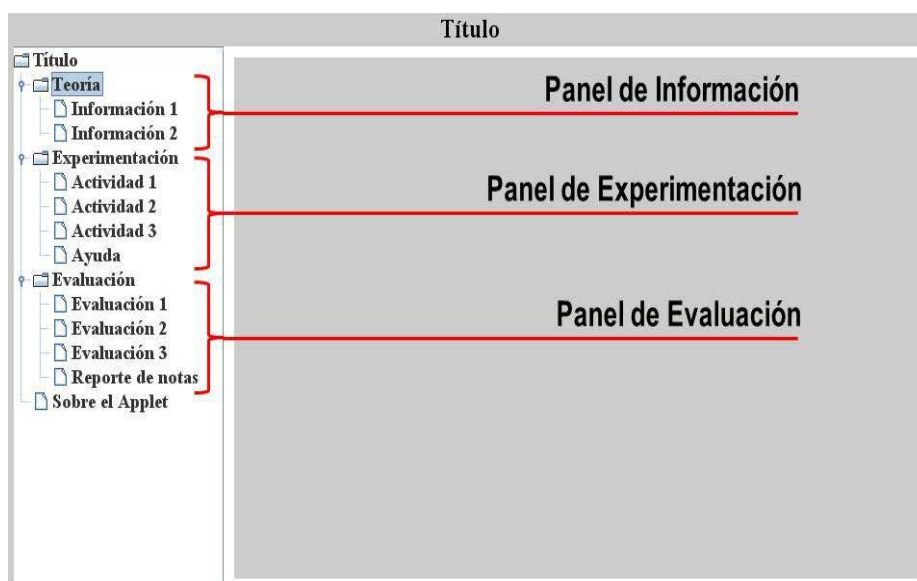


Figura 6. Prototipo de OA-IE.

En la parte izquierda de la plantilla existe un menú que muestra la unidad de información, la unidad de experimentación y simulaciones y la unidad de evaluación y retroalimentación, se cuenta además con una opción auxiliar donde se puede visualizar información referente a la aplicación. En la parte derecha se muestra el área de trabajo que está conformada por diferentes paneles anidados que muestra diferentes interfaces visuales y que están asociados a cada una de las opciones del menú mencionado anteriormente.

Acción 2: Diseño de la unidad de información

La UI está conformada por los elementos teóricos (definiciones, conceptos, ejemplos resueltos, etc.) y es la fuente desde donde el usuario del OA-IE puede informarse y tomar sus apuntes sobre el contenido tratado. Desde el punto de vista de diseño es el resultado la elección del contenido, la creación de las formas de presentación, apoyándose en las características de los usuarios o destinatarios y la ubicación de éste en el espacio. El OA-IE viene a constituir la interfaz entre el sujeto y el tipo de acción por lo tanto, debe cumplir con los criterios de accesibilidad para el usuario. Dicha unidad está conformada por contenidos multimedia individuales (texto, imágenes, animaciones, sonidos o

videos) en la que el estudiante tiene la posibilidad de acceder a los conocimientos relacionados con el contenido sobre el cual está desarrollado el OA-IE. El diseño de esta unidad puede ser común para todos los OA-IE, a pesar de que los contenidos y temas varíen, la manera de presentar la información, de navegar en ella, así como la forma de generar los contenidos visuales se puede realizar de manera similar en todos los OA-IE, este elemento potencia la reutilización y disminuye el tiempo de elaboración.

Acción 3: Diseño de la unidad de experimentación

El diseño de los OA-IE viene a fragmentar el proceso de aprendizaje en una serie de actividades, lo que permite tener un gran número de combinaciones que pueden generarse a partir de todos los OA-IE que constituyen un curso. De esta forma se facilita la flexibilización de las estrategias de aprendizaje a través de la unidad didáctica. La UE está orientada a experimentar y reflexionar acerca de los elementos que se adquirió en la teoría y, por tanto, estará orientada a un estilo de aprendizaje concreto.

Abarca cada uno de los elementos que permiten la interacción y experimentación del estudiante con el contenido y está estrechamente relacionada con las otras unidades.

Acción 4: Diseño de la unidad de retroalimentación

La **unidad de retroalimentación** permite utilizar diferentes estrategias para comprobar lo que se ha aprendido. En esta unidad se utilizan varios criterios para la evaluación y contiene actividades de enseñanza- aprendizaje, es muy importante porque permite comprobar los conocimientos adquiridos.

Esta unidad debe permitir que los ejercicios que realice un estudiante X sean diferentes a los que realice un estudiante Y, potenciando la variabilidad en los ejercicios evaluativos, aunque todos deben mantener por generalidad, el mismo nivel de complejidad.

En el menú destinado a ella (panel evaluación y retroalimentación) se realiza el control de los conocimientos adquiridos mediante diferentes criterios de evaluación. Para cada una de las opciones en este menú se pueden encontrar diferentes actividades de carácter evaluativo. Para realizar modificaciones

sobre la UR será necesario especificar en el menú el ejercicio que se desea diseñar el cual tiene asociado un panel donde se podrá implementar dicha tarea. Aquí se encontrara una opción que permite generar un resumen de la actividad realizada por el estudiante.

Finalmente se cuenta con un menú auxiliar donde se podrá encontrar información referente a la aplicación, dicho menú tendrá asociado un panel donde se podrá adicionar información como: autor, versión de la máquina virtual de Java a utilizar, versión de la aplicación, datos de contacto, etc.

Acción 5: Implementación de las funcionalidades

Luego de definir los requisitos funcionales y de realizar el diseño de cada una de las unidades previstas en el OA-IE corresponde la implementación de los mismos teniendo en cuenta los aspectos anteriores.

En esta etapa se generan las historias de usuario de cada uno de los Requisitos Funcionales establecidos. En las historias de usuario se especifican, por cada funcionalidad, las acciones que ejecuta el usuario del OA-IE (Estudiante y/o Profesor) y la respuesta que le da dicho objeto. Esta es la manera de escribir el diálogo simulado (Hombre-Máquina, Máquina-Hombre) para comenzar a implementarlo.

TERCERA ETAPA: Validación de los OA-IE

La tercera etapa está concebida para la validación de los OA-IE tanto como software que como software pedagógico (Ver Figura 7). Para ello se utiliza la Guía de evaluación de la calidad de objetos de aprendizajes establecida por (Toll, 2011), aunque se modificó el apartado referente al aspecto tecnológico, donde solo se evalúan diez (10) aspectos.

Acción 1: Selección de los especialistas que evaluarán los OA-IE

Estos especialistas se escogerán de entre los profesores que imparten o han impartido la asignatura en cuestión. Debe garantizarse la selección de al menos diez (10) de ellos, priorizando a aquellos que sobresalgan de los demás por los siguientes indicadores: años de experiencia en la impartición de la asignatura, categoría docente, categoría científica e investigaciones realizadas

con respecto a la didáctica de las ciencias.

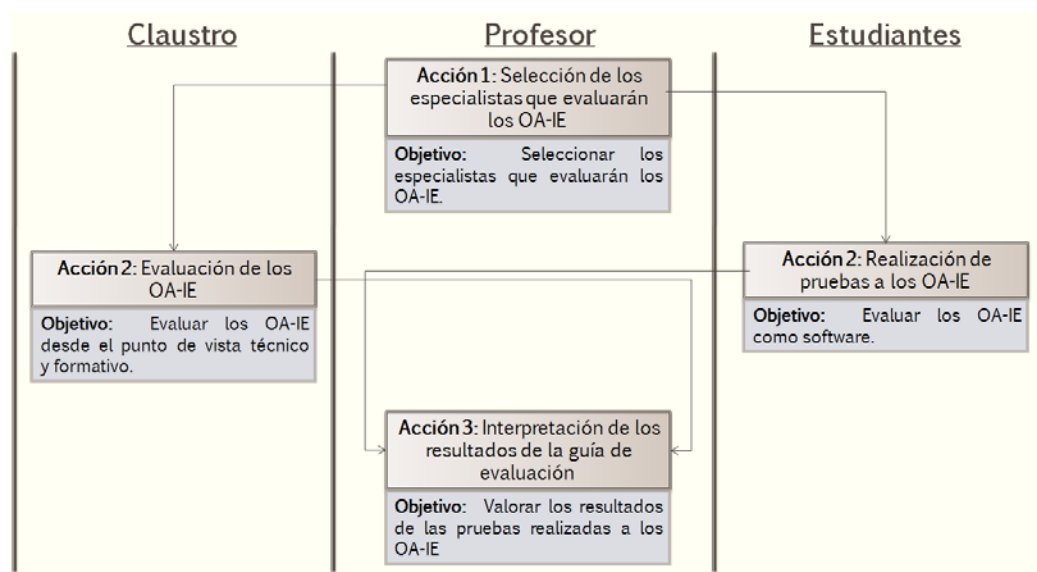


Figura 7. Esquema general de la tercera etapa de la estrategia.

Acción 2: Evaluación de los OA-IE

Se le aplica la guía de evaluación de objetos de aprendizajes a los especialistas seleccionados.

La guía está dada por tres apartados (Ver Anexo 8): el primer apartado está conformado por los indicadores de evaluación agrupados en cuatro aspectos: el aspecto general, el aspecto formativo, el aspecto de diseño y presentación y el aspecto técnico. Definiendo en conjunto 34 indicadores de evaluación. Se ha considerado que todos los indicadores deben ser de cumplimiento básico para cualquier OA. Para los 34 indicadores agrupados en los tres aspectos se utiliza la escala de Excelente, Bien, Regular y Mal, donde se le otorga una puntuación de entre tres (3) y cero (0) respectivamente. El objetivo fundamental es obtener una evaluación final que permita evaluar el OA según los rangos de la escala definida en Muy Adecuado, Adecuado, Poco Adecuado y No Adecuado, determinando el nivel de calidad alcanzado por el OA.

Acción 3: Realización de las pruebas a los OA-IE

Para realizar las pruebas de los OA-IE se tomarán en cuenta dos niveles de ellas, las pruebas unitarias con sus métodos de caja blanca y las pruebas de sistema. La puesta en práctica de las pruebas de caja blanca requiere del

conocimiento de la estructura interna del programa y son derivadas a partir de las especificaciones del diseño o el código. Se basa en la comprobación de los caminos lógicos del software dado un código específico. Se puede examinar el estado del programa en varios puntos para determinar si el estado real coincide con el esperado o mencionado.

Entre las pruebas de sistema aplicables a los OA-IE desarrollados se incluyen las pruebas funcionales que permiten asegurar que los OA-IE realizan correctamente todas las funciones detalladas en las Historias de Usuarios.

Acción 4: Interpretación de los resultados de la guía de evaluación

El objetivo fundamental es poder a partir de las puntuaciones otorgadas por los especialistas a los indicadores de la guía, evaluar cada uno de estos indicadores de manera independiente y luego analizar la suma de ellos para en la escala definida (Ver Tabla 9) otorgar la evaluación final.

Tabla 9. Escala de nivel de calidad de los OA-IE

Rangos de escala	Nivel de calidad alcanzado por el OA-IE
$E \geq 95$	Muy Adecuado
$85 \leq E < 95$	Adecuado
$65 \leq E < 85$	Poco Adecuado
$E < 65$	No adecuado

CUARTA ETAPA: Utilización de los OA-IE

Esta etapa tiene como objetivo establecer las acciones de orientación, ejecución y control para la utilización de los OA-IE elaborados. En la Figura 8 se muestra un esquema general de su concepción, y a continuación se detallan cada una de las acciones.

Las siguientes acciones, correspondientes a la Fase “Utilización de los OA-IE” de la metodología propuesta, deben emplearse con las siguientes premisas:

- 1) El conjunto de acciones didácticas debe la motivación hacia la solución de los ejercicios propuestos.
- 2) Las acciones didácticas deben dosificarse coherentemente, de forma tal, que los estudiantes dispongan de tiempo real para adentrarse en cada tarea y propiciar, además, espacios de reflexión individual y colectiva sobre los ejercicios.

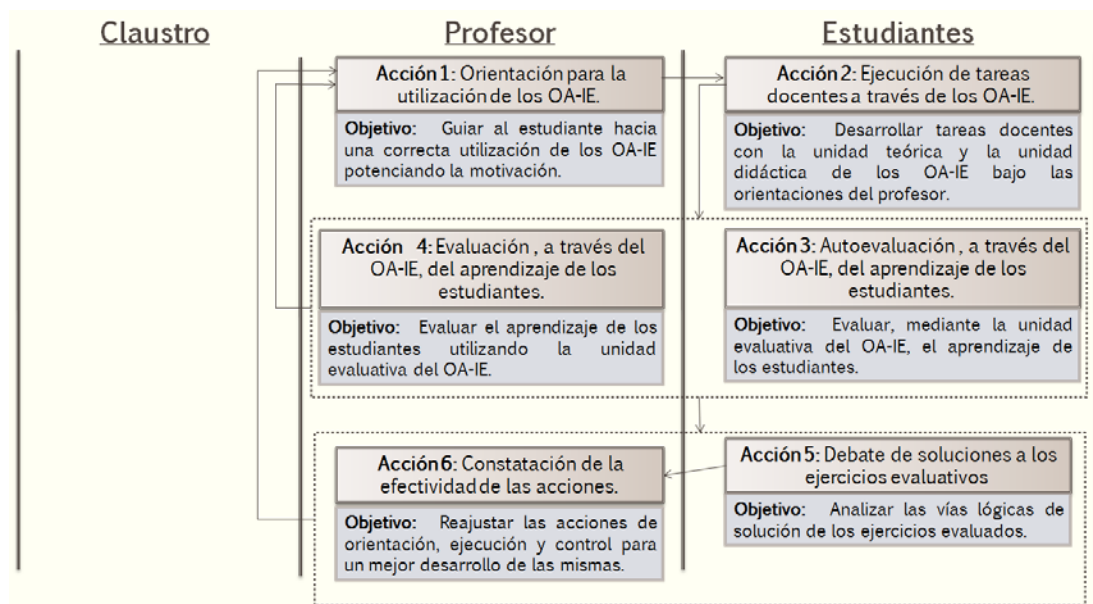


Figura 8. Esquema general de la cuarta etapa de la estrategia.

