

# Lecciones aprendidas en la impartición de la asignatura Matemáticas Discretas

Eduardo Sánchez-Ansola<sup>1</sup>, Rolando Acosta-Sánchez<sup>2</sup>, Alejandro Rosete-Suarez<sup>3</sup>, Perla Fernández-Oliva<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Calle 114 No. 11901 e/ Ciclovía y Rotonda, Marianao, La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Instituto de Meteorología de Cuba, Regla, La Habana, Cuba.

esancheza@ceis.cujae.edu.cu

## Resumen

En el presente trabajo se exponen las principales experiencias del colectivo de profesores que ha impartido la asignatura Matemáticas Discretas en la Facultad de Ingeniería Informática del “Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría” (CUJAE) durante el período que comprende los cursos desde 2007-2008 hasta 2014-2015. Los cursos han sido concebidos hacia la búsqueda de un aprendizaje desarrollador por parte del estudiante, su formación como un profesional capaz de aprender por sí mismo, así como hacia su desarrollo integral como futuro profesional de la Ingeniería Informática. Para ello, se han tenido en cuenta las categorías fundamentales de la didáctica desarrolladora. Además, se ha considerado la integración de la asignatura con el resto de las asignaturas del año y su tributo a las asignaturas de años superiores. Al finalizar el trabajo se muestran los resultados docentes alcanzados por los estudiantes en los cursos en cuestión y algunos análisis correspondientes a estos resultados. Estos análisis permiten obtener una retroalimentación de lo acaecido en estos cursos y así, mejorar la asignatura para los siguientes cursos.

*Palabras clave:* Aprendizaje desarrollador, Enseñanza – aprendizaje, Ingeniería Informática, Matemáticas Discretas.

## Abstract

On this paper there have been exposed the main experiences of the teamwork in charge of teaching the subject “Discrete Mathematics” at the Faculty of Computer Engineering from the “Polytechnic University José Antonio Echeverría” (CUJAE). This job covers the period from the course 2007-2008 until 2014-2015. The program have been conceived for the searching of a developer learning from the student side, his formation as a professional capable to learn by himself, as well as toward his integral development as a professional in the future. To do this,

we have taken into account the fundamental categories of educational developer. It has also considered the integration of this subject with the rest of the subjects corresponding to the same academic year and his legacy to the incoming subjects in the next courses. The outcomes achieved by students in the courses in question have been shown and there have been done an analysis in that regard. These analyzes allow to obtain a feedback of what happened in these courses and thus improve the course for the following courses.

*Keywords:* Computer/Software Engineering, Developer Learning, Discrete Mathematics, Teaching - Learning.

## 1. Introducción

La universidad cubana está caracterizada por no restringir o limitar el ingreso a ella a ningún joven interesado en incorporarse a esta. Siempre y cuando se cumplan los requisitos de entrada, digase, tener un título de bachiller y aprobar el sistema de pruebas de ingreso. Por esta razón, a la universidad llegan estudiantes con diferentes experiencias educacionales anteriores y diversas influencias culturales de la familia, la sociedad y las propias instituciones. Esto provoca que existan entre ellos diferentes estilos para aprender, lo que se une a las motivaciones e intereses personales. Todos estos factores deben tenerse en cuenta por el docente durante el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Un estudio realizado en la especialidad de informática del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (CUJAE) [1], identificó un grupo de insuficiencias en la enseñanza de la informática como objeto de estudio. Entre las deficiencias detectadas entonces se pueden citar: insuficiente dirección hacia el trabajo independiente de los estudiantes, débil vinculación con el perfil de la carrera, dificultades en el dominio de la esencia del contenido, clases donde predomina la actividad informativa por parte del profesor, poca utilización de software educativo de apoyo, bajo nivel de trabajo en el diseño de ejercicios, evaluaciones formales como diagnóstico, y pobre

motivación profesional entre otras.

La asignatura Matemáticas Discretas pertenece a la disciplina Inteligencia Artificial y aparece por primera vez en el *Plan D de Estudios de Ingeniería Informática* en la CUJAE. Se imparte regularmente en el segundo semestre de primer año en el curso regular diurno (CRD) y en el primer semestre de segundo año en el Curso por Encuentro (CPE). El programa de la asignatura fue desarrollado a partir del elaborado por los Profesores Leticia Arco, y Carlos García, ambos de la Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV).

A partir de las dificultades y señalamientos ya mencionados y detectados por [1], el colectivo de autores (actualmente profesores con más de tres años de experiencia impartiendo la asignatura) decidió seguir un conjunto de criterios, tanto para la confección del programa analítico de la asignatura, como para la selección de técnicas dentro del modelo de enseñanza–aprendizaje en su forma presencial.

