

ORGANIZACIÓN DEL CONTENIDO DE LA DISCIPLINA MATEMÁTICA PARA CIENCIAS TÉCNICAS

José Manuel Ruiz Socarras, Gaspar Barreto Argilagos, Ramón Blanco Sánchez
Departamento de Matemática, Facultad de Informática, Universidad Cuba
de Camagüey
jose.ruiz@reduc.edu.cu

Campo de investigación: Educación a distancia

Nivel: Superior

Resumen. Existe una fuerte tendencia de reducción cada vez mayor del número de horas presenciales en el nivel de pregrado y postgrado, y el empleo de modelos pedagógicos enmarcados en la nueva corriente conocida como "blended", que combinando las ventajas de lo presencial y de lo no presencial, ofrece la alternativa de la semi presencialidad. Surge así el problema de cómo abordar el mismo contenido, en cada vez menor cantidad de actividades presenciales, manteniendo iguales niveles de calidad que en el modelo presencial. Los autores del trabajo consideran que parte de la solución a dicho problema está en la organización del contenido según un enfoque sistémico estructural funcional, lo que significa organizar el contenido a partir de las estructuras funcionales estables, sobre el principio de la facilidad que tiene el hombre de asimilar conocimientos estructurados que fragmentarios.

Palabras clave: semipresencial, modelo pedagógico, organización del contenido

La Nueva Universidad cubana

Con el triunfo de la revolución cubana en 1959, la universidad cubana abandona su carácter elitista y entre otros aspectos, se diversifican los tipos de cursos para facilitar los estudios de nivel superior a los trabajadores. No obstante en la actualidad se continúan desarrollando importantes transformaciones dirigidas a ampliar las posibilidades de estudios superiores a los sectores sociales menos favorecidos del país, a partir de una visión mas integral de los conceptos de equidad y justicia social, y sobre la base del revolucionario concepto de acercar la universidad hasta el lugar donde residen o trabajan las personas.

Con ello surge una nueva cualidad de la universidad, que radica en su presencia, cada vez con mayor intensidad, en todos los municipios del país.

La universidad cubana para enfrentar tales demandas, tiene que realizar profundas transformaciones, que caracterizan lo que se ha denominado Nuevo Modelo de Universidad, en respuestas a los actuales retos de nuestra sociedad y en general a las transformaciones que tienen lugar en el mundo en la ciencia y en la tecnología.

Así pues, dentro de las responsabilidades sociales de la Nueva Universidad Cubana están:

- El pleno acceso y elevación de los niveles de permanencia y egreso.
- Lograr una universidad ajustada a su contexto.

Dentro de las políticas y estrategias que se trazan para enfrentarlas se pueden citar:

- El perfeccionamiento continuo de planes y programas de estudio, en un proceso formativo en el que el estudiante tiene un papel activo y protagónico.
- La implementación de nuevos modelos pedagógicos, dentro de los que se destaca su mayor flexibilidad.

Por tales motivos se ha diseñado un modelo pedagógico que se enmarca en la nueva corriente conocida como "blended", que comienza a imponerse internacionalmente y que ha dado paso a la llamada modalidad semi presencial, b-learning o modelo bimodal.

Este nuevo modelo representa una posición intermedia entre el llamado aprendizaje electrónico (e-learning o educación a distancia) y la enseñanza tradicional o modelo presencia y sus características fundamentales son:

- Flexible: para que pueda adaptarse a diversas situaciones laborables, a particularidades territoriales y al ritmo individual de aprovechamiento académico del estudiante.
- Estructurado: para favorecer la organización y desarrollo del aprendizaje.
- Centrado en el estudiante: para que sea capaz de asumir de modo activo su propio proceso de formación.

- Con actividades presenciales sistemáticas: que posibiliten, en función del tiempo disponible, que los profesores guíen, apoyen y acompañen a los estudiantes.

Así pues, en la actualidad el 80 % de los estudiantes universitarios en Cuba cursan estudios en la modalidad semipresencial. Por su parte la educación a distancia va pasando también paulatinamente a modalidad semipresencial y en el caso de los cursos regulares diurnos que responden a una modalidad presencial, se plantea la utilización tanto de medios como de métodos acordes al modelo semipresencial. En resumen, el modelo pedagógico semipresencial es y está llamado a ser el que prevalezca en la educación superior cubana.

La utilización de este modelo en Cuba, ha conllevado a la reducción cada vez mayor del número de horas clases presenciales, en comparación con el modelo tradicional, aunque se mantienen iguales propósitos u objetivos a lograr en los estudiantes y por tanto no se reducen los contenidos de los planes de estudio ni se renuncia a lograr altos niveles de calidad del egresado.

