

# Manual para la elaboración de material didáctico

Bertha Heredia  
Ancona

LP-110

658.40  
H542

MANUAL PARA LA  
ELABORACIÓN DE MATERIAL  
DIDACTICO

Bertha Heredia Ancona

La tarea de preparar un texto de auto-instrucción que conduzca y estimule al lector a asimilar los conocimientos por medio de los sistemas de enseñanza abierta, es resuelta, en algunos casos, por profesores que sobre la marcha y de manera intuitiva enfrentan este problema, pero otras veces, éstos abandonan esta tarea por carecer de una guía que oriente sus actividades.

El sistema de enseñanza abierta se plantea como una instancia educativa diferente, que permite la superación del individuo a partir del trabajo mismo.

La principal fuente de información de este tipo de enseñanza la constituyen los libros de texto, aunque también se apoya en otros medios tales como películas y grabaciones, entre otros.

El sistema abierto cuenta también con asesores para atender los problemas generales de estudio que enfrentan los alumnos. En la mayor parte de los casos, éstos se encuentran en los centros de estudio y eventualmente se desplazan al sitio de trabajo del alumno.

En general, los libros de texto, los medios audiovisuales y la asesoría académica componen la estructura del sistema abierto. Con base en los conocimientos existentes sobre el aprendizaje, la percepción



MANITRE ACCION  
207722-788  
LA INZ - 801

# Manual para la elaboración de material didáctico

CENTRO DE INFORMACION  
EJ. ALTERNATIVA  
CODIGO 658.40  
14542



ACCION INTERNATIONAL  
120 BEACON STREET  
SOMERVILLE, MA 02143

To

THIS BOOK BELONGS TO:

Organizational Development Department  
ACCION International

cost:

date:

CENTRO DE INFORMACION  
EJ. ALTERNATIVA  
ENLACE MIS  
QUITO - ECUADOR

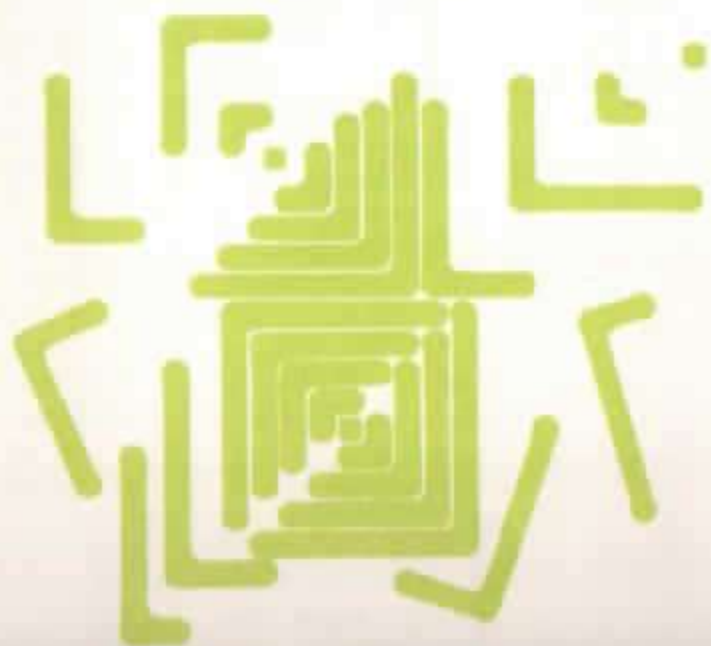
**Biblioteca de Sistemática Educativa**

bajo la dirección de: Lic. José Huerta Ibarra Jefe del Departamento de Psicología Educativa de la División de Estudios Profesionales de la Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México

Lic. Bertha Heredia Ancona Coordinadora académica del Sistema de Universidad Abierta de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México

# Manual para la elaboración de material didáctico

Bertha Heredia Ancona



EDITORIAL  
TRILLAS



México, Argentina, España,  
Colombia, Puerto Rico, Venezuela

Heredia Ancona, Bertha  
 Manual para la elaboración de material  
 didáctico. -- 2a ed. -- México : Trillas, 1990  
 (reimp. 1995).  
 176 p. : 23 cm. -- (Biblioteca de sistemática  
 educativa)  
 Bibliografía: p. 171  
 Incluye índices  
 ISBN 968-24-3695-1

I. Materiales didácticos. 2. Educación - Estudio  
 y enseñanza. I. t. II. Ser.

LC- LB1029.O67H45 D- 571.59447H769m 1274

La presentación y disposición en conjunto de  
 MANUAL PARA LA ELABORACIÓN DE MATERIAL DIDÁCTICO  
 son propiedad del editor. Ninguna parte de esta obra  
 puede ser reproducida o transmitida, mediante ningún sistema  
 o método, electrónico o mecánico (incluyendo el fotocopiado,  
 la grabación o cualquier sistema de recuperación y almacenamiento  
 de información), sin consentimiento por escrito del editor

Derechos reservados

© 1983, Editorial Trillas, S. A. de C. V.,  
 Av. Río Churubusco 385, Col. Pedro María Anaya,  
 C. P. 05340, México, D. F.

División Comercial, Calz. de la Viga 1152, C. P. 09459  
 México, D. F. Tel. 6350995, FAX 6350870

Miembro de la Cámara Nacional de la  
 Industria Editorial. Reg. núm. 158

Primera edición, 1983 (ISBN 968-24-1464-4)  
 Reimpresión, 1987  
 Segunda edición, 1990 (ISBN 968-24-3695-1)  
 Reimpresión, 1995

**Segunda reimpresión, marzo 1995**

Impreso en México  
 Printed in Mexico

Esta obra se terminó de imprimir  
 el 10 de marzo de 1995,  
 en los talleres de Off-Set FCF del Valle,  
 Sánchez Colín M-68 L-1, Col. Granjas, Valle de Guadalupe,  
 C. P. 55270, México, D. F.  
 Se encuadernó en Acabados Editoriales Anfre'd,  
 Tapicería num. 66, Col. 10 de Mayo,  
 C. P. 15260, México, D. F.  
 Se tiraron  
 600 ejemplares, más sobrantes de reposición.  
 BM2 90

## Presentación

La mayoría de los profesores adscritos a los sistemas abiertos de enseñanza que se enfrentan por primera vez a la tarea de preparar un texto de autoinstrucción, experimentan dudas acerca de cómo organizar su información y cuáles elementos tomar en cuenta para que ésta se constituya en un material didáctico, es decir, en un material que a diferencia del libro tradicional, en el que se "expone" o "demuestra" un contenido, conduzca y estimule al lector para que interactúe con el conocimiento y ejerza los procesos de pensamiento que lo lleven a adquirir, retener y aplicar los conocimientos y habilidades propuestas.

En algunos casos, los profesores resuelven sobre la marcha y de manera intuitiva, los problemas que enfrentan, pero otras veces abandonan la tarea por carecer de una guía o un "modelo" que oriente sus actividades.

En la actualidad se conoce ampliamente la forma en que ocurre el aprendizaje y las variables que intervienen en este proceso. Con base en este conocimiento se han diseñado diversas técnicas y procedimientos que permiten realizar de manera ordenada y sistemática las etapas que supone la elaboración de material didáctico.

Con el propósito de auxiliar a los profesores responsables de la preparación de los textos de autoinstrucción, presentamos a lo largo de la obra, las técnicas y procedimientos que configuran un modelo didáctico para la producción de los materiales del Sistema de Universidad Abierta. Esta información se basa en las aportaciones realizadas por diversos investigadores del fenómeno educativo, la cual ha sido adaptada y ordenada para la mejor consecución de nuestro propósito.

Este libro tiene el carácter de una relación informativa sobre los recursos metodológicos que pueden contribuir al mejor desempeño de los profesores que llevan a cabo esta tarea.

BERTHA HEREDIA ANCONA

## Índice de contenido

<b>Presentación</b>	<b>5</b>
<b>Cap. 1. Introducción a los sistemas de enseñanza abierta</b>	<b>9</b>
La aplicación de los principios de aprendizaje en la preparación de un contenido didáctico, 18. Modelo didáctico, 23.	
<b>Cap. 2. La articulación y estructuración de los contenidos de la enseñanza</b>	<b>31</b>
Planteamiento del problema, 31. Propósito del método, 32. Convenciones, 33. Vértices, 34. La articulación, 36. Proceso de reducción de la tabla matriz, 39. La estructuración, 42. Los ciclos, 54.	
<b>Cap. 3. La especificación de los objetivos de aprendizaje</b>	<b>75</b>
Introducción, 75. Preguntas y respuestas acerca de los objetivos de enseñanza-aprendizaje, 76.	
<b>Cap. 4. El análisis del contenido</b>	<b>89</b>
Introducción, 90. La enseñanza y el aprendizaje de los conceptos y procedimientos, 90.	
<b>Cap. 5. La elaboración de reactivos</b>	<b>111</b>
Algunas consideraciones previas, 111. La medición, 113. La planeación de la prueba, 126. Elaboración de la prueba, 129.	

Cap. 6. La conversión del contenido formal en contenido didáctico	133
Algunas consideraciones, 133. La escritura de los capítulos o unidades, 148. Estrategia para redactar la secuencia, 155. El manejo de las dificultades en la preparación de un contenido didáctico, 163.	
Bibliografía complementaria	171
Índice analítico	172



## Introducción a los sistemas de enseñanza abierta

A medida que la educación constituye un antecedente necesario para el estatus de los adultos, se intensifican las presiones para que todos tengan iguales oportunidades educativas. La educación a través de los sistemas abiertos es, en cierta medida, una respuesta a dichas presiones. Esta modalidad de instrucción se vuelve cada vez más necesaria para la economía de un país, y se relaciona estrechamente con ella como un sistema mediador entre la oferta y la demanda de personal especializado.

La educación abierta o desescolarizada está profundamente comprometida con el avance tecnológico. Los medios permiten hacer llegar un sinnúmero de informaciones a grandes grupos de personas. El "medio", se dice, es el intermediario que transporta los mensajes a través del espacio y del tiempo.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Castañeda, Margarita. *Los medios de comunicación y la tecnología educativa*. Editorial Trillas, México, 1979, pág. 102.

Antiguamente se pensaba que para que la enseñanza se efectuara sólo hacía falta un muchacho, un maestro y una "vara". Después, se estimó que se podía suprimir la "vara", pero que el maestro y el muchacho eran indispensables. Ahora, los medios existentes hacen patente que en la fase de transmisión de la información se puede prescindir también del maestro, y esto a veces ventajosamente. El único elemento insustituible es el *muchacho*.

El Sistema de Enseñanza Abierta (SEA) ha sido llamado de diversas maneras:

- Universidad del Aire y, posteriormente, Universidad Abierta (Open University), en Londres.
- Universidad Nacional de Educación a Distancia, en España.
- Universidad Libre, en Cuba.

En México, el ex rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Pablo González Casanova, la llamó *Universidad del Libro*. Por cierto, durante su gestión se realizó la reglamentación de la Universidad Abierta de la UNAM, y su aprobación por el Consejo Universitario, en 1972.

La *Open University*, que es con probabilidad la más conocida, fue establecida formalmente en 1969, de acuerdo con la idea fundamental de que la enseñanza se realizara mediante textos enviados por correo y a través de programas de radio y televisión distribuidos por la red de la BBC de Londres. Los cursos que se ofrecían eran de nivel básico, y de segundo, tercero y cuarto niveles. Los grados se otorgaban con base en un sistema de créditos. El bachillerato en artes, por ejemplo, podía obtenerse con seis créditos (tres de nivel básico y tres de nivel superior). Además del curso mencionado, se ofrecían cursos de actualización en diferentes campos.

Una característica que conviene destacar es la ausencia de requisitos para seguir cualquiera de los cursos que ofrecía entonces. Actualmente, los estudiantes no pueden asumir más de dos créditos por año, y para ser alumno de este sistema es necesario tener más de 21 años de edad y demostrar que se está trabajando.

La estructura académica de la *Open University*<sup>2</sup> está fundamentada en la producción, la difusión publicitaria y el mercadeo de los textos y del material audiovisual, etc. Para ello, cuenta con amplios recursos de diseño fotográfico y de medios, así como con servicios de investigación bibliográfica y de biblioteca.

Los programas de radio y televisión son elaborados por la BBC en forma integral o por un equipo académico de la *Open University* y téc-

nicos de la BBC. Existe una unidad de producción del curso que se conoce como el *equipo del curso*. Este equipo lo dirige un miembro distinguido de la facultad y está integrado por escritores y productores de la BBC y por personal del Instituto de Tecnología Educativa, organismo de apoyo de la Universidad.

Los textos de la *Open University* se encuentran en las librerías, en la misma universidad, etc., y, por supuesto, los programas de televisión pueden ser vistos por cualquiera que se interese en ellos.

La vigencia de un curso es de cuatro años aproximadamente. Después, se hace una revisión integral del material y se corrige y actualiza.

El curso básico tiene una duración de 32 semanas de estudio, con un promedio de 10 horas semanales de trabajo del estudiante, 25 horas de televisión, 20 horas de programas de radio y el resto del tiempo de estudio en libros: en total, 320 horas promedio.

Los cursos de medio crédito son de 16 semanas. Cada estudiante puede optar por un plan de estudios que él mismo organice, aunque se le recomienda seguir ciertas secuencias. Estos cursos han tenido una gran aceptación. Son básicamente de tecnología y ciencia. Cuentan con un paquete de material didáctico para realizar experimentos en casa. A cada estudiante se le asigna un "tutor" que califica sus tareas y le brinda una retroalimentación sobre sus trabajos enviados por correo. La mayor parte de los cursos exigen una estancia de una semana como mínimo en los cursos de verano que se realizan en el país.

Los trabajos se califican por medio de una computadora. La evaluación final consiste en una prueba escrita, cuya duración es de dos o tres horas; además, deben realizarse proyectos prácticos durante la estancia en la escuela de verano. La calificación toma en cuenta todas las actividades mencionadas; por cierto, se procura que los examinadores pertenezcan a distintas instituciones educativas.

Los primeros cursos empezaron en 1971, con 40 000 estudiantes aproximadamente (la misma población con que inició sus cursos el Sistema Abierto de la Universidad Pedagógica en México, en octubre de 1979). La ventaja de trabajar con una población tan numerosa es que los costos se reducen y se pueden usar recursos didácticos sofisticados sin que la colegiatura sea muy gravosa para el estudiante.

La *Universidad Nacional de Educación a Distancia*, en España, es una universidad de masas; su modelo educativo está fundamentado en el empleo de los nuevos medios tecnológicos; los contenidos casi no cambian. Opera mediante unidades didácticas, guiones radiofónicos y cassetts. Las unidades didácticas son el único material obligatorio para el alumno. En la unidad didáctica se exponen alrededor de seis temas, se incluyen ejercicios de evaluación y bibliografía. A veces, estas unidades funcionan como textos autosuficientes; otras, como unidades de complemento a otros libros, o bien, como unidades que pro-

<sup>2</sup> Bishop, John, "Systems at the Open University", *Journal of System Engineering*, 1978.

mueven que el alumno maneje cierto número de obras para preparar diversas partes de la asignatura.

La evaluación implica las pruebas que aparecen en la unidad didáctica, los ejercicios que contienen los cuadernillos de evaluación a distancia (el alumno recibe por correo una calificación y retroalimentación sobre su desempeño). Estos ejercicios y la realización de las prácticas de laboratorio son requisito para solicitar *las pruebas presenciales*, las cuales son escritas e idénticas para todo el territorio nacional.

### El Sistema de Enseñanza Abierta en México

En 1973, el gobierno de México, a través del Centro para el Estudio de Medios y Procedimientos Avanzados de la Educación (CEMPAE), realizó un convenio con el Instituto Tecnológico de Monterrey, para implantar dicho sistema a nivel de preparatoria. Tres años después se acordó que el canal de televisión del Instituto Politécnico Nacional apoyara a este sistema mediante el Programa de Educación Media Superior para Todos.

Con anterioridad, el Sistema Nacional de Educación Abierta había iniciado sus operaciones para la enseñanza primaria y secundaria. Hasta 1978, de acuerdo con informes del CEMPAE, se matricularon un millón y medio de mexicanos, de los cuales 900 mil cursaron la instrucción media básica y 600 mil la instrucción secundaria.

El 25 de septiembre de 1979 se creó la Comisión de Sistemas Abiertos de la Secretaría de Educación Pública, presidida por el entonces ministro de Educación, Fernando Solana, con la finalidad de intercambiar experiencias y conocimientos relacionados con el sistema.

En la UNAM, la mayor parte de las facultades inician el sistema de enseñanza abierta con el propósito fundamental de

extender la educación universitaria a grandes sectores de la población por medio de métodos teoricoprácticos de transmisión de conocimientos, y de la creación de grupos de aprendizaje que trabajarán dentro o fuera de los planteles universitarios.<sup>3</sup>

En la UNAM, las facultades que ofrecen el SEA son:

- Psicología.
- Contaduría y Administración.
- Medicina.
- Ciencias Políticas y Sociales.

<sup>3</sup> Estado del Sistema Universidad Abierta de la Universidad Nacional Autónoma de México, 1972, artículo primero.

- Derecho.
- Economía.
- Filosofía y Letras.
- Odontología.
- Enfermería.
- Medicina Veterinaria y Zootecnia.<sup>4</sup>

Actualmente, entre las 53 carreras que imparte la UNAM, 17 pueden cursarse mediante este sistema (nivel de licenciatura), así como el nivel de técnico de enfermería y una especialización en producción animal (véase el cuadro 1.1).

**Cuadro 1.1.** Carreras que se imparten en el Sistema Abierto y ubicación dentro de las áreas de conocimiento que ofrece la UNAM.\*

#### Área: disciplinas químicobiológicas

- |  |   |
|--|---|
| • Facultad de Odontología                      | Cirujano dentista                           |
| • Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia | Especialización en producción animal (aves) |
| • Facultad de Psicología                       | Lic. en psicología                          |
| • Escuela Nacional de Enfermería y Obstetricia | Técnico en enfermería                       |

#### Área: disciplinas economicoadministrativas

- |   |   |
|---|---|
| • Facultad de Economía                      | Lic. en economía.   |
| • Facultad de Contaduría y Administración   | Lic. en contaduría<br>Lic. en administración  |
| • Facultad de Ciencias Políticas y Sociales | Lic. en ciencias políticas<br>Lic. en sociología<br>Lic. en administración pública<br>Lic. en relaciones internacionales<br>Lic. en ciencias de la comunicación |

\* Tomado de Jiménez, Blanca y Oehler, Ana María, *El sistema universidad abierta*. UNAM, Coordinación del sistema universidad abierta, enero de 1983.

<sup>4</sup> Esta última es la única que ofrece este sistema a nivel de especialización.



Cuadro 1.1. (Continuación)

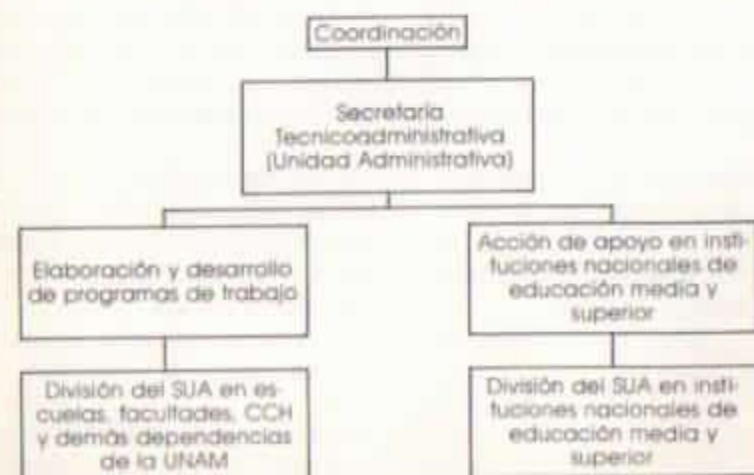
Área: disciplinas sociales y humanísticas

- Facultad de Filosofía y Letras
  - Lic. en filosofía
  - Lic. en historia
  - Lic. en letras hispánicas
  - Lic. en letras inglesas
  - Lic. en pedagogía
  - Lic. en geografía (corresponde al área de disciplinas económicoadministrativas)
- Facultad de Derecho
  - Lic. en derecho

En estas carreras se imparten los mismos estudios y se exigen los mismos requisitos que en el sistema escolarizado. Igualmente, se otorgan los mismos créditos, certificados, títulos y grados del nivel correspondiente.<sup>5</sup>

En la Universidad Nacional Autónoma de México, el sistema abierto es coordinado por un organismo; las principales funciones de dicho organismo son brindar un apoyo técnico y administrativo, así como supervisar el cumplimiento de las normas legales respectivas (véanse los cuadros 1.2 y 1.3).

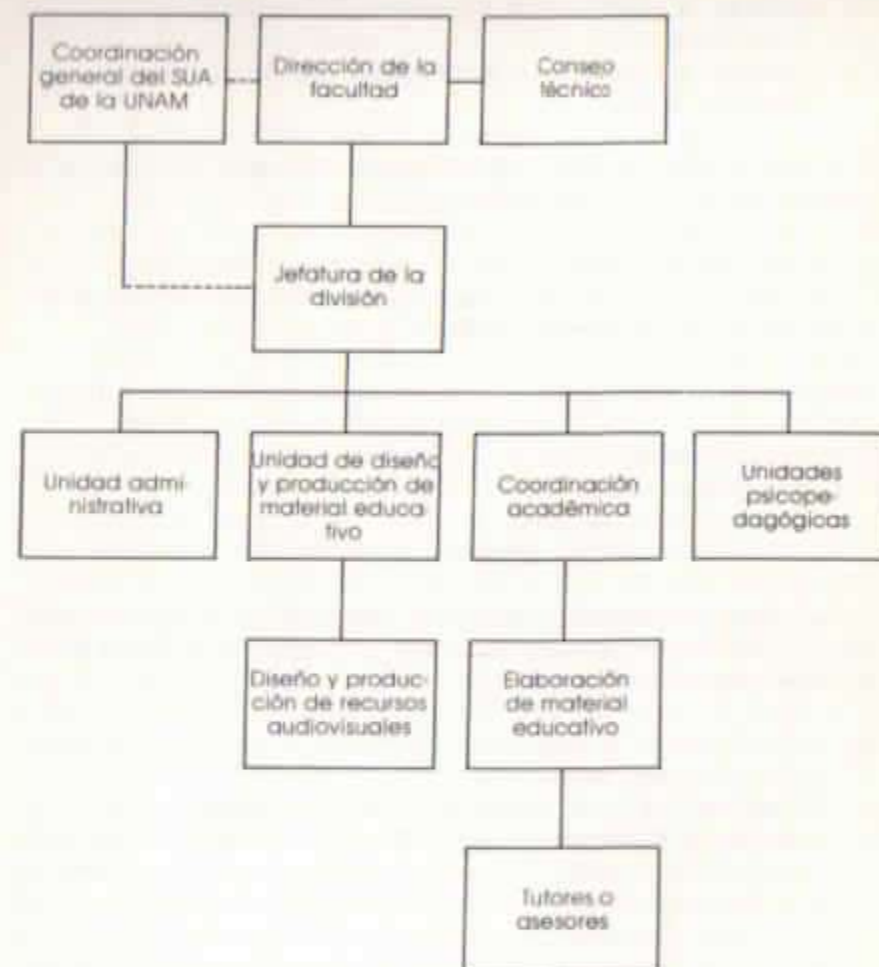
Cuadro 1.2. Coordinación del sistema abierto en la UNAM.\*



\* Tomado de Jiménez, Blanca y Oehler, Ana María. *El sistema de universidad abierta*. UNAM. Coordinación del sistema universidad abierta. 1983.