3) Para lograr la sistematización de las acciones didácticas es necesario tener en cuenta los requisitos siguientes:

- La frecuencia de ejecución: dada por el número de veces que se realiza la acción en las clases prácticas de la asignatura.
- La periodicidad de la ejecución: dada por la distribución temporal de realización de la acción.
- La complejidad de la ejecución: dada por el grado de dificultad de las acciones a ejecutar.
- La flexibilidad de la ejecución: dada por el grado de variabilidad, en cuanto a su ejecución, de acuerdo a las características individuales de los estudiantes.

4) Todo el conjunto de acciones didácticas debe posibilitar el diagnóstico constante del desarrollo del proceso de asimilación de los conocimientos y el desarrollo de habilidades, a fin de poder regularlo en función de los resultados que deben alcanzarse, en correspondencia con los objetivos.

La acción por las funciones que se cumplen puede estar dividida en tres partes: Así lo planteó (Talízina, 1988): “en toda acción humana hay partes orientadora, de ejecución y control”. La parte orientadora de la acción está relacionada con

la utilización por el hombre del conjunto de condiciones concretas, necesarias para el exitoso cumplimiento de la acción dada, que entraron en el contenido de la base orientadora de la acción. La parte ejecutora – parte de trabajo de la acción - asegura las transformaciones dadas en el objeto de la acción (ideales o materiales). La parte de control de la acción está dirigida a seguir la marcha de la acción, a confrontar los resultados obtenidos con los modelos dados. Con su ayuda se hace la corrección necesaria tanto en la parte orientadora como en la ejecutora de la acción.

A continuación se presenta el conjunto de acciones didácticas que se proponen teniendo en cuenta los tres momentos de la dirección de la actividad: orientación, ejecución y control.

Acción 1: Orientación para la utilización de los OA-IE

Acción 1.1: Promover un diálogo productivo acerca de los conocimientos previos. (Diagnóstico)

- Vincular el problema a diferentes esferas de la informática.
- Potenciar el uso de la unidad teórica.
- Caracterizar los OA-IE a los que se enfrentarán, brindando las potencialidades de los mismos y las ventajas que poseen. En todo momento deben emplearse vías que permitan lograr la atención de los estudiantes y la participación activa de los mismos en la solución y creación de ejercicios.

Acción 1.2: Determinación de los conocimientos y habilidades previas para la solución del problema.

- Conceptualizar los términos y definiciones fundamentales que sirven de base a la solución de los problemas. Creación, si es posible, de mapas conceptuales.
- Precisar a un nivel reproductivo las vías lógicas para solucionar el problema.

- Potenciar la utilización de la unidad de experimentación. La experimentación en esta etapa es fundamental.
- Comprobar el dominio de los cálculos y habilidades matemáticas, lógicas e informáticas.

Acción 2: Ejecución de tareas docentes a través de los OA-IE

Acción 2.1: Comprensión del problema

- Leer detenidamente el ejercicio propuesto. Utilizar nuevamente, si es preciso, la unidad de información y la de experimentación.
- Interpretar el problema. Determinar las características esenciales del ejercicio a resolver. Hacer uso de los mapas conceptuales desarrollados
- Estudiar ejemplos resueltos así como utilizar la unidad de experimentación para interactuar con el OA-IE, tratando de variando parámetros a ejercicios de similares características al ejercicio propuesto.

Acción 2.2: Solución del problema

- Seleccionar y extraer los datos necesarios del ejercicio.
- Aplicar las vías lógicas en dependencia de las características del problema. Se puede hacer uso nuevamente, si es preciso, de los mapas conceptuales.
- Debe potenciarse la unidad de experimentación y la de retroalimentación del OA-IE, siendo los entres fundamentales de esta etapa.
- Solucionar el problema estableciendo los nexos entre los conocimientos previos y los conocimientos adquiridos.
- Verificar la correctitud de la solución mediante la unidad de experimentación o mediante el reporte de notas de los OA-IE.

Acción 3: Autoevaluación, a través del OA-IE, del aprendizaje del estudiante

Para ello el estudiante utiliza la unidad de experimentación, experimentando

con los ejercicios necesarios, de diversos niveles, para apropiarse de los conocimientos básicos elementales. El OA-IE brindará, siempre, la retroalimentación necesaria para que el estudiante se evalúe constantemente. En esta acción es importante la ejercitación que realice el estudiante, debe tenerse en cuenta las diferencias individuales de cada uno de ellos.

Acción 4: Evaluación, a través del OA-IE, del aprendizaje del estudiante.

Los estudiantes se enfrentan a una evaluación del aprendizaje a partir de la unidad evaluativa de los OA-IE. Los ejercicios son ilimitados, permitiendo que cada estudiante realice ejercicios diferentes a los demás. Es de vital importancia que se analice con el estudiante el reporte de notas que otorga el OA-IE, el cual brinda en todos los casos las respuestas erróneas y las correctas, de esta manera el estudiante aprende siendo evaluado, manteniendo siempre una posición activa en el PEA.

Acción 5: Debate de soluciones a los ejercicios evaluativos

Debe realizarse de forma individual, dual o grupal, el debate de las soluciones de los ejercicios evaluados; dándole mayor importancia al autocontrol. Se deben buscar los errores cometidos, para evitarlos nuevamente. Es de vital importancia comprobar el dominio de los conocimientos previos, así como las vías lógicas empleadas en la solución del ejercicio, lo que brinda la posibilidad de realizar diferentes algoritmos con los que se obtenga la misma solución.

Acción 6: Constatación de la efectividad de las acciones

En esta etapa se reajustan las acciones de orientación, ejecución y control para un mejor desarrollo de las mismas. Este ajuste se puede realizar sobre la marcha de cada una de las acciones.

Se proyectará la retroalimentación a partir de la creación de nuevos ejercicios, lo cuales pueden ser propuestos por los estudiantes de mayor aprovechamiento académico, brindándoles protagonismo y trabajando con las diferencias individuales. Además se propiciará la creación de nuevos mapas conceptuales o se corregirán los ya creados.

QUINTA ETAPA: Valoración y retroalimentación

Esta constituye la última etapa de la estrategia, en la que se proponen

actividades que permitan valorar los resultados de la aplicación de la estrategia y el nivel de satisfacción tanto de estudiantes como de profesores, a partir de la recopilación y análisis de información sobre la interacción de los participantes con OA-IE y los resultados obtenidos por los estudiantes en las evaluaciones. Durante esta fase también se obtendrá retroalimentación para definir los reajustes necesarios para futuras aplicaciones.

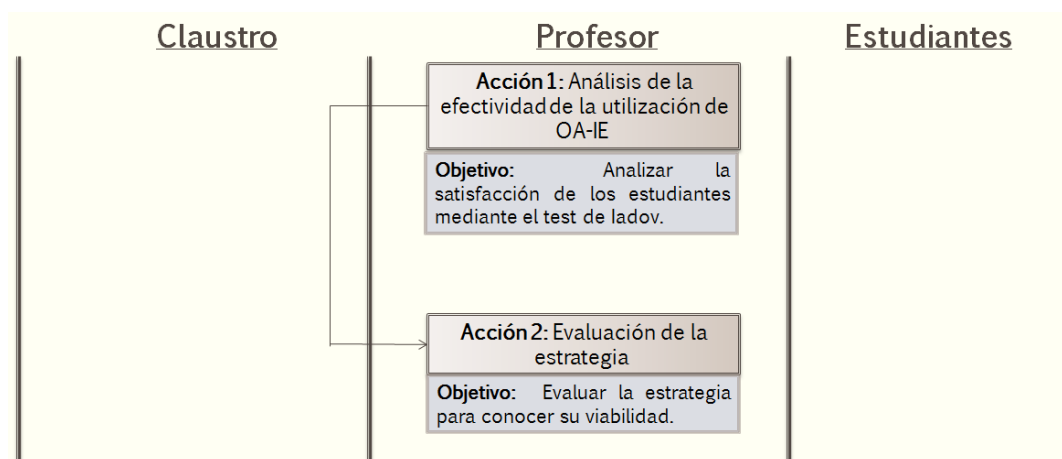


Figura 9. Esquema general de la quinta etapa de la estrategia.

Acción 1: Análisis de la efectividad de la utilización de los OA-IE

Esta actividad tiene como objetivo conocer la satisfacción de los estudiantes. Es imprescindible debatir 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. Se realizará el Test de ladov para constatar la satisfacción de los estudiantes con el uso de los OA-IE. También se pudiera utilizar la técnica PNI (Positivo, Negativo e Interesante).

Acción 2: Evaluación de la estrategia

Los resultados obtenidos de manera particular en cada etapa de la estrategia y de manera general, con la aplicación de la misma, servirán, además, de retroalimentación para rectificar los errores y perfeccionar la misma. Para su evaluación es aconsejable realizar un estudio comparativo de los resultados obtenidos antes y después de su aplicación.

Conclusiones parciales:

A partir de la propuesta presentada en el capítulo se arriba a las conclusiones siguientes:

- La estrategia se sustenta fundamentalmente en la concepción científico y dialéctico-materialista del mundo (Leontiev, 1983), el papel de la educación en los procesos de socialización e individualización (Blanco, 2004), el enfoque histórico-cultural de L.S. Vigotsky (B. González & Llanio, 2010), la importancia de la motivación para el desarrollo del PEA (Fariñas, 2004), la teoría de formación por etapas de las acciones mentales (Galperin, 1988) y los fundamentos del aprendizaje desarrollador (Zilberstein, 2000) como sustento principal por la necesidad de que el estudiante sea un sujeto activo y consciente de su aprendizaje.
- La estrategia se organiza en cinco etapas: (1) Análisis del entorno, (2) Elaboración de los OA-IE, (3) Validación de los OA-IE, (4) Utilización de los OA-IE y (5) Valoración y retroalimentación.
- La primera etapa abarca las acciones concebidas para garantizar los contenidos que contendrán los OA-IE, así como para el análisis del perfil de los estudiantes que utilizarán dichos objetos.
- La segunda etapa centra sus acciones en el levantamiento de las funcionalidades que contendrán los OA-IE, el diseño de la unidad teórica, la unidad didáctica y la unidad evaluativa y la implementación de las funcionalidades establecidas.
- La tercera etapa incluye las acciones necesarias para validar los OA-IE desde el punto de vista de software pedagógico, utilizando la guía de evaluación de objetos de aprendizaje de (Toll, 2011).
- La cuarta etapa abarca las acciones concebidas para orientar, ejecutar y controlar la utilización de las actividades docentes desde los OA-IE, en esta etapa se incluye la evaluación y la autoevaluación de los estudiantes como ente fundamental; así como la constatación de las actividades desarrolladas.

- La quinta etapa contiene las actividades relacionadas con el análisis de las opiniones de los estudiantes respecto a la estrategia desarrollada, así como de los resultados docentes de esto. Se prevé además el reajuste de la estrategia para futuras implementaciones.

CAPÍTULO 3
**IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA
Y VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS**

“AL MUNDO NUEVO CORRESPONDE LA UNIVERSIDAD NUEVA”.
JOSÉ MARTÍ.

CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA Y VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS

El objetivo del presente capítulo es mostrar los resultados de la aplicación del criterio de expertos para validar la factibilidad y pertinencia de la estrategia propuesta.

Luego se pasa a presentar los principales resultados de la implementación de la estrategia metodológica para la elaboración de OA-IE de contenidos de la MD. Para analizar el grado de satisfacción de los estudiantes Se utiliza del Test de. Se realiza un pre-experimento para de esa manera conocer el grado de efectividad de la estrategia metodológica.

El capítulo finaliza con la triangulación de los resultados aportados por los diferentes métodos empleados.

3.1 Validación y valoración de la estrategia

La estrategia metodológica constituye una vía para contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD en la UCI. Para validar la efectividad y pertinencia de la propuesta se sometió la estrategia al criterio de expertos en el tema. Como comprobación de la factibilidad de la estrategia se aplicó en las asignaturas MD1 y MD2. Se utilizó el Test de ladov para constar el grado de satisfacción de estudiantes. Se realizó un pre-experimento para constatar el efecto de la estrategia en el aprendizaje de los estudiantes, así como se analizaron además los resultados finales de las asignaturas luego de ser aplicada la estrategia.

3.1.1 Criterio de expertos

Como primer paso en la validación teórica de la estrategia propuesta se utilizó el criterio de experto en su variante Delphi (Gordon, 2011), 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. Para la selección de los expertos se confeccionó un listado de 30 profesores con varios años de experiencia en la formación de ICI o carreras afines y que, a criterio del autor, cumplen los requisitos de 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 en el área de la tecnología educativa, las ciencias pedagógicas, las ciencias de la educación y la enseñanza de la MD. A todos estos expertos les fue enviado un cuestionario, recibiendo respuestas de 25 de ellos.

Para la determinación del coeficiente de competencia de los expertos (**K**) se utilizó la siguiente fórmula:

$$K = (K_c + K_a) * 0,5$$

K_c representa el coeficiente de conocimiento que tiene el experto acerca del tema, y se calcula a partir de su propia valoración dentro de una escala del 0 (mínimo conocimiento) al 10 (total conocimiento) multiplicada por 0,1. En el Anexo 9 se muestra una tabla con la autovaloración de cada experto y el coeficiente de conocimiento correspondiente (autovaloración / 10). En la Tabla 10 se muestra un resumen de los valores de **K_c** obtenidos, siendo significativo que ningún experto seleccionó un valor por debajo de 0.6.

Tabla 10. Resumen de la ubicación de los expertos según K_c.

Coefficiente de conocimiento	1,00	0,90	0,80	0,70	0,60	0,50	0,40	0,30
Cantidad de expertos	0	6	5	6	8	0	0	0

Por su parte **K_a** representa el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto, resultado de la suma de los puntos dados por cada experto en las fuentes de argumentación definidas en la Tabla 11.

Tabla 11. Grado de influencia de las fuentes de argumentación.

No.	Fuentes de argumentación	Alto	Medio	Bajo
1	Investigaciones teóricas y/o experimentales realizadas sobre tema afines.	0,30	0,20	0,10
2	Experiencia obtenida en su actividad profesional.	0,50	0,40	0,30
3	Análisis de trabajos de autores nacionales.	0,05	0,04	0,03
4	Análisis de trabajos de autores internacionales.	0,05	0,04	0,03
5	Conocimiento del estado del problema a nivel mundial.	0,05	0,04	0,03
6	Su intuición.	0,05	0,04	0,03

Los valores de K_a correspondientes a cada experto se encuentran registrados en la Tabla 2 del Anexo 9.

