

## UN MODELO MATEMATICO DEL CONTENIDO DE PLANES DE ESTUDIO UNIVERSITARIOS

José Manuel Ruiz Socarras, Gaspar Barreto Argilagos, Ramón Blanco Sánchez  
Universidad de Camagüey. (Cuba)

[Jose.ruiz@reduc.edu.cu](mailto:Jose.ruiz@reduc.edu.cu), [jruizsocarras@yahoo.es](mailto:jruizsocarras@yahoo.es)

Campo de investigación: modelos matemáticos. Nivel educativo: superior

Palabras clave: modelo, organización, contenido, currículum, grafo

### Resumen

El objetivo del trabajo fue elaborar una metodología que facilite una organización flexible del contenido de planes de estudio universitarios, fundamentada en un modelo teórico elaborado al efecto. Se utilizó fundamentalmente el método sistémico estructural funcional, con un enfoque matemático que utiliza elementos de la Teoría de Grafos para modelar matemáticamente el contenido del plan de estudio mediante un grafo, lo que permite distribuir las diferentes agrupaciones o arreglos de contenido como un todo, identificándolo con un problema secuencial que puede ser resuelto mediante métodos secuenciales.

### El Modelo

Al modelar la organización del contenido de planes de estudio universitarios, se aprecia que la misma se compone de dos tipos de organización: de tipo espacial y de tipo temporal, cronológico o en el tiempo. En el primer tipo, se producen diferentes agrupaciones o arreglos de contenido, que en su conjunto conforman el contenido del plan de estudio como un todo; mientras que en el segundo tipo se produce el ordenamiento en el tiempo de dichas agrupaciones, a partir de determinados tipos de relaciones que se dan entre tales agrupaciones. A partir de tales ideas el autor realiza las siguientes definiciones:

Definición: Un macrocomponente es la unidad básica de contenido, considerada como elemento que no es divisible respecto a la organización del contenido del plan de estudio, en el espacio y en el tiempo; que respeta la lógica de la ciencia y que es portador de conocimientos, habilidades y valores necesarios para el logro de los objetivos que se persiguen en diferentes momentos del proceso de formación del profesional.

De la anterior definición se destacan los siguientes aspectos esenciales que caracterizan a un macrocomponente:

- *El macrocomponente como necesidad para el logro de objetivos*, expresa la relación dialéctica entre las categorías didácticas de Objetivo y de Contenido.
- *El macrocomponente compuesto por conocimientos, habilidades y valores*, significa que debe permitir el desarrollo de habilidades y la formación en valores.
- *El macrocomponente respecto a la lógica de la ciencia*, significa que se respeta la lógica de la ciencia tanto hacia el interior del macrocomponente, como hacia su exterior en relación con las dependencias e independencias (vínculos) que pueden existir entre diferentes agrupaciones de contenido que se quiere transcurran paralelamente a dicho macrocomponente, en determinado momento del proceso de formación del profesional.
- *El macrocomponente como unidad básica de contenido (elemento indivisible) para la organización del contenido del plan de estudio*, significa que la organización tanto en el espacio como en el tiempo del contenido del plan de estudio se realiza a través del macrocomponente.

Por otra parte, la existencia o no de dependencias entre los diferentes arreglos de contenido, se traduce ahora en hablar de dependencia o independencia entre macrocomponentes, las que obviamente se generan a partir de las relaciones intermaterias que se establecen entre los conocimientos y habilidades que conforman a los diferentes macrocomponentes, pero que toman un significado especial en el contexto del profesional que se quiere formar en una carrera en particular. Es decir, el autor considera que este tipo de relación intermateria a nivel de la lógica de la ciencia de la que se nutre, puede variar en el marco de una profesión, atendiendo a sus particularidades y por tanto el autor introduce la siguiente definición de relación de necesidad entre macrocomponentes.

Definición: Entre dos macrocomponentes  $x_i$  y  $x_j$  existe la relación de necesidad  $(x_i, x_j)$ , si para el estudiante aprender al menos una porción de  $x_j$ , debe haber aprendido al menos una porción  $x_i$ , en cuyo caso se dice, de forma simplificada, que  $x_j$  necesita de  $x_i$ . En caso contrario, se dice que entre ambos macrocomponentes no existe relación de necesidad o que  $x_j$  no necesita de  $x_i$ .