Resultado de una investigación preliminar realizada durante el año 2006, mientras se concebía la futura asignatura, se pudo arribar a la necesidad de aplicar un conjunto de principios que se ya han experimentado en las condiciones actuales de la escuela cubana [2, 3], y que se recomiendan para una enseñanza y un aprendizaje desarrolladores:

- Diagnóstico integral de la preparación del alumno para las exigencias del proceso de enseñanza– aprendizaje, nivel de logros y potencialidades en el contenido de aprendizaje, desarrollo y afectivo valorativo.
- Estructurar el proceso de enseñanza–aprendizaje hacia la búsqueda activa del conocimiento por el alumno, teniendo en cuenta las acciones a realizar por este en los momentos de orientación, ejecución y control de la actividad.
- Concebir un sistema de actividades para la búsqueda y exploración del conocimiento por el alumno desde posiciones reflexivas, el cual estimule y propicie el desarrollo del pensamiento y la independencia en el escolar.
- Orientar la motivación hacia el objeto de la actividad de estudio y mantener su constancia. Desarrollar la necesidad de aprender y de entrenarse en cómo hacerlo.
- Estimular la formulación de conceptos y el desarrollo de los procesos lógicos del pensamiento, así como el alcance del nivel teórico, en la medida que se produce la apropiación de los conocimientos y se eleva la capacidad de resolver problemas.
- Desarrollar formas de actividad y de comunicación colectivas, que favorezcan el desarrollo intelectual, al lograr la adecuada interacción de lo individual con lo colectivo

en el proceso de aprendizaje.

- Atender las diferencias individuales en el desarrollo de los escolares, en el tránsito del nivel logrado hacia el que se aspira.
- Vincular el contenido de aprendizaje con la práctica social y estimular la valoración por el alumno en el plano educativo.

Es objetivo de este trabajo presentar las experiencias del colectivo de profesores de la asignatura Matemáticas Discretas de la CUJAE en el diseño y desarrollo de la misma, siguiendo las categorías fundamentales de la didáctica *métodos y medios de enseñanza, formas de organización y evaluación*. Así mismo, se presenta algunos resultados obtenidos en el desarrollo de la asignatura.

## 2. Contenido de la asignatura

La asignatura Matemáticas Discretas (MD), impartida en la carrera Ingeniería Informática en la CUJAE cuenta en su contenido con 6 temas fundamentales:

1. Lógica proposicional,
2. Teoría Combinatoria,
3. Análisis de Complejidad de Algoritmos,
4. Recursividad o Recurrencia,
5. Teoría de Grafos y
6. Teoría de Arboles

Cada uno de estos temas, tributa directamente a un aspecto fundamental de otras asignaturas de la carrera. Es por ello, que se puede considerar a la MD como una asignatura básica para la formación del ingeniero informático cubano.

En este sentido, cabe destacar que en el diseño de la asignatura se ha tenido en cuenta un aspecto imprescindible en la formación de un ingeniero como la interdisciplinariedad [4]. A continuación se señalan algunos puntos de contacto de la MD con otras asignaturas de la carrera.

- El tema de lógica, impacta directamente en las asignaturas de programación, específicamente en la introducción a la Programación (IP) impartida en el primer año de la carrera. Asimismo, influye en las asignaturas Introducción a la Inteligencia Artificial (IIA) e Inteligencia Artificial (IA).
- La teoría combinatoria, es un punto de contacto fundamental con la enseñanza de la asignatura Probabilidades y estadística (PE), impartida en el tercer año de la carrera. En esta asignatura es fundamental que los estudiantes lleguen con conocimientos básicos del tema en cuestión.

- El análisis de la complejidad de algoritmos y la recursividad, son temas indispensables en la enseñanza de la informática. Estos temas impactan directamente en las todas las asignaturas de programación impartidas en la carrera, así como en otras como IIA.
- La teoría de grafos y los árboles son temas que impactan directamente en las asignaturas Estructura de Datos I y Estructura de Datos II, dedicadas cada una a explicar cómo usar estas estructuras de datos. De igual forma, estos temas son relevantes para las asignaturas IA y Redes de Computadoras (RC), esta última impartida en tercer año de la carrera.

Respecto a los contenidos tratados, al revisar los currículos de Ciencias de la Computación (CS) [5] y de Ingeniería de Software (SE) [6] propuestos por la ACM/IEEE, se puede apreciar como los temas de la asignatura son importantes en estos. Los temas de la asignatura están cubiertos en las áreas del conocimiento Estructuras Discretas (DS) y Algoritmos y Complejidad (AL) presentes en dichos currículos. En especial, el currículo de CS muestra un ejemplo de curso homónimo del Union County College de los EE.UU, en el cual los temas que se imparten son muy similares a los que se describen en el trabajo.

Asimismo, se ha logrado identificar otras universidades del mundo con programas que cubren objetivos similares al nuestro y que tienen muchos puntos de contacto, por ejemplo se puede consultar [7, 8]. Las experiencias comentadas en estas publicaciones tienen mucha similitud con las que hemos podido constatar en nuestro entorno.