Finalmente se calcularon los coeficientes de competencias (K) según la fórmula antes descrita y se definieron los niveles de competencia según los intervalos siguientes:

Tabla 12. Intervalos para definir la competencia de un experto.

Nivel de competencia		
Alto	Medio	Bajo
$1 \leq K < 0.8$	$0.8 \leq K < 0.5$	$K \leq 0.5$

El 60.0% de expertos obtuvo un alto nivel de competencia, el 40.0% nivel medio y ninguno con bajo nivel de competencia. En la Tabla 3 del Anexo 9 se muestran los valores de K_c , K_a , K para cada experto. Se escogieron aquellos expertos cuyo nivel de competencia sobrepasaba el valor de 0.6. De los 17 expertos elegidos el 47.1% posee la categoría de Máster en Ciencias mientras que el 52,9% ostenta el grado científico de Doctor en Ciencias.

El 100% de los expertos es docente, el 23.5 % con la categoría principal de Profesor Titular, el 52.9% de Profesor Auxiliar y el 23,5% de Asistente; la media de años de experiencia en la docencia es de 23 años. El 64,7% de los expertos posee experiencia en el uso de la tecnología en la educación, para un promedio de 8 años de trabajo en esta área.

Valoración de la estrategia metodológica por los expertos seleccionados

Para la validación de la estrategia por los expertos se diseñó un cuestionario que se muestra en el Anexo 10. Se presentaron los 13 indicadores definidos para la estrategia, cada uno de los cuales cada experto midió en una escala del 1 al 5, donde 5 es Muy adecuado, 4 Bastante adecuado, 3 Adecuado, 2 Poco Adecuado y 1 es No Adecuado. De las respuestas emitidas se confeccionó la matriz del criterio de experto por indicador (Ver Anexo 10) y su correspondiente matriz en base a 100, donde el valor 1 representa un rango del 1 al 20 (Ver Anexo 11).

Posteriormente se determinó el coeficiente de concordancia (C) para cada uno de los indicadores (C_j), a partir de la expresión:

$$C = 100 * \left(1 - \frac{D_s}{X_m}\right) \quad (1)$$

donde:

$$Ds = \sqrt{\left(\frac{1}{n}-1\right) \sum_{i=1}^{17} (Xi - Xm)^2} \quad (2)$$

$$Xm = \frac{\sum_{t=1}^{17} CEi}{17} \quad (3)$$

Cada coeficiente de concordancia debe tener un valor superior a 75, los valores para cada indicador se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Coeficiente de concordancia por indicador.

Experto	Indicador												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
E1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E2	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5
E3	4	5	3	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5
E4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E5	4	5	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5
E6	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5
E7	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E8	3	4	5	3	5	5	5	5	4	5	5	5	4
E9	5	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5
E10	4	4	4	3	5	5	5	5	5	4	5	5	4
E11	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E12	3	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	5	5
E13	4	5	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5
E14	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
E15	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4
E16	4	4	4	3	5	5	5	5	5	4	5	5	4
E17	4	5	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Suma	70	81	78	72	82	80	80	83	78	82	83	84	81
Xm	4,12	4,77	4,59	4,24	4,82	4,71	4,71	4,88	4,59	4,82	4,88	4,94	4,77
Ds	0,70	0,44	0,72	0,75	0,39	0,47	0,47	0,33	0,51	0,39	0,33	0,24	0,44
Ds/Xm	0,17	0,09	0,16	0,18	0,08	0,1	0,1	0,07	0,11	0,08	0,07	0,05	0,09
C=100(1-Ds/Xm)	83,1	90,8	84,4	82,2	91,9	90,0	90,0	93,2	88,9	91,9	93,2	95,1	90,8

A partir de los resultados del análisis de concordancia (Tabla 13), se estableció que en la población de los 17 expertos seleccionados, los 13 aspectos evaluados de acuerdo con las puntuaciones de las categorías arriba descritas, alcanzan la condición de muy adecuado y se obtuvo un grado de concordancia superior a 75 en todos los indicadores, por lo que se considera que los resultados obtenidos son válidos y fundamentan los criterios dados por los expertos.

El consenso entre los expertos respecto a la valoración de la metodología permite corroborar su factibilidad y validez. Este proceso de validación permitió perfeccionar y enriquecer la propuesta a partir de los criterios establecidos por los expertos seleccionados.

De los resultados obtenidos se puede interpretar que:

- La propuesta es original, en cuánto no guarda semejanzas con investigaciones que se relacionen con la utilización de objetos de aprendizaje.
- El concepto de OA-IE presentado en la investigación es acertado y agrupa las características fundamentales que debe poseer un OA.
- La concepción metodológica de la estrategia es pertinente para la su utilización y presenta calidad y precisión en las orientaciones para la implementación de las acciones definidas en cada etapa.
- Existe una estrecha correspondencia entre la concepción teórica y práctica de la estrategia metodológica y los principios teóricos que la sustentan; acordes con los requerimientos de la educación superior cubana.
- La propuesta presenta entre sus elementos distinguibles la formulación dinámica de ejercicios desde el OA-IE y la contribución del desarrollo de la motivación en los estudiantes.
- Se contribuye a mejorar el PEA de la MD en la UCI.
- Se considera viable la aplicación de la propuesta y su generalización a otras asignaturas, como ejemplo dinámico de la vinculación de las TIC con el PEA.

3.1.2 Implementación de la estrategia metodológica.

La estrategia se implementó en las asignaturas de MD1 y MD2 durante el curso 2012-2013. Se escogió una muestra intencional de 21 estudiantes, por ser estos los alumnos del investigador en dicho curso académico. A continuación se detallan las acciones realizadas en cada una de las etapas de la implementación de la estrategia.

Etapas de análisis del entorno

1. Diagnóstico inicial de la asignatura

El análisis concreto de la necesidad que posee la MD discreta en la UCI de contar en su PEA con OA-IE fue desarrollado en el capítulo 1 epígrafe 1.5 de esta investigación. Se determinó que los OA existen poseen contenido estático, no permiten la experimentación ni la interactividad. Además en la asignatura es insuficiente el uso de las TIC en su PEA. Otro elemento importante a tener en cuenta es la necesidad de contribuir a la motivación de los estudiantes y a la posibilidad de creación de ejercicios para la ejercitación de la asignatura.

2.1 y 2.2. Encuesta para la identificación de los contenidos posibles para la construcción de los OA-IE

Se aplicó la encuesta propuesta a un grupo de doce (12) profesores de MD y a un total de diez (10) estudiantes que ya habían cursado la asignatura, escogidos todos de manera aleatoria. Se hizo referencia a los indicadores siguientes: grado de complejidad (GC), posibilidad de representarse gráficamente (PGR), posibilidad de experimentación (PE), grado de dificultad en la asimilación (GDA), grado de dificultad en la impartición (GDI) y resultados en evaluaciones (RE).

El procesamiento de las encuestas arrojó la información que se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 14. Resultados de la evaluación de los contenidos de MD.

Tema	GC	PRG	PE	GDA	GDI	RE	Total	Evaluación
Teoría de conjuntos	0.04	0.30	0.30	0.20	0.04	0.05	0.93	Muy Factible
Relaciones binarias	0.03	0.20	0.20	0.05	0.03	0.03	0.54	Poco Factible
Lógica	0.05	0.10	0.20	0.20	0.05	0.05	0.65	Poco Factible
Máquina de Turing	0.05	0.30	0.30	0.20	0.05	0.10	1.00	Muy Factible
Teoría combinatoria	0.05	0.20	0.30	0.20	0.05	0.10	0.90	Muy Factible
Relaciones de recurrencia	0.04	0.20	0.20	0.10	0.04	0.03	0.61	Poco Factible
Teoría de grafos	0.04	0.3	0.3	0.1	0.04	0.05	0.83	Factible

3. Análisis de los contenidos que contendrá el OA-IE

Después de aplicar se seleccionaron, para elaborar OA-IE, los contenidos con evaluación de Muy Factible y Factible. Se decide entonces elaborar, en la primera implementación cuatro (4) OA-IE, referente cada uno de ellos a los contenidos de Teoría de conjuntos, Máquinas de Turing, Teoría combinatoria y Teoría de grafos.

4. Análisis del perfil del aprendiz

En el entorno tecnológico de la UCI el estudiante tiene posibilidad de realizar una autopreparación con el apoyo de las TIC, la mayoría de los apartamentos de la residencia estudiantil poseen una computadora, además de las existentes en los laboratorios docentes y en el Centro de Información. La UCI posee un EVE/A gestionado sobre Moodle, herramienta que permite precisamente la creación de Ambientes Educativos Virtuales. Dentro del Repositorio de la UCI el estudiante tiene la posibilidad de acceder a los diferentes OA publicados. Por tal motivo es un aprendiz cuyo perfil informático le hace ver al OA no solo como mero objeto educativo sino como un software con características determinadas y con una calidad evaluable en todo momento.

Etapa de elaboración de los OA-IE

En esta etapa se detallarán las acciones que se siguieron para elaborar el OA-IE de Teoría de conjuntos (ver ejemplos de interfaces en el Anexo 17), para el resto de los OA-IE se siguió el mismo proceso.

1. Determinación de los requisitos funcionales

A continuación se muestran el listado de las funcionalidades del OA-IE de teoría de conjunto. Las mismas fueron determinadas por el equipo de software a partir de los análisis realizados con el profesor responsable de la estrategia:

RF1: Realizar operación con conjuntos.

RF2: Graficar conjuntos.

RF3: Gestionar conjuntos.

RF4: Evaluar el contenido de la TC.

2. Diseño de la unidad de información

En la Figura 10 se muestra un ejemplo de la UI en el OA-IE de Teoría de Conjuntos (OA-TC), donde se pueden observar los controles que permiten manipular el contenido que se muestra. En esta unidad el usuario tiene acceso a los principales conceptos y definiciones de la teoría de conjuntos, incluidas las operaciones entre conjuntos.

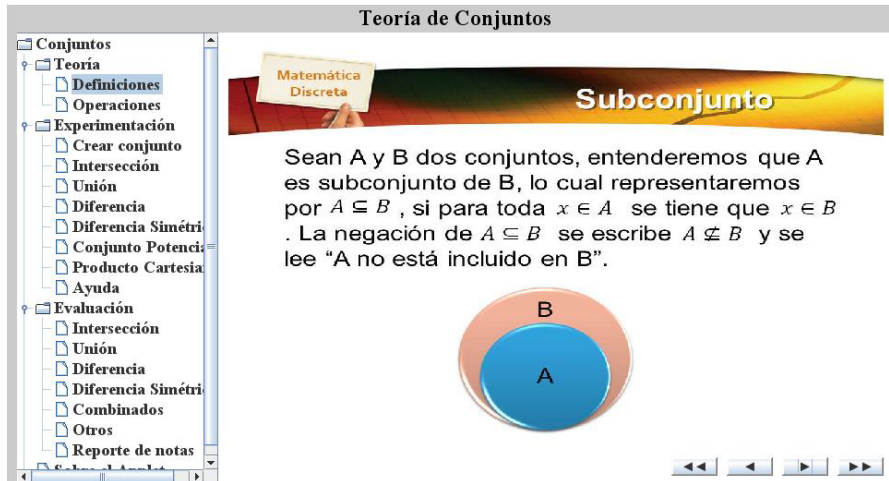


Figura 10. Unidad de información del OA-IE teoría de conjuntos.

3. Diseño de la unidad de experimentación

Uno de los elementos que se pueden encontrar dentro de la unidad de experimentación (UE) es una interfaz que permite al usuario la gestión de los conjuntos como se muestra en la Figura 11. En esta interfaz se brinda la posibilidad de creación de nuevos conjuntos especificando el nombre, el cual debe ser una letra mayúscula. Los conjuntos creados se añaden vacíos a la lista de conjuntos y a un combo box que permite su selección. Una vez creado los conjuntos es posible seleccionar uno de ellos o bien en la lista de conjuntos o en una lista desplegable donde se van adicionando en el momento de ser creados. Cuando un conjunto es seleccionado se brinda la posibilidad de añadirle elementos que pertenezcan al universo con que se trabaja, en este caso definido por todas las letras minúsculas del alfabeto español, el OA-IE cuenta con una pequeña ayuda donde se explican estos aspectos. La opción “Mostrar conjunto” permite la visualización del conjunto seleccionado mediante los Diagramas de Venn (DV).

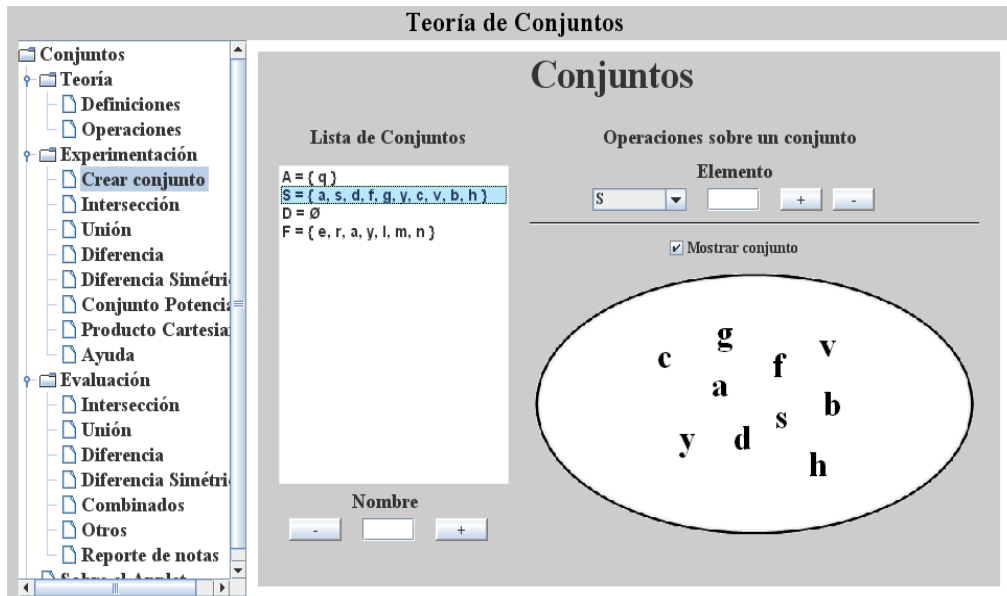


Figura 11. Creación de conjuntos

En la sección de experimentación del OA-IE se permite realizar distintas operaciones sobre los conjuntos como son: Unión, Intersección, Diferencia, Diferencia Simétrica y calcular el Conjunto Potencia y el Producto Cartesiano entre dos conjuntos. Cada una de estas operaciones se encuentra disponible en el menú de experimentación, a las cuales se puede acceder después de haber creado al menos un conjunto. De manera general en las operaciones, se le brinda al usuario la posibilidad de elegir los conjuntos sobre los cuales desea realizar la operación mediante listas desplegables que contienen los nombres de los conjuntos creados. Una vez seleccionado el conjunto se mostrará mediante DV en el cual estará identificado con un color específico (rojo o azul). Una vez seleccionados los conjuntos se brinda la posibilidad de que el usuario resuelva el ejercicio o de visualizar automáticamente la respuesta que ofrece la aplicación, en los dos casos se procede a mostrar el resultado mediante DV.