Esta definición permite diferenciar la posición que ocupa cada macrocomponente como parte del contenido del plan de estudio, lo que a su vez clasifica las relaciones de necesidad en dos tipos:

- Relación de necesidad que es de precedencia o simplemente relación de precedencia, en cuyo caso el macrocomponente  $x_i$  está obligado a preceder al macrocomponente  $x_j$ .
- Relación de necesidad que no es de precedencia o simplemente relación de no precedencia, en cuyo caso el macrocomponente  $x_i$  no está obligado a preceder al macrocomponente  $x_j$ , pero si está obligado a no sucederlo o sea a no sobrepasarlo en el tiempo.

Pero no todas las relaciones de necesidad tienen igual significado o incidencia en el proceso enseñanza aprendizaje, es decir, no tienen igual intensidad, de ahí que el autor introduzca el concepto de Peso de la Relación para significar a través de una escala la incidencia que tiene dicha relación en el proceso enseñanza aprendizaje.

De esta forma la organización tanto espacial como en el tiempo del contenido del plan de estudio, permite al estudiante abordar dicho contenido a través de una sucesión en el tiempo de periodos o niveles, conformados cada uno por macrocomponentes y de manera que un macrocomponente se encuentra ubicado en un solo nivel, lo que llevó al autor a las siguientes definiciones de Nivel de Organización del contenido y Esquema o formato del plan de estudio.

*Definición: Un Nivel de Organización es un intervalo de tiempo en el que se ubican uno o más macrocomponentes como objeto de enseñanza aprendizaje simultáneamente y de manera que un macrocomponente no puede ubicarse en más de un nivel. Por su parte el conjunto de los niveles de organización del contenido del plan de estudio conforman el Esquema o formato del plan de estudio.*

Como se puede apreciar, el autor concibe la organización del contenido del plan de estudio en macrocomponentes distribuidos en el tiempo, genera un *esquema o formato del plan de estudio*, conformado por un *sistema de niveles de organización*, que es el que se asume para la carrera. Debe notarse que el número de estos niveles para una carrera dada, no está preestablecido, sino que se obtiene en el propio proceso de organización y en general varía de una carrera a otra. La duración en el tiempo de cada nivel es también en general variable, así como el número de macrocomponentes que en él se ubican.

El problema de distribuir los macrocomponentes de manera que se satisfagan la mayor cantidad posible de relaciones de necesidad, pero con flexibilidad, es un problema difícil y

complejo de solucionar, dado por el número de macrocomponentes y de relaciones entre ellos, por lo que se requiere del empleo de métodos que permitan obtener la solución sobre una base cada vez más científica.

Según Kaufmann (1978) en el estudio de los fenómenos de organización, la teoría de las redes o Teoría de Grafos, puede ser eficaz en la resolución de ciertos problemas secuenciales, o sea, problemas que consisten en colocar en cierto orden cronológico operaciones que no son generalmente independientes y que hacen intervenir disponibilidades y recursos, aplicación de técnicas y distribución de tiempos. Ciertas operaciones elementales no pueden efectuarse más que con la condición de que ciertas otras hayan sido terminadas, pero varias operaciones pueden ser simultáneas. Se supone que ninguna de las operaciones puede ser fraccionada y que el intervalo de tiempo transcurrido entre la iniciación de una operación y la iniciación de la siguiente es determinado y conocido. Una red así construida no debe contener ningún circuito, de lo contrario el problema no tendría sentido.

Como se observa, el problema de la distribución de los macrocomponentes, se puede identificar a la luz de la Teoría de Grafos como un problema secuencial y puede ser resuelto mediante la utilización de métodos secuenciales.

La utilización de la Teoría de Grafos como modelo matemático del contenido del plan de estudio, tiene sus bases, en la relación sistema - modelo, como parte de uno de los diferentes enfoques de los que se han nutrido desde sus inicios los intentos por crear una Teoría General de Sistemas: el enfoque matemático. El enfoque matemático de la Teoría General de Sistemas (TGS) presupone considerar al sistema como un modelo matemático de las relaciones entre sus componentes. Ha aportado a la TGS tanto las ventajas como desventajas propias de la utilización de la Matemática en cualquier disciplina.

Como ventajas está la precisión de las formulaciones, la brevedad de la exposición, el rigor de la deducción y en la toma de decisiones, la facilidad en la realización de inferencias. Para Langefors (1982) la Matemática indispensable para la descripción formal y el análisis más fundamental de los sistemas es tan sencilla que parece muy justificado que se familiarice con ella todo aquel que desee estudiar o aplicar métodos de sistemas. Artola (1989) señala que la necesidad de optimizar las decisiones que son adoptadas en los sistemas organizativos de gran complejidad dio lugar, en los últimos decenios, al nacimiento y desarrollo de nuevas corrientes científicas. En particular han alcanzado un notable auge disciplinas como la Investigación de Operaciones y la Teoría de Sistemas. En los sistemas organizativos es posible la adopción de decisiones óptimas a partir de un criterio formulado para todo el sistema, pero – continua Artola - la aplicación práctica de esta idea se ha visto limitada entre otras cosas porque la toma de decisiones se ha venido definiendo con la ayuda de la intuición humana.