<sup>5</sup> Estatuto del Sistema Universidad Abierta de la UNAM, op. cit.

Cuadro 1.3. Elementos estructurales comunes en las divisiones de las escuelas y facultades.\*



Las dependencias de apoyo, entre otras, son:

- El Centro de Investigación de Servicios Educativos (CISE).
- El Centro de Instrumentos (CI)
- El Centro de Investigación Científica y Humanística (CICH).
- El Centro de Certificación y Exámenes (CCE).

\* Tomado de Jiménez, Blanca y Oehler, Ana María. *El sistema de universidad abierta*. UNAM. Coordinación del sistema universidad abierta. 1983.

- El Centro Universitario de Producción y Recursos Audiovisuales (CUPRA).
- El Centro Universitario de Tecnología Educativa para la Salud (CEUTES).
- La Secretaría de Estudios de Posgrado, Unidad de Registro e Información (URI).

En las escuelas y facultades donde opera el Sistema de Universidad Abierta (SUA), debe existir la siguiente área:

- La jefatura de la división, en relación directa con la dirección de la facultad, que a su vez se vincula al consejo técnico de la facultad y con la coordinación general del SUA de la UNAM.

Respecto de la jefatura de la división, se presentan cuatro subáreas:

- Administrativa.
- Académica.
- De asesoría pedagógica.
- De diseño y producción de material didáctico.

No obstante las muchas variantes, la estrategia de trabajo que siguen las diversas facultades para implantar el sistema comprende las siguientes etapas:

- Formulación de los planes y programas de estudios, mediante objetivos de aprendizaje.
- Determinación de los procedimientos didácticos y elaboración de los mecanismos de evaluación. El esquema propuesto por la coordinación para este propósito supone cuatro fases: a) diseño del curso; b) diseño de las unidades del curso; c) producción de las unidades del curso, y d) producción de los componentes del curso. Para la preparación de estos materiales se toman en consideración diversos aspectos de la tecnología educativa y se vigila que éstos contengan los elementos teóricos y prácticos fundamentales para conducir el aprendizaje del alumno. Las facultades que mencionamos emplean guías de estudio, paquetes didácticos, textos programados o una combinación de estos materiales.

Otras instituciones que ofrecen el sistema enseñanza abierta, tal como el Instituto Tecnológico de Monterrey, llevan a cabo el modelo *neconductista* en la elaboración del material didáctico adecuado para el mencionado plan de estudios. Dicho modelo se sustenta en los

experimentos realizados por investigadores estadounidenses, con organismos simples (ratas y pichones). Se utiliza la *teoría del refuerzo positivo* como clave para incrementar la participación del estudiante. Con base en este modelo, los psicólogos Keller y Sherman diseñaron el sistema de Institución Personalizada (SIP), que adoptó el Tecnológico de Monterrey.

Con objeto de hacer operativo este sistema, el profesor se auxilia de ayudantes que proporcionan a los alumnos una serie de pequeñas unidades que deben estudiarse en un orden secuencial; cada una aborda una fracción del curso (un objetivo específico), contiene ejercicios, bibliografía y criterios de autoevaluación. El éxito del SIP depende en gran parte de la calidad de estas unidades.

Sin duda, el anterior es un modelo interesante para los profesores preocupados por implantar el SEA; sin embargo, es necesario señalar algunos aspectos implícitos en el modelo que sigue el SIP. Por ejemplo, lo que se ha dado en llamar *curriculum latente*, es decir, las actitudes y los hábitos que pueden llegar a condicionarse en el alumno, cuando se adoptan de manera ortodoxa y en forma exclusiva modelos de enseñanza tan estructurados y directivos como el Sistema de Instrucción Personalizada. Las teorías contemporáneas de la educación se apartan de la concepción positivista que supone este modelo, para basarse en la comprensión de los fenómenos contemplados como un problema de sistemas, o sea, como problemas de interrelación entre un gran número de variables. Por otra parte, la implantación de un sistema de este tipo es sumamente costosa, por lo que solamente es viable en instituciones que cuentan con muchos recursos. Tanto ésta como las anteriores acciones educativas mencionadas, constituyen un conjunto de experiencias en proceso de crecimiento y evaluación. No obstante, las posibilidades que prometen estos sistemas son extraordinarias.

## Colofón

Los sistemas de enseñanza abierta constituyen un intento sistemático de responder a la demanda educativa, elevar el aprovechamiento académico y aliviar, en parte, el sinnúmero de problemas que aquejan hoy día a la educación. A 10 años de haberse implantado dicho sistema en México, se han expresado diversas y controvertidas opiniones que señalan generalmente las deficiencias del mismo; poquísimas veces se ha señalado cómo podrían solucionarse los problemas que enfrenta. Un diagnóstico válido y confiable de la situación real del sistema debe efectuarse en función de las ventajas y de los beneficios sociales que reporta a corto y a largo plazo. Esto implicaría investigaciones de tipo transversal y longitudinal sobre los elementos que influyen en el funcionamiento del sistema.

## LA APLICACIÓN DE LOS PRINCIPIOS DE APRENDIZAJE EN LA PREPARACIÓN DE UN CONTENIDO DIDÁCTICO<sup>6</sup>

Como fundamento para comprender el *modelo didáctico* que le presentaremos después, en el cual se indicará cómo organizar y redactar un material para darle una presentación didáctica, es necesario tratar, aunque sea someramente, cinco cuestiones principales:

1. ¿Qué es el aprendizaje?
2. ¿Qué es una teoría del aprendizaje?
3. ¿Qué es un principio de aprendizaje?
4. ¿Cómo pueden agruparse las teorías del aprendizaje?
5. ¿Cuáles son los principios más importantes en cada familia de teorías del aprendizaje?

### ¿QUÉ ES EL APRENDIZAJE?

Como sucede con la mayor parte de los conceptos, el de aprendizaje tiene varias definiciones; casi tantas como autores han tratado de definirlo. Sin embargo, es posible encontrar en todas ellas algunos elementos en común. En efecto, todas las definiciones de aprendizaje implican que éste es un cambio, ya sea de la conducta o de las estructuras cognoscitivas (dependiendo de la corriente a la que pertenezca quien elabora la definición), y que dicho cambio es *relativamente estable y se debe a la experiencia pasada*.

Así, tenemos que la definición señala que no deben considerarse como aprendidos los cambios pasajeros o momentáneos ni los que se deben a causas ajenas a la experiencia, como los motivados por el instinto, la maduración, las enfermedades, etc.

También existe mucha discusión en lo que se refiere a las clases de aprendizaje, pero si tomamos en cuenta los elementos de la definición citadas anteriormente, tenemos que el aprendizaje puede presentarse en cuatro áreas principales que son:

- Manejo de información.
- Desarrollo de habilidades.
- Adopción de actitudes y valores.
- Desarrollo de hábitos.

Ahora bien, lo que trataremos en adelante se refiere al aprendizaje que se presenta en las dos primeras áreas, debido a que éstas son las

<sup>6</sup> Basado en Livas G., Irene. Mecanograma para el curso de elaboración de material didáctico. 1979.

que predominan en la educación académica y a que, por ese mismo motivo, esas dos áreas son las que más se han investigado y sistematizado.

### ¿QUÉ ES UNA TEORÍA DEL APRENDIZAJE?

Si consideramos que *teoría* es una explicación sistemática de un fenómeno determinado, tendremos que una *teoría del aprendizaje* es el conjunto de razonamientos que, de manera coherente y unitaria, explican los problemas relacionados con el aprendizaje.

Las interrogantes más importantes para cualquier teoría del aprendizaje son las mismas preguntas que suelen formularse las personas comunes y corrientes acerca de ese fenómeno, por ejemplo:

- ¿Cómo se aprende?
- ¿Cuáles son los límites del aprendizaje?
- ¿Por qué se olvida lo aprendido?

### ¿QUÉ ES UN PRINCIPIO DE APRENDIZAJE?

Dicho de manera muy simple, los principios de aprendizaje son los que dan respuesta a la pregunta *¿cómo se aprende?*; entre las tres interrogantes que hemos formulado, es la más importante, ya que las otras dos, de alguna manera, están subordinadas a ella. La investigación del *cómo se aprende* se ha realizado en todas las escuelas psicológicas mediante la experimentación, es decir, por medio de la manipulación de variables, y en todos los casos se toma como *variable dependiente* al aprendizaje y como *variable independiente* cualquiera de los factores que se sospecha que tienen una relación causal con él.

Pues bien, la expresión de la relación causal descubierta entre la variable independiente (factor susceptible de manipulación) y la cantidad, el tiempo y la exactitud del aprendizaje logrado, es lo que se conoce como principio de aprendizaje.

A mayor  $x$ , mayor aprendizaje

V. independiente

V. dependiente

En otras palabras, los factores que contribuyen a que ocurra el aprendizaje, y en los que se apoya la acción educativa, se conocen como *principios del aprendizaje*. Estos principios se derivan de las teorías del aprendizaje.

FUNDACIÓN ALTERNATIVA  
ENLACE MIS  
QUITO - ECUADOR

Las teorías del aprendizaje son muchas y las diferencias entre algunas de ellas son tan sutiles que para advertirlas claramente se necesita un dominio muy amplio de sus implicaciones conceptuales: dominio que no sería posible lograr en un tratamiento tan breve como éste y que rebasaría el propósito de este capítulo. Por tanto, aquí nos limitaremos a exponer las diferencias fundamentales entre las dos grandes familias de las teorías del aprendizaje: la de las teorías asociacionistas y las de las teorías cognoscitivistas.

En términos muy generales, se puede decir que las teorías asociacionistas sostienen que toda conducta se presenta como respuesta a un estímulo. Hay algunas conductas que son innatas o reflejas, de modo que, en forma natural, están ligadas a un estímulo específico; entre estas conductas reflejas están:

- Mover la pierna ante un golpe en determinado punto de la rodilla.
- Contraer la pupila ante un estímulo luminoso.
- Salivar al contacto con la comida.

Otras conductas son condicionadas, es decir, se trata de respuestas que se asocian con un estímulo distinto del que las provoca naturalmente, a través del apareamiento de ambos estímulos. Por ejemplo, es posible lograr que una persona mueva la pierna, contraiga la pupila o salive al escuchar una campanada, si se aparea repentinamente esa campanada con los estímulos originales.

Esta segunda forma de respuesta, sin lugar a dudas, es aprendida, puesto que es relativamente permanente y se debió a la experiencia; sin embargo, no es la más importante para las teorías asociacionistas del aprendizaje. A éstas les interesa más una tercera forma de conducta aprendida, en la que la asociación entre el estímulo y la respuesta se establece debido a las consecuencias agradables que obtiene la persona al responder.

Por su parte, las teorías cognoscitivistas sostienen que la asociación entre estímulos y respuestas es insuficiente para explicar el aprendizaje académico, ya que implican, en primer lugar, que éste tiene que descomponerse en unidades estímulo-respuesta y en segundo, que para que haya aprendizaje, forzosamente ha de haber respuestas o conductas observables; los cognoscitivistas afirman que ninguna de estas dos condiciones es necesaria para que se presente el aprendizaje académico, es decir, ellos postulan que se aprende, no cuando el estudiante responde a un estímulo, sino cuando está en contacto con él.

Los teóricos cognoscitivistas parten del supuesto de que el hombre tiene una capacidad innata para diferenciar selectivamente entre los elementos de una información (estímulo, para los asociacionistas), con objeto de relacionarlos entre sí e incorporarlos a la propia estructura cognoscitiva: consideran que el hombre aprende cuando realiza esta incorporación.

De acuerdo con la posición anterior, para los cognoscitivistas, la respuesta "manifiesta" no es sino una demostración o exteriorización del aprendizaje logrado antes, desde el momento en que se tuvo contacto con el estímulo.

En realidad, las discrepancias entre las dos familias de teorías, aunque fundamentales, son menos irreconciliables de lo que parecen a primera vista, pues lo cierto es que el aprendizaje se produce tanto al responder en forma manifiesta u observable, como al estudiar o analizar una información.

### ¿CUÁLES SON LOS PRINCIPIOS DE APRENDIZAJE MÁS IMPORTANTES?

Mencionaremos solamente cuatro principios de aprendizaje, los que, de alguna manera, implican a los demás. El primero corresponde a las teorías asociacionistas, y los otros tres, a las cognoscitivistas.

#### Principio del reforzamiento

**El reforzamiento favorece el aprendizaje.** Este principio constituye la concepción esencial de las teorías asociacionistas e implica que el ser humano y en general casi todos los organismos aprenden las conductas que les reportan consecuencias agradables, o, dicho de otro modo, las conductas que les son recompensadas. El término con que se designa esto, alude al reforzamiento o reforzamiento de la asociación estímulo-respuesta que se establece cuando a ésta última le sigue una recompensa.

En un material de autoinstrucción, para que pueda aplicarse el principio del reforzamiento, es necesario cumplir con otros tres principios que podríamos considerar como secundarios o subyacentes a éste:

- El de la participación activa.
- El de la micrograduación de la dificultad.
- El de la verificación inmediata.

El principio de la participación activa postula que el alumno debe hacer precisamente aquello que se espera que aprenda, ya que para

que haya recompensa es necesario que existan conductas observables por recompensar.

En la educación escolarizada, las recompensas proporcionadas son, por lo general, de tipo social: premios, alabanzas, señales de aprobación, buenas calificaciones; pero, cuando se trata de situaciones de enseñanza-aprendizaje en las que el alumno debe estudiar solo, sin la presencia física del maestro, como es el caso del estudio en textos de autoaprendizaje, entonces la recompensa puede llegar al estudiante al comprobar que proporcionó una respuesta correcta a determinado estímulo. Esto da lugar a los otros dos principios secundarios, el de *la micrograduación de la dificultad*, que asegura que el estudiante proporcione, siempre la respuesta correcta y el de *la verificación inmediata* que asegura que el estudiante se entere de que efectivamente acertó.

### Principio de la actividad propositiva

Se aprenden mejor las actividades realizadas intencionalmente. De acuerdo con este principio, para que una conducta se aprenda no basta simplemente con realizarla, es necesario llevarla a cabo en forma intencionada. Por ejemplo, si alguien repite una canción con la intención expresa de memorizarla, lo más probable es que la aprenda; en cambio, es más difícil que las canciones se aprendan por el simple hecho de repetirlas mientras las transmiten por radio, sin tener, al hacerlo, ningún propósito.

### Principio de la organización por configuraciones globales

La organización de la información dentro de un contexto favorece el aprendizaje. Este principio alude a la proposición esencial de las teorías cognoscitivistas, según la cual, el aprendizaje ocurre cuando la persona logra reorganizar en su mente los elementos de una información, adecuándolos a su propia estructura mental. Es evidente que en esta reorganización desempeña un papel muy importante el contexto, puesto que éste da a la información gran parte de su significado.

### Principio de la retroalimentación

El conocimiento de los resultados de la propia actividad favorece el aprendizaje. En la práctica, este principio puede confundirse con el principio de verificación inmediata, puesto que ambos suponen el conocimiento de los resultados. Sin embargo, en la retroalimentación,

el estudiante no sólo recibe la indicación de que su respuesta estuvo mal, sino que también se le indica el por qué; es decir, en qué consistió su error, cuál regla aplicó mal, qué elementos no consideró, cuál relación olvidó, etc. O, en el caso de que su respuesta sea la correcta, además de confirmárselo, se subrayan los detalles que debió haber tomado en cuenta al brindar ésta. De esta manera, la retroalimentación contribuye a modelar la estructura mental que el estudiante va modificando durante el aprendizaje.

En la retroalimentación, el estudiante recibe información sobre los errores que cometió, de manera tal que los evite en lo futuro.

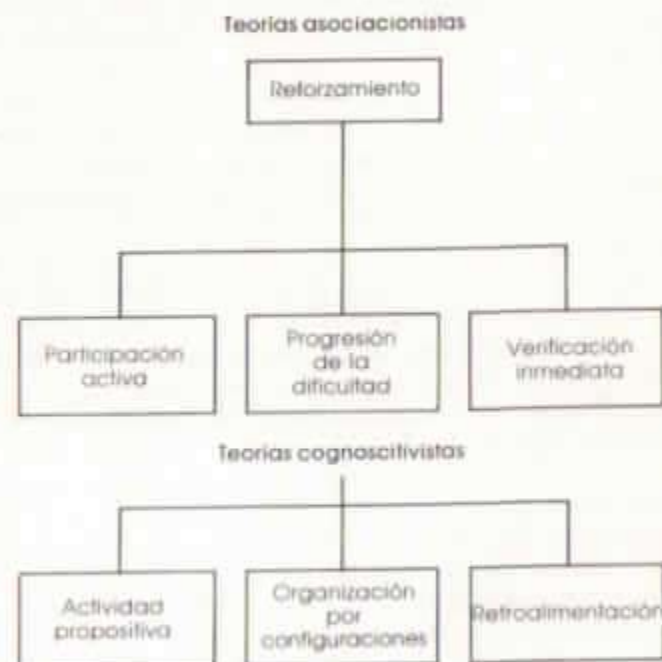


Figura 1.1. Principios del aprendizaje.

## MODELO DIDÁCTICO

### LOS PRINCIPIOS DEL APRENDIZAJE Y LOS MATERIALES DIDÁCTICOS

La presentación didáctica del contenido de una disciplina constituye un problema medular de los sistemas abiertos. Los principios que conforman la base de las teorías del aprendizaje influyen en forma importante en la elaboración de los libros de texto y extienden su influencia a otros medios que se utilizan actualmente en la enseñanza, mejorando indudablemente sus posibilidades, ya que los principios que men-

cionamos no hacen distinción entre dichos medios y se pueden aplicar tanto a la palabra impresa como a las grabaciones sonoras, las películas fijas y las películas cinematográficas de carácter educativo.

A medida que se ha ido avanzando en la investigación de estos principios de aprendizaje, se han desarrollado técnicas y procedimientos didácticos que hacen más eficaz la enseñanza. Su aplicación en la elaboración de materiales de autoinstrucción permite reducir considerablemente el margen de tanteo y error que se presenta cuando se trabaja a partir de meras conjeturas y suposiciones sobre lo que es el aprendizaje.

Hemos dicho que el sistema abierto se apoya principalmente en libros de texto que permiten al alumno avanzar en su estudio en forma autodidáctica.

Para aprovechar los principios del aprendizaje que comentamos antes y plasmarlos en el texto es necesario tener un plan de acción que organice y oriente el proceso de elaboración del mismo.

A continuación vamos a presentarle una estrategia práctica de trabajo, a la cual denominaremos *modelo didáctico*. Este modelo implica los principios derivados del enfoque de las teorías cognoscitivas (según las cuales el aprendizaje consiste en la adquisición de estímulos que se incorporan a la propia estructura cognoscitiva), así como los del enfoque de las teorías del aprendizaje, según los principios asociacionistas (basado en la unión de los estímulos y las respuestas).

El modelo que proponemos para la elaboración de los textos comprende las siguientes etapas:

1. Plan del texto.
2. Inventario de contenido.
3. Articulación y estructuración del contenido.
4. Exposición clara y detallada de los objetivos.
5. Análisis del contenido por enseñar.
6. Elaboración de los instrumentos de evaluación.
7. Conversión del contenido formal en contenido didáctico.
8. Corrección de estilo.
9. Revisión técnica.
10. Producción.
11. Validación del material.

Conviene destacar que la mayor parte de las instituciones dedicadas a producir material educativo, siguen una estrategia semejante. Esta semejanza se debe a que aquellas toman en cuenta los principios fundamentales derivados de las teorías del aprendizaje, principios bien establecidos, confirmados, sistematizados, y vinculados a un sistema de conocimientos.

Ahora bien, el profesor que tiene a su cargo la preparación de un libro de esta naturaleza, puede pensar que si durante muchos años se han estado usando materiales de consulta y libros de textos comunes, que resultan técnicamente adecuados para el estudio independiente, entonces ¿por qué suponer que los materiales que se elaboren de acuerdo con este modelo, serán más efectivos que los materiales convencionales? Las respuestas pueden ser muy amplias y variadas: solamente diremos que si se elaboran textos a partir de un modelo que aproveche los principios y las técnicas derivadas de las principales corrientes teóricas, con objeto de crear las condiciones óptimas para aprender, se podrán obtener mejores resultados. Si además tomamos en cuenta que durante la elaboración de los libros, éstos pasan a través de una serie de pruebas empíricas y de revisiones que se basan en el desempeño del alumno con respecto al texto y en su desempeño en las tareas para las cuales prepara el texto, podemos concluir que el posible beneficio de dicha sistematización de recursos es muy grande. (Véase figura 1.2.)

## Descripción del diagrama

El plan del texto (bloque uno) implica la descripción de las características de la población a que se dirige el libro; indicar cuáles son los conocimientos previos que deben tenerse para aprovechar mejor su lectura, así como las características de la información que se presenta y los propósitos que se planea alcanzar. En el plan se deberá establecer la relación entre el texto y los otros textos del área y la materia o curso a que corresponde, de acuerdo con el plan de estudios del ciclo educativo en cuestión.

El inventario del contenido (bloque dos) se refiere a la descripción sucinta de los temas que se van a desarrollar.

La estructuración del contenido (bloque tres) se relaciona con la organización del contenido en estructuras significativas que faciliten el aprendizaje y la transferencia de lo aprendido.<sup>7</sup>

La determinación de objetivos (bloque cuatro) implica que después de realizar el inventario sobre la información que se desea tratar y de establecer mediante la técnica de articulación y estructuración el orden en que ésta va a presentarse, se deberán especificar los objetivos que logrará el estudiante como consecuencia de la lectura del texto. Para ello, deberá proceder a describir *qué es lo que será capaz de hacer* el lector luego de haber estudiado el libro. Observe que deberá indicar la *descripción del cambio de conducta deseado* en quien va a estudiar el

<sup>7</sup> La técnica se describe en el siguiente capítulo.

cionamos no hacen distinción entre dichos medios y se pueden aplicar tanto a la palabra impresa como a las grabaciones sonoras, las películas fijas y las películas cinematográficas de carácter educativo.

A medida que se ha ido avanzando en la investigación de estos principios de aprendizaje, se han desarrollado técnicas y procedimientos didácticos que hacen más eficaz la enseñanza. Su aplicación en la elaboración de materiales de autoinstrucción permite reducir considerablemente el margen de tanteo y error que se presenta cuando se trabaja a partir de meras conjeturas y suposiciones sobre lo que es el aprendizaje.

Hemos dicho que el sistema abierto se apoya principalmente en libros de texto que permiten al alumno avanzar en su estudio en forma autodidáctica.

Para aprovechar los principios del aprendizaje que comentamos antes y plasmarlos en el texto es necesario tener un plan de acción que organice y oriente el proceso de elaboración del mismo.

A continuación vamos a presentarle una estrategia práctica de trabajo, a la cual denominaremos *modelo didáctico*. Este modelo implica los principios derivados del enfoque de las teorías cognoscitivas (según las cuales el aprendizaje consiste en la adquisición de estímulos que se incorporan a la propia estructura cognoscitiva), así como los del enfoque de las teorías del aprendizaje, según los principios asociacionistas (basado en la unión de los estímulos y las respuestas).

El modelo que proponemos para la elaboración de los textos comprende las siguientes etapas:

1. Plan del texto.
2. Inventario de contenido.
3. Articulación y estructuración del contenido.
4. Exposición clara y detallada de los objetivos.
5. Análisis del contenido por enseñar.
6. Elaboración de los instrumentos de evaluación.
7. Conversión del contenido formal en contenido didáctico.
8. Corrección de estilo.
9. Revisión técnica.
10. Producción.
11. Validación del material.