Surge así el problema de cómo abordar el mismo contenido de una disciplina, en cada vez menor cantidad de actividades presenciales.

En relación con la implementación del modelo semipresencial, el Ministerio de Educación Superior cubano (MES), ha implementado un plan de acción dentro del cual se plantea la necesidad de lograr una adecuada preparación metodológica de los profesores en la modalidad semipresencial. En consecuencia con ello la Universidad de Camagüey, Cuba, ha trazado dentro de sus prioridades para el trabajo metodológico del curso escolar 2006-07, el empleo de métodos adecuados para un tratamiento semipresencial en todas las modalidades de estudio. En particular, este trabajo trata acerca de la organización del contenido de la disciplina matemática, acorde a la reducción cada vez mayor de actividades presenciales, lo cual constituye una línea del trabajo metodológico del departamento de matemática de la Universidad de Camagüey.

Así pues, el objetivo del presente trabajo es orientar a profesores de matemática que laboran en carreras de Ciencias Técnicas, acerca de la organización del contenido matemático con un enfoque sistémico y ahorro de tiempo en cuanto a cantidad de actividades presenciales.

Organización del contenido

En la actualidad una organización adecuada del proceso de enseñanza aprendizaje requiere fundamentalmente poseer:

- Un ordenamiento que favorezca el aprendizaje.
- Integración temática.
- Mayores niveles de esencialidad.
- Adecuada secuencia lógica y pedagógica.

Por tanto los autores del presente trabajo consideran que una adecuada organización del contenido se logra si el mismo se organiza según un enfoque sistémico estructural funcional, lo cual significa organizar el contenido:

- A partir de las características estructurales funcionales denominadas Estructuras estables (Invariantes del sistema).
- Y de forma relacionada o estructurada, teniendo en cuenta que por la particularidad psicofisiológica del hombre, es mas fácil asimilar conocimientos estructurados (relacionados) que información fragmentaria (Dimova, 1981).

Estructura estable (Invariante del sistema)

Diversos autores utilizan el concepto de "invariante", como componente esencial del contenido en el proceso de enseñanza aprendizaje del mismo. Entre ellos se encuentra Reshetova, 1988. Por su parte Álvarez, 1988, habla en términos de invariantes de

conocimientos, núcleos básicos o ideas rectoras e invariantes de habilidad. Mas recientemente y con un carácter mas general, fuentes, 2000, introduce el concepto de invariante de contenido, el que incluye las invariantes de conocimientos e invariantes de habilidad, así como valores profesionales.

Un análisis y síntesis de tales denominaciones, permiten concluir que, en general se entiende por invariante de conocimientos, los conocimientos más generales o esenciales que subyacen en la base de toda la estructura del sistema de conocimientos y de los que se infiere el resto de los conocimientos de carácter particular y singular. Por su parte, se entiende por invariantes de habilidades, a las habilidades de alto grado de generalización, fundamentales o esenciales, que permiten al sujeto actuar ante múltiples objetos y situaciones particulares. Se construyen sobre la base de habilidades más simples.

Sin embargo, Blanco, 1998, introduce el concepto mas general aun de estructura estable, el que define como, los elementos o el elemento que permanece fijo dentro de un concepto y también las operaciones u operación que es necesario repetir para ejecutar una acción o acciones que conforma una habilidad dada y si estas operaciones o conceptos son utilizados didácticamente para lograr una enseñanza sistémica, entonces son estructuras estables utilizables como recursos didácticos. De esta manera, el concepto de estructura estable permite ampliar el concepto de invariante, aunque toda invariante es a su vez una estructura estable.

Conocimiento estructurado o relacionado

La importancia que para el proceso de enseñanza aprendizaje tienen que entre las diferentes partes componentes del contenido se establezca al relación que existe entre ellos es algo que desde Comenio¹ (1592-1670) era reconocida. El señalaba como uno de

¹ Juan Amos Comenio (Comenius, en latín) escritor y pedagogo checo. Lo más destacado de su producción son sus tratados y estudios pedagógicos. Su mayor obra pedagógica es Didáctica Magna (1632)

los requisitos generales para aprender y enseñar, la relación entre las cosas. Así mismo planteaba que la solidez para aprender y enseñar se logra entre otras cosas si:

- Se tratan las cosas sin separación.
- Todo lo posterior se fundamenta en lo anterior. Dispónganse los estudios de tal manera que los posteriores tengan su fundamento en los que preceden y estos se afirmen y corroboren con los que van después. En este método natural todos los antecedentes deben servir de base a los consiguientes, de otro modo no podría haber solidez en lo que se haga.
- Todo lo coherente se enlaza siempre.