Como desventajas de este enfoque está que en muchos sistemas es difícil especificar de forma precisa sus estados y postular las leyes dinámicas que determinan su progresión, cuestiones estas necesarias para poder definir con precisión el sistema mediante el enfoque matemático, mientras que a veces se puede decir mucho más acerca de los sistemas si no se intentan tales especificaciones precisas y se hacen valer las ventajas de procedimientos heurísticos especiales. Otra desventaja está en el peligro que suponen ciertas simplificaciones que hay que hacer para lograr el empleo de ciertos métodos matemáticos, lo que puede alterar el grado de generalidad de la teoría y por otro lado se corre el riesgo de confundir la exactitud de la matemática con la del sistema que se representa, suponiéndose que el resultado matemático es identificable a una conclusión teórica. Langefors plantea que el tratamiento matemático completo solo es posible para ciertas clases de sistemas pues hay sistemas complejos que no

admiten aplicar el enfoque analítico, sino solo el razonamiento conceptual e informal porque sus propiedades son excesivamente complejas o indefinidas.

Debe aclararse que el autor comparte el criterio de Sosa (1970) al expresar que el modelo matemático puede ser usado para representar algunos aspectos de un modelo teórico, lo cual no significa ni que el modelo matemático es un modelo teórico, ni que el modelo teórico sea reducible a un modelo matemático.

En resumen, en este trabajo se entiende por organización del contenido del plan de estudio, un proceso que comienza con un diseño inicial de los macrocomponentes, que a través de sucesivas aproximaciones conducen a su diseño final. Este proceso de aproximaciones sucesivas se produce a través de la distribución de los macrocomponentes en el tiempo que dura la carrera, teniendo en cuenta satisfacer la mayor cantidad posible de relaciones de necesidad, pero con flexibilidad que permita satisfacer también determinados requerimientos pedagógicos, las características del CES en donde se desarrolla el proceso y propiciando la participación activa del estudiante. El proceso concluye con la determinación de variantes de esquemas o formatos para el plan de estudio que se generan en el propio proceso de organización y se lleva esto a una negociación Institución-Estudiante.

Este tipo de organización que se propone, se diferencia de la forma tradicional de realizar la organización en los siguientes aspectos que la caracterizan:

- Se adapta el esquema o formato del plan de estudio a la organización en el tiempo de los macrocomponentes y el cumplimiento de un sistema de principios didácticos.
- Esquema o formato heterogéneo: cantidad de macrocomponentes por nivel y duración de los niveles, variables.
- Existencia de diferentes esquemas a negociar para un mismo grupo estudiantil, que participa activamente de la organización.

Observe que la forma tradicional de realizar la organización se caracteriza por:

- Esquema o formato preestablecido: la organización en el tiempo de los macrocomponentes se adapta o está condicionada por dicho formato.
- Esquema homogéneo: igual o muy poca diferencia en la cantidad de macrocomponentes por nivel y además igual esquema para carreras diferentes o sea con diferentes contenidos.
- Esquema único: no se le brinda al estudiante diferentes esquemas, a negociar cual o cuales asumir para un mismo grupo estudiantil.

La forma de realizar la organización que el autor propone, tiene en cuenta los siguientes factores:

- La lógica de la profesión, toda vez que en el diseño inicial de los macrocomponentes se tiene en cuenta los diferentes objetivos o propósitos a alcanzar en los diferentes momentos del proceso de formación del profesional.
- La lógica de la ciencia, toda vez que la organización en el tiempo de los macrocomponentes se hace sobre la base de satisfacer la mayor cantidad posible de relaciones de necesidad.
- La lógica pedagógica, por cuanto se atiende al cumplimiento de determinados principios didácticos.
- La participación activa del estudiante, al permitirles negociar el orden de cursar determinadas macrocomponentes.

- Los intereses del Centro de Estudios de Educación Superior (CES), por cuanto el profesor al negociar con el estudiante y tomar decisiones, tiene en cuenta las fortalezas, debilidades y en general las características del CES en que se realiza la organización.