### 3. Métodos de enseñanza

Los métodos de enseñanza – aprendizaje pueden clasificarse de la siguiente forma según [9]:

- *Métodos expositivos*: La información parte de una exposición del docente.
- *Métodos de elaboración conjunta*: Conversación o diálogo que se establece entre docente y alumno.
- *Métodos de trabajo independiente*: El estudiante realiza tareas de manera independiente, bajo la dirección del profesor.

En el caso del diseño de la asignatura Matemáticas Discretas se combinaron los tres métodos para la obtención de la solución deseada:

- La elaboración conjunta se observa durante las conferencias, pues el estudiante debe llegar a esta con parte del contenido estudiado y el marco de la conferencia propicia debate sobre asuntos específicos que generaron algún tipo de

duda en los estudiantes. Igualmente en la clase práctica se hace uso de este método, haciendo énfasis en los casos de los ejercicios que presentan mayor dificultad, pues el profesor a partir de preguntas, se apoya en los estudiantes para dar la respuesta correcta a los mismos.

- El método expositivo es empleado esencialmente en la conferencia, sobre todo, en los casos en que el estudiante no haya logrado adquirir el grado de conocimiento deseado durante su estudio individual.
- El trabajo independiente se aplica tanto en la conferencia como en la clase práctica, pues en la conferencia se orientan los ejercicios que el estudiante debe resolver individualmente y presentar sus dudas e inquietudes en la clase práctica. De esta forma se asegura que el estudiante conoce con antelación los contenidos y ejercicios que se debatirán y realizarán en la pizarra.

### 4. Medios de enseñanza

Los medios de enseñanza deben considerarse en función de lo que hace el docente y en su importante papel en el aprendizaje de los estudiantes, responden a las preguntas: ¿con qué enseñar? y ¿con qué aprender? Existen numerosas clasificaciones de medios de enseñanza atendiendo a sus funciones. Se pueden clasificar en [10]:

- *Medios para la transmisión y apropiación del conocimiento*: Películas, videos, software educativo, libros de texto y manuales, enciclopedias y otras fuentes bibliográficas, objetos naturales y observados, medios planos y tridimensionales.
- *Medios de experimentación para el estudiante*: Herramientas, instrumentos de laboratorio, computadoras, cámaras fotográficas, videos, grabadoras de sonido, etc.
- *Medios para el entrenamiento*: Equipos y programas computarizados, simuladores que requieren habilidades manuales.
- *Medios para el control del enseñar y aprender*: Incluye desde las variantes de pruebas impresas hasta el uso de programas de computación para evaluar.

La asignatura Matemáticas Discretas hace uso tanto de los medios que con más frecuencia se utilizan en las aulas de las universidades cubanas, pizarra y libro de texto, como de otros menos comunes.

En la pizarra se escribe la información esencial organizada, con caligrafía clara y legible y con letra de tamaño tal que pueda ser apreciada desde todos los

ángulos del aula. Se elaboran esquemas gráficos que apoyen la información que se escribe y se construyen mapas conceptuales para organizar la información para el estudiante.

Todo el diseño de la asignatura se encuentra basado en el libro de texto [11], que constituye la bibliografía básica de la misma. Este libro es utilizado en varias universidades alrededor del mundo, como puede comprobarse en el prólogo del mismo. De esta forma se propicia al máximo posible el trabajo independiente del estudiante.

Se ha identificado que una de las principales debilidades de los estudiantes al ingresar a nuestro instituto es el poco hábito de lectura formado en las enseñanzas precedentes. Muchos no cuentan con la capacidad de interpretación que requerirá un futuro ingeniero informático y se comienza a trabajar este aspecto desde el mismo comienzo del curso. Durante la presentación de la asignatura se familiariza a los estudiantes con el libro de texto de acuerdo a sus principales características: secciones y capítulos, papel de las definiciones y ejemplos, ejercicios, etc. Uno de los motivos fundamentales por lo cual establecer el uso del libro de texto desde el comienzo es que se han identificado otras asignaturas en las que los estudiantes tienden a estudiar solamente por las presentaciones confeccionadas por los profesores para impartir las clases. Esto ocasiona que los estudiantes se limiten a estudiar solamente el contenido de exacto de la clase y no otros temas que pudieran ser útiles en su formación y en la propia asignatura.