4. Diseño de la unidad de retroalimentación

En la UR se brindan una serie de ejercicios comprobatorios acerca de los contenidos con los que estudiante interactúa en el OA (Figura 12). de las ventajas que brinda esta sección es la variabilidad de ejercicios. Las operaciones presentan variados niveles de complejidad y se realizan sobre conjuntos que son generados aleatoriamente por la aplicación. Cada usuario

que haga uso del OA se enfrentará a ejercicios con datos completamente diferentes, y el OA-IE será capaz de evaluar su respuesta.

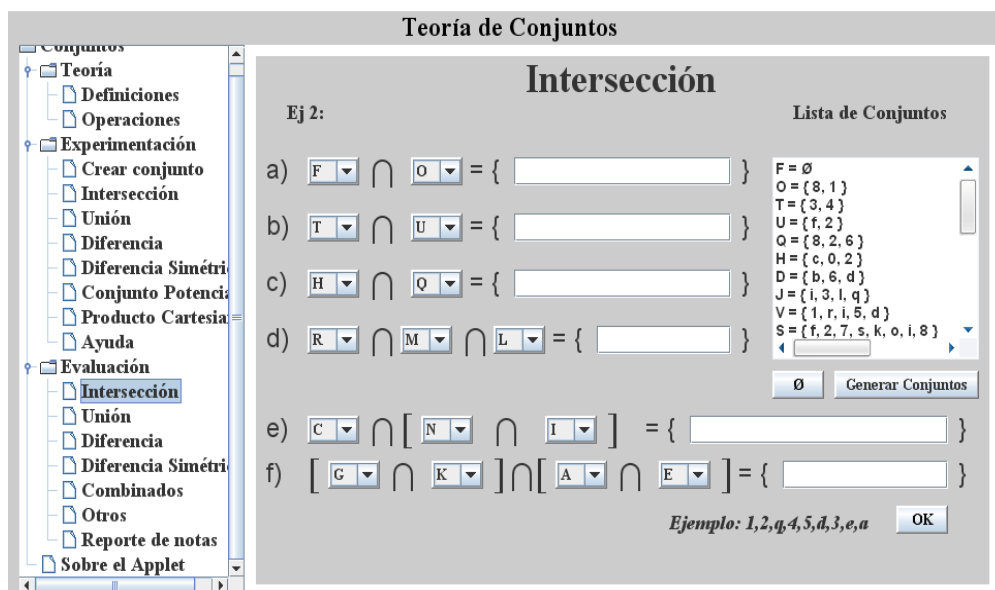


Figura 12. Ejercicio evaluativo de intersección.

En el Anexo 17 se muestran las Figuras relativas al resto de los ejercicios evaluativos vinculados con las restantes operaciones definidas para los conjuntos, así como al reporte de notas que otorga el OA-IE.

5. Implementación de las funcionalidades

El equipo de software implementó las funcionalidades establecidas a partir de realizar las Historias de Usuario (HU), las mismas detallan el cómo implementar las funcionalidades. Dos ejemplos de las HU del OA-IE de la Teoría de conjuntos se muestran en el Anexo 14.

Eta de valoración de los OA-IE

1. Selección de los especialistas que evaluarán los OA-IE

La evaluación de los OA fue realizada por diez (10) profesores del colectivo de Matemática Discreta, se seleccionaron por llevar más de cuatro años impartiendo la asignatura y dominar las tecnologías. De los profesores seleccionados 4 son profesores instructores, 5 profesor asistentes y 1 profesor auxiliar. Téngase en cuenta la poca experiencia del claustro. Además 1 de los

profesores es Doctor en Ciencias y 3 Máster en Ciencias, 4 de los 10 profesores han realizado investigaciones acerca de la didáctica de las ciencias.

2. Evaluación de los OA-IE

A los evaluadores se les entregó un fichero MS Excel™ con los criterios, se les explicó que significaba cada uno de ellos y la forma en que debían evaluarlos. La evaluación se realizó de forma anónima.

3. Realización de pruebas a los OA-IE

Se realizaron las pruebas de caja blanca y las pruebas de sistema. En el Anexo 15 se muestra un ejemplo de aplicación de la prueba de caja blanca, con el método del camino básico y en el Anexo 16 un ejemplo de casos de pruebas.

4. Valoración de los resultados de la guía de evaluación

Luego de consolidar la información del OA-IE Teoría de Conjuntos se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 15. Calificación de evaluadores para el OA-IE de Teoría de Conjuntos

Aspecto	Evaluador					
	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Formativo	17.14	16.71	17.14	17.57	17.14	17.14
Diseño	8.29	8.57	8.00	8.00	8.29	8.29
Técnico	7.71	8.00	8.00	7.14	7.43	7.71
Evaluación	33.14	33.29	33.14	32.71	32.86	33.14

A partir de estos valores, cuatro de los seis profesores consideran que el OA-IE de Teoría de conjuntos tiene categoría de ***muy adecuado***, lo que es un resultado que valida la importancia y el valor del mismo. Vale destacar que cada uno de los demás OA-IE desarrollados obtuvo la calificación de ***muy adecuado***.

Etapa de la utilización de los OA-IE

1. Acciones para la orientación

Se tuvo en cuenta el diagnóstico realizado a inicio de curso como parte de la estrategia educativa en la brigada. En el momento de aplicar los OA-IE se

generó un debate para conocer los conocimientos que dominaban los estudiantes y cuáles eran aquellos de mayor dificultad de asimilación.

Se orientó al estudiante el uso de la unidad teórica del OA-IE. Los estudiantes iban apropiándose de los conocimientos y habilidades previas necesarias para enfrentarse a la experimentación. Se conceptualizaron los términos y definiciones fundamentales de la Teoría de conjuntos que sirven de base a la solución del problema.

Se explicó en qué consiste la unidad de experimentación del OA-IE y se explican las acciones que deben seguir los estudiantes en dicha unidad, potenciando la posibilidad de experimentar con los parámetros. Se le precisó al estudiante que es dicha unidad didáctica donde puede autoevaluarse.

Estas orientaciones permitieron que cada estudiante pudiera realizar las tareas acorde con sus habilidades y a la vez aprendiera con ayuda del OA-IE aquellas habilidades que aún no domina totalmente.

2. Ejecución de tareas docentes con los OA-IE

Siguiendo las orientaciones del profesor los estudiantes leyeron detenidamente los ejercicios propuestos. Utilizaron nuevamente, en caso necesario, la unidad de información.

Los estudiantes iban interactuando con los OA-IE, variando parámetros y haciendo suyas habilidades de pensamiento lógico necesarias para enfrentarse a la solución de ejercicios.

3. Autoevaluación, a través del OA-IE, del aprendizaje de los estudiantes

En este momento los estudiantes se autoevaluaron, realizando ejercicios en la unidad didáctica, el OA-IE le brindaba siempre retroalimentación, permitiendo que el estudiante corrigiera los errores sobre la marcha. Se puso en evidencia el papel activo del estudiante en su aprendizaje.

4. Autoevaluación, a través del OA-IE, del aprendizaje de los estudiantes

Estudiante en esta acción cuando el profesor evaluó el aprendizaje adquirido por el estudiante. Se utilizó la unidad de evaluación. A cada estudiante se le asignaron, desde el OA-IE, ejercicios diferentes.

Llegado este momento el estudiante se concentró solamente en esta unidad, sabiendo que estaba siendo evaluado por su profesor a través del OA-IE. Al concluir la evaluación el objeto de aprendizaje le brindó, mediante un reporte de notas la calificación obtenida.

5. Debate de soluciones a los ejercicios evaluativos

En este caso se realizó un debate de las soluciones de manera grupal, cada estudiante se iba autoevaluando, mostrando los errores cometidos; mientras el resto iba brindando una respuesta alternativa a la solución del ejercicio. Fue de vital importancia el análisis de las vías lógicas empleadas en la solución de los ejercicios.

6. Constatación de la efectividad de las acciones

Desde que comenzó esta etapa, siempre se fue retroalimentando y controlando su resultado. Esto hizo evidente, por ejemplo, la necesidad de permitir sobre la marcha que los estudiantes utilizaran la unidad de información a medida que se iban evaluando.

Etapa de retroalimentación

1. Análisis de la efectividad de utilización de OA-IE

Para analizar la efectividad del uso de OA-IE en el PEA de la MD, se aplicó un Test de satisfacción de ladov a estudiantes (Anexos 12 y 13).

2. Evaluación de la estrategia

Se elaboró un informe con los resultados obtenidos en la aplicación de la estrategia: aspectos positivos y deficiencias detectadas en el proceso, grado de satisfacción de estudiantes. Se realizó un examen antes y después de aplicar la estrategia a los estudiantes para medir su efectividad.

Los resultados evaluativos y el informe con las conclusiones de la aplicación de la estrategia se conservan para sus futuras implementaciones.

3.1.3 Test de satisfacción de ladov

Con la finalidad de conocer el grado de satisfacción de los estudiantes que participaron en la aplicación de la estrategia, se aplicó el test de satisfacción de ladov. El test de ladov se ha empleado (Iznaola & Gabriel, 2008) para obtener

el índice de satisfacción relacionado con la motivación de estudiantes y/o profesores en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para la aplicación del Test de ladov se seleccionaron los 22 estudiantes que participaron en la aplicación de la estrategia. Los criterios que se utilizaron en esta investigación para el estudio de la satisfacción se fundamentan en las relaciones que se establecen entre tres preguntas cerradas que se intercalan dentro de un cuestionario de cinco preguntas y cuya relación el encuestado desconoce. Estas tres preguntas se relacionan a través de lo que se denomina “Cuadro Lógico de ladov” (Anexos12 y 13).

Las respuestas interrelacionadas de las preguntas cerradas (preguntas 1, 4 y 5) permiten determinar el grado de satisfacción de cada individuo de acuerdo con la escala siguiente:

- | | |
|-------------------------|------------------------------------|
| 1. Clara satisfacción | 2. Más satisfecho que insatisfecho |
| 3. No definida | 4. Más insatisfecho que satisfecho |
| 5. Clara insatisfacción | 6. Contradictoria |

El índice de satisfacción grupal (ISG) se obtiene utilizando la fórmula:

$$ISG = \frac{A(+1) + B(+0.5) + C(0) + D(-0.5) + E(-1)}{N}$$

En esta fórmula A, B, C, D, E, representan el número de sujetos con índice individual 1; 2; 3 ó 6; 4; 5 y donde N representa el número total de estudiantes encuestados. El índice de satisfacción grupal puede oscilar entre (+1) y (-1), esto permite reconocer las siguientes categorías grupales:



Aplicando el cuadro lógico de ladov para cada uno de los encuestados se obtuvieron los resultados siguientes:

Tabla 16. Resultados de la aplicación del Test de ladov.

Escala de satisfacción	Total: 22	
	Cant.	%
Clara satisfacción	19	72.70
Más satisfecho que insatisfecho	2	9.10
No definido	1	4.50

Más insatisfecho que satisfecho	0	0.00
Clara insatisfacción	0	0.00
Contradictorio	0	9.10

Por tal motivo:

$$ISG = \frac{19(+1) + 2(+0.5) + 1(0) + D(-0.5) + E(-1)}{N} = 90.9$$

El índice de satisfacción grupal alcanzado (90.9) refleja la clara satisfacción por la propuesta.

Las respuestas a las preguntas abiertas 2 y 3 permitieron complementar la información respecto a la utilización de OA-IE en el PEA de la MD. Los principales elementos aportados en esta pregunta fueron:

- El 77.27 % de los estudiantes señalaron, como elemento más gustado en la utilización de los OA, la posibilidad de experimentar con los parámetros del contenido, el 59,09 % la orientación; el 72,72 % se refirió a la posibilidad de evaluación y autoevaluación, el 63.63% a la posibilidad de contar con una cantidad ilimitada de ejercicios y un 81.81% expresó que potenciaba la motivación hacia el aprendizaje de la asignatura.
- En cuanto al aspecto de menos aceptación, el 22.72 % de los estudiantes hizo alusión a la no presencia en el OA-IE de las leyes de la Teoría de conjuntos.

3.1.4 Análisis del pre-experimento

Se realizó un pre-experimento con una muestra de 22 estudiantes, los cuáles constituyeron los mismos a los que se les aplicó la estrategia. Estos estudiantes fueron sometidos a una prueba pedagógica para analizar los avances respecto a la prueba realizada antes de comenzar a aplicar la estrategia.

La comparación de los resultados de las pruebas de conocimientos aplicadas, evidencian que la intencionalidad de la estrategia metodológica en la dimensión 1.3 Cognitiva y afectiva del estudiante (Ver Anexo 2), revela cambios en el aprendizaje, tal y como se muestra en la siguiente Tabla comparativa:

Tabla 17. Valoración de los cambios en el aprendizaje de los estudiantes que participaron en el pre-experimento.