Conviene destacar que la mayor parte de las instituciones dedicadas a producir material educativo, siguen una estrategia semejante. Esta semejanza se debe a que aquellas toman en cuenta los principios fundamentales derivados de las teorías del aprendizaje, principios bien establecidos, confirmados, sistematizados, y vinculados a un sistema de conocimientos.

Ahora bien, el profesor que tiene a su cargo la preparación de un libro de esta naturaleza, puede pensar que si durante muchos años se han estado usando materiales de consulta y libros de textos comunes, que resultan técnicamente adecuados para el estudio independiente, entonces ¿por qué suponer que los materiales que se elaboren de acuerdo con este modelo, serán más efectivos que los materiales convencionales? Las respuestas pueden ser muy amplias y variadas; solamente diremos que si se elaboran textos a partir de un modelo que aproveche los principios y las técnicas derivadas de las principales corrientes teóricas, con objeto de crear las condiciones óptimas para aprender, se podrán obtener mejores resultados. Si además tomamos en cuenta que durante la elaboración de los libros, éstos pasan a través de una serie de pruebas empíricas y de revisiones que se basan en el desempeño del alumno con respecto al texto y en su desempeño en las tareas para las cuales prepara el texto, podemos concluir que el posible beneficio de dicha sistematización de recursos es muy grande. (Véase figura 1.2.)

### Descripción del diagrama

El plan del texto (bloque uno) implica la descripción de las características de la población a que se dirige el libro; indicar cuáles son los conocimientos previos que deben tenerse para aprovechar mejor su lectura, así como las características de la información que se presenta y los propósitos que se planea alcanzar. En el plan se deberá establecer la relación entre el texto y los otros textos del área y la materia o curso a que corresponde, de acuerdo con el plan de estudios del ciclo educativo en cuestión.

El inventario del contenido (bloque dos) se refiere a la descripción sucinta de los temas que se van a desarrollar.

La estructuración del contenido (bloque tres) se relaciona con la organización del contenido en estructuras significativas que faciliten el aprendizaje y la transferencia de lo aprendido.<sup>7</sup>

La determinación de objetivos (bloque cuatro) implica que después de realizar el inventario sobre la información que se desea tratar y de establecer mediante la técnica de articulación y estructuración el orden en que ésta va a presentarse, se deberán especificar los objetivos que logrará el estudiante como consecuencia de la lectura del texto. Para ello, deberá proceder a describir *qué es lo que será capaz de hacer* el lector luego de haber estudiado el libro. Observe que deberá indicar *la descripción del cambio de conducta deseado* en quien va a estudiar el

<sup>7</sup> La técnica se describe en el siguiente capítulo.

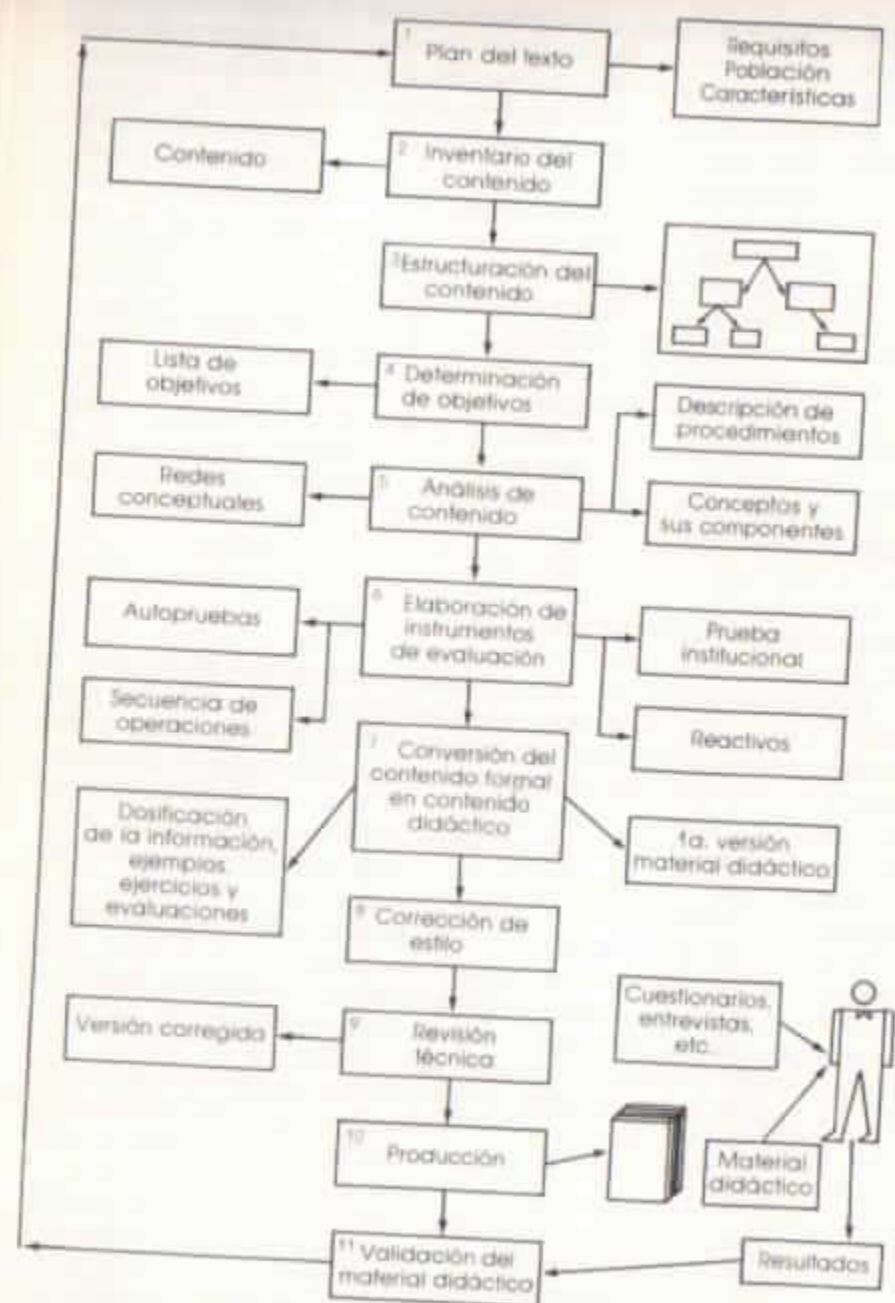


Figura 1.2. Diagrama de flujo para la elaboración de material didáctico.

texto, esto es, los objetivos de aprendizaje, y no los motivos o propósitos de aquél que prepara el material (objetivos de enseñanza).

Análisis del contenido (bloque cinco). Etapa referida a la identificación de los conceptos y procedimientos que implica el contenido que va a enseñar y la determinación de los componentes de estos elementos. Los conceptos constituyen el material teórico y los procedimientos, la parte práctica, o lo que el lector "sabrà hacer" después de su estudio.

Elaboración de instrumentos de evaluación (bloque seis). Preparar los reactivos permite la elaboración de las pruebas que se utilizan para evaluar el aprovechamiento de los estudiantes del sistema abierto.

Los reactivos se basan en los objetivos descritos y la evaluación consiste en comparar el rendimiento del estudiante con el nivel de dominio o ejecución establecido en el objetivo.

Conversión del contenido formal en contenido didáctico (bloque siete). Se refiere a la determinación de secuencias didácticas, de manera que se demande continuamente la participación activa del estudiante. Las secuencias contienen cuadros o episodios de adquisición del

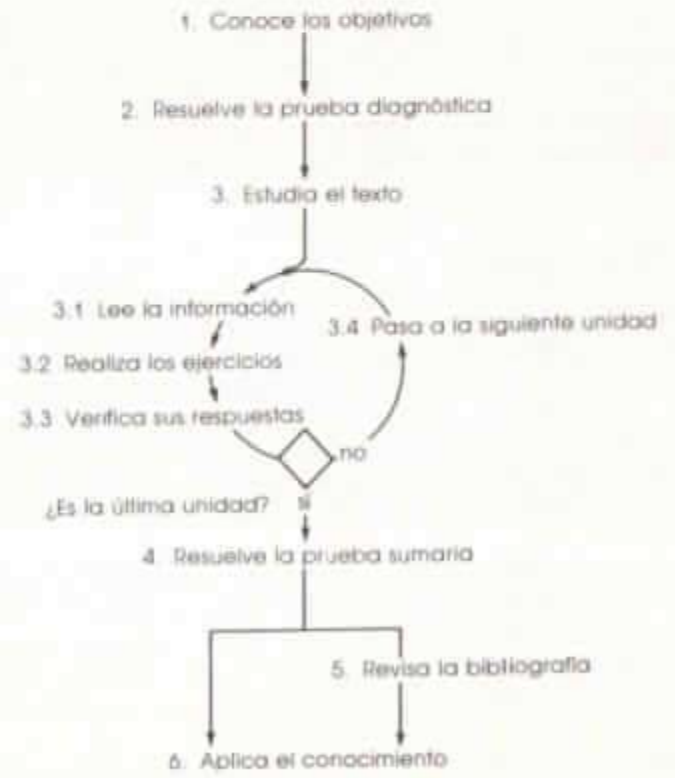


Figura 1.3. Actividades por efectuar para el manejo de los textos.



conocimiento y cuadros o episodios de ejercicios y práctica para la retención del mismo.

Las secuencias se inician presentando un estímulo al estudiante: éste proporciona una respuesta y verifica su resultado. A continuación, realiza diversos ejercicios para practicar los conceptos o procedimientos tratados. Se le presenta un segundo estímulo y el ciclo se repite. (Véase figura 1.3.)

Los bloques ocho, nueve y diez se relacionan con tareas de producción que generalmente efectúan otros especialistas, una vez que se ha terminado el libro.

La validación del material (bloque once). Esta etapa implica un trabajo de investigación para determinar la *eficiencia y eficacia* del material, esto es, la organización de los recursos didácticos en el material y el grado de satisfacción de los objetivos propuestos, respectivamente.

La validación externa se realiza utilizando el libro en la población a la que está dirigido, a fin de poder determinar si enseña lo que pretende.

Cuando el texto se imprime y distribuye para su estudio, tanto el autor como el asesor didáctico deberán investigar en una muestra de la población cuáles son las faltas que se cometen al responder a las preguntas que se formulan en él. El desempeño del estudiante con respecto a los objetivos planteados en el libro, va a revelar al autor los errores y deficiencias que aún subyacen en el texto, y le va a dar la pauta de cómo proceder a una revisión satisfactoria.

La validación anterior se refiere a la comprobación del cumplimiento de criterios técnicos y pedagógicos en el material.

**Asesoría pedagógica**

La función de la asesoría pedagógica consiste en facilitar la realización del texto conforme a las características y los requisitos de los materiales de autoinstrucción. El asesor es responsable de la aplicación imaginativa de las técnicas psicopedagógicas en las etapas sucesivas del modelo. Debe recordarse que el asesor no es especialista en contenido, ni está familiarizado con los tecnicismos propios de la materia, por lo que su tarea se fundamenta y apoya paso a paso en el trabajo de los autores.

Los autores deberán elaborar los textos con arreglo a los planes y programas de estudio vigentes en la institución. El marco conceptual de la asignatura deberá representar los puntos de vista teóricos del departamento correspondiente; los autores deberán, además, tener experiencia docente y preferentemente experiencia en la redacción de escritos.

Las etapas del modelo que se refieren a la corrección de estilo (8), la revisión técnica (9) y la producción del material (10), son responsabili-

dad de otros especialistas; respectivamente: experto en semántica y gramática, versado en cuestiones de estilo; especialistas prestigiados en la materia y, supervisor de los procedimientos de producción, transcripción mecanográfica, cotejo, impresión, derechos de autor, etc.

En el cuadro 1.4 presentamos una lista de los productos o resultados que se pueden obtener en cada una de las etapas relacionadas con las actividades del asesor.

**Cuadro 1.4. Asesoría pedagógica.**

<i>Actividad</i>	<i>Producto</i>
1. <i>Elaborar plan del texto</i>	Uno o varios párrafos donde se exponga la importancia del texto
2. <i>Inventario del contenido</i>	Una serie de fichas donde se señale brevemente los temas que contendrá el texto
3. <i>Articular y estructurar el contenido</i>	Una estructura que muestre todos los elementos o temas del texto y las relaciones entre ellos (puede hacerse mediante la técnica Morgannov-Heredia)
4. <i>Determinación de objetivos</i>	Lista de especificaciones escritas de lo que se espera lograr en cada unidad, indicando la actividad observable que deberá realizar el lector
5. <i>Análisis del contenido</i>	Lista de conceptos y sus componentes, descripciones o diagramas de flujo de los procedimientos que deberán enseñarse
6. <i>Elaboración de instrumentos de evaluación</i>	Tarjetas o fichas con reactivos o preguntas de examen sobre cada objetivo. Cada reactivo debe incluir en la cara posterior de la tarjeta la respuesta correcta. Parte de estos reactivos pasarán a formar el banco de reactivos y con los otros se elaborarán las autoevaluaciones que aparecen en los textos

Cuadro 1.4. (Continuación)

Actividad	Producto
7. Escritura de las unidades	<p>Serie de cuadros o segmentos de información referidos a cada una de las partes que constituyen las secuencias: a) presentación de la información, b) ejercicios, c) evaluación. Estos cuadros pueden incluir las ilustraciones visuales y los apuntes sugeridos. Debe elaborarse el número de cuadros necesarios para apoyar cada una de estas partes. También deben realizarse cuadros sinópticos de cada tema, resúmenes, tablas cronológicas, llaves, diagramas, etc.</p> <p>Serie de fichas bibliográficas que indiquen las fuentes de información del texto y fichas con referencias para una ampliación del tema.</p>



2

## La articulación y estructuración de los contenidos de la enseñanza

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se señala a menudo la necesidad de organizar los contenidos y comportamientos que integran los planes y programas de estudio, de manera armónica, coherente e integrada, para que se facilite el aprendizaje y la *transferencia del conocimiento*, entendiéndose por ésta, la *posibilidad de aplicar los conocimientos y destrezas adquiridos ante situaciones diferentes de aquéllas en las que se realizó el aprendizaje original*.

No obstante, la dificultad que experimentan los estudiantes para aplicar sus conocimientos ante situaciones y problemas nuevos, evidencia que este fenómeno no se realiza de manera satisfactoria y que no se presenta el efecto de *facilitación* que un conocimiento debería ejercer sobre los siguientes.

Los factores que intervienen para que esto ocurra son numerosos, ya que la educación es un proceso muy complejo. Sin embargo, pensamos que la organización empírica de los elementos de estudio es uno de los factores que determinan este problema.

## PROPÓSITO DEL MÉTODO

Con base en el enfoque operativo de la Teoría de Gráficas y en particular en el trabajo de I. B. Morganov,<sup>8</sup> presentamos un método para organizar de manera objetiva y sistemática los elementos de estudio que van a constituir un texto. Este método pretende contribuir a resolver los problemas relativos al orden que deben guardar los contenidos por enseñar.

## ANTECEDENTES

La Teoría de Gráficas es un método de análisis formal que incorpora elementos de la llamada lógica de relaciones y de la topología o estudio de las relaciones de posición de los elementos de una figura.

Los primeros trabajos relacionados con esta teoría, fueron llevados a cabo por Euler, Leibniz, Hamilton, entre otros investigadores.

Hasta 1936, las publicaciones sobre el tema eran escasas. A partir de esta fecha, la Teoría de Gráficas tiene un gran desarrollo y se emplea particularmente en la resolución de problemas, computación, etc., y sus aplicaciones son variadas: problemas de ruta crítica, sistema Pert, flujo de señales, análisis de sistemas, etc.

Con objeto de resolver "el orden lógico" de contenido de una materia, Davies, Thomas Openshaw y Bird,<sup>9</sup> propusieron el uso de matrices para identificar relaciones importantes entre los conceptos y las conductas de una materia y asignatura.

I. B. Morganov<sup>10</sup> planteó el empleo de gráficas, para establecer la secuencia, en que deben enseñarse las materias de un programa. Se parte de la elaboración de una matriz en la que se representa la dependencia entre los elementos de una unidad. A continuación, se realiza una gráfica que expresa las relaciones existentes.

Personalmente, se recomienda el uso sucesivo de tablas de doble entrada, en vez de elaborar la tabla matriz y en seguida la gráfica, porque mediante éstas se puede establecer fácilmente la articulación entre los elementos, procediendo analíticamente, sin necesidad de abordar en un solo esfuerzo el problema en toda su complejidad. Esto no quiere decir que las gráficas no desempeñen un papel importante en la concepción del problema; sólo que, nos parece más sencillo y seguro analizar la tabla a través de reducciones sucesivas y elaborar paralela-

mente la estructura de los elementos del contenido. A continuación, se describen en detalle las etapas que suponen este método, ampliando, a la vez, sus alcances pedagógicos.

## CONVENCIONES

Para comprender el procedimiento es preciso conocer las siguientes convenciones:

- a) Los elementos o unidades de información se denominan *vértices*: su representación está señalada en la figura 2.1.



Figura 2.1. Vértices.

- b) Las relaciones entre los vértices se representan con flechas (véase la figura 2.2.).



Figura 2.2. Las formas de relación entre los vértices.

Existen lógicamente cuatro formas básicas de relaciones posibles:

- Que la información de A no esté contenida en B, ni la información de B en A.
- Que la información de A esté contenida en B, pero que la información de B no esté contenida en A.
- Que la información de B esté contenida en A, pero que la información de A no esté contenida en B.
- Que tanto la información de A esté contenida en B, como la información de B esté contenida en A.

La gráfica de cada caso se presenta en la figura 2.3.



Figura 2.3. Gráfica de las relaciones entre vértices.

<sup>8</sup> Investigador miembro de la Academia de Ciencias de la URSS.

<sup>9</sup> Davies, I. K., et al., *Programmed Learning in Perspective*, Educational Methods, Inc., Chicago, 1964.

<sup>10</sup> Morganov, I. B., "L'utilisation des graphes dans l'élaboration des programmes", *Revue d'Enseignement Programmé*, I, 1966.

El caso *a* nos indica que no hay interdependencia entre los vértices: no hay transferencia alguna entre los elementos: son vértices aislados. Los casos *b* y *c* nos señalan dependencia, es decir, que una información es requisito de otra. El vértice al que llega la flecha es el que tiene como requisito el vértice del que sale la flecha.

El caso *d* nos indica un ciclo. Un ciclo se presenta cuando la cima coincide en el origen, y viceversa. Los ciclos deben desbaratarse, pues representan una estructura compleja que dificulta la comprensión: ya que para aprender un elemento, es preciso conocer otro que, a su vez, implica al primero.

## VÉRTICES

Los vértices de los que salen flechas sin que a éstos les llegue ninguna, se llaman *vértices fuentes*. Dicho de otra manera, los vértices fuente representan a las unidades de conocimiento que son requisito de otras (por eso de ahí salen flechas), y que no tienen requisitos (por eso no les llega ninguna flecha).

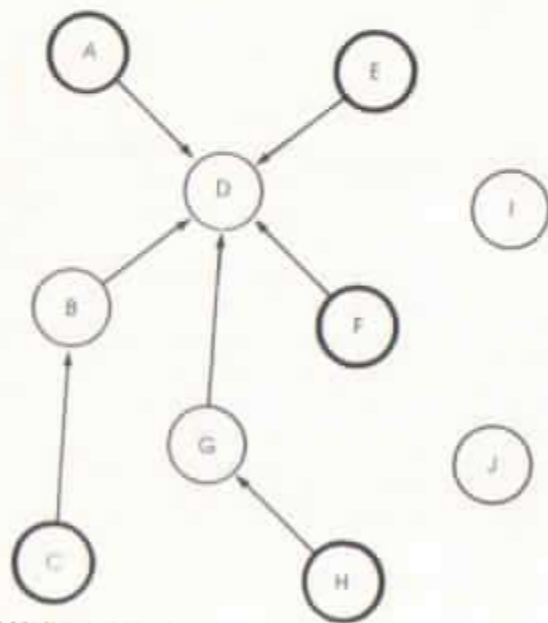


Figura 2.4. Vértices fuente.

Los vértices a los que se dirigen flechas sin que de ellos salga ninguna, se llaman *vértices cima*.

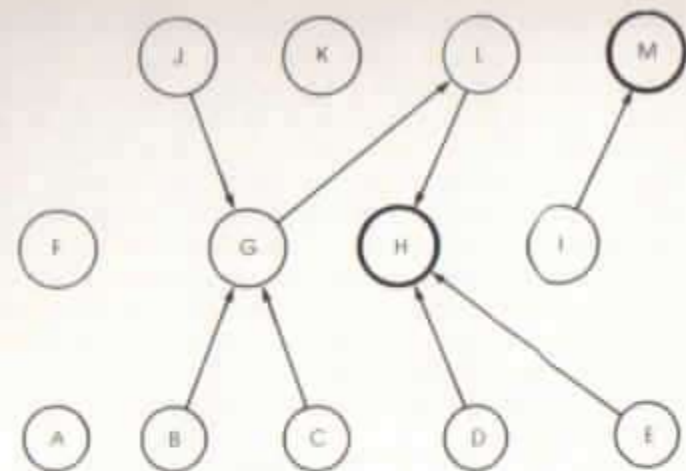


Figura 2.5. Vértices cima.

Todo vértice cima es fácilmente identificable en las gráficas, porque a él llegan las flechas que parten de otros elementos originales o intermedios, y puesto que de los vértices cima no sale ninguna rama. Es decir, se trata de unidades de conocimiento que tienen requisitos (lo indican las flechas que les llegan), y que no son requisitos de otras unidades de conocimiento (por ello no salen flechas de estos vértices).

A los vértices que no llegan ni salen flechas, se les conoce como *vértices aislados*.

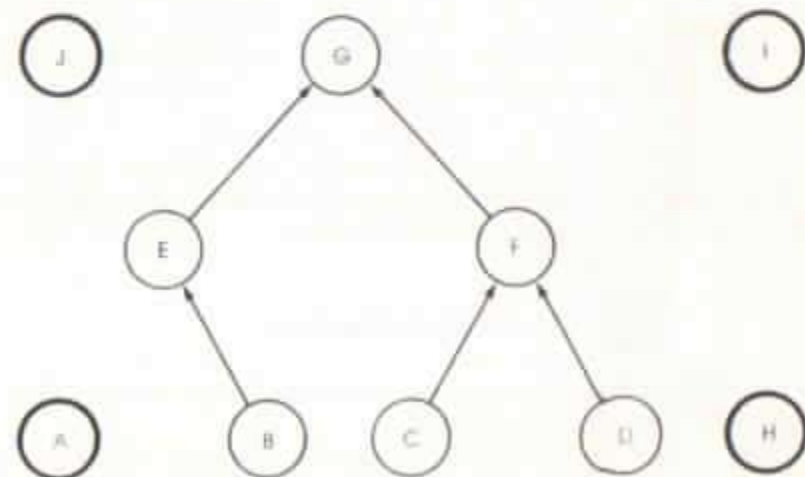


Figura 2.6. Vértices aislados.

Los vértices aislados son aquéllos de los que no salen y a los que no llegan ramas. Pueden tratarse como elementos aislados, desvinculados, o simplemente como vértices independientes, que se van a relacionar después con los demás elementos. Es decir, se trata de unidades de conocimiento que no son ni tienen requisitos. Estas unidades de conocimientos impertinentes al logro de los objetivos que se persiguen y, en el mejor de los casos, distraen la atención del estudiante, si no es que obstaculizan, interfieren, confunden o impiden el aprendizaje. Por esto, se recomienda que siempre que se identifiquen los vértices aislados, se retiren del material didáctico o se relacionen con otras unidades de conocimientos.