Desde el primer día de clase los estudiantes tienen en la dirección electrónica de la asignatura un conjunto de materiales, dentro de los que se incluye una guía para el estudio individual. En esta guía se detallan, por semana docente, los temas que serán tratados, las secciones del libro de texto donde se reflejan y un conjunto de ejercicios propuestos para fijar los conocimientos y crear las habilidades requeridas en cada tema. El docente que imparte las clases tiene en su poder este material, con la selección de un conjunto de ejercicios a proponer durante su desarrollo (la selección se realiza observando aspectos como: los objetivos de la actividad, las habilidades que se desea desarrollar, y la complejidad y el tiempo de solución)

Un grupo de materiales complementarios se colocan en la misma localización. En ellos los estudiantes pueden consultar temas más específicos y/o de mayor actualidad y complejidad. Esta bibliografía complementaria generalmente se encuentra en idioma inglés, hecho que contribuye a la formación integral de los estudiantes al capacitarlos en la comprensión de esta lengua extranjera. Estas acciones engranan con las estrategias de la Facultad y del colectivo de año reflejadas en el Plan Director de Idiomas.

## 5. Formas de organización

Las formas de organización responden a las preguntas ¿cómo organizar el enseñar y el aprender? La forma de organización principal es la clase: donde los estudiantes se apropian de nuevos contenidos, desarrollan habilidades en vínculo con los conocimientos, y se realiza la sistematización y control del contenido. Otros procedimientos utilizados en la docencia son: dramatización, juego de roles, elaboración de resúmenes, cuadros sinópticos y esquemas lógicos, elaboración de historietas, juegos instructivos, empleo de software educativo, análisis de videos, excursiones, visitas a museos, trabajo de laboratorio, consulta de fuentes bibliográficas, elaboración de periódicos, murales, boletines, realización de paneles, seminarios y mesas redondas, y proyectos de investigación entre otras [12, 13].

Existen algunas concepciones tradicionales en la forma de impartir los diferentes tipos de clase dentro de un modelo presencial [14]:

- *Conferencias*: como norma general, parten de un problema que refleja la necesidad del contenido nuevo para solucionarlo. Se desarrollan, fundamentalmente, las invariantes de habilidad y conocimiento. Se estudian necesidades y métodos de trabajo de forma expositiva por parte del docente.
- *Clases prácticas y seminarios*: como regla general, se dirigen al estudio y la discusión de la fundamentación, así como a la ilustración de la solución de diferentes problemas integrales.
- *Clases de laboratorio*: de forma individual, el estudiante da solución práctica en la computadora a un grupo de problemas relacionados con la clase práctica anterior.

La asignatura Matemáticas Discretas está concebida orientada al trabajo independiente y el desarrollo individual del estudiante, y por tanto, cambia estas concepciones en cierta medida. Las conferencias son concebidas para el diálogo entre estudiantes y profesor sobre una determinada sección del libro orientada previamente. Durante su desarrollo se recalcan los conceptos fundamentales sobre el tópico tratado y se orientan los ejercicios que se van a resolver durante la clase práctica. Los ejercicios orientados están contenidos en el libro de texto, de forma tal que los estudiantes lleven los ejercicios resueltos a la clase práctica y se compruebe por parte del profesor la correcta realización y/o se corrijan los errores en los que se incurrió.

Como parte de la necesaria y útil integración de la asignatura con el resto de las asignaturas de la disciplina y de los temas de programación (medulares en nuestra especialidad), se ha concebido un grupo de ejercicios que se han denominado “Ejercicios Aplicados”. En estos ejercicios aplicados el estudiante tiene ejercicios de programación (relacionados a la asignatura *Introducción*

a la Programación) donde debe aplicar los principios lógicos enseñados en Matemáticas Discretas para determinar por ejemplo: condiciones de parada de un ciclo, cantidad de veces que se recorre una lista o arreglo, si un algoritmo dado es factible desde el punto de vista del cálculo de su complejidad, entre otras. A modo de ejemplo, la Figura 1 muestra dos de los ejercicios empleados en el tema “Lógica”.

**Ejercicio1:** Dado el siguiente arreglo, diga cómo se expresan en lógica las frases siguientes y diga su valor de verdad.

Índice	1	2	3	4	5	6	7
Arreglo	6	7	8	2	3	5	4

a) El tercer elemento es mayor que el cuarto.  
 b) La suma de los tres primeros es menor que la suma de los tres últimos.  
 c) Los cuatro primeros elementos están ordenados ascendentemente.  
 d) Los tres últimos elementos no están ordenados ascendentemente.

**Ejercicio2:** Diga si son equivalentes cada uno de los pares de las frases siguientes, identificando las proposiciones combinándolas usando conectivas y luego comparándolas usando tablas de verdad.

a) **Frase 1:**  
 $((x \text{ es mayor que } 4) \text{ y } (z \text{ es menor que } 8)) \text{ o } ((x \text{ es menor o igual que } 4) \text{ o } (z \text{ es mayor que } 5))$

**Frase 2:**  
 $((x \text{ es mayor que } 4) \text{ o } (x \text{ es menor o igual que } 4)) \text{ y } ((z \text{ es menor que } 8) \text{ o } (x \text{ es menor o igual que } 4)) \text{ o } (z \text{ es mayor que } 5)$

b) **Frase 1:**  
 $((\text{Edad es mayor que } 60) \text{ y } (\text{Sexo} = \text{Femenino})) \text{ o } (\text{Título} = \text{Ingeniero})$

**Frase 2:**  
 $\text{no}((\text{Edad es menor o igual que } 60) \text{ y } (\text{Sexo} = \text{Femenino})) \text{ o } (\text{Título} = \text{Ingeniero})$

Figura 1. Ejemplo de ejercicios empleados en el tema “Lógica” integrados con la asignatura Introducción a la Programación.