Examen 1.	ANTES		DESPUÉS	
	Aprobados	Suspensos	Aprobados	Suspensos
1. Realizar operaciones entre conjuntos.	15	7	20	2
2. Determinar el conjunto potencia de un conjunto dado.	17	5	21	1
3. Determinar el producto cartesiano para la obtención de una relación binaria.	16	6	22	0
4. Determinar si una cadena es aceptada por una Máquina de Turing.	7	15	19	3
6. Diseñar una Máquina de Turing para el reconocimiento de lenguajes.	5	17	16	6
Examen 2.	Aprobados	Suspensos	Aprobados	Suspensos
7. Resolver ejercicios utilizando la teoría combinatoria clásica.	8	14	19	3
8. Resolver ejercicios utilizando la teoría combinatoria generalizada.	6	16	18	4
9. Resolver ejercicios utilizando el principio de las casillas	10	12	21	1
10. Justificar las propiedades básicas de la Teoría de Grafos	17	5	22	0
11. Determinar la matriz de adyacencia y los caminos simples de un grafo dado.	15	7	22	0

En los once (11) criterios evaluados en los resultados de la prueba pedagógica, se destaca la disminución en la categoría de desaprobado en los contenidos vinculados con las Máquinas de Turing y la Teoría combinatoria, aunque en todos existió una mejoría.

Se puede observar que todos los objetivos tienen un porcentaje de aprobado por encima del 72% luego de aplicarse la estrategia. Siendo la media de aprobados un 82.64%, lo que supera en más de 34 puntos porcentuales la media del primer examen, la cual era de un 47.93%.

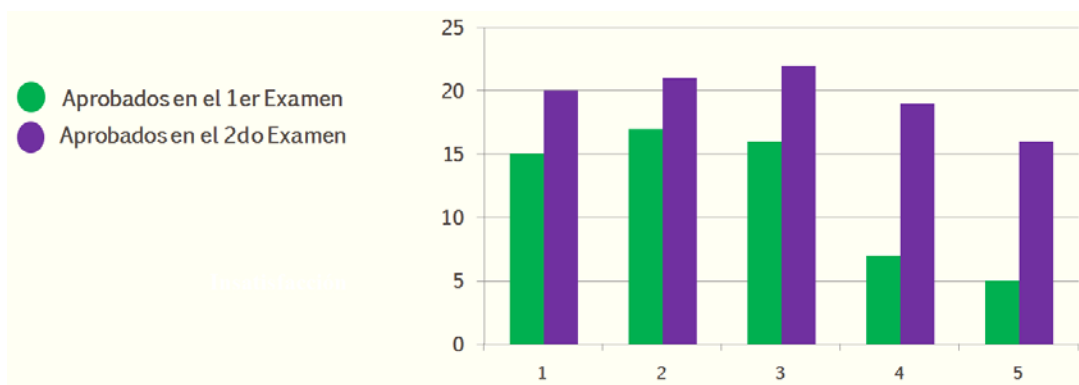


Figura 13. Comparación entre los aprobados en el primer examen y en el segundo. (Objetivos del 1 al 5)

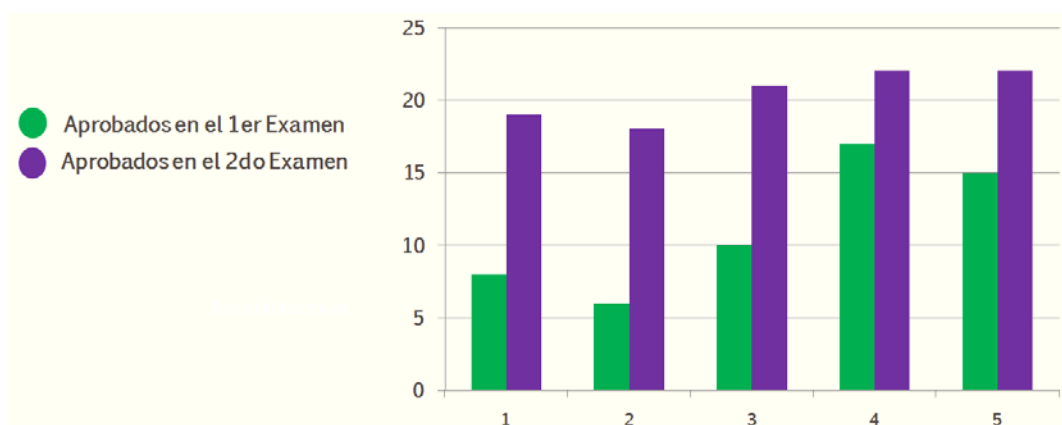


Figura 14. Comparación entre los aprobados en el primer examen y en el segundo. (Objetivos del 6 al 11)

Luego de analizar estos resultados se puede concluir que la estrategia contribuye al aprendizaje de los estudiantes.

3.2 Triangulación metodológica

El autor asume el concepto de triangulación metodológica defendido por (Vallejo & Finol de Franco, 2009) como la combinación de dos o más teorías, fuentes de datos, métodos de investigación, en el estudio de un fenómeno en particular.

Después de realizarla triangulación de los métodos aplicados utilizando como indicadores: la aplicabilidad de la estrategia metodológica propuesta y la efectividad de la utilización de los OA-IE en el PEA de la MD, se arriba a las conclusiones siguientes:

- Se considera viable la estrategia para su aplicación dado el nivel de aceptación mostrado por los expertos en la evaluación de este parámetro y la constatación de la misma a través de su implementación en el PEA de la MD en la UCI. A través del test de ladov realizado se evidenció que los estudiantes poseen un alto grado de satisfacción con la utilización de los OA-IE y un 95.45% desea utilizarlos en otras asignaturas.
- La efectividad de la estrategia se muestra a partir de la realización de un pre-experimento; en el cual las pruebas pedagógicas realizadas demuestran que con la utilización de los OA-IE, bajo las orientaciones previstas en la estrategia, se contribuye al aprendizaje de los estudiantes. Mediante el test de ladov el 100% de los estudiantes afirmó que la utilización de OA-IE favorece su formación como Ingeniero en Ciencias Informáticas
- La estrategia metodológica contribuye a la formulación dinámica de ejercicios y a la motivación de los estudiantes, elementos estos detectados en la problemática de esta investigación.

Conclusiones parciales

- El criterio de expertos y la técnica de ladov permitió valorar a la estrategia metodológica como pertinente, los resultados permiten validar que la estrategia es aplicable, lo que evidencia su validez científica.
- Se considera la estrategia concordante con el modelo teórico que la sustenta.
- La triangulación metodológica realizada permitió constatar los resultados que por separado arrojaron el criterio de expertos, la aplicación de la estrategia en el PEA de la MD y el Test de ladov, respecto a la validez, pertinencia y viabilidad de la estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE.
- La implementación práctica de la estrategia en el PEA de la MD en la UCI demostró su aplicabilidad y su capacidad de generalización como vía eficiente de utilización de las TIC.

CONCLUSIONES

1. El análisis de los resultados de los instrumentos aplicados en el diagnóstico del proceso de enseñanza de la Matemática Discreta en la UCI revelaron, entre otros, los siguientes problemas:
 - Insuficiente aprovechamiento de las TIC teniendo en cuenta su potencial.
 - Los estudiantes no se sienten motivados por el aprendizaje de la asignatura.
 - No se propician vías para lograr mantener el papel activo de los estudiantes en su formación.
2. La investigación permitió identificar a la Matemática Discreta como contenido esencial en la formación de los profesionales de la computación, así como la complejidad de su aprendizaje en la educación superior.
3. La sistematización realizada a los referentes teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta, permitió al autor identificar el enfoque histórico-cultural (B. González & Llanio, 2010), el aprendizaje desarrollador (Zilberstein, 2000) y la Teoría de formación por etapas de las acciones mentales (Galperin, 1988) como los fundamentos esenciales de la estrategia propuesta.
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 una estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE para el PEA de la MD en la UCI.
5. La triangulación metodológica permitió, a partir del análisis de los resultados de la consulta a experto, del test de ladov y del pre-experimento realizado, la constatación de viabilidad y factibilidad de la estrategia metodológica para la elaboración de OA-IE que contribuyan al PEA de la MD en la UCI; quedando en evidencia sus posibilidades de generalización.

RECOMENDACIONES

En función de la estrategia:

- a) Aplicarla para completar los OA-IE concernientes a todos los contenidos de la Matemática Discreta.
- b) Adaptarla para hacerla independiente de la asignatura o disciplina de la que se trate, definiendo que características debe tener la asignatura para emplear la estrategia diseñada.
- c) Modelar teóricamente el proceso de construcción y aplicación de la estrategia metodológica incluyendo el proceso de desarrollo de software para obtener los OA-IE.

En función de los OA-IE y su proceso de elaboración:

- a) Aplicar técnicas de inteligencia artificial para poder adaptar el contenido del OA-IE a las características y condiciones de los estudiantes que lo utilizan.
- b) Aplicar las normas que permitan incrustar los OA-IE en el EVEA Moodle para que puedan ser utilizados integrados con la plataforma.
- c) Implementar las funcionalidades necesarias para que los OA-IE envíen los resultados de las evaluaciones al profesor.

BIBLIOGRAFÍA

1. ACM, IEEE, & AIS. (2005). Computing Curricular 2005: The Overview Report [Versión digital],
2. Alemán, A. (2001). *La enseñanza de la matemática asistida por computadora*. Panamá.
3. Amaya, D. (2013). *Teconología educativa para la enseñanza y aprendizaje de la teoría de conjuntos y las relaciones binarias*. Trabajo presentado en el Congreso Internacional de Matemática y Computación. COMPUMAT 2013. from <https://compumat.uci.cu/?q=node/1233>
4. Arias, N. J. (2011). *Guía Multimedia como herramienta dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje del mantenimiento preventivo-correctivo del computador*. Guaranda.
5. Beck, R. J. (2008). *Learning objects: what*. University of Wisconsin. Milwaukee. USA: Center of Interaction Education.
6. Bedoya, A. (1997). ¿Qué es interactividad? *Revista Electrónica Sin Papel*.
7. Belloch, C. (2009). Entornos virtuales de aprendizaje. Valencia. España.
8. Björne, R., & Stanley, P. (1999). *A combinatorial miscellany*. University of Cambridge.
9. Blanco, A. (2004). *Introducción a la sociología de la educación*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
10. Burbano, C. C. (2012). *Impacto y desarrollo en el proceso de enseñanza-aprendizaje con el modelo bimodal o mixto, mediante TIC, AVA en el programa de Ingeniería de Sistemas*. Trabajo presentado en el Octavo Congreso Internacional de Educación Superior. Universidad 2012.
11. Cabrera, J. F. (2008). *Modelo de Centro Virtual de Recursos para contribuir a la integración de las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría*. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Habana.
12. Canavelli, J. C. (2007). *Discrete Mathematics and digital technology*. Trabajo presentado en el Congreso Internacional de Educación Matemática. from <http://icm11.org/node/650>
13. Capote, M. (2013). Dimensiones e indicadores para un aprendizaje y una enseñanza desarrolladora. *Revista Científico Pedagógica Mendive*, 42, 7.



14. Carballo, E., Panadeiro, A. F., & Sánchez, M. A. (2012). *Centro de Gestión de la Información y el Conocimiento (CEGIC), como ente dinamizador e integrador de la calidad de la estrategia maestra de informatización en la UNICA*. Trabajo presentado en Universidad 2010. 7mo Congreso Internacional de Educación Superior.
15. Castellanos, D. (2001). *Hacia un aprendizaje desarrollador*. La Habana: Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
16. Chang, M. E. (2001). *Objetos de aprendizaje: una herramienta para la investigación educativa*.
17. Durán, M. (2001). *La introducción de algunas herramientas de la tecnología informática en Álgebra Lineal para Ingeniería Informática. Su impacto en la didáctica*. CEPES, La Habana.
18. Estebanell, M. (2000). Interactividad e interacción. *Revista Interuniversitaria de Tecnología Educativa*, 92-97.
19. Fariñas, G. (2004). *Maestro. Para una didáctica del aprender a aprender*. Ciudad de la Habana: Pueblo y Educación.
20. Galperin, P. Y. (1988). *Desarrollo de las investigaciones sobre las acciones mentales*. Impresos. Universidad de la Habana. Cuba.
21. García, A., & Chirino, D. (2011). *La guía de ejercicios, herramienta en el modelo de formación centrado en el aprendizaje*. Trabajo presentado en el Congreso Internacional Pedagogía 2011.
22. García, A., Chirino, D., & Verdecia E. (2013). *Objetos de aprendizaje interactivos y experimentales para la Matemática Discreta*. Trabajo presentado en el Congreso Internacional de Matemática y Computación. COMPUMAT 2013. from <https://compumat.uci.cu/?q=node/905>
23. García, E., Martínez, R., & González, G. (2011). La estrategia metodológica de preparación de los docentes en las habilidades de las artes plásticas del taller de la disciplina. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 3(31).
24. Garzón, L. E. (2012). *Estrategia metodológica para la gestión del trabajo independiente con apoyo en las TIC en la asignatura Física*. Tesis para optar por el Título de Máster en Tecnologías en los Procesos Educativos, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana.
25. Gates, B. (1996). *Camino al futuro*: ACM.