A los vértices que llegan y de los cuales salen flechas, se les conoce como *vértices intermedios*.

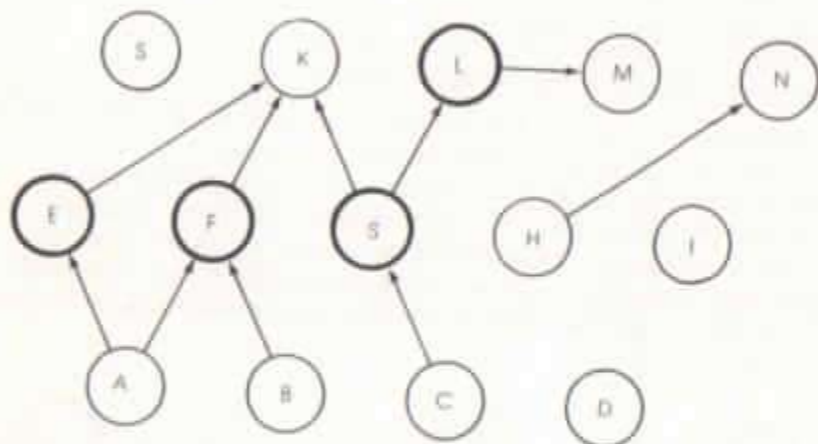


Figura 2.7. Vértices intermedios.

Los elementos intermedios se caracterizan por el hecho de que a ellos llegan y salen flechas. Es decir, se trata de vértices que tienen requisitos y son, a su vez, requisitos de otros.

### LA ARTICULACIÓN

Articular es establecer las relaciones de interdependencia entre los elementos o unidades de información.

Para efectuar la articulación es preciso preparar una tabla de doble entrada en la que se represente la relación antecedente-consecuente que guardan los elementos entre sí.

Las tablas tendrán siempre el mismo número de columnas y de renglones, pues en ambas direcciones operan los mismos elementos. De esto, resulta una *diagonal de elementos* (las celdas en las que coinciden columnas y renglones de la misma unidad). Esta diagonal divide el cuadrado en dos triángulos, y el ideal lógico consiste en hacer de la matriz cuadrada una matriz triangular, que refleje la dependencia y la función ordinal de los elementos de la asignatura, del ciclo educativo, etcétera.

Tabla 2.1. Tabla de doble entrada.

	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

Diagonal ↘

A fin de llenar las celdillas de la tabla, deben ordenarse los elementos en la secuencia lógica de dependencia. Hay que llenar la matriz de la siguiente forma:

1. Colocar tanto en las columnas como en los renglones, cada uno de los elementos.

Tabla 2.2. Elaboración de la tabla matriz.

	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					

Vértices

1. Multiplicación
2. Resta
3. División
4. Suma
5. Raíz cuadrada

2. Determinar si para el elemento de la columna es requisito el elemento del renglón. Esto se puede hacer con cualquiera de las preguntas siguientes:

- ¿El elemento del renglón es requisito del elemento de la columna?
- ¿El vértice de la columna requiere del vértice del renglón?
- ¿El vértice del renglón es requisito del vértice de la columna?
- ¿Para lograr el vértice de la columna es necesario el vértice del renglón?

- 2.1 Si es requisito, se anota un 1 (uno) en la casilla correspondiente.
- 2.2 Si no es requisito se anota un 0 (cero).

Tabla 2.3. Articulación.

Vértices

- 1. Multiplicación
- 2. Resta
- 3. División
- 4. Suma
- 5. Raíz cuadrada

	1	2	3	4	5
1	1	0	1	0	1
2	0	1			
3	0		1		
4	1			1	
5	0				1

En la tabla 2.3 se muestra la articulación del vértice 1, es decir, se encuentran representadas las relaciones de este vértice con todas las demás.

Tabla 2.4. Articulación.

Vértices

- 1. Multiplicación
- 2. Resta
- 3. División
- 4. Suma
- 5. Raíz cuadrada

	1	2	3	4	5
1	1	0	1	0	1
2	0	1	1	0	1
3	0	0	1	0	1
4	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	1

En la tabla 2.4 se muestra la articulación de los cinco vértices, es decir, se representan las relaciones de cada uno con todos los demás.

Tabla 2.5. Identificación de vértices en la tabla.

	1	2	3	4	5
1	1	0	1	0	1
2	0	1	1	0	1
3	0	0	1	0	1
4	1	1	1	1	1
5	0	0	0	0	1

} Vértices intermedios  
 ← Vértices cima  
 ↓ Vértices fuente

En la tabla 2.5 se encuentran los diferentes tipos de vértices. Si el vértice presenta ceros en la columna, quiere decir que no tiene requisitos, y si, además, tiene por lo menos un 1 (uno) en el renglón, indica que es requisito de otro, y, por tanto, se tratará de un vértice fuente.

Si el vértice presenta ceros en el renglón, señala que no es requisito de otros, y si tiene por lo menos un 1 (uno) en la columna, significa que tiene requisitos. Por ende, es un vértice cima.

Por otra parte, será vértice intermedio aquél que presente, por lo menos, un 1 (uno) tanto en la columna como en el renglón, pues éstos son indicadores de que implica y es requisito, respectivamente.

En cambio, el vértice que tenga ceros en la columna y también en el renglón, representará claramente a los vértices aislados. (En la tabla 2.5 no hay vértices de este tipo.)

Ahora, se trata de realizar la gráfica a partir de la tabla. Para ello, se debe llevar a cabo una serie de pasos, que se presentan en el siguiente párrafo.

### PROCESO DE REDUCCIÓN DE LA TABLA MATRIZ

Una vez establecidas todas las relaciones que guardan los elementos entre sí, se procede a efectuar las reducciones de la tabla matriz. Los pasos requeridos, para tal efecto, son:

- 1. Identificar los vértices con ceros en la columna. (Pueden ser tanto fuentes como aislados, de momento no interesa saberlo, lo impor-

tante consiste en determinar qué son los vértices que forman el primer nivel de la gráfica).

2. Registrarlos en la parte inferior de una hoja. Conviene que sean dibujados en el mismo nivel, así se trate de uno o de varios.

3. Cancelar en la tabla matriz tanto las columnas como los renglones de los vértices identificados en el paso 1; no importa que al hacerlo se cancelen celdillas con unos (las de los vértices fuentes con unos en el renglón). Se trata de hacer la primera reducción de la tabla matriz y esta reducción debe incluir todo lo que exprese las relaciones de los vértices identificados.

4. Identificar los nuevos vértices con ceros en la columna.

5. Registrar los vértices señalados en el paso 4, en un nivel arriba de los vértices registrados anteriormente.

6. Cancelar en la tabla reducida los vértices identificados en el paso 4.

7. Repetir los pasos 4, 5 y 6 hasta alcanzar el último nivel, es decir, hasta que todos los vértices de la tabla matriz original estén representados en la hoja señalada en el paso 2. En este momento, se tendrán los vértices distribuidos en niveles jerarquizados de abajo a arriba, sin que estén representadas las relaciones entre ellos. Podríamos decir que se trata de una *estructura de niveles* de los vértices. Para especificar las flechas indicadoras de cuál vértice es requisito de cuál otro vértice, se procede a:

8. Preguntarse si los vértices que están en el segundo nivel tienen como requisito a los vértices que están en el primer nivel. Esto no debe contestarse acudiendo al inventario de los vértices, sino consultándolo directamente en la tabla matriz. Es decir, no se trata de volver a contestar a la pregunta formulada cuando se efectuó la articulación, sino de establecer las relaciones que guardan entre sí los vértices de acuerdo con la estructura de niveles lograda en el paso 7.

9. Dibujar las ramas correspondientes. Es posible que como consecuencia de lo anterior, nos queden algunos vértices del primer nivel sin relación con los del nivel inmediato superior. En caso de que así acontezca, conforme se ascienda en los niveles se debe continuar formulando la pregunta respecto de los vértices que queden "libres".

10. Se sube un nivel y se pregunta si los vértices de ese nivel tienen como requisito a los del nivel inferior y a los que hayan quedado "libres" de otros niveles inferiores.

11. Se dibujan las ramas correspondientes entre los vértices.

12. Se repiten los pasos 10 y 11 hasta alcanzar el último nivel.

Conviene hacer mención de un caso especial de dependencia entre vértices. Un vértice requiere de otro, pero no en forma directa sino a través de un tercer vértice. Por ejemplo: la división requiere de la suma pero a través de la multiplicación o de la resta. Esta forma de depen-

dencia se conoce como *indirecta* o *por transitividad*, por ello no se dibuja la rama que expresa la relación entre ambos vértices, sino que queda implícita. El hecho de no dibujarla en gráfica no quiere decir que se haya cancelado como relación, sino que en la secuencia de enseñanza son consideradas más importantes las relaciones inmediatas o directas. Por otra parte, son más fáciles de interpretar las gráficas en las que no aparecen explícitas las relaciones indirectas.

Tabla 2.6. Reducciones sucesivas de la tabla.

	1	2	3	4	5
1	0	0	1	0	1
2	0	0	1	0	1
3	0	0	0	0	1
4	1	1	1	0	1
5	0	0	0	0	0

↓

a

	1	2	3	5
1	0	0	1	1
2	0	0	1	1
3	0	0	0	1
5	0	0	0	0

↓ ↓

b

	3	5
3	0	1
5	0	0

↓

c

	5
5	0

d

## LA ESTRUCTURACIÓN

La estructuración consiste en representar en una gráfica las relaciones existentes entre los elementos articulados. Podríamos decir que el proceso seguido en el caso de la articulación es el análisis, en tanto que en la estructuración se trata del proceso de síntesis.

La gráfica destaca la transferencia directa de un vértice sobre otro y muestra cómo un elemento puede ser requisito de otros en forma indirecta.

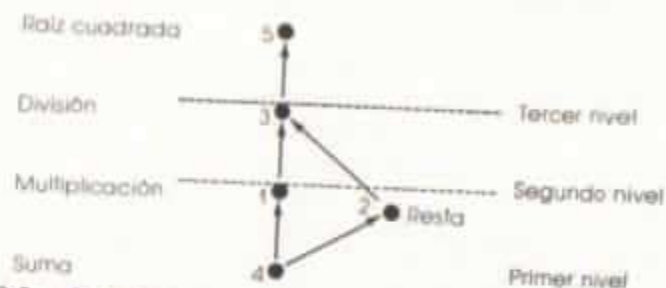


Figura 2.8. Gráfica.

Observe que en la figura 2.8 el elemento 3 requiere en forma directa del 1 y del 2, en tanto que requiere del 4 en forma indirecta a través del 1 y del 2. La secuencia que se puede seguir para enseñar estas operaciones sería: (4,1,2,3) (5) o (4,2,1,3) (5).

Conviene destacar que si se trata del mismo nivel coordinado, pueden estudiarse las unidades en el orden que lo desee el estudiante. No así en los casos de los niveles subordinados o supraordinados. La gráfica nos permite determinar la secuencia más adecuada desde el punto de vista pedagógico, es decir, el orden de la presentación del contenido, de modo que se eliminen las interferencias entre los temas y se facilite al alumno el aprendizaje.

La extrema sencillez del ejemplo anterior puede hacer suponer que cualquier profesor que conoce su materia no tiene necesidad de recurrir a un instrumento metodológico como es el de las tablas y gráficas. Sin embargo, conviene hacer notar que tal actitud no se justifica, pues cuando se trata de los elementos de un plan de estudios, cualquiera que sea el nivel que nos ocupe, se manejan por lo general numerosos vértices.

Si bien es cierto que la experiencia de los profesores permite que la articulación entre los temas de una materia se establezca empíricamente, la estructuración y secuenciación no resultan tan fáciles de establecer sin una aproximación sistemática al problema.

Para ilustrar lo anterior, nos remitiremos a un caso en el que se tienen que manejar 20 vértices o elementos (véase la tabla 2.7.).

Tabla 2.7. Articulación de elementos de estudio: tabla matriz.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### Ejercicio

En la siguiente página se anexa una forma para que efectúe, si así lo desea, las reducciones de la tabla.

Los elementos 1, 2, 3, 4, 5 y 16 son vértices fuente, puesto que sus columnas están llenas de ceros y en sus renglones aparece por lo menos un uno. Por lo tanto, éstos son los primeros que se cancelan y registran para hacer la estructuración.<sup>11</sup>

Después de la primera reducción de la tabla matriz, quedan como vértices con ceros en la columna el 6, 7, 8, y 9, que deberán retirarse en la tabla siguiente. Continúe efectuando sucesivamente las reducciones necesarias y registrando los vértices.

<sup>11</sup> En la figura 2.9, presentamos directamente la gráfica que resulta de las sucesivas reducciones de la tabla matriz; no incluimos las tablas de reducciones.



Tabla de relaciones

Asignatura

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
7																														
8																														
9																														
10																														
11																														
12																														
13																														
14																														
15																														
16																														
17																														
18																														
19																														
20																														
21																														
22																														
23																														
24																														
25																														
26																														
27																														
28																														
29																														
30																														

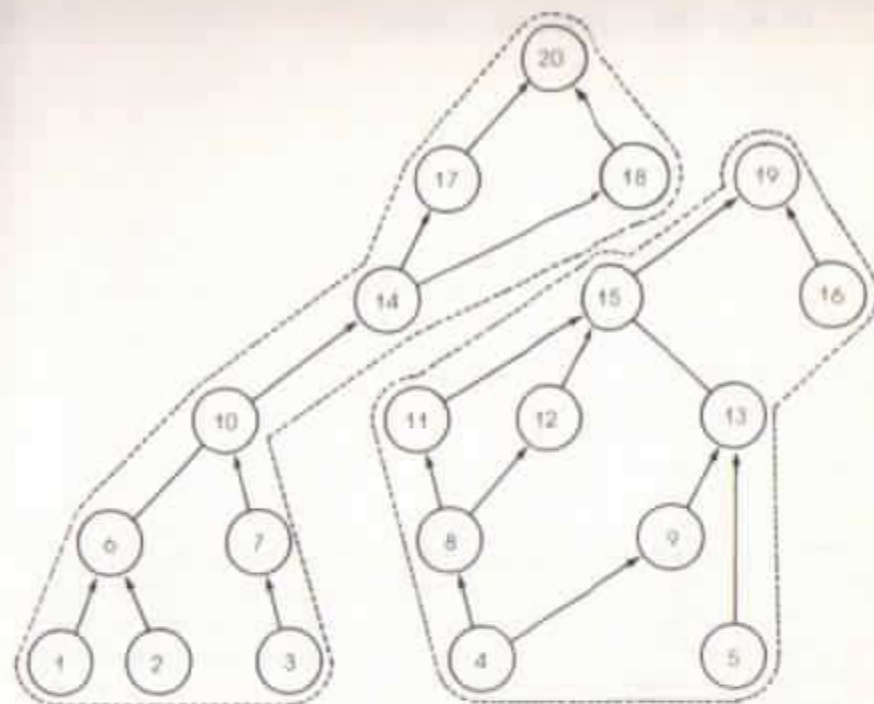


Figura 2.9. Gráfica resultante de las sucesivas reducciones de la tabla matriz.

Para trazar las ramas que las unan, deberá preguntarse: ¿cuáles de estos vértices implican o tienen como requisito a los anteriores? No es posible tener la respuesta sin consultar la tabla matriz, ya que cualquiera de los vértices superiores pueden tener como requisito a cualquiera de los inferiores. La tabla matriz nos indica que las relaciones antecedente-consecuente entre los vértices se presentan así:

La estructura nos revela que se trata de dos áreas que son independientes, de manera que se podría comenzar con el estudio de una u otra indistintamente.

A fin de conseguir que la transferencia vertical entre los elementos se realice de manera óptima, las secuencias pedagógicas se podrían formar de la siguiente manera:

Para A:

1, 2, 6, 3, 7, 10, 14, 17, 18, 20.

Para B:

4, 8, 11, 12, 9, 5, 13, 15, 16, 19.





Tabla 2.12.

	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
10	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
11	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0
12	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
13	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
14	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 2.13.

	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0
11	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0
12	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
13	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
14	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
15	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
16	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 2.14.

	10	11	12	13	14	16	17	18
10	1	0	0	0	0	0	0	0
11	0	1	1	0	0	0	1	0
12	0	0	1	0	0	0	1	0
13	0	0	0	1	0	0	1	0
14	0	0	0	0	1	0	1	0
16	0	0	0	0	0	1	0	0
17	0	0	0	0	0	0	1	0
18	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 2.15.

	11	12	13	14	17	18
11	1	0	0	0	0	0
12	0	1	0	0	0	1
13	0	0	1	0	0	1
14	0	0	0	1	0	1
17	0	0	0	0	1	0
18	0	0	0	0	0	1

Tabla 2.16.

	12	13	18
12	1	0	0
13	0	1	0
18	0	0	1

Tabla 2.17.

	13	18
13	1	0
18	0	1

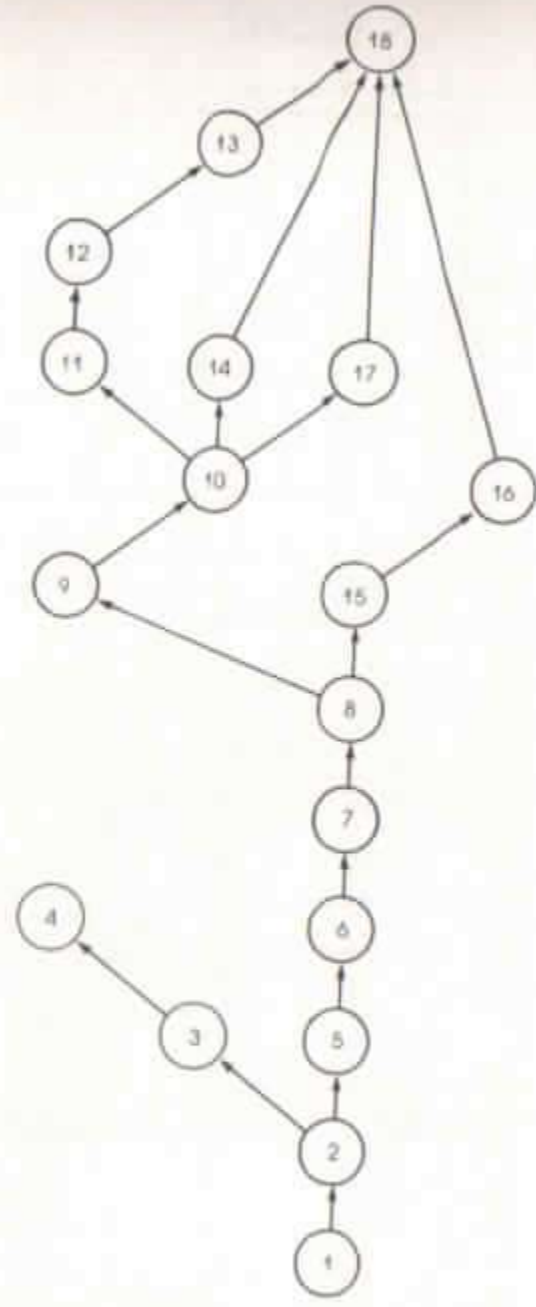


Figura 2.10. Gráfica resultante.

Tabla 2.18. Secuencias pedagógicas posibles.

a)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	17	15	16	12	13	18
b)	1	2	3	4	5	6	7	8	15	16	9	10	11	12	13	14	17	18
c)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	17	14	11	12	13	15	16	18

Los números encerrados en los círculos indican los temas de síntesis que pueden ser, a su vez, requisito para nuevos temas. En estos vértices es conveniente evaluar los conocimientos

## LOS CICLOS

Hemos dicho que los *ciclos* son contenidos que por su mutua interdependencia son particularmente difíciles de aprender.

Si en la información que vamos a tratar existen ciclos estructurales, éstos se apreciarán en la gráfica. Si éste es el caso, habrá que referirse al contenido para evaluar el carácter del ciclo.

### CICLOS FALSOS

Cuando son muy numerosos los vértices que habrán de articularse, no es raro que el especialista incurra en algunos errores cuando elabore la tabla matriz.

Debe tenerse en cuenta que si se trata, por ejemplo, de 20 vértices, son 380 las celdillas que hay que llenar. Sin embargo, el análisis de la tabla matriz original permite detectar y eliminar los errores que en su mayor parte se manifiestan como *falsos ciclos*, es decir, como una relación de dependencia recíproca establecida en forma equivocada.

El procedimiento para identificar los falsos ciclos, se expone a continuación.

### Convenciones

Para indicar una celdilla en particular, debe anotarse dentro de un paréntesis primero el *número del renglón* y en seguida el *número de la columna* (separados por una coma). Ésta es una convención generalizada en el campo de las matemáticas. Por ello, no conviene sustituirla por otra.

Es conveniente insistir en que el primer número designa el renglón, en tanto que el segundo designa la columna (véase la tabla 2.19).

**Tabla 2.19.** Identificación de las celdillas. (2,3) y (3,2) señalan celdillas diferentes.

	1	2	3	4	
(2,3) = renglón, columna	1	A	B	C	D
(3,2) = renglón, columna	2	E	F	G	H
	3	I	J	K	L
	4	M	N	O	P

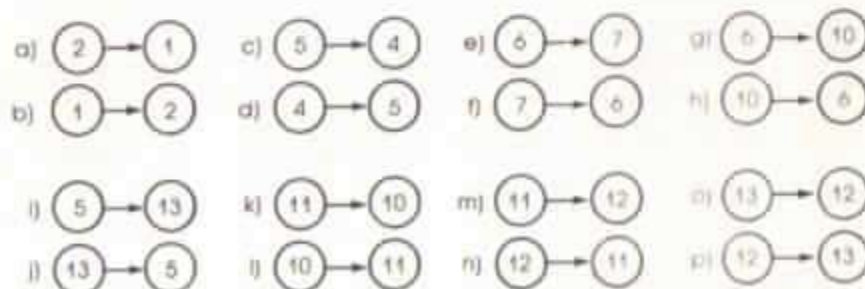
La letra *B* se encuentra en la celdilla (1,2); la letra *E* se encuentra en la celdilla (2,1); la letra *F* se encuentra en la celdilla (2,2); la letra *K* se encuentra en la celdilla (3,3), y la letra *P* se encuentra en la celdilla (4,4). Esto puede advertirse en la tabla 2.20.

**Tabla 2.20.**

	1	2	3	4
1	A	B	C	D
2	E	F	G	H
3	I	J	K	L
4	M	N	O	P

### PASOS PARA LOCALIZAR LOS CICLOS FALSOS

1. Se cancela la diagonal en la tabla matriz, ya que un vértice no puede ser requisito de sí mismo.
2. Se observa si hay "unos" abajo de la diagonal. Ello indica que posiblemente se registraron ciclos falsos.
3. Se busca si hay "unos" en las celdillas recíprocas a las que están debajo de la diagonal. La ausencia de "unos" indica que no hay ciclo entre ambos vértices. (Véase tabla 2.21.)
4. En caso de que sí existan "unos" en las celdillas recíprocas, proceda a registrarlos de la siguiente manera:



5. Una vez identificados los ciclos, se pasa a determinar si son falsos o no. Para esto, es conveniente que se pregunte: ¿se puede enseñar la unidad de conocimiento que recibe la rama, sin haber enseñado antes la unidad de la que sale la rama?