Por su parte, la Dialéctica como teoría del desarrollo y de los nexos universales, considera que para conocer realmente un objeto es necesario estudiarlo en todos sus aspectos y nexos.

Así mismo y en la actualidad, dentro del constructivismo como plataforma para aprender significativamente, Lara, 1997, señala como uno de los requisitos para el aprendizaje constructivista, que se relacione la nueva información con los conocimientos previos, los cuales son los fundamentos de la construcción de los nuevos significados, porque como señala Voss, 1978, lo importante para aprender algo no es lo que se va a aprender, sino lo ya aprendido, porque es con o que tiene que relacionarse para que adquiera significado. Según Lara, los alumnos tienen dificultades para vincular la nueva información con los conocimientos previos, cuando no se lo proponen, o cuando la información es poco clara, está desorganizada o de alguna forma carece de sentido.

Ejemplificación en el tema de ecuaciones diferenciales

Algunos ejemplos de estructuras estables del tema son:

- *Método de enseñanza aprendizaje por problemas*

Teniendo en cuenta tanto la fundamentación de la disciplina matemática como su objetivo general instructivo, así como el papel que desempeñan las ecuaciones diferenciales como modelos matemáticos de infinidad de problemas de la ciencia y la técnica, es que entendemos como fundamental en la disciplina la utilización del método de enseñanza aprendizaje por problemas, entendiendo como tal, la presentación al inicio de cada nuevo tema de problemas docentes o sea problemas dentro del proceso de enseñanza aprendizaje que simulen problemas científicos y prácticos, a situaciones concretas de la vida y sobre todo que se relacionen con la futura actividad profesional del estudiante. De esta forma se abordará el nuevo contenido como una necesidad para la resolución de dichos problemas y en función de ellos, sin caer en posiciones pragmáticas.

Este método consta de los siguientes pasos y constituye una estructura estable:

1. Modelación matemática.
2. Resolución del modelo.
3. Interpretación de la solución.

Los modelos matemáticos de acuerdo al tipo de fenómeno que modelen pueden ser determinísticos o probabilísticos (estocástico). La resolución del modelo lleva implícito a su vez dos pasos: 2.1. Determinación de la existencia y unicidad de la solución (lo que conduce a una gama de teoremas de existencia y unicidad), 2.3. La búsqueda de métodos para hallar la solución cuya existencia y unicidad ha sido analizada en el paso anterior. Dichos métodos pueden ejecutarse manual o computacionalmente, y por otra parte pueden ser analíticos, operacionales, numéricos o cualitativos.

Observemos como este método de enseñanza aprendizaje tiene un carácter general e incluye y relaciona a todo el contenido matemático que se aborda en el proceso de enseñanza aprendizaje, de ahí su condición de estructura estable. Llevar este enfoque al estudiante le permite relacionar todo el contenido matemático y verlo como un todo, como un sistema, en función de un objetivo superior que es la resolución de problemas. Es

importante que el estudiante comprenda que muchos conceptos matemáticos no son puras abstracciones, sino que forman parte de modelos matemáticos de problemas a resolver. Tal es el caso por ejemplo del estudio de las ecuaciones diferenciales como modelos matemáticos de problemas en que se estudia la intensidad o velocidad de variación (razón de cambio) de una magnitud respecto a otras(s).

- *Ecuación diferencial ordinaria lineal homogénea de orden $n \geq 1$ con coeficientes constantes*

Una estructura estable en este caso lo constituye la forma general y_c de la solución general de la ecuación diferencial homogénea de orden $n \geq 1$ con coeficientes constantes, a partir de identificar toda raíz de la ecuación característica, como un par de raíces complejas conjugadas $a \pm bi$ de multiplicidad k . en este caso $y_c = e^{ax} [P_{k-1}(x) \cos bx + R_{k-1}(x) \sin bx]$, donde $P_{k-1}(x)$ y $R_{k-1}(x)$ son polinomios de grado $k-1$.

Dicho enfoque permite identificar a partir de la estructura estable, cuatro tipos particulares de raíces de la ecuación característica, para cada una de las cuales se obtienen los valores de las constantes a , b y k , que a su vez permiten cuatro tipos particulares de soluciones generales correspondientes, como se puede apreciar en la siguiente tabla.

Raíces	a	b	k
Reales no repetidas	a	0	1
Reales n veces repetidas	a	0	n
Complejas no repetidas	a	b	1
Complejas n veces repetidas	a	b	n

Tabla 2. Obtención de la solución general de la ecuación homogénea a partir de la estructura estable.

