



LA ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA EN ENTORNOS INTERACTIVOS: UN ESTUDIO DE CASO

MSc. Alién García Hernández ^{1*}, Dr. Rosa Adela González Noguera ²

1* Universidad de las Ciencias Informáticas. Profesor Auxiliar. agarciah@uci.cu

2 Universidad de las Ciencias Informáticas. Profesora Titular. rosygonzan@uci.cu

Línea temática 5.

RESUMEN

La presente investigación está dirigida a contribuir al proceso de 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.

Palabras claves: estrategia metodológica, matemática discreta, objetos de aprendizaje interactivos y experimentales.

ABSTRACT

This research is intended to contribute to the learning process of Discrete Mathematics, taught at the University of Information Sciences (UCI) in the first year of studies in Computer Science Engineering (ICI). Analysis of the environment, development, validation, use and assessment: methodological and practical contribution strategy for the development and use of interactive and experimental learning objects (OA-IE), the strategy consists of five stages is proposed. The theoretical contribution is given by the definition of OA-IE. Shares of each stage are proposed considering both pedagogical and technological aspect.

Palabras claves: discrete mathematics, interactive and experimental learning objects, methodological strategy.

INTRODUCCIÓN



En la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), se cursa la carrera de Ingeniería en Ciencias Informáticas (ICI), cuyo objeto de profesión es el proceso de informatización de la sociedad; entendiéndose como tal, lo referido a su participación en el rediseño de los procesos de las organizaciones, en función de las necesidades para su informatización.

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 MD además tributa al pensamiento lógica y la algoritmización.

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. Entre las dificultades de mayor relevancia se encontraron: insuficiente utilización de las TIC en el PEA de la MD, 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. Los pocos Objetos de Aprendizaje 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. Por tal motivo el **objetivo** de esta investigación es 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 la presente investigación se realizó un estudio de los diferentes conceptos asociados a Objetos de Aprendizaje algunos de ellos fueron los definidos por (Chang, 2001), (IEEE, 2001), (Polsani, 2006), (Geiser, 2007), (Ruiz, 2006) y (Beck, 2008). Ninguna de las definiciones anteriores incluye la capacidad de experimentar ni de interactuar con el usuario, elemento clave dentro de las necesidades educativas de la en la UCI; por tal motivo el autor de la investigación define como Objeto de Aprendizaje Interactivo y Experimental (OA-IE) a un: ***“Software de contenido 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, y su principal potencial es la reutilización dentro de distintos contextos educativos, permitiendo la evaluación automatizada del aprendizaje del contenido”***. En este caso se concede una gran significación al carácter automatizado de la evaluación del contenido.

El enfoque teórico descansa en el histórico cultural de L. S. Vigotsky (Vigotski, 2003) y sus seguidores. Desde el punto de vista psicológico se tienen en cuenta la formación por etapa de las



acciones mentales de P.Y. Galperin (Galperin, 1988) y la importancia de la motivación para dar orientación, sentido e intención a cualquier actividad humana (Leontiev, 1983). Se asume que la orientación constituye una piedra angular que influye en la calidad del PEA, de acuerdo con (Castellanos, 2001), jugando en este sentido un papel protagónico la tutoría del profesor en la concepción de la estrategia que se propone.

DESARROLLO

La propuesta se concibe de acuerdo a la definición de estrategia metodológica de (García, Martínez, & González, 2011), en cuatro etapas que incluyen una serie de acciones interrelacionadas entre sí. Su objetivo principal es 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.. Sus actores lo constituyen el Profesor, el resto del Claustro de profesores y los estudiantes. Las etapas que la conforman son: análisis previo, elaboración de los OA-IE, validación de los OA-IE, utilización de los OA-IE, valoración y retroalimentación.

PRIMERA ETAPA: Análisis previo

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 2 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.

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 contendrán los 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).

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 1. 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

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.

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.

SEGUNDA ETAPA: Elaboración de los OA-IE

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.

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)**.

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.

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.

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**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.

Acción 2: Evaluación de los OA-IE

Se utiliza la Guía de evaluación de la calidad de objetos de aprendizajes establecida por (Toll, 2011). Se le aplica la guía de evaluación de objetos de aprendizajes a los especialistas seleccionados.

La guía está dada por tres apartados: 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.. 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.

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 otorgar la evaluación final.

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 5 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.
- 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.

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 teórica 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 le 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, los cuales pueden ser propuestos por los estudiantes de mayor aprovechamiento académico, brindándoles protagonismo y trabajando con las diferencias individuales.

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.

Acción1: 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.

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

La concepción de la estrategia en sus cinco (5) etapas garantiza el análisis previo para la elaboración de los OA-IE, la elaboración y validación de los mismos, un grupo de acciones para la utilización de los OA-IE dentro del PEA y la valoración y reajuste de la estrategia a partir de la satisfacción de los estudiantes a través de la interacción con los OA-IE, los resultados de los estudiantes y la retroalimentación recibida durante todo el proceso.

La estrategia que se propone no sólo contribuirá al PEA de la MD en la UCI, sino que propiciará un aprendizaje desarrollador de los estudiantes por priorizar su papel activo y tener en cuenta sus diferencias individuales, propiciando la autoevaluación del aprendizaje de los contenidos, sin que ello represente una mayor carga de trabajo para el profesor. Fue validada por trece (13) expertos, además por la realización de un pre-experimento, lo que permitió evaluarla de Muy Adecuada.

**Referencias bibliográficas**

- Beck, R. J. (2008). *Learning objects: what*. University of Wisconsin. Milwaukee. USA: Center of Interaction Education.
- Castellanos, D. (2001). *Hacia un aprendizaje desarrollador*. La Habana: Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona.
- Chang, M. E. (2001). Objetos de aprendizaje: una herramienta para la investigación educativa.
- Galperin, P. Y. (1988). Desarrollo de las investigaciones sobre las acciones mentales. Impresos. Universidad de la Habana. Cuba.
- 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).
- Geiser, G. (2007). Open educational practices and resources. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 4(1).
- IEEE. (2001). Learning Object Metadata Working Group. Retrieved 23 de marzo, 2013, from <http://itsc.ieee.org/wg12/index.html>
- Leontiev, A. N. (1983). *Actividad, conciencia y personalidad*. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.
- Polsani, P. R. (2006). Use and abuse of reusable learning objects. *Digital Information*, 3(4).
- Ruiz, R. E. (2006). Modelo de integración de competencias en Objetos de Aprendizaje. *Tecnologías y Educación a Distancia*.
- Toll, Y. d. C. (2011). *Guía de evaluación de la calidad de los Objetos de Aprendizaje producidos en la Universidad de las Ciencias Informáticas*. Unpublished Tesis para optar por el título de Máster en Calidad de Software, Universidad de las Ciencias Informáticas, La Habana.
- Vigotski, L. S. (2003). *A formacao Social da Mente* (J. C. Neto, S. S. M. Barreto & S. C. Afeche, Trans.). Sao Paulo: Martins Fontes.