De esta forma la organización propuesta se caracteriza por:

- Mayor respeto a la lógica de la ciencia
- No se adapta a un esquema o formato preestablecido, sino que el esquema se adapta a ella.
- Esquema heterogéneo: cantidad de macrocomponentes por nivel y duración de los niveles, variables.
- Aumento del número de niveles y disminución del número de macrocomponentes por nivel, así como la duración de cada nivel.
- Diferentes esquemas a negociar con un mismo grupo de estudiantes, sin afectar la calidad de la organización.

Este tipo de organización tiene como ventajas:

- Permite una participación activa del estudiante, así como un mayor protagonismo profesional.
- El estudiante alcanza mayores niveles de autonomía, compromiso, motivación e interés.
- El profesor puede realizar un mayor y trabajo diferenciado con los estudiantes.
- Se propicia la permanencia del estudiante en la carrera, la no repitencia y los porcentajes de graduados.
- Existen menos violaciones de precedencias y simultaneidad entre macrocomponentes.
- Se concentra el trabajo docente en periodos de menor tiempo.
- Se propicia la adaptación del proceso docente educativo a las características del CES.

## **La Metodología**

Una metodología basada en el modelo anterior, para la organización del contenido, consta de las siguientes etapas:

### *Etapa de Diseño*

Objetivo: Determinar los macrocomponentes.

Acciones principales.

- Definir esquema o formato inicial del plan de estudio.
- Definir propósitos por niveles del esquema inicial.
- Determinar los macrocomponentes.
- Determinar las relaciones de necesidad con sus correspondientes pesos de la relación.

### *Etapa de Distribución*

Objetivo: Obtener el esquema del plan de estudio sobre la base del cual se negociará con el estudiante.

Acciones principales

- Determinación y rompimiento de circuitos.
- Distribución de los macrocomponentes por niveles.
- Reducción de niveles.
- Satisfacción de nuevas relaciones de necesidad.

- Negociación de diferentes variantes de organización.

#### *Etapas de Precisión*

Objetivo: Obtener los objetivos por niveles.

Acciones principales: Precisión de los propósitos y definición de objetivos.

### **Conclusiones**

Es posible y conveniente modelar la organización del contenido de planes de estudio universitarios, como un proceso que comienza con un diseño inicial de los macrocomponentes, que a través de sucesivas aproximaciones conducen a su diseño final.

Este proceso de aproximaciones sucesivas se produce a través de la distribución de los macrocomponentes en el tiempo que dura la carrera, teniendo en cuenta satisfacer la mayor cantidad posible de relaciones de necesidad, pero con flexibilidad que permita satisfacer también determinados requerimientos pedagógicos, las características del CES en donde se desarrolla el proceso y propiciando la participación activa del estudiante.

El proceso concluye con la determinación de variantes de esquemas o formatos para el plan de estudio que se generan en el propio proceso de organización y se llevan a una negociación Institución - Estudiante.

El proceso de organización requiere del concepto matemático de Grafo, como modelo matemático del contenido del plan de estudio, dado la complejidad de dicho proceso, al mismo tiempo que le aporta científicidad a la toma de decisiones respecto a la organización que se asuma.

### **Referencias bibliográficas**

- Álvarez, C. (1988). *Fundamentos teóricos de la dirección del proceso de formación del profesional de perfil amplio*. Universidad Central de Las Villas.
- Cruz, S. (1998). *Modelo de Actuación Profesional: una propuesta viable para el diseño curricular de la educación superior*. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente.
- MES (2003). Documento base para la elaboración de los Planes de estudio D. Cuba: MES.
- Fuentes, H. (2000). *Modelo Curricular con base en competencias profesionales*. Santa Fe de Bogotá:
- Gimeno, J. (1996). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Ediciones Morata.
- González, L. (1977). *Introducción a la teoría y aplicaciones de las redes*. La Habana: Editorial Pueblo y Educación.
- Jaramillo, M. (2004). La importancia de la negociación para el diálogo político: experiencias de formación en América Latina. *Perspectivas*. XXXIV (2):69-82.
- Salgado, J. (1979). Importancia de las relaciones intermaterias y su preparación con métodos matemáticos en el aumento de la calidad de la enseñanza. *Educación*. IX (32):71-98.
- Tyler, R. (1986). *Cómo organizar las actividades para un aprendizaje efectivo*. En *Principios básicos del currículum*. (pp.85-106). Buenos Aires: Troquel.
- Zapata, P. (2001). Una aplicación de la teoría de conjuntos, la lógica de proposiciones y la teoría de grafos al análisis de mapas conceptuales. *TED Tecne, Episteme y Didaxis*. (10):79-88.