Tabla 2.23. Tabla matriz corregida.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
3	1	1		1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0		1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1
5	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6	1	0	0	0	0		0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
7	1	1	1	1	0	0		1	1	1	1	1	1	0	1	1
8	1	1	0	1	1	1	0		1	1	1	1	1	0	1	1
9	1	0	0	1	1	0	0	0		0	1	0	1	0	1	1
10	1	1	0	0	1	1	0	0	1		1	0	1	0	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1
12	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1		1	0	1	1
13	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		0	1	0
14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

En la tabla matriz corregida aún pueden existir ciclos, puesto que de hecho el propósito de los pasos anteriores consistía en revisar y detectar falsos ciclos entre dos vértices. El error frecuentemente cometido por los especialistas al elaborar la tabla matriz, se debe a que al establecer la articulación entre las unidades de conocimiento, en vez de responder a la pregunta *¿para enseñar esta unidad debo enseñar esta otra unidad antes?*, contesta a la pregunta *¿esta unidad de conocimiento está relacionada con esta otra unidad?* Por esto, al terminar su trabajo se encuentra con que al no haber respetado las normas de la técnica propuesta, se cometen errores que hay que corregir. Para ello, el especialista debe proceder de acuerdo con las especificaciones del procedimiento que se le ha dado, es decir, debe eliminar los vértices fuente, o sea, "las columnas con puros ceros", para ir reduciendo la matriz original ya corregida.

En todos los casos en los que el especialista encuentre que después de reducir la tabla matriz original, mediante la eliminación de los vértices que vayan presentando ceros en la columna, faltan numerosos vértices por cancelar y ya no hay uno solo que presente ceros en la columna, debe proceder de la siguiente manera:

1. Identificar los vértices cima en la tabla reducida (los que presenten ceros en el renglón).
2. Anotarlos en la parte superior de la hoja en la que se han registrado los otros niveles.
3. Cancelar en la tabla tanto las columnas como los renglones de los vértices identificados en el paso 1.
4. Identificar en la tabla reducida por el paso anterior, los vértices que presenten ceros en el renglón.
5. Registrarlos un nivel abajo de los vértices anotados en el paso 2.
6. Repetir los pasos 4 y 5 hasta que sólo queden en la tabla reducida vértices que tengan por lo menos un uno tanto en columna como en renglón. En este momento, se contará con dos series de niveles de vértices, una serie de los que se registraron de abajo a arriba de acuerdo con el procedimiento propuesto al principio, y otra serie compuesta por los niveles registrados de arriba a abajo de acuerdo con los pasos 1 y 6. Queda un espacio entre ambas series y en la última reducción de la tabla quedan algunos vértices. Dicho espacio será ocupado por estos vértices para lo cual procede a:
  7. Registrar en otra hoja los vértices restantes.
  8. Preguntarse si uno de los vértices tiene como requisito a los demás. (Para responder hay que consultar la última reducción de la tabla.)
  9. Representar las relaciones entre vértices con las ramas correspondientes.
  10. Repetir los pasos 8 y 9 para cada uno de los vértices.
- Una vez representadas las relaciones entre todos los vértices de esta sección, pueden apreciarse el o los ciclos que hubieran entre ellos. Es probable que se trate de ciclos en los que intervengan más de dos vértices. Al igual que en el caso de los ciclos falsos, se debe procurar romper alguna relación para eliminar los ciclos. Cuando esto se haga, bastará con sustituir con un cero los "unos" que expresaban las relaciones en la tabla y luego se podrán efectuar las reducciones necesarias, pues ya habrá columnas o renglones con puros ceros. Cuando no se puedan romper los ciclos existentes, por ser ciclos verdaderos, se registrará el ciclo en el espacio existente entre ambas series de niveles, y después:
  11. Se preguntará si cada uno de los vértices del ciclo tiene como requisito a los del nivel inferior (y a los "libres").



12. Se registrarán las relaciones detectadas. Debe tenerse mucho cuidado para no anotar las relaciones existentes por transitividad.

13. Se preguntará si los vértices del nivel superior a los vértices del ciclo, requieren de alguno de éstos últimos.

14. Se registrarán las ramas correspondientes.

Tabla 2.24. Primera reducción.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
3	1	1		1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0		1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1
5	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
7	1	1	1	1	1	0		1	1	1	1	1	1	0	1	1
8	1	1	0	1	1	1	0		1	1	1	1	1	0	1	1
9	1	0	0	1	1	0	0	0		0	1	0	1	0	1	1
10	1	1	0	0	1	1	0	0	1		1	1	1	0	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1
12	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1		1	0	1	1
13	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		0	1	1
14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1
15	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

↓  
17) Vértice fuente

Tabla 2.25. Segunda reducción.

	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0		0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
3	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0		1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
5	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6	1	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	1	1
8	1	1	0	1	1	1		1	1	1	0	1	0	1	1
9	1	0	0	1	1	0	0		0	1	1	1	0	1	1
10	1	1	0	0	1	1	0	1		1	1	1	0	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1
12	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1		1	0	1	1
13	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		0	1	1
14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

3) Vértice fuente

Tabla 2.26. Tercera reducción.

	1	2	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
4	1	1		1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1
5	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
6	1	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	1	1
8	1	1	1	1	1		1	1	1	0	1	0	1	1
9	1	1	1	1	0	0		0	1	1	1	0	1	1
10	1	0	0	1	1	0	1		1	1	1	0	1	1
11	1	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1
12	1	1	1	1	0	0	0	0	1		1	0	1	1
13	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0		0	1	1
14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(8) Vértice fuente      (14) Vértice fuente

Tabla 2.27. Cuarta reducción.

	1	2	4	5	6	9	10	11	12	13	15	16	
1		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	} Vértice cima
2	0		0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	
4	1	1		1	1	0	1	1	0	1	1	1	
5	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1	1	
6	1	0	0	0		0	0	0	0	0	1	1	
9	1	1	1	1	0		0	1	1	1	1	1	
10	1	0	0	0	1	1		1	1	1	1	1	
11	1	0	0	0	0	0	0		0	0	1	1	
12	1	0	0	1	0	0	0	0		1	1	1	
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	
15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

Vértice cima

Tabla 2.28. Quinta reducción.

	2	4	5	6	9	10	11	12	13	15	16
2		0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
4	1		1	1	0	1	1	0	1	1	1
5	0	0		0	0	0	0	0	0	1	1
6	0	0	0		0	0	0	0	0	1	1
9	1	1	1	0		0	1	1	1	1	1
10	0	0	0	1	1		1	1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0		0	0	1	1
12	1	1	1	0	0	0	1		1	1	1
13	0	0	1	0	0	0	0	0		1	1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(16) Vértice cima

Tabla 2.29. Sexta reducción.

	2	4	5	6	9	10	11	12	13	15
2		0	0	0	0	0	1	0	0	1
4	1		1	1	0	1	1	1	1	1
5	0	0		0	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0		0	0	0	0	0	1
9	1	1	1	0		0	1	1	1	1
10	0	0	0	1	1		1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0		0	0	1
12	1	1	1	0	0	1	0		1	1
13	0	0	1	0	0	0	0	0		1
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(15) Vértice cima

Tabla 2.30. Séptima reducción.

	2	4	5	6	9	10	11	12	13
2		0	0	0	0	0	1	0	0
4	1		1	1	0	1	1	1	1
5	0	0		0	0	0	0	0	0
6	0	0	0		0	0	0	0	0
9	1	1	1	0		0	1	1	1
10	0	0	0	1	1		1	1	1
11	0	0	0	0	0	0		0	0
12	1	1	1	0	0	1	0		1
13	0	0	1	0	0	0	0	0	

{(5) Vértice cima

{(6) Vértice cima

{(11) Vértice cima

Tabla 2.31. Octava reducción.

	2	4	9	10	12	13
2		0	0	0	0	0
4	1		0	1	0	1
9	1	1		0	1	1
10	0	0	1		1	1
12	1	1	0	0		1
13	0	0	0	0	0	

{(2) Vértice cima

{(13) Vértice cima

Tabla 2.32. Novena reducción.

	4	9	10	12
4		0	1	0
9	1		0	1
10	0	1		1
12	1	0	0	

Vértices intermedios (con ciclo)

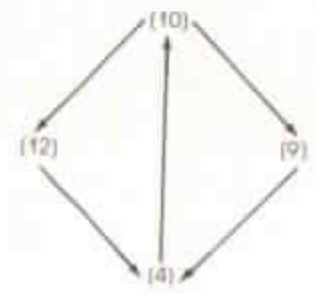
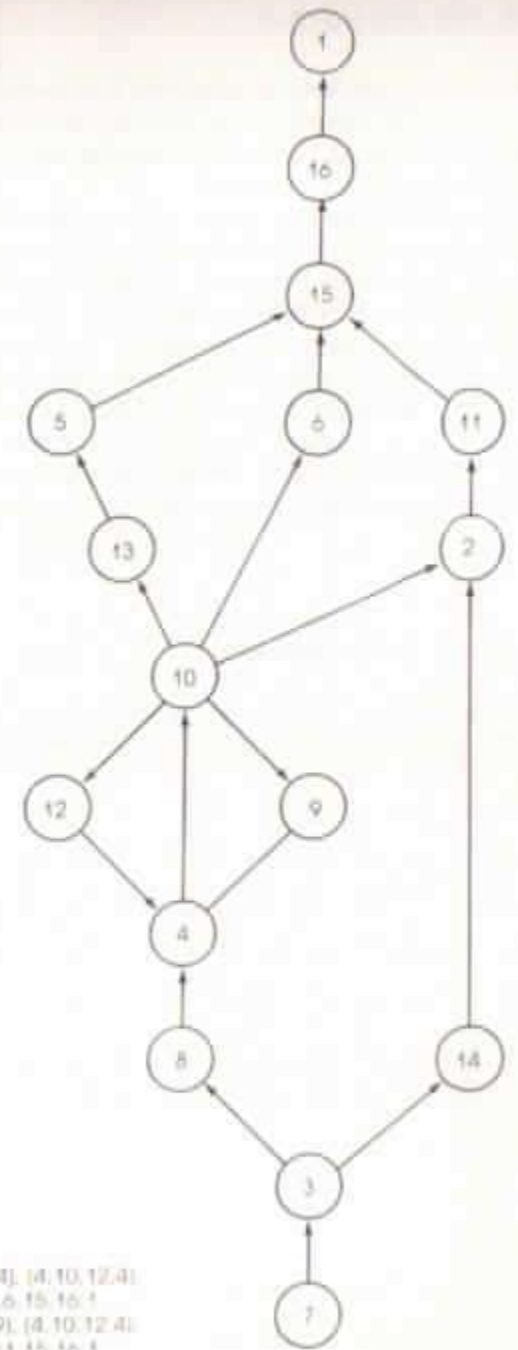


Figura 2.12. Gráfica correspondiente a la novena reducción.



Secuencias

- A. 7,3,8, (10,9,4), (4,10,12,4), 14,2,11,13,5,6,15,16,1
- B. 7,3,8, (4,10,9), (4,10,12,4), 13,5,6,14,2,11,15,16,1

Figura 2.13. Gráfica.

## CICLO CON EL VÉRTICE INICIAL

Un caso distinto, pero que se suele presentar con cierta regularidad, ocurre cuando en la tabla matriz no se pueden cancelar ni vértices fuentes ni ceros. Entonces, se procede a cancelar las columnas con menos ceros (vértices fuentes con ciclo).

La estructura resultante muestra que el ciclo se presenta entre los primeros vértices y los siguientes, porque el tema inicial requiere de la información que se trata posteriormente. Si dejamos este orden, el alumno se verá obligado a memorizar el contenido. Para organizar los temas de manera más adecuada es conveniente dividir el vértice que causa el ciclo en dos, de manera que en el primero se presenten al alumno las "nociones" del tema, y que éste se trate con mayor amplitud al final (a nivel de conceptos). Si optamos por esta solución, el nuevo vértice se agrega en la tabla matriz y se representa así en la estructura, con lo que se resuelve la organización circular anterior.

### Ejercicio

Tabla matriz

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
3	0	0		1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
4	0	0	0		1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
5	0	0	0	0		0	0	0	1	1	1	1	1	0
6	0	0	0	0	0		1	0	1	1	1	1	1	0
7	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	1
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1
14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	

Primera reducción

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
3	0	0		1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
4	0	0	0		1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
5	0	0	0	0		0	0	0	1	1	1	1	1	0
6	0	0	0	0	0		1	0	1	1	1	1	1	0
7	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	1
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1
14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	

## Segunda reducción

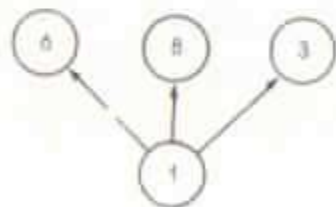
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
3	0		1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
4	0	0		1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
5	0	0	0		0	0	0	1	1	1	1	1	0
6	0	0	0	0		1	0	1	1	1	1	1	0
7	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	1	0
8	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1	1
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		1
14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	



3      6      8

## Tercera reducción

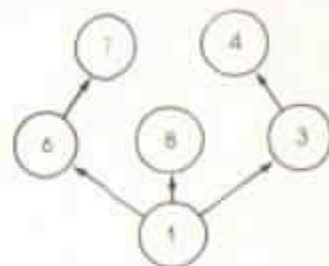
	2	4	5	7	9	10	11	12	13	14
2		1	1	1	1	1	1	1	0	0
4	0		1	0	1	1	1	1	1	0
5	0	0		0	1	1	1	1	1	0
7	0	0	0		1	1	1	1	1	0
9	0	0	0	0		1	1	1	1	0
10	0	0	0	0	0		1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0		0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	1		1	1
13	1	0	0	0	0	0	1	0		1
14	1	0	0	0	0	0	1	0	0	



4      7

## Cuarta reducción

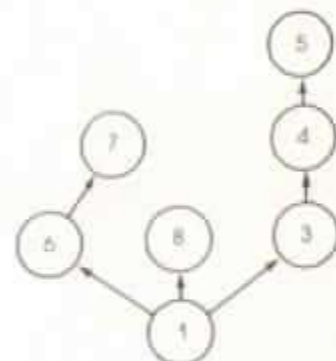
	2	5	9	10	11	12	13	14
2		1	1	1	1	1	0	0
5	0		1	1	1	1	0	0
9	0	0		1	1	1	0	0
10	0	0	0		1	1	0	0
11	0	0	0	0		0	0	0
12	0	0	0	0	1		1	1
13	1	0	0	0	1	0		1
14	1	0	0	0	1	0	0	



5

## Quinta reducción

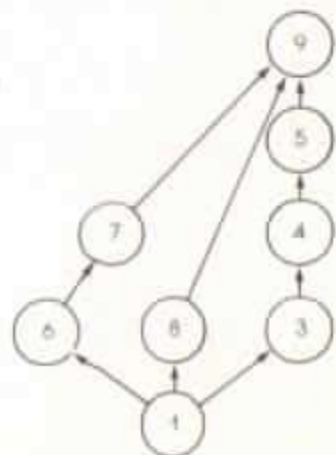
	2	9	10	11	12	13	14
2		1	1	1	1	0	0
9	0		1	1	1	0	0
10	0	0		1	1	1	1
11	0	0	0		0	0	0
12	0	0	0	1		1	1
13	1	0	0	1	0		1
14	1	0	0	1	0	0	



9

## Sexta reducción

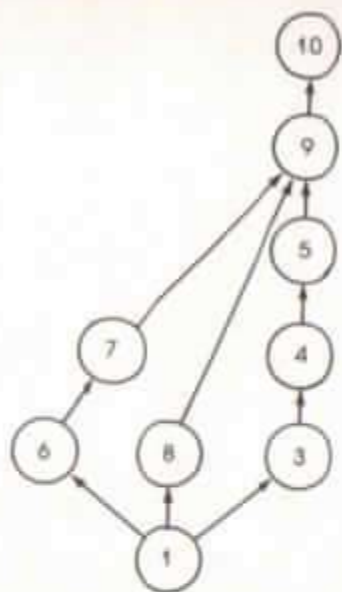
	2	10	11	12	13	14
2		1	1	1	0	0
10	0		1	1	1	1
11	0	0		0	0	0
12	0	0	1		1	1
13	1	0	1	0		1
14	1	0	1	0	0	



10

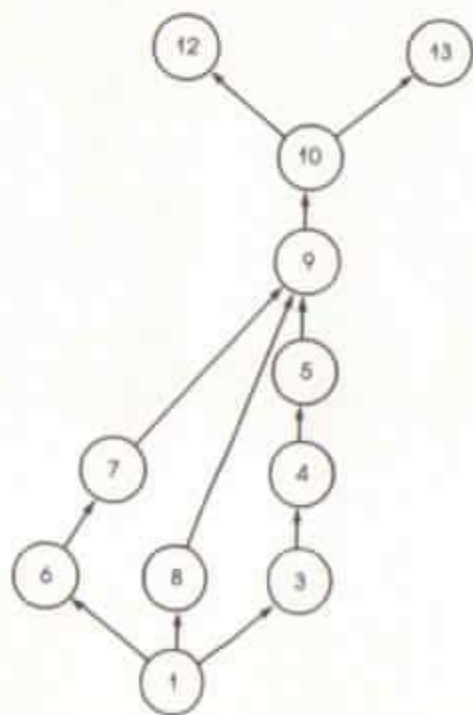
## Séptima reducción

	2	11	12	13	14
2		1	1	0	0
11	0		0	0	0
12	0	1		1	1
13	1	1	0		1
14	1	1	0	0	
			<u>12</u>	<u>13</u>	



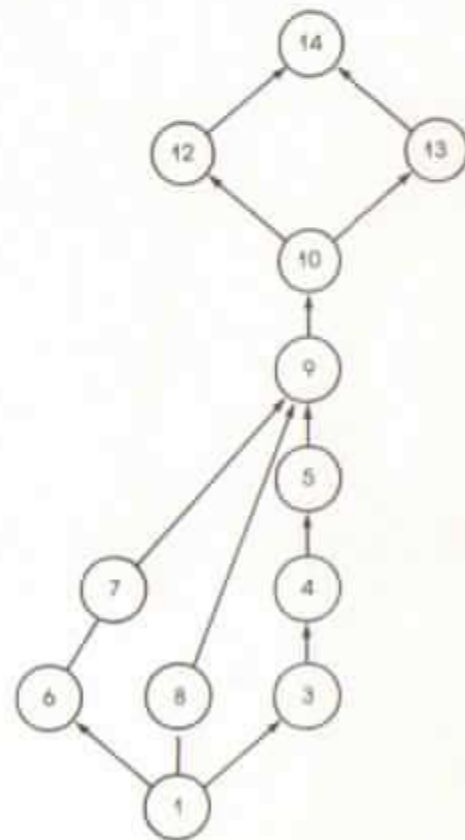
## Octava reducción

	2	11	14
2		1	0
11	0		0
14	1	1	
			<u>14</u>



## Novena reducción

	2	11
2		1
11	0	
		2



Gráfica con ciclos

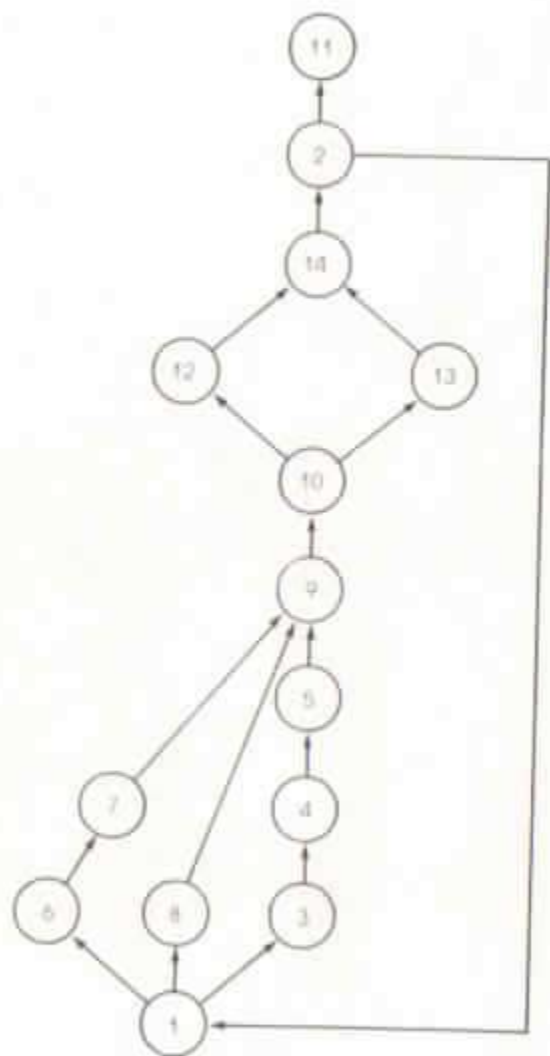
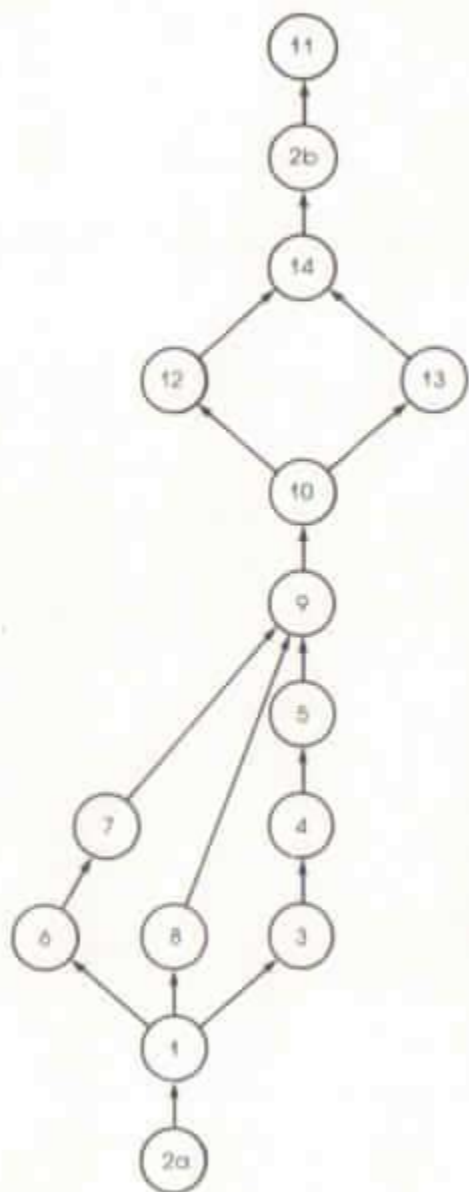


Tabla sin ciclos

	1	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1		0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2a	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
2b	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0		1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0
4	0	0	0	0		1	0	0	0	1	1	1	1	1	0
5	0	0	0	0	0		0	0	0	1	1	1	1	1	0
6	0	0	0	0	0	0		1	0	1	1	1	1	1	0
7	0	0	0	0	0	0	0		0	1	1	1	1	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1	1	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1	1	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	1
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		1
14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	

Gráfica sin ciclos



3

## La especificación de los objetivos de aprendizaje

### INTRODUCCIÓN

Es propósito de esta sección responder a las preguntas más frecuentes que se han planteado los profesores en torno a este tema, y precisar algunos términos particularmente importantes.

Los objetivos de aprendizaje útiles para preparar materiales instruccionales son los que describen y delimitan el comportamiento que se espera del estudiante al finalizar el texto. La claridad de los objetivos de aprendizaje facilita la revisión de los contenidos educativos que, en muchos casos, permanecen sólo gracias a la tradición. Por otra parte, contribuye a la eliminación de aquellos conocimientos elegidos inicialmente de manera arbitraria.