Durante el desarrollo de las actividades se emplean frases del héroe nacional cubano José Martí o de destacados científicos vinculadas a los temas de las clases como elemento cultural y de formación de valores. A modo de ejemplo, durante la clase de Inducción Matemática el profesor pudiese emplear la frase José Martí:

*“el verdadero genio generaliza siempre”.*

Durante la clase de demostraciones lógicas y argumentos válidos se puede emplear:

*“Se ha de vivir y morir abrazado a la verdad”.*

O en el primer día de clases como elemento motivador para fomentar el hábito de lectura en los estudiantes:

*“Saber leer es saber andar”.*

Los estudiantes las han acogido de forma muy satisfactoria, al punto de llegar a preguntar al profesor por “la frase del día” si este la omitiese. Asimismo se ha reflejado como un elemento destacado como “interesante” por los estudiantes en las encuestas anónimas que se hacen al finalizar la asignatura (PNI) y donde se pide que reflejen sus criterios clasificados en: positivos, negativos, interesantes y sugerencias.

## 6. Control y evaluación del aprendizaje

En correspondencia con las dificultades detectadas en los estudiantes de incurrir en finalismo (comenzar a estudiar con poco tiempo de antelación antes los exámenes) y en concordancia con la estrategia de enseñanza–aprendizaje diseñada, véase [15], el colectivo de la asignatura realiza evaluaciones de forma sistemática haciendo uso de varias técnicas: durante los cursos del 2007 al 2010, se realizaron cuatro evaluaciones parciales de 2 horas cada una (TCP) y un examen final de 4 horas (EF). En el resto de los cursos, con el objetivo de proveer más tiempo al resto de las asignaturas del primer año del estudiante y conciliado con el resto del colectivo de año, se optó por realizar tres evaluaciones parciales de 2 horas cada una y el correspondiente examen final. Asimismo, al final de cada clase práctica se realiza una evaluación escrita (PE) con el fin de determinar los niveles de concentración durante la actividad, así como la asimilación de los contenidos impartidos; al inicio de cada actividad el profesor comprueba el estudio individual mediante preguntas abiertas, y dirigidas sobre todo a los estudiantes que ha identificado con mayores dificultades en el aprendizaje.

Las PE se utilizan con el fin de realizar un diagnóstico de cada estudiante en cuanto a su desempeño durante la actividad docente. Se aplican de varias formas: en la forma clásica (el profesor aplica y califica), o dividiendo el aula por roles donde unos estudiantes califican el trabajo de sus compañeros y viceversa, o los profesores modelan la respuesta y los estudiantes se autocalifican. Fomentando así los valores de honestidad y evitando conductas fraudulentas. Asimismo, las PE permiten mantener a los estudiantes involucrados con la asignatura, pues sienten la necesidad de estudiar para obtener buenos resultados en estas pequeñas evaluaciones.

Cada semana se ofrecen consultas para aclaración de dudas. Estas se realizan todos los lunes (antes de la clase de conferencia) en el horario de la mañana con la intención de crear hábitos y propiciar la organización personal. La asistencia es voluntaria pero teniendo en cuenta los diagnósticos realizados por el profesor durante las conferencias y clases prácticas, los estudiantes que tienen menor rendimiento académico son citados a esta consulta, con el fin de puedan adquirir o consolidar aquellos conocimientos y habilidades que no lograron desarrollar durante las actividades de la semana precedente. Este espacio ha sido muy agradecido por los estudiantes pues en él pueden intercambiar con el profesor sin restricciones de tiempo sobre aquellos contenidos que les resultaron de mayor complejidad, y resolver ejercicios con mayor grado de dificultad. El espacio se mantiene abierto también para los estudiantes que, sin tener dificultades en la asignatura, deseen asistir.

Todas las evaluaciones (trabajos de control parcial,

preguntas escritas y participación en clase) apoyan el criterio del profesor y definen el derecho al examen final de la asignatura. Asimismo se valora la actitud ante el estudio, interés y participación en clases mostradas por el estudiante durante el semestre. Todos estos criterios son tenidos en cuenta para otorgar al estudiante la evaluación final de la asignatura.

