

## LA RETICULACION COMO UNA APLICACION DE LA TEORIA DE SISTEMAS, EN LA ELABORACION DE PLANES Y PROGRAMAS DE ESTUDIO

**JOSE FRANCISCO ALVARADO GARCIA y JUAN MANUEL ROBREDO USCANGA**[1]Licenciados en psicología, UNAM, investigadores del Centro de Evaluación y Planeación Académica del Colegio de Bachilleres.

Uno de los principales problemas en la elaboración de planes y programas de estudio es el establecimiento de criterios para determinar cuáles contenidos deben ser incluidos en ellos, cómo seleccionarlos de la gran masa de conocimientos que se han generado hasta la actualidad, cómo estructurarlos y cómo presentarlos para su comunicación, considerando el nivel de un determinado ciclo educativo, sus relaciones con otros niveles, el espacio temporal que ocupa dentro del sistema educativo y su relación con el desarrollo de los estudiantes, cuyo aprendizaje se trata de propiciar como intención fundamental de la escuela.

Los intentos de responder a las cuestiones anteriores han generado la búsqueda de estrategias conceptuales y metodológicas que permitan abordar los problemas de prefigurar las acciones educativas, considerando la mayor cantidad posible de elementos que inciden en ellas, así como sus relaciones.

La reticulación, tal como ha sido descrita en un artículo anterior,<sup>1</sup> es una de dichas estrategias y representa una opción para elaborar planes y programas de estudio, que concibe el fenómeno educativo desde una perspectiva holística, como una totalidad, entendiendo que las partes no sólo se hallan en interacción y conexión internas y así forman un todo, sino que éste se crea continuamente a sí mismo cuando sus elementos interactúan dinámicamente en un cierto contexto. Al abordar el fenómeno educativo, se establece que presenta una estructura y un proceso definidos por las acciones de sujetos (alumnos, profesores, técnicos, funcionarios, etc.) que cumplen un papel social y, por lo tanto, están determinados por las restantes estructuras sociales, pero a la vez son defintorios de ellas.

Para concebir al fenómeno educativo de esta manera, la reticulación echa mano de la noción de sistema, entendido como un conjunto de unidades o elementos relacionados y conectados para formar un todo, donde la idea principal es el orden. Es importante enfatizar los conceptos de interconexión e interdependencia en la definición de sistema, la cual debe abarcar, como aspectos esenciales:

- Una representación conceptual de una totalidad.
- La interrelación o conexión de los elementos constitutivos de esa totalidad.
- La función teleológica o finalidad del sistema.
- La ubicación de éste dentro de un ambiente o contexto.
- La función explicativa del sistema.

Los sistemas contienen una estructura, constituida por la descripción y ordenación de sus elementos, y una función que señala la dirección de las relaciones entre dichos elementos y la evolución o proceso determinado por éstas. La estructura es la forma del sistema, es decir, las relaciones entre las partes que conforman una totalidad. Estas relaciones pueden ser, entre otras de tiempo, jerárquicas o lógicas. Piaget (1980)<sup>2</sup> ha identificado entre las estructuras fundamentales las de orden, que se refieren a las relaciones antecedente-consecuente, y las estructuras topológicas fundadas en nociones de vecindad, contigüidad y límite. Los conceptos de totalidad, elemento y relación son muy útiles en el campo de la planeación, y sus abstracciones pueden ser llevadas al campo de la educación de manera ventajosa; por ejemplo, una totalidad puede ser una disciplina y sus elementos, los conceptos relacionados en términos de antecedente-consecuente. Sin embargo,

---

<sup>1</sup>Alvarado, F. y J, Robredo. Reticulación: una estrategia para la elaboración de programas do estudio. México: Colegio de Bachilleres, Centro de Evaluación y Planeación Académica. Julio de 1984.

la representación de una totalidad, dada la cantidad de elementos y sus diversos niveles de generalidad, puede ser complicada. De ahí la necesidad de una forma de representación sencilla, que permita visualizar los elementos en sus diferentes niveles y sus relaciones.

La teoría de grafos, debido a su versatilidad para representar estructuras, ha sido usada para identificar relaciones entre elementos (Salazar, 1979),<sup>3</sup> (González y Jackson, 1979)<sup>4</sup> y es uno de los fundamentos de la reticulación.