- **Método de los coeficientes indeterminados**

Algo similar ocurre con la identificación del tipo de función $f(x)$ que aparece como término no homogéneo de la ecuación diferencial ordinaria lineal de orden $n \geq 1$ con coeficientes constantes y en consecuencia la forma que se supone tiene una solución particular y_p de dicha ecuación según el método de los coeficientes indeterminados.

El tratamiento como estructuras estables en este caso presupone considerar el caso general en que $f(x)$ se expresa como combinación lineal de un número finito de funciones del tipo x^n (potencial), e^{px} (exponencial), $\sin qx$ o $\cos qx$ (trigonométricas) y la forma general que tendrán la solución particular, como se muestra a continuación.

Si $f(x) = e^{px} [R_u(x) \cos qx + T_v(x) \sin qx]$, entonces $y_p = e^{px} [M_s(x) \cos qx + N_s(x) \sin qx] x^\alpha$, donde $R_u(x)$, $T_v(x)$, $M_s(x)$ y $N_s(x)$ son polinomios de grado u , v y s respectivamente, $s = \max\{u, v\}$ y α es el número de veces que aparece $p \pm qi$ como raíz de la ecuación característica de la ecuación diferencial ordinaria homogénea asociada.

Un enfoque a través de estructuras estables hace que el estudiante ante cualquier expresión de $f(x)$ deba buscar los valores de p , q , u , v y α a partir de ellos plantear la forma que debe tener y_p .

Orientaciones metodológicas generales

- Desarrollar las clases a partir de las estructuras estables, lo que permite al estudiante aprender nuevos contenidos mediante su trabajo independiente.
- Relacionar el nuevo contenido con el ya conocido por el estudiante: mayor motivación, sistematización y solidez del aprendizaje.
- Enfoque del contenido a través del método de enseñanza aprendizaje por problemas, vinculados a la carrera.
- Trabajar con un alto grado de generalidad y su aplicabilidad a casos particulares.

- Mayor énfasis en habilidades de modelar y determinación de condiciones de existencia y unicidad de la solución del modelo. Menor énfasis en habilidades de cálculo de la solución del modelo.
- Evaluar la habilidad de resolver problemas vinculados a la carrera, a través de tareas de control extraclases y/o exámenes finales, que permiten mayor nivel de integración (evaluación como elemento sinérgico).
- En el tema de ecuaciones diferenciales deben tratarse de forma presencial los modelos mas generales (ecuaciones diferenciales exactas y reducibles a exactas, ecuaciones diferenciales ordinarias de orden superior), así como el principio de solución de reducción de un problema a otro ya resuelto mediante el cual se reduce o transforma lo complejo desconocido en sencillo conocido. Orientar para el trabajo independiente las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden reducibles a reducibles a exactas, los sistemas de ecuaciones diferenciales ordinarias y la resolución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales. Esto racionaliza el trabajo presencial con el tema de ecuaciones diferenciales.

Conclusiones

- La tendencia a disminuir el número de horas presenciales en los cursos, exige un cuidadoso trabajo metodológico que permita decidir el contenido a abordar en ese corto tiempo.
- Se deben priorizar las estructuras estables del contenido, que constituyen los núcleos necesarios y suficientes para alcanzar los objetivos establecidos, con el apoyo del trabajo independiente que es posible a partir de dichas estructuras.
- En las ingenierías, el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas debe orientarse primordialmente a la resolución de problemas profesionales. Tradicionalmente se absolutiza la resolución del modelo y esto es inadecuado.

- En el proceso de enseñanza aprendizaje de la matemática es fundamental llevar al estudiante el principio general de solución de reducción de un problema a otro ya resuelto, mediante lo cual se reduce o transforma lo complejo desconocido en sencillo conocido.

Referencias bibliográficas

Amos, J. (1983). *Didáctica Magna*. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación.

Álvarez, C. M. (1998). Fundamentos teóricos de la dirección del proceso de formación del profesional de perfil amplio. Univ. Central de Las Villas: [s. n.], p. 137

Dimova, V. (1981). La organización óptima del contenido de la enseñanza. En Venera Dimova, Dobromir Malamov, Venelin Chalykov. *Revista La Educación Superior Contemporánea*. 4(36), 165-177.

Fuentes, H.C. (2000). *Modelo Curricular con base en competencias profesionales*. Santa Fe de Bogotá: [s. n.].

García, L. (1970). Modelos y Teorías. *Revista Pensamiento Crítico*. (47):7-19.

Lara, J. (1997). Estrategias para un aprendizaje significativo constructivista. *Revista Enseñanza*. 15, 29-50.