Para evaluar y calificar cada examen realizado en la asignatura, el colectivo de profesores posee un conjunto de requisitos u objetivos que deben vencerse para aprobar esas evaluaciones. Estos objetivos, así como el valor cualitativo de cada posible respuesta se recogen en lo que se denomina clave de calificación.

A partir de esta clave todos los profesores pueden seguir un criterio similar para calificar a cada estudiante, incluso un profesor que no haya impartido la asignatura durante un curso puede ser capaz de realizar esta evaluación.

## 7. Resultados y discusión

Es importante destacar que en la universidad cubana los estudiantes cuentan con tres oportunidades para aprobar la asignatura: Examen Final (EF), Examen de Revalorización (R) y Examen Extraordinario (E). Cada oportunidad se lleva a cabo a partir de un examen de 4 horas de duración. Además, existe la posibilidad de una cuarta evaluación (Examen Especial, EE) para algún estudiante que haya presentado problemas médicos o similares que le impidieran participar en alguna de las tres evaluaciones establecidas.

Los resultados que se han obtenido a lo largo de los cursos han sido, en sentido general, satisfactorios. En la Figura 2 se puede observar un gráfico comparativo de los resultados de promoción en Ordinario (EF), Revalorización (R) y la promoción final (que incluye las tres convocatorias y eventualmente algún Examen Especial).

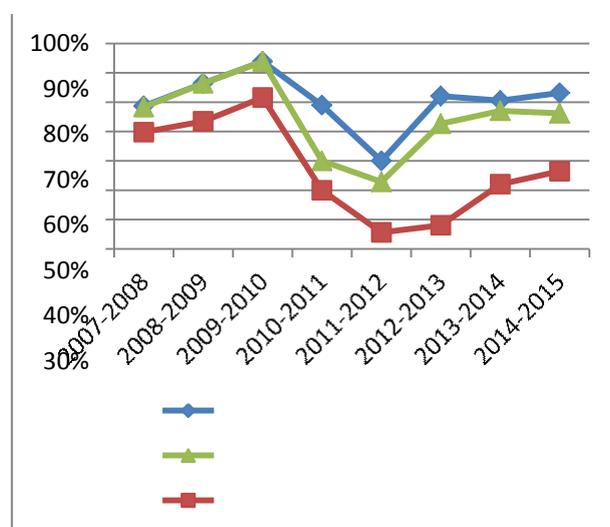


Figura 2. Promoción por años de la asignatura Matemáticas Discretas.

Se observa que los resultados se mantuvieron altos, alcanzando un pico en el curso 2009-2010. Luego de eso se produjo una caída significativa que tiene dos razones fundamentales: por una parte la calidad académica del estudiantado que comenzó a ingresar a la facultad después de ese momento fue menor que los años anteriores. Este hecho se puede constatar en los análisis docentes de todas las asignaturas [16, 17]. Por otra parte, durante este año se introdujo una modificación en las claves de calificación que ponderaba a todos los temas de la asignatura dándoles igual importancia; y obligaba al estudiante a aprobar todos los temas para poder aprobar el Examen Final (EE). Esta modificación surge a partir de reuniones interdisciplinarias con el objetivo de dar una mayor exigencia a objetivos que tributen a asignaturas de años superiores.

Los temas que tradicionalmente han presentado más dificultad para los estudiantes son (por orden de dificultad): Teoría Combinatoria, Análisis de la Complejidad de Algoritmos y Recursividad o Recurrencia. Este hecho ha sido considerado comprensible por un colectivo de profesores experimentado en temas de Álgebra, Probabilidades, y postgrado en Complejidad de Algoritmos; a los que se le presentó un trabajo científico con las experiencias en el marco de la Semana Tecnológica del Departamento de Matemática de la Facultad de Ingeniería Industrial [18].

Se puede notar que el efecto decreciente de la promoción se agravó en el curso sucesivo 2011-2012, manteniéndose como razón fundamental que la situación académica del estudiantado empeoraba aún. Este año incluso sucedió que muchos estudiantes no se presentaron a los exámenes o fueron invalidados a presentarse al Examen Final (EE) por bajo rendimiento docente.

Vale acotar que durante los cursos 2010-2011 y 2011-2012, el sistema de ingreso a la universidad cubana incluyó una variación con respecto al resto de los cursos tratados. Esta variación básicamente permitía que estudiantes suspensos en las pruebas de ingreso mencionadas en la introducción del trabajo (calificación menor de 60 puntos en base a 100 puntos) pudieran acceder a las aulas universitarias.

En el curso 2012-2013, producto en buena medida del trabajo metodológico del colectivo y no despreciando que se trató del primer año del período analizado en el cual al menos los estudiantes de sexo femenino que entraron a nuestra facultad debían tener las pruebas de ingreso con calificación superior a los 60 puntos, comenzó a verse una ligera mejora que ha progresado con el transcurso de los últimos años. Esta mejora se ha evidenciado más en los resultados luego de la realización de los exámenes de Revalorización (R) y Extraordinario (E), pues aun en el EF los resultados

siguen siendo inferiores a los iniciales.