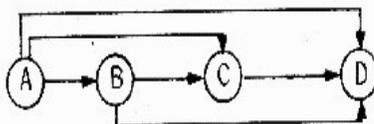
La teoría de grafos se centra sobre todo en estructuras; un grafo es un modelo[1]Licenciados en psicología, UNAM, investigadores del Centro de Evaluación y Planeación Académica del Colegio de Bachilleres. que nos permite apreciar diferentes aspectos del fenómeno estudiado, es un conjunto de puntos (vértices) que conceptualmente representan los elementos del sistema (contenidos, habilidades, procesos, objetivos, productos, etc.) y de segmentos (ramas o arcos) que los interconectan, los cuales indican sus relaciones.

Si el grafo tiene una dirección determinada, se llama digrafo y las líneas son flechas. La figura de un grafo sugiere una red de comunicación o mapa organizador.

Un grafo, más que una estructura geométrica, es una estructura topológica, ya que la distancia entre los puntos conectados no forma parte de su definición. Únicamente se señala el hecho de que dos puntos están o no conectados; estas características topológicas son con frecuencia las más importantes en la descripción de varios sistemas (Rapoport, 1981).<sup>5</sup>

Algunas propiedades de los grafos que deseamos destacar son:

- a) Sus vértices presentan valencias o grados, entendidos como el número de ramas que concurren o inciden en cada vértice y se simbolizan con una “g”; son positivos cuando las ramas salen del vértice y negativos cuando llegan a él. El análisis de grados tiene una aplicación tecnológica potencialmente valiosa para la programación, en la detección de nódulos o puntos de intersección, es decir, zonas de vinculación entre contenidos. Un ejemplo de análisis de grados es el siguiente:



Donde:

El vértice A tendrá un grado de + 3

El vértice B tendrá un grado de + 2, -1

El vértice C tendrá un grado de + 1, -2

El vértice D tendrá un grado de - 3

A través de este análisis podemos detectar aquellos vértices que, si tienen un grado positivo muy alto, son fundamentales como originadores de otros (por ejemplo el elemento A); si tienen un grado negativo muy alto, tienen también gran importancia puesto que representan las síntesis o integraciones de los anteriores (como en el caso del elemento D), y si tienen grados -ya sea positivos o negativos- bajos (como los vértices B y C), son elementos puente o de conexión.

<sup>2</sup>Piaget, J. El estructuralismo. España: Oikos-Tau, 1980, p. 29.

<sup>3</sup>Salazar, J. Enfoque de sistemas en la educación. Teoría de gráficas. México. Limusa, 1979, p. 17.

<sup>4</sup>González, M. y D. Jackson. Introducción a la teoría de gráficas en el campo de la educación. México ANUIES, 1979, p. 36.

<sup>5</sup>Rapoport, A. “Los usos del isomorfismo matemático en la teoría general da sistemas” en Bertalanffy, L., et al., Tendencias en la teoría general de sistemas. España: Alianza Editorial, 1981, pp. 77-78.

b) Son conexos, y se puede llegar a cualquier vértice a través de las ramas, esto es, un grafo forma una sola figura. Los caminos o paseos que se pueden dar siguiendo las ramas son de dos tipos:

- Paseo abierto o trayectoria, que se inicia en un vértice y termina en otro distinto.
- Paseo cerrado, que se inicia y termina en el mismo vértice.

La importancia de esta propiedad está muy relacionada con la concepción holística de la teoría de sistemas, donde todos los elementos se encuentran en constante interacción; esto en la programación significa que podemos iniciar el proceso de estructuración de los contenidos en un concepto para, finalmente, terminar en él mismo (paseo cerrado) o iniciar en un concepto y terminar en otro (paseo abierto).

c) Son topológicos contienen por lo menos dos puntos, los cuales están interconectados, no importa la distancia que haya entre ellos ni la forma geométrica que tenga la conexión. Es importante destacar esta propiedad porque permite establecer relaciones de diversos tipos, como la que se puede dar entre dos contenidos muy alejados temporalmente.

d) Pueden presentar isomorfismo, que es la correspondencia biunívoca al comparar dos grafos; éstos son equivalentes porque tienen un mismo número de vértices y sus relaciones son iguales, así como sus grados o valencias. El concepto de isomorfismo sugiere que varios campos de la ciencia, o distintas disciplinas, pueden ser estudiados y enseñados de manera similar al equiparar la forma en que se relacionan sus elementos, lo cual facilita la transferencia.