La especificación de los objetivos de aprendizaje corresponde a la cuarta etapa de la estrategia para la preparación del material didáctico.

<sup>12</sup> Adaptado de Hereñía, Bertha, "Preguntas y respuestas acerca de los objetivos de enseñanza-aprendizaje", artículo publicado en el paquete de *Sistemización de la enseñanza*, CISE, UNAM, México, 1977.



## PREGUNTAS Y RESPUESTAS ACERCA DE LOS OBJETIVOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

### 1. ¿Qué es un objetivo?

Es el resultado que se preve o se desea alcanzar en un plazo determinado.

### 2. ¿Qué es un objetivo de educación?

Es la descripción y delimitación de la conducta <sup>13</sup> que se espera del estudiante, al finalizar un ciclo de instrucción.

Esta definición incluye tanto el proceso de enseñanza como el de aprendizaje, por lo que también se denominan "objetivos de enseñanza-aprendizaje", dado que lo relevante es la ocurrencia del aprendizaje y no la presentación del contenido del curso. En adelante, utilizaremos la segunda denominación.

### 3. ¿Por qué es necesario definir los objetivos de aprendizaje en un texto de autoinstrucción?

- Porque una acción eficaz es aquella que alcanza sus objetivos, y no es posible hablar de eficacia de los materiales didácticos si los objetivos no han sido definidos previamente.
- Porque los objetivos descritos con claridad permiten al estudiante saber qué es exactamente lo que se pedirá al final del curso.
- Porque los objetivos descritos claramente permiten obtener evidencias de los resultados alcanzados.

### 4. ¿Cuántos tipos de objetivos de aprendizaje existen?

No se puede dar una respuesta definitiva a esta pregunta. Sin embargo, proponemos la siguiente clasificación que se adecua bastante a las características del sistema educativo vigente:

- |  |   |                        |
|--|---|------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>Objetivos generales.</li> <li>Objetivos especiales.</li> <li>Objetivos de carrera.</li> <li>Objetivos particulares.</li> <li>Objetivos de temas.</li> <li>Objetivos de conducta.</li> </ol> | } | Objetivos intermedios. |
|--|---|------------------------|

### 5. ¿Cuáles son los objetivos generales?

"Son un conjunto de enunciados que representan los comportamientos más complejos y los contenidos más amplios que la institución pretende que dominen los estudiantes". <sup>14</sup> Por ejemplo, algunos de los objetivos generales de la UNAM son:

- Impartir educación superior para formar profesionistas, investigadores, profesores universitarios, técnicos útiles a la sociedad.

- Organizar y realizar investigaciones principalmente acerca de las condiciones y problemas nacionales.
- Extender con la mayor amplitud posible los beneficios de la cultura. <sup>15</sup>

### 6. ¿Cuáles son los objetivos especiales?

Son los objetivos de las áreas de educación. Por ejemplo, los objetivos especiales del área de ciencias del Colegio de Ciencias y Humanidades son: obtener competencia para aplicar conocimiento teórico, científico y técnico a la solución de problemas concretos de trabajo en el ciclo superior de enseñanza media.

### 7. ¿Cuáles son los objetivos de carrera?

Son los objetivos de las profesiones y las subprofesiones. Este tipo de objetivos corresponden a los distintos niveles: técnico, licenciatura, maestría y doctorado.

### 8. ¿Cuáles son los objetivos particulares?

Son los objetivos de las asignaturas. Por ejemplo, los objetivos particulares del primer curso de patología en el nivel de licenciatura en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ) de la UNAM, son:

- Que el estudiante domine los conceptos generales de las alteraciones básicas comunes a los tejidos y órganos enfermos.
- Que identifique macro y microscópicamente las lesiones comunes a los tejidos y órganos enfermos.

### 9. ¿Cuáles son los objetivos de temas?

Son aquellos objetivos que se refieren a una unidad del contenido. En los textos de autoinstrucción se puede hablar de objetivos de la unidad.

### 10. ¿Cuáles son los objetivos conductuales?

Son los objetivos que proponen un cambio de la conducta del alumno. Se caracterizan por indicar cuál es la conducta específica que ejecutará el estudiante; ante qué condiciones, situaciones o estímulos se presentará esta conducta, y cuál será el nivel de precisión para determinar si se ha logrado el objetivo. Por ejemplo, los objetivos conductuales de una unidad de un curso de "Introducción al método científico" son que el estudiante:

- Identifique las principales características del conocimiento científico.
- Distinga el conocimiento científico del no científico.
- Explique el concepto de método científico.
- Describa los métodos de investigación de las ciencias empíricas.

<sup>13</sup> Toda actividad observable y, por tanto, medible.

<sup>14</sup> Ibarra de Solís, María de. "Determinación de los objetivos generales del plan de estudios", en *Diseño de planes de estudio*, CNME, pág. 173.

<sup>15</sup> Legislación de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ed. Andrade, México, segunda edición, 1969, pág. 223.

### 11. ¿Cómo se derivan los objetivos conductuales?

Después de realizar la articulación de los temas, y de haber determinado el orden en que se van a presentar las unidades de conocimiento, se procede a especificar las habilidades y conductas que el estudiante debe demostrar en relación con cada tema o unidad, esto es, a redactar los objetivos conductuales correspondientes.

### 12. ¿Conviene establecer objetivos en un momento diferente del que se señala en la estrategia?

En mi opinión, los objetivos deben derivarse a partir de una estructura lógica inicial. Su redacción, en una primera instancia, dependerá sobre todo del conocimiento que tenga el autor sobre la materia de que se ocupe. El análisis del contenido que va a realizar después, le va a proporcionar información más precisa sobre los elementos necesarios para el dominio del objetivo, por lo que, eventualmente, deberá revisar y efectuará los ajustes que procedan en los objetivos.

### 13. ¿Hasta dónde es pertinente especificar los objetivos de aprendizaje?

Hasta un nivel en el que sea posible diseñar actividades de aprendizaje idóneas para alcanzar los objetivos.

### 14. ¿Cuál es la diferencia entre el objetivo intermedio y el objetivo conductual?

El objetivo intermedio incluye varias clases de conducta que se pueden descomponer en conductas más específicas.

El objetivo conductual incluye una conducta específica.

### 15. ¿Qué es una jerarquía de objetivos?

Es una forma de organización de acuerdo con los diferentes niveles de generalidad; de su presentación esquemática resulta generalmente una pirámide. Un ejemplo de esta forma de organización jerárquica de los objetivos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, se presenta en la figura 3.1.

### 16. ¿Cuál es la diferencia entre un objetivo conductual y las metas de la educación?

Algunos autores utilizan los términos *metas* y *finés* como sinónimos de *objetivos*; sin embargo, conviene distinguirlos.

*Metas* alude a los objetivos de una institución, en tanto que *objetivos de aprendizaje* se refiere a los cambios, conductuales específicos. Estos implican la posibilidad de la observación y verificación del cambio en el comportamiento.

### 17. ¿Cuáles son las ventajas de especificar conductualmente los objetivos?

- Permite operacionalizar las conductas que encierran los objetivos más complejos.
- Permite tomar decisiones acerca de cuáles objetivos son valiosos, comparándolos entre sí.

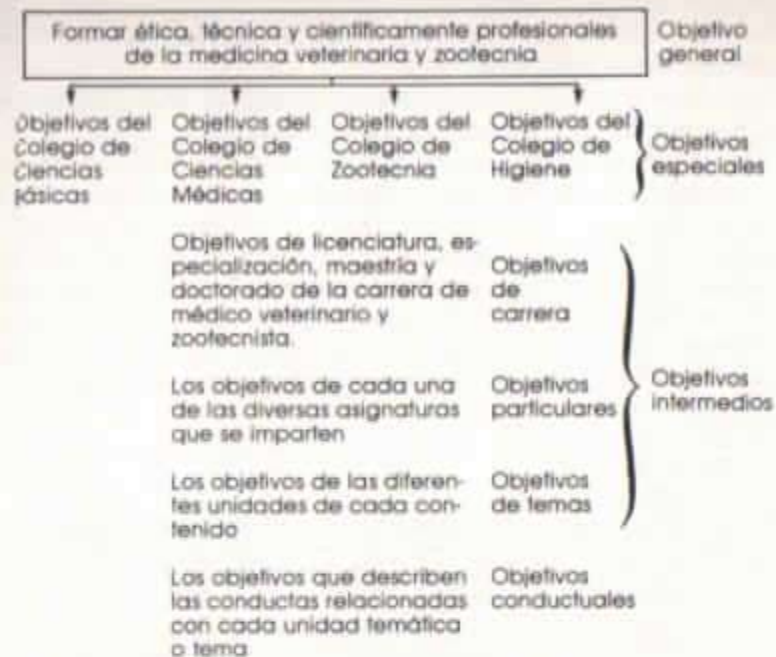


Figura 3.1. Jerarquía de objetivos.

c) Permite elaborar fácilmente instrumentos de medición del logro de los objetivos.

d) Permite diseñar los ejercicios y la práctica adecuada para lograr los objetivos.

### 18. ¿Es cierto que la especificación de objetivos conductuales sólo es posible cuando se trata de conductas triviales, pero que los objetivos realmente importantes no pueden definirse conductualmente?

Es verdad que es más fácil trasladar conductas triviales a afirmaciones operacionales; pero el hecho mismo de que podamos hacer explícitas estas conductas nos permite identificar las inútiles o poco importantes. Al explicitar los objetivos de aprendizaje, podremos evaluar fácilmente si son tan valiosos o si, por el contrario, apuntan a cambios triviales en las conductas del alumno.

### 19. ¿Cuáles son los requisitos indispensables que debe cumplir el enunciado correcto de un objetivo conductual?

- Identificar el contenido al cual hace referencia el objetivo.
- Identificar la conducta o comportamiento final detalladamente, con objeto de que otros entiendan su propósito de la misma manera que lo entiende usted.
- Indicar quién va a ejecutar la conducta.

- d) Señalar, cuando sea necesario, las circunstancias que delimitan la ejecución de la conducta.
- e) Especificar el criterio de ejecución aceptable, es decir, describir qué tan buena debe ser la ejecución del estudiante.
- f) Catalogar la conducta o comportamiento por su complejidad. Para ello, puede recurrirse a una clasificación o taxonomía.

En el cuadro 3.1, mostramos una lista de objetivos conductuales de una unidad de nutrición,<sup>16</sup> seguida de dos secciones llamadas, respectivamente, "Comentario" y "Revisión sugerida", para que pueda apreciar la forma en que se precisan los objetivos conductuales vagamente formulados, de acuerdo con las recomendaciones anteriores.

Cuadro 3.1.

<i>El objetivo tal como estaba escrito en la guía del programa</i>	<i>Comentario</i>	<i>Revisión sugerida</i>
1. Conoce los términos y el vocabulario de la nutrición.	1. "Conoce" es un término vago. ¿A qué nivel se supone que el alumno los conoce?	1. El alumno recordará o reconocerá términos y vocabulario.
2. Posee un conocimiento rudimentario de los nutrientes de los alimentos y de sus funciones.	2. ¿Que es un "conocimiento rudimentario"? ¿Qué clase de conducta muestra el alumno que posee un "conocimiento rudimentario"?	2. El alumno recordará o reconocerá los nutrientes esenciales de los alimentos y sus funciones en el organismo.
3. Valora la protección de la salud, proporcionada por los buenos hábitos dietéticos.	3. "Valora" es un término vago. ¿En qué se distingue este objetivo del de los puntos 7, 9, 11 y 13?	3. a) El alumno indicará buenas fuentes de diversos nutrientes alimenticios. b) El alumno señalará cuáles son los efectos de las dietas deficientes.

<sup>16</sup>Thorndike, R.L. *Tests y técnicas de medición en psicología y educación: elaboración, diseño, investigación y aplicación*. Editorial Trillas, México, 1970.

Cuadro 3.1. (Continuación)

<i>El objetivo tal como estaba escrito en la guía del programa</i>	<i>Comentario</i>	<i>Revisión sugerida</i>
4. Comprende el proceso digestivo.	4. "Comprende" es un término vago. ¿Cómo muestra un alumno que comprende?	4. a) El alumno indicará las partes que constituyen el aparato digestivo. b) El alumno señalará la digestión de cada nutrimento. c) El alumno designará los factores que entorpecen la digestión.
5. Planea comidas y bocadillos utilizando principios de buena nutrición.	5. Objetivo bien enunciado. La conducta que se quiere que el alumno tenga es clara. Enunciado con un nivel adecuado de generalidad.	5. Ninguna.
6. Se da cuenta de que las normas alimenticias difieren en las distintas partes de los Estados Unidos y del mundo.	6. "Se da cuenta" es una expresión demasiado vaga. El objetivo es demasiado específico.	6. El alumno mencionará qué factores influyen en las clases y cantidades de alimentos que ingieren las personas.
7. Está dispuesto a elegir una dieta adecuada.	7. La voluntad de hacer algo es encubierta. Se puede observar si el alumno hace algo, pero no el que esté dispuesto a hacerlo.	7. El alumno elegirá un almuerzo adecuado en la cafetería de la escuela.

Cuadro 3.1. (Continuación)

El objetivo tal como estaba escrito en la guía del programa	Comentario	Revisión sugerida
8. Entiende que la dieta diaria de alimentación está fundada en investigaciones científicas.	8. La última parte del objetivo es un hecho específico. ¿Qué es lo que se debe entender? La parte esencial del objetivo está incluida en el punto 12.	8. Elimínese el objetivo.
9. Usa todos los días la información acerca de la nutrición.	9. ¿Acaso no lo hace todo el mundo? Esto tiene más de cara esperanza, que de objetivo. Véase el comentario al punto 3.	9. Elimínese el objetivo.
10. Convince a otros miembros de tu familia para que adquieran buenos hábitos de nutrición.	10. ¿Es razonable esto? ¿Cómo se podrían obtener pruebas de que se ha alcanzado el objetivo? ¿Es éste un resultado directo de la enseñanza?	10. Elimínese el objetivo.
11. Advierte fallas en su dieta y desea suprimirlas.	11. Objetivo doble. Contiene dos conductas distintas. La primera parte del objetivo, incluye al 2 y al 5. La segunda parte se encuentra en el 7.	11. Elimínese el objetivo.

Cuadro 3.1. (Continuación)

El objetivo tal como estaba escrito en la guía del programa	Comentario	Revisión sugerida
12. Advierte que los anuncios y las afirmaciones acerca de los alimentos no siempre se fundan en hechos.	12. "Advierte" es un término vago. ¿Cuáles son las conductas que debería exhibir el alumno?	12. a) El alumno distinguirá las afirmaciones acerca de alimentos y dietas fundadas en buenos testimonios científicos, de las que no lo están. b) El alumno reconocerá fuentes autorizadas de información acerca de alimentos y de dietas.
13. Aprecia el estar sano.	13. "Aprecia" es un término vago. ¿Cuál es la conducta que debe mostrar un alumno cuando aprecia que está sano?	13. Elimínese el objetivo.

\* Esto no quiere decir que no se deban emplear términos como "conocer", "comprender", "valorar", sino que cuando se empleen es preciso indicar qué se debe entender por ellos. En el primer punto, de acuerdo con la revisión sugerida, el término "conocer" es empleado taxonómicamente (para precisar el significado del término); en cambio, en la revisión sugerida en el cuarto punto se señala que el término "comprender" no es empleado taxonómicamente. (Véanse las preguntas 32, 33 y 34.)

De acuerdo con los criterios que hemos adoptado para enunciar correctamente los objetivos de aprendizaje, los seis pasos por seguir son:

- Señalar el contenido al que se alude.
- Identificar la conducta solicitada.
- Indicar quién ejecutará la conducta.
- Delimitar las circunstancias para realizar la conducta.
- Determinar la precisión, sea cualitativa o cuantitativa.

f) Clasificar la conducta en relación con su complejidad.

Por otro lado, tenemos criterios dispensables o *no esenciales*, que se pueden incluir para redactar un objetivo de aprendizaje más completo, tales como: señalar el instrumento de evaluación; identificar los requisitos del objetivo; indicar actividades de aprendizaje que pueden contribuir al logro del objetivo.

**20. ¿Traducir los objetivos de aprendizaje en conductas precisas, objetivas y medibles, implica una mecanización y, por tanto, una deshumanización del proceso de enseñanza-aprendizaje?**

No, puesto que toda planeación educativa debe plantear sus propósitos. La descripción de las conductas y habilidades que logrará el estudiante al finalizar una secuencia de aprendizaje, permiten racionalizar sus acciones de estudio.

**21. ¿Es más difícil identificar conductas medibles del alumno en materias de humanidades y de bellas artes, que en materias de ciencias?**

Sí, indiscutiblemente. Pero, esta dificultad no significa que no se deban especificar objetivos para tales materiales.

La identificación de las conductas de estas áreas, aclarará al maestro el criterio de aceptabilidad con el que juzgará los trabajos del alumno; criterio que debe describir en términos que cualquiera pueda entender.

**22. ¿Es cierto que la especificación de objetivos de aprendizaje impide aprovechar las situaciones inesperadas que ocurren en el salón de clases para motivar al alumno?**

No es cierto, porque especificar conductualmente los objetivos de aprendizaje no implica que las experiencias y actividades para alcanzar aquellos fines estén rígidamente especificadas. Se especifican los objetivos, pero *serendipia*<sup>17</sup> es bienvenida cuando contribuye al logro de objetivos valiosos.

**23. ¿Cómo se puede enriquecer un objetivo de aprendizaje?**

Mediante el uso de las taxonomías de objetivos se obtiene una cierta perspectiva respecto del énfasis conferido a determinados comportamientos. El carácter jerárquico de la taxonomía, capacita al profesor para determinar con mayor precisión la ubicación que ocupa un objetivo determinado en relación con otros.

**24. ¿Qué es una taxonomía?**

Una taxonomía es un esquema de clasificación referido a algunos criterios precisos, a partir de los cuales las categorías se ordenan lógicamente. La clasificación corresponde a un orden real del fenómeno.

**25. ¿Qué son las taxonomías de objetivos educativos?**

Son clasificaciones que han sistematizado los objetivos del proceso de aprendizaje con base en criterios educativos lógicos y psicológicos.

<sup>17</sup> Serendipia: término proveniente del inglés *serendipity*, que significa el descubrimiento fortuito, lo inesperado dentro de una investigación.

Estos criterios permiten agrupar dichos objetivos según las propiedades que les son comunes, y separarlos mediante características esenciales que los hacen diferentes.

Como toda sistematización, la taxonomía de objetivos educacionales establece grandes categorías o clases que, si bien en realidad se mezclan, es necesario separar para su mejor conocimiento y empleo. En general, se aceptan tres grandes categorías o áreas de objetivos educacionales:<sup>18</sup>

- Área o dominio cognoscitivo.
- Área o dominio efectivo.
- Área o dominio psicomotor.

**26. ¿A qué se refiere el área o dominio cognoscitivo?**

Se refiere a las conductas en las que predominan los procesos mentales o intelectuales del alumno. Éstas van desde la simple memorización hasta la aplicación de criterios y la elaboración de juicios que requieren de una actividad intelectual compleja.

**27. ¿Cuáles son las categorías del área o dominio cognoscitivo?**

Las categorías de este dominio, propuestas por Bloom y colaboradores, son:

- Conocimiento.
- Comprensión.
- Aplicación.
- Análisis.
- Síntesis.
- Evaluación.

*Conocimiento* es el recuerdo, el reconocimiento o la reproducción de alguna información tal y como se le presentó al estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

*Comprensión* es la interpretación, la traducción, el resumen, la paráfrasis o la extrapolación de los conocimientos adquiridos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

*Aplicación* es el uso del material de enseñanza en alguna situación de aprendizaje. Requiere la comprensión del método, de la teoría, del principio o de la abstracción aplicables. Es decir, dado un problema nuevo al estudiante, éste debe aplicar la abstracción adecuada sin que se le ayude a seleccionar la abstracción que debe utilizar.

*Análisis* es la descomposición o identificación de una estructura subyacente. El proceso de análisis se realiza en cuatro pasos:

- Identificar.
- Relacionar.
- Separar.

<sup>18</sup> Estas definiciones fueron tomadas de Bloom, Benjamin S., et al., *Taxonomy of Educational Objectives. Handbook I Cognitive Domain*, David McKay Company Inc. Nueva York, 1956.

## 4. Limitar.

*Síntesis* es el proceso de trabajar con fragmentos, partes o elementos del material de enseñanza y combinarlos en forma que integren una estructura original. La síntesis incluye, generalmente, la combinación de partes de experiencias previas, con material nuevo. Es conducta creativa por parte del estudiante, limitada por criterios inherentes a la materia enseñada.

*Evaluación* consiste en efectuar juicios acerca del valor de algunos propósitos, ideas, trabajos, soluciones, métodos, materiales, etc. Está regulada por el uso de criterios o normas, para que sea precisa, eficiente, económica y satisfactoria.

## 28. ¿A qué se refiere el área o dominio afectivo?

Se refiere a conductas que ponen de manifiesto actitudes, emociones y valores del alumno. Generalmente se reflejan por medio de los intereses, las apreciaciones y las adaptaciones del estudiante al material.

## 29. ¿Cuáles son las categorías del área o dominio afectivo?

Las categorías de este dominio, propuestas por D. Krathwohl y colaboradores, son:

- Recepción.
- Respuesta.
- Valoración.
- Organización.
- Caracterización.

*Recepción*: consiste en la atención pasiva del estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

*Respuesta*: el estudiante se involucra en ciertas expectativas y lo manifiesta por su atención o reacción a ciertos estímulos o fenómenos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

*Valoración*: el estudiante despliega conductas consistentes en torno a una creencia o desarrolla una actitud en situaciones en las que no se le pide su participación.

*Organización*: consiste en la interiorización de valores. Se manifiesta por el compromiso del estudiante con un conjunto de valores.

*Caracterización*: es una disposición generalizada; es decir, la conducta total del alumno es consistente con los valores que ha interiorizado; la caracterización forma parte de su perspectiva del mundo.

## 30. ¿A qué se refiere el área o dominio psicomotor de la clasificación taxonómica?

Se refiere a las conductas en que predominan las habilidades físicas o neuromusculares y que incluyen diferentes grados de destrezas físicas.

## 31. ¿Cuáles son las categorías del área o dominio psicomotor?

- Percepción.
- Disposición.

c) Respuesta guiada.

d) Mecanización.

e) Respuesta compleja observable.

*Percepción*: es el primer paso en la ejecución de un acto motor. Es el proceso de ponerse alerta respecto de los objetos, las cualidades o las relaciones, por medio de los órganos sensoriales.

*Disposición*: es un ajuste preparatorio que facilita un tipo particular de acción o experiencia.

*Respuesta guiada*: es el acto conductual observable de un estudiante bajo la guía del instructor. La respuesta guiada es un paso inicial en el desarrollo de una habilidad. El énfasis de este punto reside en aquellas habilidades que son componentes de una habilidad más compleja.

*Mecanización*: respuesta aprendida que se convierte en hábito. En este nivel, el alumno ha adquirido cierta confianza y un grado de habilidad en la ejecución del acto.

*Respuesta compleja observable*: en este nivel, el alumno puede ejecutar un acto motriz que se considera complejo por los movimientos que implica, pues ha adquirido un alto grado de habilidad. El acto se puede llevar a cabo con naturalidad y eficacia, es decir, con un mínimo de gasto en tiempo y energía.