26. Geiser, G. (2007). Open educational practices and resources. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 4(1).
27. Gómez Leon, Y., Verdecia Martínez, E., & Granda Dihigo, A. (2014). Estrategia Metodología de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje del Algebra y el Cálculo relacional utilizando la Evaluación Automatizada y la Educación a Distancia. Tesis para optar por el título académico de Master en Educación a Distancia. Universidad de las Ciencias Informáticas.
28. González, B., & Llanio, G. (2010). ¿Por qué el enfoque histórico cultural? CEPES. La Habana.
29. González, O. (1992). *El planeamiento curricular en la Educación Superior*. CEPES. La Habana: EMPES.
30. Gordon, T. J. (2011). The Delphi method. *Futures Research Methodology*, 3, 31.
31. Guirado, V. d. C. (2006). Exigencias del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador. *Educación y Sociedad*, 3(4).
32. Herrera Chica, I., Verdecia Martínez, E., & García Hernández, A. (2012). Conjunto de Objetos de Aprendizaje para la Matemática Discreta. Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas. Universidad de las Ciencias Informáticas.
33. IEEE. (2001). Learning Object Metadata Working Group. Revisado 23 de marzo, 2013, desde <http://itsc.ieee.org/wg12/index.html>
34. Illican, G. (2013). *Individual Learning in Technology Supported Mathematics Education*. Trabajo presentado en el Congreso Internacional de Matemática y Computación. COMPUMAT 2013. desde <https://compumat.uci.cu/?q=node/2370>
35. Iznola, M., & Gabriel, J. (2008). La satisfacción del profesor de Educación Física. *Revista Educación física y deporte*, 27(2), 27-35.
36. Leontiev, A. (1983). *Actividad, conciencia y personalidad*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
37. Linares, N., Verdecia, E., & Álvarez, E. (2014). Tendencias en el desarrollo de las TIC y su impacto en el campo de la enseñanza. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, [S.l.], v. 8, n. 1, Ene. 2014. ISSN 2227-1899. Desde:



- <http://rcci.uci.cu/index.php?journal=rcci&page=article&op=view&path%5B%5D=517>>. Revisado: 22 abr. 2014.
38. López, A. (2009). *Modelo pedagógico para la superación profesional a distancia de los docentes de los Institutos Superiores Pedagógicos de la ciudad de la Habana*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas, La Habana. Cuba.
39. López, V., & Prado, A. P. d. (2007). Aspectos fundamentales de la Teoría de Formación por Etapas de las Acciones mentales y los conceptos de P. Ya. Galperin [Versión digital]. *Biblioteca Virtual de las Ciencias de Cuba*, desde www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH2f88.dir/doc.pdf
40. Llorens, F. (2011). La biblioteca universitaria como difusor de la innovación educativa. Estrategia y política institucional de la Universidad de Alicante. Alicante. España.
41. Marion, B., & Baldwind, D. (2007). On the impementation of Discrete Mathematic course: SIGCSE.
42. Martínez, M. A., & Sanleda, N. (1995). Informática: usos didácticos convencionales. *Nuevas tecnologías aplicadas a la Educación Superior*.
43. Mompíe, I., & Olivera, D. A. (2013). *Aplicación de objetos de aprendizaje para la enseñanza de la disciplina Matemática aplicada*. Trabajo presentado en el Congreso Internacional de Matemática y Computación. COMPUMAT 2013. from <https://compumat.uci.cu/?q=node/1047>
44. Morales, H. H. (2011). Propuesta del contenido para un primer curso de Matemáticas Computacionales en Ingeniería de Sistemas.
45. Moya, A. M. (2009). Las nuevas tecnologías en la educación.
46. Ossadán, Y. (2006). *Propuesta para el diseño de Objetos de Aprendizaje*. Santiago de Chile. Chile.
47. Pallas, A. (2011). The effects of schooling on individual lives. *Handbook of sociology of education*, 61.
48. Polsani, P. R. (2006). Use and abuse of reusable learning objects. *Digital Information*, 3(4).
49. Prieto, D. (1995). Mediación pedagógica y nuevas tecnologías. *Nuevas tecnologías aplicadas a la Educación Superior*(1).



-
50. Ríbnikov, K. (1987). *Historia de las Matemáticas* (C. V. Castro, Trans.). Moscú, Rusia: Editorial Mir.
51. Ríos, J. M., & Cebrián, M. (2004). Nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones aplicadas a la educación.
52. Rivero, M. (2010). La enseñanza de la Matemática Discreta en espacios virtuales de aprendizaje. *Revista Científica de la Educación Superior Posgraduada*, 6(Ad Astra), 10.
53. Rivero, M. (2012). *Modelo para la formación integral de los estudiantes desde la enseñanza de la Matemática Discreta en Espacios Virtuales*. Tesis presenta en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana.
54. Rodríguez, J. (2003). *Uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) de las funciones matemáticas*. Unpublished Tesis para optar por el título de Máster en Tecnologías Educativas, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana. Cuba.
55. Rodríguez, J. (2012). *Una propuesta metodológica para la utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las funciones matemáticas*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", La Habana.
56. Rosen, K. H. (2005). *Discrete Mathematics and its applications*: McGraw.
57. Ruiz, R. E. (2006). Modelo de integración de competencias en Objetos de Aprendizaje. *Tecnologías y Educación a Distancia*.
58. Talízina, N. (1984). *Los fundamentos de la enseñanza en la Educación Superior*, CEPES. Universidad de la Habana. Cuba.
59. Talízina, N. (1988). *Psicología de la enseñanza*: Progreso.
60. Tissanié, J.-L. (2008). Los Objetos de Aprendizaje en la Universidad de Los Lagos. Osorno. Chile.
61. Toll, Y. d. C. (2011). *Guía de evaluación de la calidad de los Objetos de Aprendizaje producidos en la Universidad de las Ciencias Informáticas*. Tesis para optar por el título de Máster en Calidad de Software, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana.



62. Torres, G. (2009). *Propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de Geometría Analítica con la utilización de un sitio web*. Tesis para optar por el título académico de Máster en Tecnologías Educativas, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana. Cuba.
63. TVC (Writer) (2014). La Educación Superior en Cuba, *Mesa Redonda Informativa*. Cuba.
64. UCI. (2006). Sistema de Teleformación de la UCI.
65. UCI. (2010). Proyecto Estratégico.: Universidad de las Ciencias Informáticas.
66. UH. (2012). Repositorio de Objetos de Aprendizaje y Recursos Didácticos de la Universidad de la Habana. Revisado noviembre 18, 2012, desde <http://fedvirtual2.fed.uh.cu/dspace/>.
67. UNESCO. (2009). *La nueva dinámica de la Educación Superior y la búsqueda del cambio social y el desarrollo*. Trabajo presentado en la Conferencia mundial sobre Educación Superior. UNESCO 2009.
68. Vallejo, R., & Finol de Franco, M. (2009). La triangulación como procedimiento de análisis para investigaciones educativas. *Revista Electrónica de Humanidades, Educación y Comunicación Social*, 4(7), 117-133.
69. Vigotski, L. S. (1991). Aprendizagem e Desenvolvimento Intelectual na Idade Escolar (R. E. Frias, Trans.). En *Psicopedagogia e Pedagogia: Bases Psicológicas da Aprendizagem e do Desenvolvimento* (pp. 94). Sao Paulo: Moraes Ltda.
70. Vigotski, L. S. (2003). *A formacao Social da Mente* (J. C. Neto, S. S. M. Barreto & S. C. Afeche, Trans.). Sao Paulo: Martins Fontes.
71. Wiley, D. A. (2001). The instructional use of Learning Objects. *Agency for Instructional Technology*.
72. Xiuguo, W. (2009). IEEE-Digital Library [Versión digital], desde http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4959102&abstractAccess=no&userType=inst.978-1-4244-3581-4.
73. Zilberstein, J. (2000). Reflexiones acerca de la necesidad de establecer principios didácticos para un proceso de enseñanza aprendizaje desarrollador. *Enseñanza y aprendizaje desarrollador*, 6-23.



74. Zilberstein, J., & Silvestre, M. (2002). *Hacia una didáctica desarrolladora*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.



ANEXOS

ANEXO 1
Visión Horizontal de la Tesis

Pregunta científica 1: ¿Cuáles son los presupuestos teóricos que favorecen la utilización de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI?					
Tareas investigativas	Indagaciones			Estructura de la Tesis	Resultados
	Teóricas	Empíricas	Estadísticas		
1. Sistematización de los principales referentes teóricos que sustentan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta.	Histórico –lógico Analítico-sintético			<p>CAPÍTULO 1: Fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI y de la utilización de los objetos de aprendizaje</p> <p>1.1 La Matemática Discreta en la formación de los profesionales de la computación</p> <p>1.1.1 La enseñanza de la Matemática Discreta a nivel internacional</p> <p>1.1.2 La enseñanza de la Matemática Discreta en Cuba</p> <p>1.1.3 La enseñanza de la Matemática Discreta en la UCI</p> <p>1.1.3 El Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI</p> <p>1.2 La utilización de objetos de aprendizaje en la educación superior</p>	<p>Se identifica a la MD como asignatura esencial en la formación de los profesionales de la Computación.</p> <p>Se fundamenta la importancia de los OA para la enseñanza y el aprendizaje.</p> <p>Se define el concepto de OA-IE.</p>



Pregunta científica 2: ¿Qué aspectos metodológicos deben contemplarse para estructurar y utilizar Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales que contribuyan a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI?					
Tareas investigativas	Indagaciones			Estructura de la Tesis	Resultados
	Teóricas	Empíricas	Estadísticas		
2. Caracterización del estado actual del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta.	Análisis documental	Encuestas Entrevistas Pruebas pedagógicas	Estadística descriptiva	CAPÍTULO 1: Fundamentos teóricos del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI y de la utilización de los objetos de aprendizaje 1.3 El Proceso de Enseñanza Aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI 1.3.1 Análisis de los resultados de la encuesta a los profesores de la asignatura Matemática Discreta en la UCI 1.3.2 Análisis de los resultados de la entrevista a los estudiantes de la UCI. 1.3.3 Análisis de los resultados de la entrevista a los directivos docentes de la UCI 1.3.4 Análisis de los resultados de las pruebas pedagógicas a los estudiantes de primer año de la UCI en la asignatura Matemática Discreta. 1.3.5 Análisis de los informes semestrales de las asignaturas MD1 y MD2	La determinación de la variable, dimensiones, indicadores e instrumentos para evaluar el PEA de la MD en la UCI. La caracterización del PEA de la MD en la UCI.



Pregunta científica 3: ¿Qué aspectos metodológicos deben contemplarse para estructurar y utilizar Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales que contribuyan a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI?					
Tareas investigativas	Indagaciones			Estructura de la Tesis	Resultados
	Teóricas	Empíricas	Estadísticas		
3. Diseño de una metodología para la elaboración y utilización de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales, que contribuya a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.	Enfoque de sistema Inducción-deducción			CAPÍTULO 2. PROPUESTA DE ESTRATEGIA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN Y UTILIZACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE INTERACTIVOS Y EXPERIMENTALES EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA DISCRETA EN LA UCI 2.1 Fundamentación teórica de la propuesta 2.2 Propuesta de estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta 2.2.1 Premisas para la aplicación de la estrategia 2.2.2 Actores y sus responsabilidades durante la ejecución de la estrategia 2.2.3 Descripción de las etapas y de la estrategia	El fundamento de la estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE en el PEA de la UCI. El diseño de la estrategia metodológica para la elaboración y utilización de OA-IE en el PEA de la UCI



Pregunta científica 4: ¿Qué resultados se obtienen con la aplicación de la metodología para la elaboración y utilización de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI?					
Tareas investigativas	Indagaciones			Estructura de la Tesis	Resultados
	Teóricas	Empíricas	Estadísticas		
4. Valoración de la contribución del diseño de la metodología para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI	Enfoque de sistema	Encuestas Pruebas pedagógicas	Pre-experimento Estadística descriptiva Método Delphi Test de ladov	CAPÍTULO 3: IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA Y VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS 3.1 Validación y valoración de la estrategia 3.1.1 Criterio de expertos 3.1.2 Implementación de la estrategia metodológica. 3.1.3 Test de satisfacción de ladov 3.1.4 Análisis del pre-experimento 3.2 Triangulación metodológica	Validez de la propuesta



ANEXO 2

Parametrización del objeto de estudio

Variable	Dimensiones	Indicadores
Proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI	1.1 Preparación del docente	1.1.1 Cantidad de años de experiencia como docentes. 1.1.2 Nivel de dominio de la Matemática Discreta. 1.1.3 Grado de dominio de la didáctica de la matemática. 1.1.4 Grado de conocimiento para la utilización de las TIC. 1.1.5 Grado de conocimiento para la elaboración y utilización de objetos de aprendizaje en la docencia.
	1.2 Desempeño del docente de Matemática Discreta	1.2.1 Grado de utilización de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta. 1.2.2 Grado de utilización de objetos de aprendizaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta. 1.2.3 Nivel de motivación hacia la actividad docente. 1.2.4 Nivel de dominio de la caracterización de los estudiantes.
	1.3 Cognitiva y afectiva del estudiante	1.3.1 Grado de desarrollo de las habilidades de pensamiento lógico. 1.3.2 Grado de dominio de las habilidades matemáticas fundamentales. 1.3.3 Grado de estrechez de la ZDP. 1.3.4 Nivel de motivación profesional.
	1.4 Tecnológica (Desempeño)	1.4.1 Inserción de las TIC en el aprendizaje de la Matemática Discreta 1.4.2 Grado de motivación alcanzada por el uso de las TIC en el aprendizaje de la Matemática Discreta. 1.4.3 Utilización de objetos de aprendizaje con cierto grado de interactividad y experimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta. 1.4.4 Potenciación de habilidades matemáticas básicas con el uso de las TIC.



ANEXO 3

Encuesta a los profesores de la asignatura Matemática Discreta de la UCI

Objetivo: Valorar la utilización de objetos de aprendizaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI.

Nombre y apellidos: _____

Graduado de: _____ Año: _____

Años de experiencia como docente: _____

CUESTIONARIO

1. ¿Considera usted que está preparado para impartir la asignatura Matemática Discreta?

Si _____ No _____

2. ¿Cómo ha logrado esta preparación?

_____ En el pregrado

_____ En el curso de postgrado

_____ Por auto-superación

_____ En las vías de trabajo metodológico

_____ Otras, ¿Cuáles? _____

3. ¿Ha estudiado la didáctica de la matemática como parte de su preparación como docente?

Si _____ No _____

4. ¿Qué aspectos de la didáctica de la matemática considera que debería aprender para un mejor desarrollo de sus clases?

5. ¿Domina usted cómo aprovechar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de su asignatura?

Si _____ No _____

6. ¿Cuáles herramientas TIC utiliza comúnmente en su aula?

_____ Multimedia

_____ Objetos de Aprendizaje

_____ Televisión



_____ Softwares computacionales

_____ Entornos de enseñanza-aprendizaje

_____ Otras, ¿Cuáles? _____

7. De utilizar Objetos de Aprendizaje. ¿Qué características poseen los mismos?

_____ Alto nivel de interacción del OA con el estudiante.

_____ El estudiante puede experimentar con el OA, variando parámetros y observando los efectos provocados por la variación.

_____ Información estática e invariable.

_____ Permiten evaluar el aprendizaje de los estudiantes.

_____ Otras, ¿Cuáles? _____

8. ¿Considera que el logro de la motivación de los estudiantes es fundamental para el cumplimiento de los objetivos instructivos de la asignatura?

Si _____ No _____

9. ¿Considera que logra la motivación desde la actividad docente que realiza?

Si _____ No _____

10. ¿Cómo considera que se pueden desarrollar las habilidades de pensamiento lógico desde la Matemática Discreta?