Los grafos han sido utilizados como métodos de análisis o para representar un fenómeno. Aproximaciones concretas de la teoría de grafos serían, entre otras, las siguientes:

- La diagramación por bloques, la cual, según Budde (1972),<sup>6</sup> es aplicable principalmente para secuencias lineales de procesos, contenidos, actividades, etc. Las principales ventajas de esta técnica son que presenta una panorámica total del objeto en cuestión así como los pasos a seguir y su secuencia.
- Otra aproximación es el enrejado (lattice), que según Foster<sup>7</sup> es una técnica de análisis de abstracciones complejas, tales como una meta, un objetivo, un procedimiento, un problema, etc., que muestra las relaciones entre todos sus componentes.
- Al respecto Budde<sup>8</sup> menciona que el enrejado es ventajoso porque permite una diagramación multidimensional, con posibilidad de aislar alguna dirección para su análisis; además que permite una presentación de elementos primarios y sus relaciones con elementos secundarios.

Una aproximación más es la retícula, en la que se combinan elementos de la diagramación por bloques y el enrejamiento, además de agregar otros elementos, como veremos posteriormente. Es un modelo gráfico que muestra los contenidos de un programa de estudios y sus relaciones, en un eje temporal que designa la carga horaria correspondiente a cada uno de ellos. Las relaciones entre los contenidos, según este modelo gráfico, se dan en tres niveles macro, meso y micro.

Una retícula es un modelo digráfico, puesto que da dirección a las relaciones entre contenidos; topológico, puesto que permite establecer relaciones entre diferentes elementos, independientemente de la distancia que exista entre ellos; multidimensional, ya que permite establecer relaciones entre ejes de diferente índole, y simétrico, puesto que requiere un equilibrio entre los contenidos y la carga horaria asociada con ellos.