Como comentario adicional al sistema de evaluación integral empleado, es necesario destacar que en varios de los cursos se han realizado exámenes de la dignidad (el profesor no se encuentra presente en el aula cuando los estudiantes se examinan), lográndose buena disciplina y comportamiento a partir de un destacado trabajo educativo del profesor.

Tradicionalmente se realizan exámenes de premios y competencias de habilidades enmarcados en la Jornada Científica Estudiantil de la Facultad. En estos exámenes se ha observado una buena participación de los estudiantes de segundo año, aspirantes sobre todo al examen de premio; y de primer año, motivados con la competencia de habilidades. La competencia de habilidades para los estudiantes de primer año, se toma como un criterio adicional que permite premiar al estudiante (según sus resultados) con la convalidación del examen final o de determinados temas.

Como parte de la evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje de la asignatura se realiza durante la última actividad del curso una encuesta anónima para recibir la valoración de los estudiantes sobre las actividades, forma de impartir el curso, y desempeño de los profesores, entre otros aspectos. En estas encuestas los estudiantes deben manifestar elementos positivos, negativos e interesantes (PNI) así como sugerencias. Los resultados son tomados en cuenta para mejorar el trabajo del colectivo de profesores para los próximos cursos. Es necesario mencionar que se ha observado a través de los cursos un alto grado de satisfacción por parte de los estudiantes hacia la asignatura.

## Conclusiones

- Los 6 temas incluidos en la asignatura son muy similares a los incluidos en las áreas de conocimiento Estructuras Discretas (DS) y Algoritmos y Complejidad (AL) de los currículos de Ciencias de la Computación e Ingeniería de Software de la ACM/IEEE.
- Se ha logrado el objetivo esencial de que los estudiantes empleen el libro de texto, y guíen su estudio por él. Es uno de los principales objetivos del colectivo de la asignatura, del año y de la Facultad de Ingeniería Informática, formar hábitos de lectura y comprensión en los estudiantes de primer año.
- Se ha fortalecido el trabajo independiente de los estudiantes, quienes han mostrado capacidad para prepararse de forma individual para las actividades de la asignatura, fomentándose así los valores de responsabilidad y espíritu de superación

profesional.

- Se ha fortalecido cada vez más la contribución de la asignatura con el resto de las asignaturas del semestre así como con las asignaturas de los semestres posteriores. Logrando así el objetivo de la interdisciplinariedad en la carrera.
- Se ha valorado de positivo la realización de evaluaciones sistemáticas en todas las actividades, aunque resulta trabajoso para los profesores. No obstante, el colectivo de profesores en la asignatura suele mantenerse estable y todos los que en algún momento la han impartido manifiestan siempre su deseo de volver a ella.
- El sistema de consultas para los estudiantes fijado un día de cada semana ha contribuido a que los estudiantes sientan que tienen espacio “sin restricciones de tiempo” para intercambiar con el profesor y aclarar sus dudas. Los resultados docentes obtenidos se pueden clasificar como satisfactorios y en avance.
- Se han identificado los temas que mayor complejidad tienen para los estudiantes y se ha redistribuido la cantidad de horas que se les dedica a los mismos.
- Los métodos para impartir la asignatura han ido evolucionando cada año a partir de las experiencias del colectivo. Resultados, proyectos, y forma de hacer, se han expuesto a la valoración de profesionales de la pedagogía en la búsqueda de intercambiar experiencias [18, 19].

## Agradecimientos

El colectivo de autores desea reconocer profundamente el trabajo de todos los profesores que han integrado el colectivo a través de estos cursos. Por temor a cometer una omisión involuntaria no se reflejan los nombres. Llegue a todos ellos nuestro más sincero agradecimiento por el trabajo continuo y dedicado.

Desea agradecer a los profesores: Leticia Arco y Carlos García, ambos de Universidad Central Marta Abreu de las Villas (UCLV) por su gran contribución y apoyo durante la elaboración del primer Programa Analítico para el curso 2007-2008.

A los profesores: Dr. Exiquio Claudio Leyva Pérez y MSc. Irene López Valdez por haber aportado los datos de los informes docentes necesarios para el análisis estadístico de promoción. Ambos en calidad de Vicedecanos Docentes de la Facultad de Informática del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría

(CUJAE) en diferentes períodos.