11. Identifique cuáles son las habilidades matemáticas fundamentales que tributan a la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas en correspondencia con el perfil del egresado. (Enumere el grado de importancia de mayor a menor, considere el 1 como el de más valor)

_____ Abstracción

_____ Comparación

_____ Modelación

_____ Algoritmización

_____ Demostración

_____ Comprobación

_____ Toma de decisiones



_____ Resolución de problemas

_____ Otras, ¿Cuáles? _____

12. ¿Cómo desde la impartición de su clase de Matemática Discreta logra el desarrollo de la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP)?



ANEXO 4

Entrevista a los estudiantes de primer año de la UCI

Objetivo: Analizar los niveles de desarrollo alcanzado en la utilización de objetos de aprendizaje desde la asignatura de Matemática Discreta (MD) y su importancia para su aprendizaje desarrollador.

CUESTIONARIO

1. ¿Considera que la Matemática Discreta favorece su formación como Ingeniero en Ciencias Informáticas? ¿Qué complejidad de aprendizaje le otorga? (Alta, Media, Baja)
2. ¿Qué herramientas TIC dominaba usted al entrar a la UCI? ¿Cuáles domina ahora?
3. ¿Qué herramientas TIC ha trabajado su profesor de MD desde la clase?
4. ¿Se han utilizado Objetos de Aprendizaje en las clases de MD?
5. ¿Se siente motivado por el estudio de la MD desde las actividades que realiza en la clase?
6. ¿Qué aspectos considera que debe mejorar su profesor en la impartición de la MD?
7. ¿Cómo el estudio de la MD posibilita su desarrollo intelectual y su pensamiento lógico?



ANEXO 5

Entrevista a los directivos docentes de la UCI

Objetivo: Analizar el grado de organización del proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta en la UCI desde las dimensiones identificadas en la parametrización.

CUESTIONARIO

1. ¿Cómo usted valora la preparación de los docentes que imparten Matemática Discreta en la UCI?
2. ¿Qué conocimientos poseen estos docentes en la didáctica general y específica?
3. A su criterio: ¿Dominan los conocimientos de Matemática Discreta?
4. ¿En qué grado utilizan los docentes las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta? ¿Cómo lograr insertar sus potencialidades en este proceso?
5. ¿En que grado se utilizan los objetos de aprendizaje en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática Discreta? ¿Qué características tienen los objetos de aprendizaje utilizados en este proceso?
6. ¿Qué resultados se obtienen en la motivación que logra el profesor hacia la actividad docente?
7. ¿Considera que sus docentes logran hacer la caracterización de los estudiantes con los que trabajan?
8. ¿Cómo logran el desarrollo de las habilidades del pensamiento lógico, así como de las habilidades matemáticas fundamentales?



ANEXO 6

Objetos de Aprendizaje de Matemática Discreta ubicados en el Repositorio de Objetos de Aprendizaje de la UCI.

- *Ejercicios resueltos sobre Teoría Combinatoria*: muestra de manera gráfica la resolución de un grupo de ejercicios. Este objeto no permite la interacción de los estudiantes ni la evaluación de su aprendizaje.
- *Entrevista a Alan Turing*: este OA muestra un video que fundamenta, de manera breve, la creación de las Máquinas de Turing por este destacado investigador. No propone solución de ejercicios ni acercamiento práctico a los contenidos de la asignatura.
- *Introducción a las deducciones lógicas*: de forma muy original muestra la vinculación de las deducciones lógicas con la vida cotidiana. Propone la creación de un ejercicio final pero no es capaz de controlar su resolución.
- *Mapas de Karnauqh*: proporciona un método ameno para el entendimiento y la comprensión de los Mapas de Karnauh, con el objetivo de usarlos en la simplificación de circuitos lógicos, y a la vez representar los mismos de forma simplificada. Realiza además un breve cuestionario teórico sobre el tema en cuestión. No obstante no explota las capacidades gráficas de este contenido ni permite la experimentación por parte de los estudiantes.
- *Operaciones con Conjuntos*: pretende definir los conceptos de operaciones entre conjuntos, unión, intersección, diferencia, complemento y diferencia simétrica, para resolver problemas matemáticos y de la vida real. Su principal limitante es que los ejercicios presentados son estáticos y no permiten la individualización del aprendizaje.
- *Ordenamiento topológico*: presenta la definición de Orden Topológico (**OT**) y algunas precisiones a tener en cuenta para su determinación entre los vértices de un digrafo. Muestra la utilidad del OT para la secuenciación de determinados sucesos y se ofrece además un procedimiento para su determinación. No permite la evaluación práctica del aprendizaje.



ANEXO 7

Encuesta a profesores de Matemática Discreta de la UCI para la selección de los contenidos que contendrá el OA-IE

Objetivo: Seleccionar los contenidos para la elaboración de OA-IE de Matemática Discreta en la UCI.

CUESTIONARIO

Escriba del 0 al 10 la evaluación que usted le otorga a los siguientes temas de la Matemática Discreta por cada uno de los aspectos. "0" significa la más baja puntuación y "10" la máxima evaluación.

Tema	Grado de complejidad	Posibilidad de representarse gráficamente	Posibilidad de experimentar	Grado de dificultad en la asimilación	Grado de dificultad en la impartición	Resultados en evaluaciones
Teoría de conjuntos						
Relaciones binarias						
Lógica						
Máquina de Turing						
Teoría Combinatoria						
Relaciones de Recurrencia						
Teoría de Grafos						



ANEXO 8

Guía de para la validación de OA como software pedagógico

Indicadores del aspecto formativo

No	Aspecto formativo	Evaluador					
		E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
1	Presentación y explicación del tema a tratar						
2	Estructuración lógica de los contenidos						
3	Exhortación del desarrollo de habilidades y competencias al estudiante						
4	Reflexión sobre lo aprendido						
5	Autoevaluación sobre el contenido mostrado en el OA						
6	Calidad de los contenidos						
7	Adecuación de los objetivos de aprendizaje						
8	Retroalimentación que proporciona el contenido mostrado						
9	Motivación						
10	Organización del trabajo individual y/o colaborativo de los estudiantes						
11	Nivel de presentación de recursos audiovisuales						
12	Participación activa durante el aprendizaje mediante actividades interactivas						
13	Verificación de las fuentes de información utilizadas						
14	Aporte según el contenido de los recursos audiovisuales a los estudiantes						
Total:							

Indicadores del aspecto de diseño y presentación

No	Aspecto de diseño y presentación	Evaluador					
		E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
1	Correspondencia entre los recursos audiovisuales y el contenido mostrado						
2	Visibilidad del texto						
3	Rapidez para cargar recursos audiovisuales						
4	Proporción del texto respecto a la distribución de los contenidos dentro del OA						
5	El uso de colores para los contenidos						
6	Manejo de formatos uniformes dentro de los OA						
7	Diversidad en la representación del contenido mostrado						
8	El diseño de la información audiovisual						
9	Visibilidad de las imágenes						
10	Evaluación del nivel de organización de las imágenes y texto						
Total:							



Indicadores del aspecto tecnológico

N o	Aspecto tecnológico	Evaluador					
		E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6
1	Usabilidad						
2	Accesibilidad						
3	Reusabilidad						
4	Facilidad de indexado del OA dentro de un repositorio						
5	Compatibilidad con distintos navegadores						
6	Nivel de organización de la estructura de archivos						
7	Calidad de las imágenes						
8	Integridad de los enlaces de navegación por la estructura didáctica						
9	Correspondencia con la estructura didáctica						
10	Calidad de la redacción y ortografía en la exposición del contenido						
Total:							



ANEXO 9

Autovaloración de cada experto

En la siguiente Tabla se determina el valor de Kc para cada experto.

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



En la siguiente Tabla se determina el valor de Ka para cada experto.

Experto	Kc	At	Exper.	Aut. Nac.	Aut. Ext.	Prob. Ext.	Intuc.	Ka	K
1	0,8	0,3	0,5	0,04	0,03	0,05	0,05	0,97	0,89
2	0,9	0,3	0,4	0,05	0,05	0,04	0,05	0,89	0,9
3	0,6	0,1	0,3	0,03	0,03	0,02	0,02	0,5	0,55
4	0,6	0,1	0,3	0,03	0,03	0,04	0,04	0,54	0,57
5	0,9	0,3	0,4	0,05	0,05	0,04	0,05	0,89	0,9
6	0,7	0,2	0,3	0,03	0,03	0,02	0,04	0,62	0,66
7	0,8	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9
8	0,8	0,3	0,5	0,04	0,03	0,05	0,05	0,97	0,89
9	0,7	0,3	0,5	0,03	0,03	0,04	0,05	0,95	0,83
10	0,7	0,3	0,5	0,03	0,03	0,02	0,04	0,92	0,81
11	0,7	0,3	0,5	0,03	0,03	0,05	0,04	0,95	0,83
12	0,6	0,1	0,3	0,04	0,04	0,04	0,03	0,55	0,58
13	0,7	0,3	0,5	0,05	0,04	0,05	0,02	0,96	0,83
14	0,9	0,3	0,5	0,05	0,05	0,04	0,02	0,96	0,93
15	0,9	0,3	0,5	0,05	0,04	0,02	0,02	0,93	0,92
16	0,9	0,3	0,5	0,04	0,04	0,02	0,05	0,95	0,93
17	0,8	0,3	0,5	0,05	0,04	0,05	0,05	0,99	0,9
18	0,6	0,1	0,3	0,03	0,03	0,02	0,02	0,5	0,55
19	0,6	0,1	0,3	0,03	0,03	0,02	0,02	0,5	0,55
20	0,6	0,1	0,3	0,03	0,03	0,02	0,03	0,51	0,56
21	0,6	0,1	0,3	0,03	0,03	0,02	0,03	0,51	0,56
22	0,7	0,3	0,5	0,03	0,03	0,05	0,04	0,95	0,83
23	0,8	0,3	0,5	0,05	0,05	0,05	0,05	1	0,9
24	0,6	0,1	0,3	0,04	0,04	0,02	0,04	0,54	0,57
25	0,9	0,3	0,5	0,05	0,04	0,04	0,05	0,98	0,94



A continuación se muestra el nivel de competencia (K) de los expertos teniendo en cuenta su Kc y su Ka

Experto	Kc	Ka	K
1	0,8	0,97	0,89
2	0,9	0,89	0,9
3	0,6	0,5	0,55
4	0,6	0,54	0,57
5	0,9	0,89	0,9
6	0,7	0,62	0,66
7	0,8	1	0,9
8	0,8	0,97	0,89
9	0,7	0,95	0,83
10	0,7	0,92	0,81
11	0,7	0,95	0,83
12	0,6	0,55	0,58
13	0,7	0,96	0,83
14	0,9	0,96	0,93
15	0,9	0,93	0,92
16	0,9	0,95	0,93
17	0,8	0,99	0,9
18	0,6	0,5	0,55
19	0,6	0,5	0,55
20	0,6	0,51	0,56
21	0,6	0,51	0,56
22	0,7	0,95	0,83
23	0,8	1	0,9
24	0,6	0,54	0,57
25	0,9	0,98	0,94



ANEXO 10

Cuestionario para expertos

Estimado profesor:

Estamos solicitando su valiosa cooperación para evaluar una metodología para la elaboración y utilización de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales para contribuir a la mejora del PEA de la Matemática Discreta en la UCI. Sus criterios son de suma importancia, por lo que se le pide brinde su cooperación contestando las preguntas que se realizan a continuación. Muchas gracias.

PRELIMINARES: Datos generales del encuestado

Título universitario:

Categoría científica: _____

Categoría docente: _____

Años de experiencia en la educación superior: _____

PRIMERA PARTE

- 1- Marque con una cruz en la casilla que caracteriza su nivel de conocimiento sobre los temas abordados en la investigación. "0" significa total desconocimiento del tema y "10" que tiene pleno conocimiento del mismo.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

- 2- Valore el grado de influencia de cada una de las fuentes que se señalan en la Tabla en sus criterios:

FUENTES DE ARGUMENTACION	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios.		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia obtenida			
Trabajos de autores nacionales			
Trabajos de autores extranjeros			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			



SEGUNDA PARTE

A continuación sometemos a valoración los siguientes indicadores con el objetivo de obtener su criterio respecto a la efectividad teórico-práctica de la estrategia metodológica presentada. Para expresar su evaluación, por favor, luego de analizar cuidadosamente el material que se adjunta, evalúe a cada uno de los indicadores que se le presentan en la Tabla de la subsiguiente sección II, marcando con una cruz en la casilla correspondiente y teniendo en cuenta para ello el siguiente código de categorías de clasificación:

MA: MUY ADECUADO; **BA:** BASTANTE ADECUADO; **A:**ADECUADO; **PA:** POCO ADECUADO; **I:** INADECUADO.

Listado de indicadores para valorar:

No	Indicadores	I	PA	A	BA	MA
1	La originalidad de la solución que se propone al problema de investigación, en el sentido de no guardar analogías con los aportes de otros investigadores, la valoro de forma...					
2	La pertinencia de utilización de Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales a un proceso de enseñanza-aprendizaje la valoro de forma...					
3	La definición propuesta de Objeto de Aprendizaje Interactivo y Experimental propuesta la valoro de forma...					
4	Las etapas definidas para la metodología las valoro de forma...					
5	La calidad y precisión de las orientaciones para el tratamiento metodológico de las acciones definidas en la etapa de "Análisis previo" las valoro de forma...					
6	La calidad y precisión de las orientaciones para el tratamiento metodológico de las acciones definidas en la etapa "Elaboración de los OA-IE" las valoro de forma...					
7	La calidad y precisión de las orientaciones para el tratamiento metodológico de las acciones definidas en la etapa "Validación de los OA-IE" las valoro de forma...					
8	La calidad y precisión de las orientaciones para el tratamiento metodológico de las acciones definidas en la etapa "Base orientadora de la acción" las valoro de forma...					
9	La calidad y precisión de las orientaciones para el tratamiento metodológico de las acciones definidas en la etapa "Retroalimentación" las valoro de forma...					
10	La contribución que realiza la metodología a la formulación dinámica de nuevos ejercicios y a la motivación de los estudiantes la valoro de forma...					