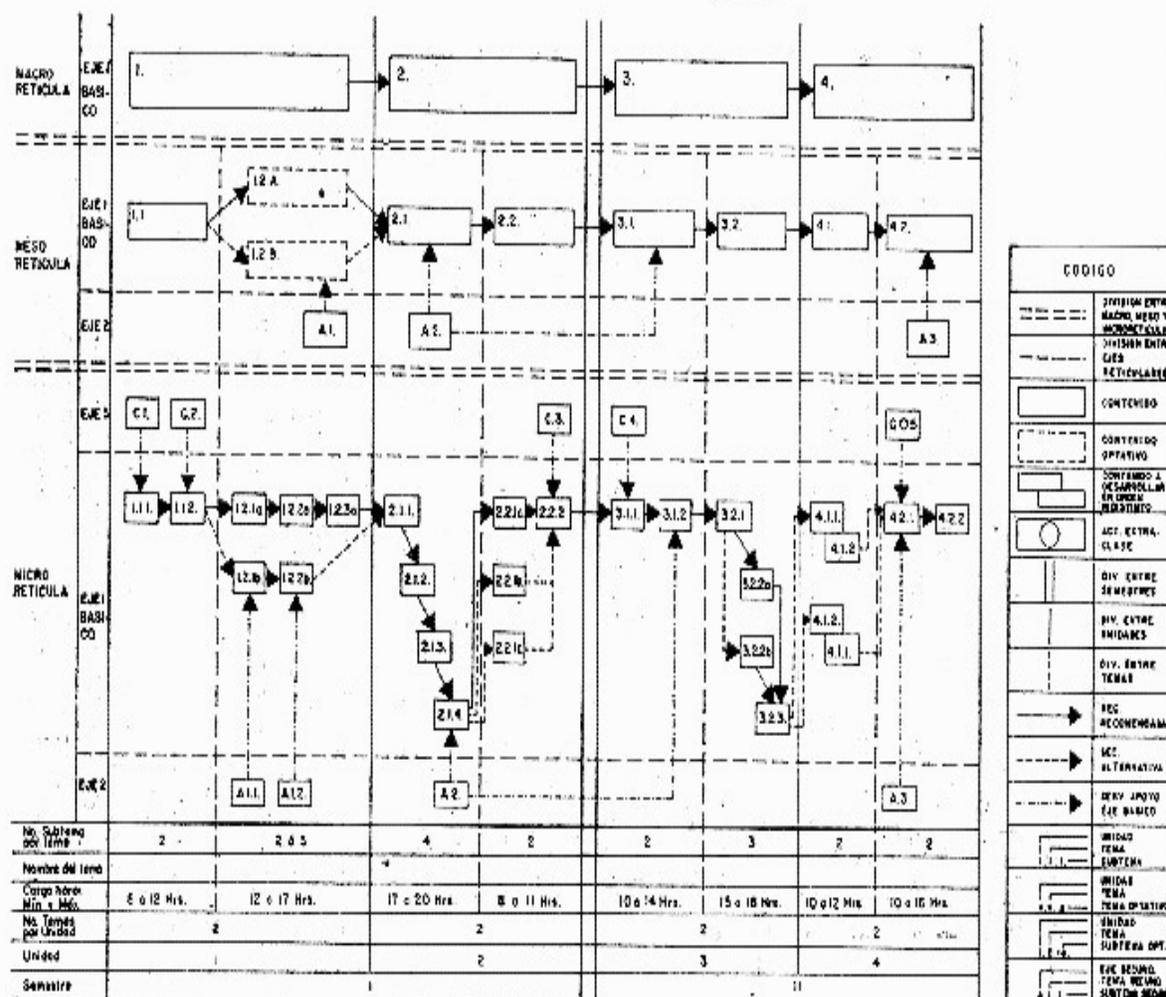
---

<sup>6</sup>Budde, J. Systems models: solutions for complex educational problems. USA: Parsons Research Center. Working Paper No. 269. Abril, 1972, p. 6.

<sup>7</sup>Foster, R. W. The technique and use of latticing to analyze systems. Mecanograma, s.p.i.

<sup>8</sup>Budde, op. cit., pp. 7-8.

Un modelo de retícula es el siguiente:<sup>9</sup>



### Elementos del modelo de retículo

#### ■ Identificación

En la parte superior del modelo se anotan los datos que identifican la retícula en cuestión:

- Area a la que pertenece la retícula.
- Retícula de: (aquí se anota el nombre de la materia correspondiente.)
- Asignaturas: (se anotan con números romanos, los cursos que constituyen la materia I, II, etc.)
- Carga horaria por asignatura.

#### ■ Contenidos

<sup>9</sup>Tronco común, estrategia de programación reticular." Documento de trabajo. México: Dirección General de Educación Media Superior, SEP, 1983, s/p.

- En la retícula todos los contenidos están enmarcados por un rectángulo y tienen asociado un número de identificación.
  - El rectángulo puede estar señalado con línea discontinua, lo que significa que se trata de un contenido optativo; también puede incluir algún otro símbolo cuyo significado depende de las necesidades concretas de programación.
  - El número de identificación de un contenido representa su grado de desagregación con respecto a otro; así, un contenido identificado como 1.1.1. es un contenido particular que forma parte de otro identificado como 1.1., y ambos fueron desagregados del contenido identificado como 1. En los contenidos optativos se incluye también una letra que representa dicha opción.
  - En la retícula los contenidos están distribuidos de izquierda a derecha, en una determinada secuencia que representa la dimensión temporal. Esto significa que un contenido debe abordarse por completo antes de pasar al siguiente.
- Relaciones
- Las relaciones entre contenidos se representan por medio de flechas.
  - La punta de la flecha señala la dirección de la trayectoria de servicios entre los contenidos.
  - Las flechas pueden ser horizontales, verticales, inclinadas o quebradas, según las necesidades de representación, pero nunca se orientan de derecha a izquierda debido a que se trata de una secuencia temporal progresiva y no retroactiva.
  - Una flecha continua significa una relación fuerte entre contenidos; una flecha discontinua significa una relación más débil o, en su caso, una trayectoria alternativa.
  - Las trayectorias alternativas consideran diferentes necesidades institucionales o posibilidades de adaptación a las condiciones grupales.
  - La relación más usual entre contenidos es la antecedente- consecuente. Esto significa que un contenido tiene todos los elementos epistemológicos necesarios y suficientes para poder abordar el siguiente.
  - Otro tipo de relación es la interacción o causalidad recíproca, la cual establece que determinados elementos de un contenido prestan un servicio a otro contenido pero que, a su vez, ciertos elementos de este último son necesarios para abordar aquél. Esta relación establece que ambos contenidos deben prestarse el servicio que requieren, antes de abordar un tercer contenido.
- Niveles de estructuración
- Macro-retícula.  
Se localiza en la parte superior de la retícula. Representa a las unidades de contenido de la materia, así como las relaciones entre dichos contenidos.
  - Meso-retícula.  
Se localiza debajo de la macro-retícula y se encuentra separada de ésta por una doble raya, horizontal y discontinua. Está constituida por los temas desagregados a partir de las unidades y por las relaciones entre dichos contenidos, las cuales deberán ser congruentes con la macro-retícula.
  - Micro-retícula.  
Se localiza debajo de la meso-retícula y está separada de ella también por una doble raya, horizontal y discontinua. Está constituida por los subtemas desagregados de la meso-retícula y por las relaciones entre ellos. Estas relaciones deben ser congruentes con la lógica de las relaciones establecidas tanto en la macro como en la mesoretícula.