## Referencias

- [1] R. Rodríguez Lamas, "Reflexiones sobre la enseñanza de la Informática.," in Preparación Pedagógica Integral para Profesores Universitarios, ed La Habana, Cuba: Editorial Félix Varela, 2003.
- [2] M. Silvestre Oramas and J. Zilberstein Toruncha, Aprendizaje, educación y desarrollo. La Habana, Cuba: Pueblo y Educación, 1999.
- [3] M. Silvestre Oramas and J. Zilberstein Toruncha, ¿Cómo hacer más eficiente el aprendizaje? México: Ediciones CEIDE., 2000.
- [4] L. Milevicich and A. Lois, "Interdisciplinarietà. Un aspecto clave en la formación actual del ingeniero.," Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación, Diciembre 2014 2014.
- [5] A. f. C. M. Joint Task Force on Computing Curricula and I. C. Society, Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. New York, NY, USA: ACM, 2013.
- [6] M. Ardis, D. Budgen, G. W. Hislop, J. Offutt, M. Sebern, and W. Visser, "SE 2014: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Software Engineering," Computer, vol. 48, pp. 106-109, Noviembre 2015 2015.
- [7] M. Dogerty, "LA EXPERIMENTACIÓN EN LOS PROCESOS FORMATIVOS EN MATEMÁTICA DISCRETA," Revista Digital de la Facultad de Ingenierías "Lámpasakos", vol. 1, pp. 24-27, 2011.
- [8] A. Flores, "DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA FORMACIÓN EN MATEMÁTICA DISCRETA," Revista Digital de la Facultad de Ingenierías "Lámpasakos", vol. 1, pp. 28-33, 2011.
- [9] L. Klingberg, Introducción a la didáctica general: Pueblo y Educación, 1978.
- [10] C. G. Mugarra Romero, H. Pérez Rodríguez, and A. Bujardón Mendoza, "Consideraciones sobre la educación en valores a través de los medios de enseñanza-aprendizaje," Humanidades Médicas, vol. 11, pp. 538-558, 2011.
- [11] R. Johnsonbaugh, Discrete Mathematics, Fourth Edition. ed. vol. 2. Lebanon, Indiana: Prentice Hall, 1997.
- [12] M. De Guzmán Ozámiz and D. Gil Pérez. (1993). Tendencias innovadoras en educación Matemática. Available: <http://www.oei.org.co/oeivirt/edumat.htm>
- [13] C. Quaas and N. Crespo, "¿Inciden los métodos de enseñanza del profesor en el desarrollo del conocimiento metacomprendido de sus alumnos?," Revista signos, vol. 36, pp. 225- 234, 2003.
- [14] A. S. Morer, "Educación a distancia, educación presencial y usos de la tecnología: una tríada para el progreso educativo," Edutec: Revista electrónica de tecnología educativa, p. 1, 2002.
- [15] M. González Peiteado, "Los estilos de enseñanza y aprendizaje como soporte de la actividad docente," Revista Estilos de aprendizaje, vol. 11, pp. 51-70, 2013.
- [16] E. C. Leyva Pérez, "Informes docentes y tablas comparativas de los cursos académicos 2007- 2008, 2008-2009, 2009-2010," F. d. I. I. d. I. S. P. J. A. E. (CUJAE), Ed., ed. La Habana, Cuba, 2010.
- [17] I. López Valdez, "Informes docentes y tablas comparativas de los cursos académicos 2010- 2011, 2011-2012, 2012-2013," F. d. I. I. d. I. S. P. J. A. E. (CUJAE), Ed., ed. La Habana, Cuba, 2013.
- [18] A. Rosete-Suárez and R. Socorro, "Experiencias en la Enseñanza de la Matemática Discreta en el Plan D de Ingeniería Informática," presented at the Primera semana Tecnológica, Departamento de Matemática General, Facultad de Ingeniería Industrial, La Habana, Cuba, 2008.
- [19] F. D. L. C. Fernández Reyes and R. Acosta- Sánchez, "Experiencias en la enseñanza de las Matemáticas Discretas en el Curso Regular Diurno de la Especialidad Informática.," in Primer Taller Internacional FIMAT XXI, Holguín, Cuba, 2009P.

*Dirección de Contacto del Autor/es:*

**Eduardo Sánchez-Ansola**

*Calle 114 # 11901 e/ Ciclovía y Rotonda Marianao, La Habana Cuba*

*e-mail: [esanchez@ceis.cujae.edu.cu](mailto:esanchez@ceis.cujae.edu.cu)*

**Rolando Acosta-Sánchez**

*La Habana Cuba*

*e-mail: [racostas.ao@gmail.com](mailto:racostas.ao@gmail.com)*

**Alejandro Rosete-Suárez**

*Calle 114 # 11901 e/ Ciclovía y Rotonda Marianao, La Habana Cuba*

*e-mail: [rosete@ceis.cujae.edu.cu](mailto:rosete@ceis.cujae.edu.cu)*

**Perla Fernández-Oliva**

*Calle 114 # 11901 e/ Ciclovía y Rotonda Marianao, La Habana Cuba*

*e-mail: [perla@ceis.cujae.edu.cu](mailto:perla@ceis.cujae.edu.cu)*