11	La utilidad de la metodología para potenciar el aprendizaje asociado a los procesos de resolución de problemas, razonamiento, modelación, algoritmización y toma de decisiones la valoro de forma...					
12	La metodología como opción complementaria para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Matemática Discreta la valoro de forma...					
13	Las posibilidades de aplicación y generalización de la metodología las valoro de forma...					

Si desea exponer cualquier otra opinión, por favor, expéselo en el espacio disponible a continuación:

¡Muchas gracias!



ANEXO 11

Tablas asociadas a la aplicación del método Delphi

Frecuencia absoluta por indicador						
Indicadores	MA	BA	A	PA	NA	TOTAL
1	5	9	3	0	0	17
2	13	4	0	0	0	17
3	12	3	2	0	0	17
4	7	7	3	0	0	17
5	13	4	0	0	0	17
6	12	5	0	0	0	17
7	12	5	0	0	0	17
8	15	2	0	0	0	17
9	10	7	0	0	0	17
10	14	3	0	0	0	17
11	15	2	0	0	0	17
12	16	1	0	0	0	17
13	13	4	0	0	0	17

Frecuencias acumuladas de las evaluaciones por indicador					
Indicador	C1	C2	C3	C4	C5
1	5	14	17		
2	13	17			
3	12	15	17		
4	7	14	17		
5	13	17			
6	12	17			
7	12	17			
8	15	17			
9	10	17			
10	14	17			
11	15	17			
12	16	17			
13	13	17			

Frecuencias relativas de las evaluaciones por indicador					
Indicadores	MA	BA	A	PA	NA
1	0,294	0,823	0,999	0	0
2	0,764	0,999	0	0	0
3	0,705	0,882	0,999	0	0
4	0,411	0,823	0,999	0	0
5	0,764	0,999	0	0	0
6	0,705	0,999	0	0	0
7	0,705	0,999	0	0	0
8	0,882	0,999	0	0	0
9	0,588	0,999	0	0	0
10	0,823	0,999	0	0	0
11	0,882	0,999	0	0	0
12	0,941	0,999	0	0	0
13	0,764	0,999	0	0	0



Cálculo de los puntos de corte y escala de los indicadores							Evaluación
Indicadores	MA	BA	A	SUMA	PROMEDIOS	N-P	
1	-0,541	0,928	3,489	3,877	0,969	-0,09969	MA
2	0,721	3,489		4,211	1,052	-0,1832	MA
3	0,541	1,186	3,489	5,218	1,304	-0,43487	MA
4	-0,223	0,928	3,489	4,195	1,048	-0,17929	MA
5	0,721	3,489		4,211	1,052	-0,1832	MA
6	0,541	3,489		4,031	1,007	-0,13817	MA
7	0,541	3,489		4,031	1,007	-0,13817	MA
8	1,186	3,489		4,676	1,169	-0,29952	MA
9	0,223	3,489		3,712	0,928	-0,05857	MA
10	0,928	3,489		4,418	1,104	-0,23504	MA
11	1,186	3,489		4,676	1,169	-0,29952	MA
12	1,564	3,489		5,054	1,263	-0,394	MA
13	0,721	3,489		4,211	1,052	-0,1832	MA
Puntos de Corte	0.624	2.918	0.805	56.528			



ANEXO 12

Test de satisfacción de ladov

Estimado estudiante al contestar esta encuesta podrá dar a conocer su nivel de satisfacción con relación al uso de los Objetos de Aprendizaje Interactivos y Experimentales (OA-IE) en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la MD.

Se espera su sinceridad y se le agradece su colaboración en esta investigación:

1. ¿Le gusta la utilización de OA-IE?

Me gusta mucho

No me gusta mucho

Me da lo mismo

Me disgusta más de lo que me gusta

No me gusta nada

No sé que decir.

2. ¿Qué te gustó más de los OA-IE?

3. ¿Qué te gustó menos de los OA-IE?

4. ¿Consideras que la utilización de los OA-IE favorece tu formación como Ingenieros en Ciencias Informáticas?

Si

NO

No sé

5. Si tú pudieras escoger entre utilizar o no los OA-IE. ¿Los utilizarías?

Si

NO

No sé



ANEXO 13

Cuadro lógico de ladov

¿Te gusta la utilización de los OA-IE?	¿Consideras que la utilización de los OA-IE favorece tu formación como Ingeniero en Ciencias Informáticas?								
	SI			No sé			NO		
	Si tú pudieras escoger entre utilizar o no los OA-IE en otras asignaturas. ¿Los utilizarías?								
	Si	No sé	No	Si	No sé	No	Si	No sé	No
Me gusta mucho	1	2	6	2	2	6	6	6	6
No me gusta mucho	2	2	3	2	3	3	6	3	3
Me da lo mismo	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Me disgusta más de lo que me gusta	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me gusta nada	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé que decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4



ANEXO 14

Ejemplos de Historias de usuario del OA-IE de Teoría de conjuntos

Tabla 18. HU Calcular intersección

Historia de Usuario	
Número: HUTC1	Usuario: Estudiante, Profesor
Nombre de Historia: Calcular intersección	
Referencia: RF1 Realizar operación con conjuntos	
Programador responsable: Isael Herrera Chica	Prioridad: Alta
Descripción: La historia de usuario permite calcular la intersección entre dos conjuntos. Para realizar la operación el usuario selecciona la opción "Intersección" en el menú del área de experimentación y se seleccionan los conjuntos para realizar la operación. Para proceder a mostrar el resultado de la operación existen dos variantes. Una primera variante es luego de haber seleccionado los conjuntos, proceder a mostrar directamente el resultado que ofrece el OA. En la segunda variante es el usuario quien introduce la respuesta al ejercicio. En ambas variantes el resultado es mostrado mediante diagramas de Venn.	
Observaciones: 1. Para la segunda variante en caso de que la respuesta introducida por el usuario no tenga el formato correcto o deje el campo en blanco se muestra un mensaje "Formato de la respuesta incorrecto".	

Tabla 19. Evaluar contenido de la Teoría de conjuntos

Historia de Usuario	
Número: HUTC7	Usuario: Estudiante, Profesor
Nombre de Historia: Evaluar contenido de la Teoría de conjuntos	
Referencia: RF4 Evaluar contenido de la Teoría de conjuntos	
Programador responsable: Isael Herrera Chica	Prioridad: Alta
Descripción: La historia de usuario permite evaluar al usuario sobre cada una de las operaciones entre conjuntos disponibles en el panel de experimentación. Para realizar la evaluación se selecciona el contenido a evaluar en el menú del panel de evaluación, seguidamente se muestra una interfaz donde aparecen diferentes ejercicios evaluativos referentes al contenido seleccionado, se cuenta además con un listado de conjuntos que pueden ser seleccionados para realizar operaciones. Se brinda la posibilidad de generar nuevos conjuntos de manera automática. Una vez entrados los datos requeridos en las evaluaciones se procede a confirmar la misma mediante un botón identificado como "OK".	
Observaciones: 1. En caso de que existan errores en la entrada de datos se muestra un mensaje informativo "Formato de la respuesta incorrecto", indicando el o los encisos que presentan error. 2. En caso de que el usuario no especifique algunos de los campos se le muestra un mensaje informativo "Debe llenar todos los campos".	



ANEXO 15

Ejemplo de de aplicación de la prueba de caja blanca al OA-IE de Teoría de conjuntos

```

public Conjunto diferencia(Conjunto AR, Conjunto BR) {
    Conjunto R = null;
    ListaSE<String> con = new ListaSE<String>();

    for (int i = 0; i < AR.getElementos().Longitud(); i++) {
        if (esta_elemento(BR, AR.getElementos().Obtener(i)) == -1) {
            con.adicionar(AR.getElementos().Obtener(i));
        }
    }
    R = new Conjunto(con, "R");
    return R;
}

```

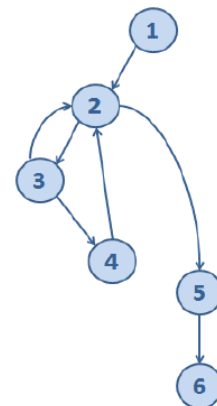


Figura 15. Método diferencia () del OA-IE de TC y grafo de ejecución

Fórmulas para calcular complejidad ciclomática:

$$V(G) = (A - N) + 2 \quad V(G) = (6 - 5) + 2 \quad V(G) = 3$$

Siendo "A" la cantidad total de aristas y "N" la cantidad total de nodos. Se puede usar también:

$$V(G) = P + 1 \quad V(G) = 2 + 1 \quad V(G) = 3$$

Siendo "P" la cantidad total de nodos predicados (son los nodos de los cuales parten dos o más aristas).

$$V(G) = R \quad V(G) = 3$$

Siendo "R" la cantidad total de regiones, para cada fórmula "V(G)" representa el valor del cálculo.

El cálculo efectuado mediante las tres fórmulas ha dado el mismo valor, por lo que se puede plantear que la complejidad ciclomática del código es de 3, lo que significa que existen tres posibles caminos por donde el flujo puede circular, este valor representa el límite mínimo del número total de casos de pruebas para el procedimiento tratado.

Seguidamente es necesario representar los caminos básicos por los que puede recorrer el flujo.

Camino #1: 1-2-5

Camino #2: 1-2-3-4-5

Camino #3: 1-2-3-2-5



ANEXO 16

Ejemplos de Casos de prueba del OA-IE de Teoría de conjuntos

Caso de prueba. HU Evaluar intersección.

Descripción de la funcionalidad: En esta historia el usuario se auto evalúa en la operación de Intersección. Si los datos entrados por el usuario tienen el formato correcto estos son guardados y se muestra un mensaje que haga saber al usuario que la acción se desarrolló correctamente. En caso contrario se muestra un mensaje al usuario advirtiéndole del error cometido.

Condiciones de ejecución:

Flujo central: Opción del menú de evaluación “Intersección”.

Escenario: “Realizar evaluación Intersección”.

Tabla 20. Caso de prueba HU Realizar evaluación Unión

Clases válidas	Resultados esperados	Resultado de la prueba	Observaciones
Realizar evaluación de la operación Intersección entre conjuntos (el usuario selecciona para cada inciso los conjuntos para realizar la operación y llena los campos con las posibles respuestas en el formato especificado en el ejemplo).	Luego de realizar la evaluación, si el proceso ha sido correcto, la evaluación es guardada y se muestra un mensaje al usuario indicando que la evaluación fue realizada con éxito.		
Clases inválidas	Resultados esperados	Resultado de la prueba	Observaciones
Campos vacíos.	Se debe mostrar un mensaje indicando el error.		
Respuestas con formatos incorrectos.			



ANEXO 17

Ejemplos de interfaces del OA-IE de Teoría de conjuntos

Teoría de Conjuntos

Contenidos

- Teoría de Conjuntos
 - Teoría
 - Definiciones
 - Operaciones
 - Experimentación
 - Evaluación
 - Sobre el Applet

Matemática Discreta **Diferencia**

Sean A y B conjuntos, llamamos diferencia de A y B y lo denotamos por $A \setminus B$, al conjunto formado por los elementos que pertenecen a A, pero no a B, es decir: $A \setminus B = \{x | x \in A \wedge x \notin B\}$

Figura 16. Interfaz de la UI del OA-IE de Teoría de conjuntos.

Teoría de Conjuntos

Contenidos

- Teoría de Conjuntos
 - Teoría
 - Experimentación
 - Crear conjunto
 - Intersección
 - Unión
 - Diferencia
 - Diferencia Simétrica
 - Conjunto Potencia
 - Producto Cartesiano
 - Ayuda
 - Evaluación
 - Sobre el Applet

Producto Cartesiano

Seleccione los conjuntos X

$A = \{ a, c, v \}$
 $A = \{ a, c, v \}$

Resultado

$A \times A = \{ (a, a), (a, c), (a, v), (c, a), (c, c), (c, v), ($

Lista de Resultados

$A \times D = \emptyset$
 $A \times A = \{ (a, a), (a, c), (a, v), (c, a), (c, c), (c, v), ($

Figura 17. Interfaz de la unidad de experimentación de la Teoría de conjuntos

Teoría de Conjuntos

Conjuntos

- Teoría
- Experimentación
- Evaluación
 - Intersección
 - Unión
 - Diferencia
 - Diferencia Simétrica
 - Combinados**
 - Otros
 - Reporte de notas
 - Sobre el Applet

Ejercicios Combinados

Ej 5: \emptyset

a) $[E \cup Q] \setminus [S \cap J] = \{ \quad \}$

b) $[B \Delta [S \cup K]] \setminus K = \{ \quad \}$

c) $[I \cap Q \cap Q] \cup [B \setminus B] = \{ \quad \}$

d) $[P \Delta S] \setminus [V \Delta K] = \{ \quad \}$

e) $[H \Delta N] \cap [J \Delta [D \cup R]] = \{ \quad \}$

f) $[E \cup A \cup O] \cap [N \cup L \cup C] = \{ \quad \}$

Ejemplo: 1,2,q,4,5,d,3,e,a

Lista de Conjuntos

C = \emptyset

F = { 5 }

R = { z }

P = { 2, 4, 1 }

E = { 7, 8, u }

Copyright © 2012 UCI. 3 : 12 : 29

Figura 18. Interfaz de la evaluación de ejercicios combinados de Teoría de conjuntos.

Teoría de Conjuntos

Contenidos

Teoría de Conjuntos

- Teoría de Conjuntos
- Teoría
- Experimentación
- Evaluación
 - Intersección
 - Unión
 - Diferencia
 - Diferencia Simétrica
 - Combinados
 - Otros
 - Reporte de notas**
 - Sobre el Applet

Reporte de notas

Intersección

a) Correcto

b) Correcto

c) Incorrecto Su respuesta: { s } Respuesta correcta: { s, y }

d) Incorrecto Su respuesta: { d } Respuesta correcta: { 8, 4 }

e) Incorrecto Su respuesta: { b } Respuesta correcta: { q, 5, 1, f, z, 0 }

f) Incorrecto Su respuesta: R = \emptyset Respuesta correcta: { 7, 1 }

Total de puntos: 4/65 Nota: 2

Unión

a) Correcto

b) Correcto

c) Correcto

d) Incorrecto Su respuesta: { q, w, 2, 1, r, 8, 6, 0, 5, x, 4, g, a, p, m, n, t, v, w }

Figura 19. Interfaz de Reporte de notas en la Teoría de conjuntos