- Ejes reticulares
  - Se localizan en cada nivel de estructuración y se encuentran separados entre sí por una línea horizontal discontinua. Los contenidos en la macro, meso y micro-retícula se organizan a lo largo de un eje básico; es decir, la trayectoria fundamental de articulación de los conocimientos. Sin embargo, según las características de la materia y las necesidades de programación, es posible identificar otros ejes de contenidos secundarios que corren paralelos al eje básico y cuya función primordial es auxiliarlo. Estos ejes pueden ser, entre otros: eje contextual, eje de apoyo, eje de investigación, eje de evaluación, etc.
  - En el eje básico se representa la trayectoria didáctica más conveniente a juicio de los programadores, para desarrollar los contenidos del curso. Conviene destacar que se trata de una recomendación, por lo que el profesor puede modificar la secuencia de acuerdo con sus experiencias, las condiciones del grupo, de tiempo, materiales, etc.
  
- Dosificación y distribución de contenidos
  - La dosificación de contenidos y su distribución temporal se identifican en la retícula mediante líneas verticales. Estos cortes son muy importantes pues permiten una adecuada administración de los contenidos, la cual toma en consideración la importancia académica de éstos, así como los límites temporales existentes.
  
- Cortes de la retícula
 

Existen tres tipos de cortes verticales:

  - División entre semestres. Se representa con una línea doble, continua y vertical que divide a la retícula en tantos segmentos completos como asignaturas constituyan a la materia. En el caso en que la materia se componga de un solo curso, esta división no aparece.
  - División entre unidades. Se representa con una línea continua vertical que va desde los grandes bloques de la macro-retícula, hasta el renglón denominado “unidad”, localizado en la sección de acotaciones. Este corte incluye una unidad, los temas y subtemas desagregados a partir de ella, así como sus respectivas cargas horarias.
  - División entre temas. Se indica mediante una línea discontinua vertical que se inicia en los temas, en la meso-retícula, y termina en el renglón denominado “cargas horarias mínima y máxima por tema” de la sección de acotaciones. Este corte incluye un tema y los subtemas desagregados a partir de él, así como su carga horaria.
  
- Sección de acotaciones
  - En la parte inferior de la retícula está ubicada una sección de acotaciones que contiene los datos referidos a la dosificación de contenidos y a su distribución temporal. En esta sección se indican las unidades, el número y/o nombre de los temas por unidad, el número de subtemas por tema, las cargas horarias mínima y máxima por tema, así como la división entre semestres.
  - La importancia de esta sección de la retícula radica en que permite al profesor observar de manera clara y concisa, a partir de datos cuantitativos, las cargas y pesos académicos asociados a los contenidos, facilitando así la elaboración del plan de clase.
  
- Código
  - Este elemento está ubicado, propiamente, fuera de la retícula, contiene los signos gráficos utilizados para conformar a la retícula, así como una breve descripción de ellos.

## REFERENCIAS

- Alvarado, F. y J. Robredo. Reticulación: una estrategia para la elaboración de programas de estudios. México: Colegio de Bachilleres, Centro de Evaluación y Planeación Académica. Julio de 1984.
- Budde, J. Systems models: solutions for complex educational problems. USA: Parsons Research Center. Working Paper No. 269, abril, 1972.
- Foster, R. W. The technique and use of latticing to analyze systems. Mekanograma s.p.i.
- González, M. y D. Jackson. Introducción a la teoría de gráficas en el campo de la educación. México: Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior. 1979.
- Piaget, J. El estructuralismo. España: Oikos-tau. 1980. Rapoport, A. "Los usos del isomorfismo matemático en la teoría de sistemas" en Bertalanffy, L., et al., Tendencias en la teoría general de sistemas. España Alianza Editorial. 1981.
- Salazar, J. Enfoque de sistemas en la educación. Teoría de gráficas. México: Limusa. 1979.
- "Tronco común, estrategia de programación reticular." Documento de trabajo. México: Secretaría de Educación Pública, Dirección General de Educación Media Superior. 1983.