Algunos autores incluyen también otras categorías del dominio psicomotor:

- Imitación.
- Manipulación.
- Precisión.
- Control de manejo.
- Naturalización (automatización).

Es evidente que estas últimas categorías representen intervalos de un continuo que va desde la duplicación imitativa de una conducta motora hasta la realización de la misma conducta en forma mecánica, automatizada.

## 32. ¿Sólo se deben especificar los objetivos del dominio cognoscitivo?

No, también se especificarán los objetivos de los dominios afectivos y psicomotor. De no tomar en cuenta estos dominios, es probable que no se logren los objetivos del primero. El interés, la disposición o la actitud, y en algunos casos, la destreza neuromuscular, influyen y determinan el aprendizaje.

## 33. ¿Sólo se deben especificar los objetivos que se relacionan con el contenido de la materia?

No, las proposiciones de objetivos pueden incluir todos los resultados pretendidos, estén o no relacionados con el contenido, como son los otros elementos de la instrucción, a saber, organización, metodología, recursos.

34. ¿Sólo cabe especificar los objetivos que se refieren al estudiante?

Cuando se trata de objetivos de aprendizaje, como en el caso de los materiales didácticos, sí. También se pueden especificar los objetivos de enseñanza para el personal docente y el personal administrativo, etc.

35. ¿Cómo no deben ser los objetivos de aprendizaje?

No deben ser vagos; no deben enunciarse como contenidos del curso, no deben estipularse por las experiencias de enseñanza, sino por las conductas que el alumno ejecutará cuando acabe el curso, y no deben hacer referencia a más de un proceso.

36. ¿Qué deberá hacer el maestro que, habiendo especificado sus objetivos de aprendizaje, observa que los alumnos ya pueden ejecutar o dominar las conductas que propone?

Deberá redactar nuevos objetivos de un nivel más elevado o aumentar la precisión exigida para el logro de los mismos.

37. ¿Qué deberá hacer el maestro que, habiendo especificado sus objetivos de aprendizaje, obtiene evidencia de que los alumnos no poseen los requisitos necesarios para su curso?

Sin apartarse de los requisitos que él considere necesarios para tomar su curso, podrá reducir las normas esperadas en la conducta del estudiante. Deberá, además, orientar a los estudiantes para que realicen actividades de estudio que subsanen estas deficiencias mediante materiales de remedio.

38. ¿Qué deberá hacer el autor de un libro que, habiendo especificado sus objetivos para el curso y redactado sus preguntas de examen, obtiene evidencias de que no se lograron sus objetivos?

Deberá verificar si los requisitos previos señalados por él son realmente los necesarios; deberá comprobar la validez de los instrumentos de evaluación que ha empleado, y deberá modificar las actividades de aprendizaje con las que se pretende que el alumno logre los objetivos especificados.



4

## El análisis del contenido

Después de que se han articulado los temas y derivado los objetivos correspondientes a partir de la estructura lógica resultante, conviene, como se indica en la estrategia que hemos venido desarrollando, avocarse al análisis o a la descomposición de los contenidos de una unidad temática, para descubrir cómo sus componentes se van construyendo entre sí.

Esta tarea demanda indudablemente un esfuerzo importante, pero facilitará el trabajo subsecuente y permitirá redactar su contenido de manera que favorezca el aprendizaje, la retención y la transferencia de los conocimientos que se presentan.

La técnica que presentamos a continuación es un resumen de la metodología propuesta por José Huerta I. (*Organización psicológica de las experiencias de aprendizaje*)<sup>19</sup> y, en particular, de la publicación técnica No. 6 del Clates<sup>20</sup>, *Análisis de contenido aplicado a conceptos, procesos y procedimientos de bioquímica*.

Otra aproximación metodológica a este tema, está comprendida en el trabajo de Margarita Castañeda, *El análisis del aprendizaje de concep-*

<sup>19</sup> Publicado por Ed. Trillas, México, 1979.

<sup>20</sup> CLATES (Centro Latinoamericano de Tecnología para la Salud); actualmente se trata del CEUTES (Centro Universitario de Tecnología para la Salud).

tos y procedimientos<sup>21</sup>, basado, a su vez, en las ideas M. Lextuan y J. Chassan.

Aunque no lo abordaremos en este documento, es importante que el lector sepa que además de las técnicas que aquí se describen, existen otras que puede elegir para realizar su tarea o para complementarla y enriquecerla.

## INTRODUCCIÓN

El aprendizaje se inicia cuando entramos en contacto con las cosas, los hechos y las situaciones, a través de experiencias diversas en las que están comprometidos los órganos de los sentidos.

La abstracción es un proceso clave del aprendizaje. Abstraemos cuando ante un determinado fenómeno, seleccionamos, aislamos los datos que nos parecen más importantes y significativos.

La abstracción nos permite formarnos *nociones de las cosas* y, posteriormente, *conceptos*, que son representaciones más precisas y sistemáticas, que nos ayudan a organizar y clasificar nuestras experiencias. "El concepto es la unidad de pensamiento en el terreno teórico"; "es una forma lógica con cuya ayuda se estructuran las demás formas de pensamiento".

El conocimiento en el nivel nocional, nos permite manejar situaciones cotidianas; pero en la práctica profesional resulta insuficiente y hasta peligroso, pues el profesional que se desempeña en este nivel cometerá errores e imprecisiones en su trabajo que tendrán un costo social y económico para el país.

Es importante que el profesional domine los conceptos básicos propios de su especialidad, en un nivel de excelencia, lo que equivale a que transforme los conocimientos subjetivos, vagos y difícilmente definibles (las nociones de las cosas) en conocimientos de un nivel teórico más elevado que le permita señalar con toda claridad las propiedades de los conceptos, su dominio de aplicación y sus relaciones con otros conceptos del mismo campo de conocimiento. Igualmente importante es que sepa ejecutar en un nivel de excelencia las operaciones y procedimientos que requiere su especialidad.

## LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS Y PROCEDIMIENTOS

La habilidad para enseñar conceptos y procedimientos a través de materiales de autoinstrucción, no es cosa del azar. Es preciso que

<sup>21</sup> Publicado por Ed. Trillas, México, 1980.

quien va a escribir un libro con fines didácticos, analice la información o el contenido que desea transmitir y distinga tres tipos de elementos:

1. Los *conceptos*: constituyen el material teórico; lo que el lector deberá "saber".

2. Los *procesos*: constituyen un conjunto de fases sucesivas de un fenómeno. Son fenómenos complejos en los que intervienen numerosos elementos, de los cuales, ninguno tiene la responsabilidad completa en la realización y en los productos del mismo. Los procesos pueden ser *artificiales*, como el electoral, el legal, el administrativo, etc., o, *naturales*, como el digestivo, el respiratorio, el excretor, etc.

3. Los *procedimientos*: constituyen el material práctico; lo que el lector deberá "saber hacer". Aquella parte de la información que es susceptible de sufrir transformaciones, naturales o artificiales, puede analizarse como procedimientos o como procesos. Procedimiento es la forma específica de ejecución de una acción o de algún proceso. En los procedimientos, el ejecutor es responsable de la calidad y cantidad del producto resultante de su ejecución. Los procedimientos son artificiales en la medida en que interviene el que ejecuta deliberadamente las operaciones, como ocurre en la conducción de un automóvil o en la realización de un experimento de laboratorio.

Conceptos	Procesos	Procedimientos
Son una representación mental en la que se establecen las propiedades relativas a un tipo de objetos, de valores, de situaciones y sus límites.	Conjunto de fases sucesivas de un fenómeno. Fenómenos complejos. Artificiales o naturales. No hay elemento responsable.	Manera específica en que se realiza una acción. Artificiales. El ejecutor es responsable.

## ANÁLISIS DE CONCEPTOS

Primero, identifique en el texto que va a presentar en el libro los conceptos, procesos y procedimientos, y enliste los en hojas separadas.

Para analizar cada concepto deberá distinguir los siguientes elementos.

1. *Término*. El término es la expresión del concepto. Puede estar constituido por una o más palabras. Por ejemplo: "fuerza", "peso", "gravedad", o "la ley de la gravitación universal", "digestión de proteínas", etc. El término designa un conjunto de experiencias y la definición que las precisa. Facilita la comunicación.



2. **Contexto.** Es... "El conjunto de elementos que condiciona, de un modo cualquiera, el significado de un enunciado". Es... "el conjunto de puntos de referencia en que se ubica un objeto o situación". Note que la significación de un término será diferente si el contexto es diferente. No se entiende lo mismo por "gravedad" en el terreno de la física que en el de la medicina veterinaria, o por "cruzamiento" en biología (apareamiento, cópula) que en genética animal (métodos inducidos para el mejoramiento de las especies).
3. **Sinónimos.** Deberá encontrar otros términos que designen o expresen el mismo concepto, cuidando que sean sinónimos exactos. "Suma" es un sinónimo exacto de "adición"; "diferencia" y "substracción" los son de "resta". Para nuestro análisis, son inaceptables los sinónimos aproximados. Sin embargo, en las secuencias que se redacten posteriormente, podrá emplearlos como estrategia pedagógica para conducir al estudiante desde aquello que conoce y le resulta familiar hasta lo que queremos que aprenda.
4. **Red conceptual.** Los conceptos no se presentan aislados, sino en relación con otros conceptos. La red conceptual es una representación esquemática de los conceptos contingentes al concepto que se analiza. El esquema de la red conceptual debe incluir, por lo menos, tres niveles: el supraordinado, el coordinado y el subordinado.
- De este modo, podemos ubicar al concepto dentro de una estructura cognoscitiva y conocer las relaciones que guarda con conceptos vecinos. En las figuras 4.1 y 4.2 se presentan ejemplos al respecto.
- Lo más probable es que los conceptos que se incluyan en una red conceptual, se vuelvan a encontrar entre los que se identificaron en la lista inicial, por lo que no debe parecerle raro el hecho de que una red conceptual sea el esquema común a varios conceptos. Tampoco, debe resultarle extraño el que al finalizar el análisis del acervo conceptual de su asignatura, se encuentre con una sola red conceptual que integre todos los conceptos pertinentes. Por esto, para las "formas" de análisis<sup>22</sup> sólo se pide que se representen tres niveles en la red conceptual, ya que en el análisis posterior de otros conceptos los autores irán describiendo las relaciones entre conceptos y redes conceptuales.
5. **Extensión pedagógica.** La extensión, también llamada *denotación*, contenido o dominio de aplicación del concepto, está relacionada con los casos en que se hace referencia al concepto; es decir, los objetos o situaciones a los que se puede aplicar el concepto. El papel desempeñado por estos elementos en los textos de autoinstrucción, es primordial: dan oportunidades al estudiante de formarse la noción previa necesaria para la constitución del concepto. Los

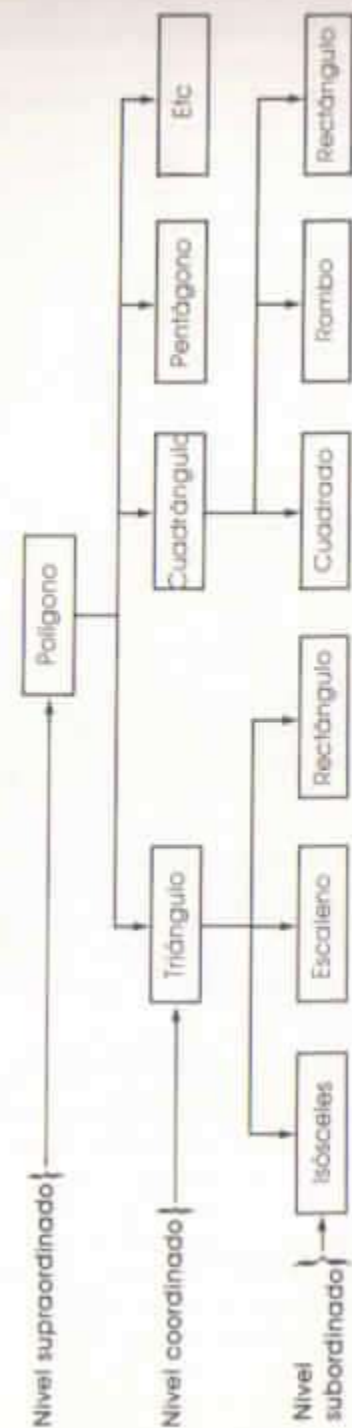


Figura 4.1. Red conceptual del concepto polígono

<sup>22</sup> Las "formas" de análisis se anexan al final de este capítulo.

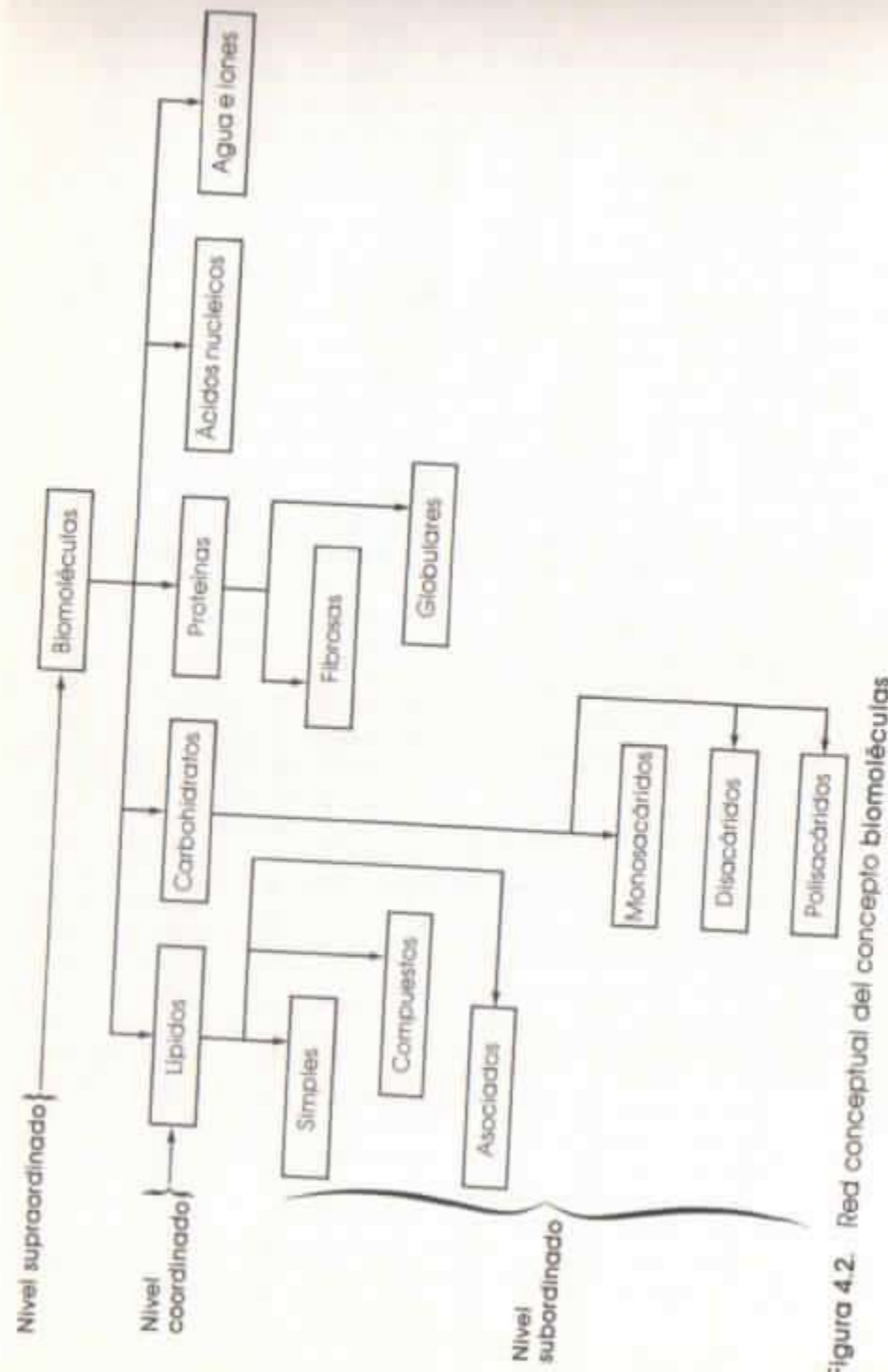
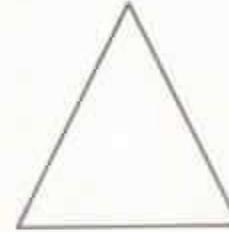


Figura 4.2. Red conceptual del concepto biomoléculas

ejemplos permiten que el estudiante, con base en las comparaciones entre los casos, observe las semejanzas que éstos guardan entre sí, y que pueda abstraer los atributos comunes por los que probablemente se les agrupa; que realice, en otras palabras, la *generalización* requerida para la formación del concepto. Los *seudoejemplos* o casos en los que no se aplica el concepto, se contrastan con los ejemplos del concepto para detectar las diferencias existentes y efectuar las *discriminaciones* correspondientes. Generalización y discriminación son conductas que fundamentan la formación de conceptos. Estas conductas exigen la presencia de casos para que se puedan realizar. Por otra parte, los casos permiten al autor someter a prueba la definición que se hizo del concepto.



Un triángulo específico, como el de la ilustración anterior, es *elemento de la extensión de los conceptos triángulo rectángulo, triángulo y polígono*, en tanto que *triángulo rectángulo, triángulo escaleno y triángulo isósceles* son las *divisiones conceptuales del concepto triángulo*. No son casos de la extensión del concepto, sino clases en las que éste se subdivide. *Lassie* y *Rin Tin Tin* constituyen ejemplos del concepto *perro*. En cambio, *doberman*, *dálmata* o *San Bernardo* son las clases subordinadas al concepto *perro*.

6. *Intensión*. Intensión con *s*, porque se refiere a la intención lógica, esto es, al conjunto total de características de un concepto. La intención implica:

- Definición del concepto.
- Propiedades.

En este apartado, se deberá detallar la definición del concepto. En ésta, no deben incluirse todas las características de lo definido, sino sólo aquéllas que conduzcan a identificaciones correctas.

La definición debe ser breve, solamente debe contener las características necesarias y suficientes para que se puedan identificar los casos que forman la extensión del concepto y separar los casos que constituyen la extensión de conceptos contingentes.

También, la definición deberá incluir las propiedades; es decir, las condiciones, estados o situaciones en que se encuentra lo identificado, y los cambios o transformaciones que admite.

Una definición de triángulo es: "Figura geométrica, plana, cerrada, de tres lados".

Otra definición de este concepto es: "Polígono de menos lados".

Una definición de metabolismo es: "Conjunto de procesos bioquímicos que conducen a la síntesis o degradación de componentes celulares del propio organismo con utilización o liberación de energía".

Es claro que la anterior no es la única definición de metabolismo.

Otra definición de este concepto puede ser: "Conjunto total de reacciones enzimáticas que ocurren en la célula".

Lo importante es que la definición sea un buen instrumento de clasificación que permita al estudiante identificar algo como perteneciente o no a una clase de objetos o situaciones.

Agregar que "la suma de sus ángulos internos es de 180°", no hace que la definición de triángulo sea más precisa, sino más extensa, lo que la complica innecesariamente.

En cuanto a las propiedades, para el concepto de metabolismo que vimos antes, además de las incluidas en la definición, podemos agregar "que se lleva a cabo mediante reacciones enzimáticas",

"que es un proceso dirigido y regulado según las necesidades de la célula con la finalidad de mantener al organismo en equilibrio dinámico", etc.

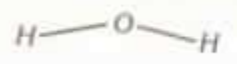
Las propiedades que podemos agregar a la definición que formulamos del concepto triángulo son: "cada lado es menor que la suma de los lados, y los ángulos presentan relaciones que la trigonometría expresa analíticamente".

Conviene que se incluyan las propiedades referidas a los procedimientos o procesos que se enseñarán más adelante.

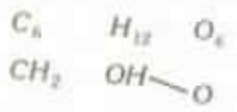
7. **Lenguaje simbólico.** Toda ciencia construye un lenguaje propio para expresar los elementos y las relaciones entre éstos. Con el lenguaje simbólico se puede efectuar una construcción mental análoga a la situación real.

Ejemplos de lenguaje simbólico son:

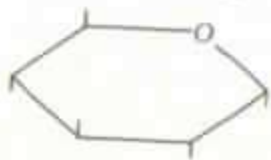
Para el agua:  $H_2O$



Para las hexosas:



Para las glucosas:



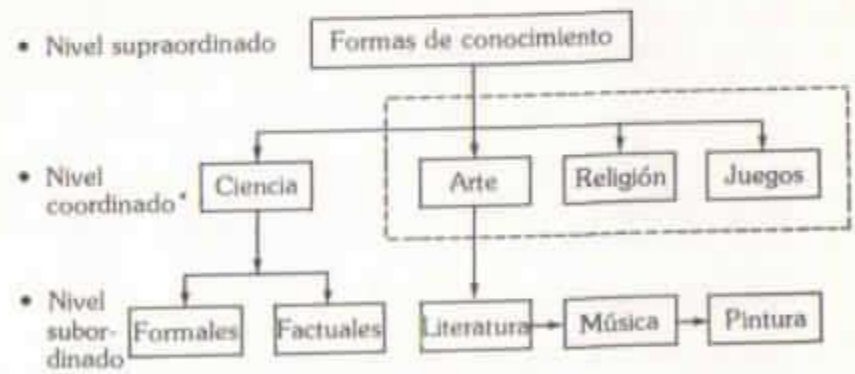
### Ejemplos de análisis de conceptos

A continuación se presentan ejemplos de análisis de conceptos de distintas materias, los cuales incluyen los siete elementos que acabamos de referir:

1. Término.
2. Contexto.
3. Sinónimos.
4. Red conceptual.
5. Extensión pedagógica.
6. Intensión.
7. Lenguaje simbólico.

#### Materia: técnica de la investigación científica.

1. **Término:** ciencia.
2. **Contexto:** introducción a los métodos de investigación en ciencias naturales.
3. **Sinónimos:** no existen.
4. **Red conceptual:**



\* En la parte indicada por la línea punteada, se ubican los seudoejemplos.

5. **Extensión pedagógica** (o conjunto de objetos, casos, etc., a los que se aplica el concepto):

- Ejemplos: biología, medicina veterinaria y zootecnia, matemáticas.
- Seudoejemplos: arte, religión, juegos (casos que sólo comparten algunas de las características del concepto).

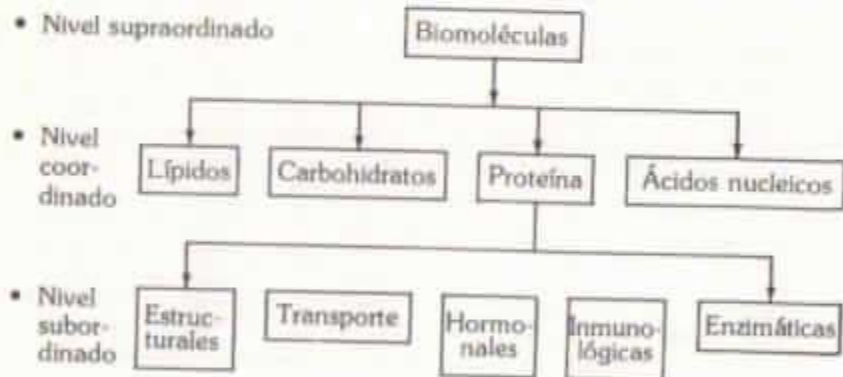
6. *Intensión*: conjunto de propiedades que caracterizan al concepto y que nos permiten identificar algo como perteneciente o no al concepto.

- *Definición*: conocimiento racional, sistemático y verificable que busca la explicación y el control de los fenómenos.
- *Propiedades*: trabaja con el método científico, es decir, el proceso de la investigación se efectúa mediante procedimientos objetivos, ordenados y repetibles.

7. *Lenguaje simbólico*: es la representación de un concepto mediante signos convenidos por la comunidad científica. (No existe para el concepto que venimos analizando.)

**Materia: bioquímica (medicina humana).**

1. *Término*: proteína.
2. *Contexto*: bioquímica.
3. *Sinónimos*: prótidos.
4. *Red conceptual*:



5. *Extensión pedagógica*:

- Ejemplos: insulina, colágena, albúmina, miosina, hexocinasa y gamma globulina.
- Seudoejemplos: glucógeno, ácidos nucleicos, vasopresina, colesterol, glicocolato.

6. *Intensión*:

- *Definición*: polímeros de alto peso molecular, formados por L-alfa aminoácidos en unión peptídica.
- *Propiedades*: 1. No dializables; 2. estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria; 3. hidrolizables; 4. desnaturizables por temperatu-

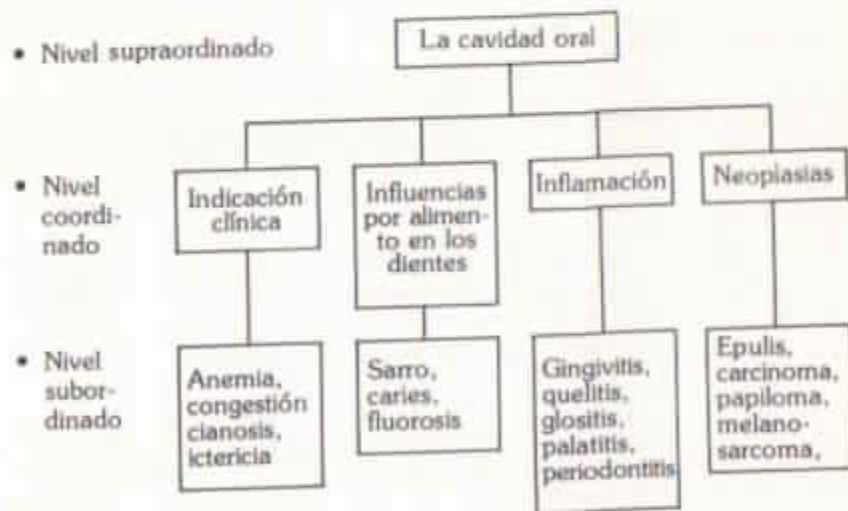
ras, pH, agitación, fuerzas tensoactivas, metales pesados; 5. con función estructural, enzimática, transportadora, energética, inmunológica, y 6. principal fuente de nitrógeno en el organismo.

7. *Lenguaje simbólico*:



**Materia: patología especial (medicina veterinaria y zootecnia)\***

1. *Término*: cavidad oral (como indicador de patología).
2. *Contexto*: la patología de la boca.
3. *Sinónimos*: no existen.
4. *Red conceptual*:



\* Tomado de Abín, José, la enseñanza de la patología veterinaria del sistema digestivo, tesis profesional, 1979 (ejemplo del análisis de un concepto).

5. *Extensión pedagógica*:

- Ejemplo: un clínico, al inspeccionar la mucosa oral de un animal, se da cuenta de que ésta está muy pálida, y decide tomar una muestra de sangre para confirmar la anemia. El médico veterinario zootecnista, al

observar una mucosa oral amarillenta, resuelve hacer análisis hepáticos para corroborar un estado de ictericia.

- Seudoejemplos: al observar una mancha amarilla en un cliente, generalizamos que el animal padece ictericia. Al inspeccionar una boca vemos un aumento de volumen localizado de color rojo intenso y concluimos que se trata de un estado congestivo generalizado del animal.

#### 6. Intensión:

- Concepto: la mucosa oral, por sus características, ser una capa delgada de epitelio con poco tejido conectivo y rica vascularidad, nos manifiesta fácilmente algunas características particulares de la sangre y su circulación.
- Propiedades: la inspección de la mucosa oral permite al clínico detectar algunas afecciones generales que padece el animal, como anemia, congestión, hipoxia e ictericia. (Debe conocer previamente las características de una mucosa oral normal.)

#### 7. Lenguaje simbólico: no existe.

### Anemia

1. *Término:* mucosa oral anémica.
2. *Contexto:* la patología de la boca.
3. *Sinónimos:* no existen.
4. *Red conceptual:*



#### 5. Extensión pedagógica:

- Ejemplos: un animal parasitado fuertemente por garrapatas, que le transmiten piroplasmosis y le provocan un estado de anemia o menor cantidad de glóbulos rojos circulantes.

Un animal sometido a dosis altas y prolongadas de Cloramfenicol desarrolla una aplasia (atrofia) de la médula ósea eritropoyética, lo que limita la producción de eritrocitos nuevos, y a medida que se van retirando de la circulación los eritrocitos viejos se incrementa la anemia.

- Seudoejemplos: un médico que al inspeccionar una mucosa lo hace presionándola fuertemente con los dedos, suprime por un momento la circulación de la mucosa oral, lo que se manifiesta como zonas pálidas; dicho médico malinterpreta esta palidez como estado anémico del animal.

Un animal icterico al que se le inspecciona la mucosa oral bajo luz artificial amarilla, parece que tiene extrema palidez de la mucosa.

#### 6. Intensión:

- Concepto: una anemia es el bajo número de eritrocitos circulantes, al inspeccionar adecuadamente la mucosa oral de un animal, se observa una marcada palidez de la misma.
- Propiedades: sus signos clínicos son del orden de ser sintomáticos de otros estados patológicos.

#### 7. Lenguaje simbólico: no existe.

### Congestión

1. *Término:* mucosa oral congestionada.
2. *Contexto:* la patología de la boca.
3. *Sinónimos:* no existen.
4. *Red conceptual:*



5. *Extensión pedagógica:*

- Ejemplos: una estenosis en la tricúspide trae consigo una hiperemia pasiva crónica generalizada, la que se puede detectar en la mucosa oral si ésta está excesivamente roja.

Al poner un collar o amés muy justo alrededor del cuello de un animal, hay una compresión de venas yugulares; esto hace que se acumule la sangre en el árbol venoso de la cabeza y del cuello, y que la mucosa oral se vea marcadamente enrojecida.

- Seudoejemplos: si inmediatamente antes de inspeccionar una mucosa oral, el animal ha estado masticando vigorosamente, se presentará una hiperemia activa fisiológica en toda la región bucal, lo que en la mucosa se manifestará por tener un color rojo más intenso que el rojo pálido normal.

6. *Intensión:*

- Concepto: un estado congestivo es el estancamiento de sangre en el lado venoso de un tejido, llamado también hiperemia pasiva, el cual puede ser agudo o crónico, local o generalizado. En la congestión pasiva, la mucosa oral es de un color rojo oscuro.
- Propiedades: el médico veterinario zootecnista al inspeccionar adecuadamente una mucosa oral, y al verla enrojecida en extremo, deberá revisar otras mucosas (ocular, vaginal, rectal), para poder confirmar una hiperemia pasiva generalizada.

7. *Lenguaje simbólico: no existe.***Cianosis**

1. *Término:* mucosa oral cianótica.
2. *Contexto:* la patología de la boca.
3. *Sinónimos:* no existen.
4. *Red conceptual:* se trata de la misma red que se empleó para los casos de congestión y anemia.
5. *Extensión pedagógica:*

- Ejemplos: en un grupo de animales intoxicados por nitritos debido a la ingestión de plantas tóxicas, se observa que la hemoglobina de éstos se combina con los nitritos y se transforma en metahemoglobina, la cual es incapaz de transportar  $O_2$  por la sangre, ésta es de color muy oscuro (azul oscuro), y las mucosas se ven de color azul oscuras (cianosis).

Durante un acto quirúrgico el anestésista debe revisar constantemente la mucosa oral, pues existe el riesgo de que una sobredosis de anestésico desencadene una depresión respiratoria al presentarse una hipoventilación pulmonar, lo que hace que no haya en los alveolos suficiente oxígeno para que se combine con la hemoglobina. Como la sangre está

suboxigenada, se torna oscura, y en la mucosa oral se presenta la cianosis.

- Seudoejemplos: durante una operación quirúrgica, la cabeza puede ser la región corporal más baja del animal, esto hace que se estanque la sangre, por gravedad; en la región cefálica, la mucosa se verá, entonces, congestionada (rojo oscuro), pudiéndose confundir con cianosis.

6. *Intensión:*

- Concepto: cianosis es el término para designar el color azulado de los tejidos irrigados por sangre saturada de  $CO_2$ , en la mucosa oral y en otros tejidos, se observa un color azulado.
- Propiedades: la cianosis en la mucosa bucal ayuda a diagnosticar intoxicaciones y deficiencias del transporte de oxígeno por la sangre.

7. *Lenguaje simbólico: no existe.***Ictericia**

1. *Término:* mucosa oral icterica.
2. *Contexto:* la patología de la boca.
3. *Sinónimos:* no existen.
4. *Red conceptual:* se trata de la misma red que se empleó para los casos de congestión, anemia y cianosis.
5. *Extensión pedagógica:*

- Ejemplos: un bovino que está parasitado por *Fasciola hepática*, puede evidenciar un color amarillo en las mucosas, pues sufre de ictericia obstructiva.

Un equino que sufre de Anemia Infecciosa Equina (AIE), muestra la mucosa oral de color amarillento, pues el virus de la AIE se aloja en órganos como el bazo y destruye eritrocitos, lo que provoca anemia por un lado, y libera hemoglobina por otro; esto constituye una ictericia hemolítica o prehepática.

Un animal que aloja en su sangre babesia (piroplasmosis), sufre de hemólisis, lo que desencadena ictericia hemolítica, y las mucosas se ven amarillas.

Cuando el hígado está afectado por hepatitis, los eritrocitos son incapaces de conjugarse con ácido glucorónico la bilirubina libre que les llega, dicha bilirubina pasa a la circulación general y tiñe los tejidos de amarillo, y como las mucosas son delgadas, éstas constituyen el lugar de elección para ver la ictericia.

- Seudoejemplos: un cerdo que ha sido desinfectado con solución de yodo por presentar una herida después de que se le cortan los colmillos, puede tener la mucosa oral teñida de amarillo, situación que no se debe confundir con ictericia.

6. *Intensión:*

- **Concepto:** ictericia es la pigmentación amarilla de los tejidos. Hay tres tipos de ictericia: prehepática, hepática y poshepática; múltiples causas la producen. En las mucosas, el lugar más fácil para observar la ictericia, se observa un color amarillento generalizado.
- **Propiedades:** si cuando el clínico inspecciona las mucosas de un animal encuentra que están de color amarillo, deberá seguir su investigación para establecer qué tipo de ictericia padece su paciente y, posteriormente, indicar la causa de la misma, para aplicar el tratamiento específico.

7. *Lenguaje simbólico:* no existe.

## ANÁLISIS DE PROCESOS

Respecto de los *procesos artificiales mecánicos* que se estudien en la materia de que trata su libro, no hace falta hacer análisis de contenido, pues la programación o descripción del proceso es el análisis mismo. Los *procesos artificiales no mecánicos* están regulados por un conjunto de normas o principios de orden legal durante las distintas fases de desarrollo o los trámites del proceso. En estas normas se contemplan generalmente todas las eventualidades y se especifican los procedimientos por seguir, el propósito que se persigue, las condiciones necesarias y suficientes, etc., es decir, todos los componentes requeridos. En cambio, los *procesos naturales*, en los que sólo indirectamente interviene el hombre, constituyen —al igual que los conceptos— conocimientos que se pueden considerar predominantemente teóricos. En las disciplinas que pertenecen a las ciencias naturales son numerosos los procesos que deben enseñarse. Una vez que se les ha identificado, entre su contenido, analice los siguientes elementos igual que lo hizo para los conceptos:

1. *Término.*
2. *Sinónimos.*
3. *Contexto.*
4. *Utilidad del proceso.* Se refiere a la función que tiene el proceso, a las necesidades que obedece.
5. *Red conceptual.* Deberá indicar los procesos subordinados, coordinados y supraordinados al proceso que analice.
6. *Requisitos:*

- a) **Conceptos implicados.** Probablemente los conceptos relacionados con el proceso digestivo que analiza, (*estructura proteica, hidrólisis, proteasas, zimógenos, hormonas que participan, etc.*).

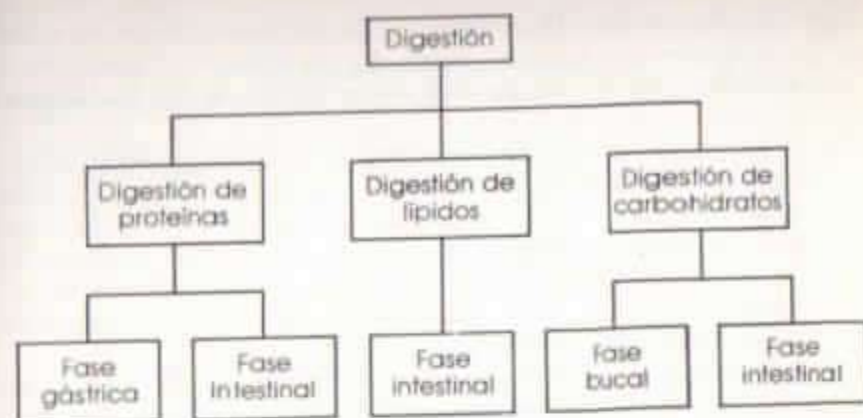


Figura 4.3. Red conceptual de un proceso.

ya los ha tratado antes, por lo que basta con que los transcriba a la forma o página de *análisis de procesos*.

- b) **Relación con otros procesos.** Regularmente, los procesos no se presentan aislados sino que guardan una relación con otros, por lo que es conveniente conocer estas relaciones, para promover el conocimiento integral del proceso; la digestión, por ejemplo, se relaciona con los siguientes procesos: producción de ácido clorhídrico, nutrición, formación de heces, secreción de jugos digestivos.
- c) **Condiciones para la realización del proceso.** Bajo el rubro de condiciones para la realización del proceso deben incluirse aquellas que sean necesarias y suficientes para que éste ocurra, por ejemplo: ingestión de alimentos, secreción de jugo digestivo, activación de limógenos.

7. *Descripción del proceso.* En todo proceso existen, a partir de los elementos de entrada, una serie de transformaciones, secuencias de las que van a derivar productos y subproductos; a lo largo del proceso, el resultado integral de éste se expresa como el balance energético y material:

- a) **Localización del proceso.** Se hace referencia específica al sitio donde ocurre el proceso, lo cual puede ser intra o extracelular. De acuerdo con el ejemplo: la digestión de proteínas se lleva a cabo en el estómago y el intestino delgado.
- b) **Insumos.** Son los componentes indispensables para que se lleve a cabo el proceso. (Proteínas de la dieta, ácido clorhídrico, enzimas proteolíticas, como pepsina, tripsina, quimotripsina, aminopeptidasas, carboxipeptidasas y renina.)

- c) **Funcionamiento.** Descripción de las transformaciones sucesivas que se efectúan sobre los insumos para obtener los productos y señalamiento de los agentes responsables de las transformaciones.

Las proteínas de la dieta que llegaron al estómago en su estado nativo o desnaturalizadas inician su degradación en presencia del ácido clorhídrico y por la acción de enzimas proteolíticas que rompen las uniones peptídicas por la entrada de una molécula de agua. Esta acción continúa en el intestino con la intervención sucesiva de enzimas, hasta lograr la transformación de la proteína en sus aminoácidos libres.

- d) **Productos y subproductos.** Son las moléculas obtenidas como resultado del funcionamiento parcial o total del proceso o pueden ser las acciones resultantes de la realización del mismo.

Durante el funcionamiento del proceso pueden liberarse moléculas en los pasos intermedios, las cuales reciben el nombre de subproductos, y como resultado final del mismo se obtiene una o varias moléculas, conocidas como productos.

Como ejemplos de subproductos tenemos diferentes clases de péptidos y de productos los aminoácidos libres y las proteínas no digeridas. Por otra parte, un ejemplo de acción resultante es el movimiento en respuesta del proceso de la contracción muscular.

- e) **Balance energético y material.** Es el resultado neto del funcionamiento del proceso en productos y subproductos, teniendo en cuenta los insumos y sus transformaciones. Cuando se refiere a moléculas se trata de balance material, mientras que el recuento de la energía captada o liberada constituye el balance energético. En este caso:

Proteína	Aminoácidos	Péptidos
	Proteína no digerida	
(-450 kcal por mol de uniones peptídicas rotas)		

8. **Normas que regulan el proceso.** Para todo proceso existen una o varias condiciones que regulan el funcionamiento, en términos generales estas condiciones pueden agruparse en tres categorías:

- Aporte de insumos.
- Nivel de energía disponible.
- Estado funcional de las enzimas.

En el caso particular del aporte de insumos se incluye la entrada de proteínas digeribles, de zimógenos y enzimas encargadas de la di-

gestión cuya producción depende de la secreción de los jugos digestivos mediante fenómenos psicobioquímicos; la digestión de las proteínas es un proceso exergónico y el estado funcional de las enzimas depende de la activación de los zimógenos específicos.

9. **Alteraciones y consecuencias.** Son las modificaciones más o menos duraderas del proceso que acarrear consecuencias. Ejemplo:

Alteraciones	Consecuencias
Hiperclorhidria digestión incompleta hipo y aclorhidria	Gastritis, úlcera gástrica malnutrición, crestorrea fermentaciones

10. **Representación esquemática.** Representación gráfica del proceso, el cual puede situarse en diversos niveles de complejidad y generalidad.

## ANÁLISIS DE PROCEDIMIENTOS

Los elementos inventariados para el análisis de procedimientos son los siguientes:

- Término.
- Contexto.

Lo dicho sobre estos dos elementos en el análisis de conceptos es válido para los procedimientos. Ejemplos de términos son: desnaturalización de proteínas por temperatura; hidrólisis enzimáticas de proteínas; cuantificación de aminoácidos por titulación; hidrólisis de proteínas.

El contexto para los términos anteriores es: estudio de la digestión de las proteínas. Del procedimiento que se utilice depende el producto que se obtenga; por ejemplo, la hidrólisis ácida y la hidrólisis alcalina son procedimientos análogos que reditarán productos ligeramente diferentes.

- Diferentes procedimientos.** Puede haber distintos procedimientos que nos conduzcan a resultados análogos; por ejemplo, para determinar concentraciones de glucosa, el método de Folin-Wu y el de la ortotoluidina.
- Relación con otros procedimientos.** En el mismo contexto pueden existir procedimientos previos y ulteriores al que se analiza; por ejemplo, la hidrólisis de proteínas forma parte de la secuencia: desnaturalización de proteínas-hidrólisis de proteínas-titulación de aminoácidos.



5. *Sinónimos.* Por supuesto, los referidos al procedimiento que se analice, no de procedimientos similares, previos o posteriores a éste; por ejemplo, el sinónimo de hidrólisis de proteínas, es *proteólisis*.

6. *Requisitos:*

- a) Conceptos.
- b) Mecanismos.
- c) Habilidades.

Sólo se enumerarán cada uno de ellos. Lo más probable es que todos los conceptos y fundamentos requeridos por los procedimientos ya hayan sido inventariados y analizados previamente. Por su parte, el dominio de habilidades y el razonamiento del mecanismo en ocasiones se lograrán en forma simultánea a la práctica del procedimiento mismo, por ser exclusivos de éste, y en otras ocasiones se habrán adquirido previamente. De una u otra manera, se trata de habilidades y mecanismos de cuyo ejercicio dependerá la calidad del resultado. Ejemplos para la hidrólisis de proteínas son:

Conceptos: hidrólisis de proteínas, enzimas, desnaturalización, aminoácidos.

Mecanismos: la gelatina en presencia de tripsina activa se fragmenta en péptidos y aminoácidos libres, por hidrólisis de las uniones peptídicas donde se encuentran la arginina y la lisina.

Habilidades: pipetear, titular, medir volúmenes, ajustar temperaturas, manejar reactivos, etc.

7. *Situación previa.* Aquí se incluyen todas las condiciones, necesarias y suficientes, que llevan a la situación que hace pertinente la aplicación del procedimiento. Por ejemplo, para efectuar la hidrólisis de las proteínas, conviene primero efectuar la desnaturalización de éstas.
8. *Situación inicial.* Se enuncian las características de la situación o el estado inicial que debe transformarse. Ejemplo: mezclar 50 ml de gelatina al 5% que se conserva al estado líquido en un baño maría con 10 ml de tripsina al 0.1%. Anotar en este momento el tiempo cero de la reacción.
9. *Situación final.* Se incluye después de la situación o estado inicial, porque ambas, la inicial y la final, se suelen incluir en las instrucciones que se dan al estudiante. Por ejemplo: aminoácidos y péptidos en solución y residuos de proteínas no digeridas.
10. *Situaciones de transición y señales perceptuales para continuar el siguiente paso.* Cada operación ejecutada transformará parcialmen-

te la situación inicial en otras situaciones cada vez más próximas a la deseada como final. El estado, las condiciones, las características de cada situación, determinan lo que se puede hacer. Por ello, resulta extremadamente importante que se enlisten en una columna paralela a las operaciones que ejecute el estudiante, los indicios o señales perceptuales que le permitirán identificar las condiciones en que se encuentra, lo que sufre el procedimiento, y seleccionar la siguiente operación por ejecutar. Ejemplos de esto son:

1°. Pipetear 10 ml de la mezcla, gelatina/tripsina, en un matraz, y hervir durante dos minutos para destruir la enzima. Anotar el tiempo.

2°. Enfriar y añadir a la muestra hervida 15 ml de la solución de formol neutralizado y tres gotas de fenofaleína.

3°. Titular la mezcla con NaOH hasta el punto final rosado.

4°. A los 30, 60 y 90 minutos tomar muestras de 10 ml del matraz con la mezcla de gelatina/tripsina que se ha dejado durante este tiempo en baño maría a 37°C, y con cada muestra proceder de la misma forma que con la muestra basal: ebullición, enfriamiento y titulación.

11. *Rutas alternas.* En ocasiones, existen dentro del procedimiento formas alternas de ejecución. Pueden consistir en la diferente ubicación de algunos de los pasos o en la inclusión de rutinas opcionales. Cuando estas rutas alternas se utilizan, de hecho, conviene describirlas. Por ejemplo: hidrólisis con otra enzima (pepsina, quimotripsina), variación en los tiempos de incubación a la muestra. Titulación con otros indicadores, tal como el azul de timol.
12. *Problemas que pueden presentarse en la situación de enseñanza.* Sólo se incluirán los probables, no los posibles, es decir, aquellos problemas que han ocurrido a profesores experimentados. Por supuesto, si son frecuentes será necesario incluir recomendaciones sobre medidas preventivas para éstos. Por ejemplo: quemaduras por formol, salpicaduras de la muestra hirviente, etc.
13. *Diagrama del procedimiento.* Constituye un esquema gráfico de los pasos, consecuencias de éstos y momentos de toma de decisiones en la ejecución del procedimiento. Por ejemplo, véase la figura 4.4.
14. *Rutas erradas.* También en este apartado sólo quedarán comprendidos los errores en que suelen incurrir los estudiantes. Por ejemplo: omitir agregar el indicador, no percibir el punto final de la titulación, no mantener la temperatura adecuada, no añadir la enzima, contaminar los reactivos.

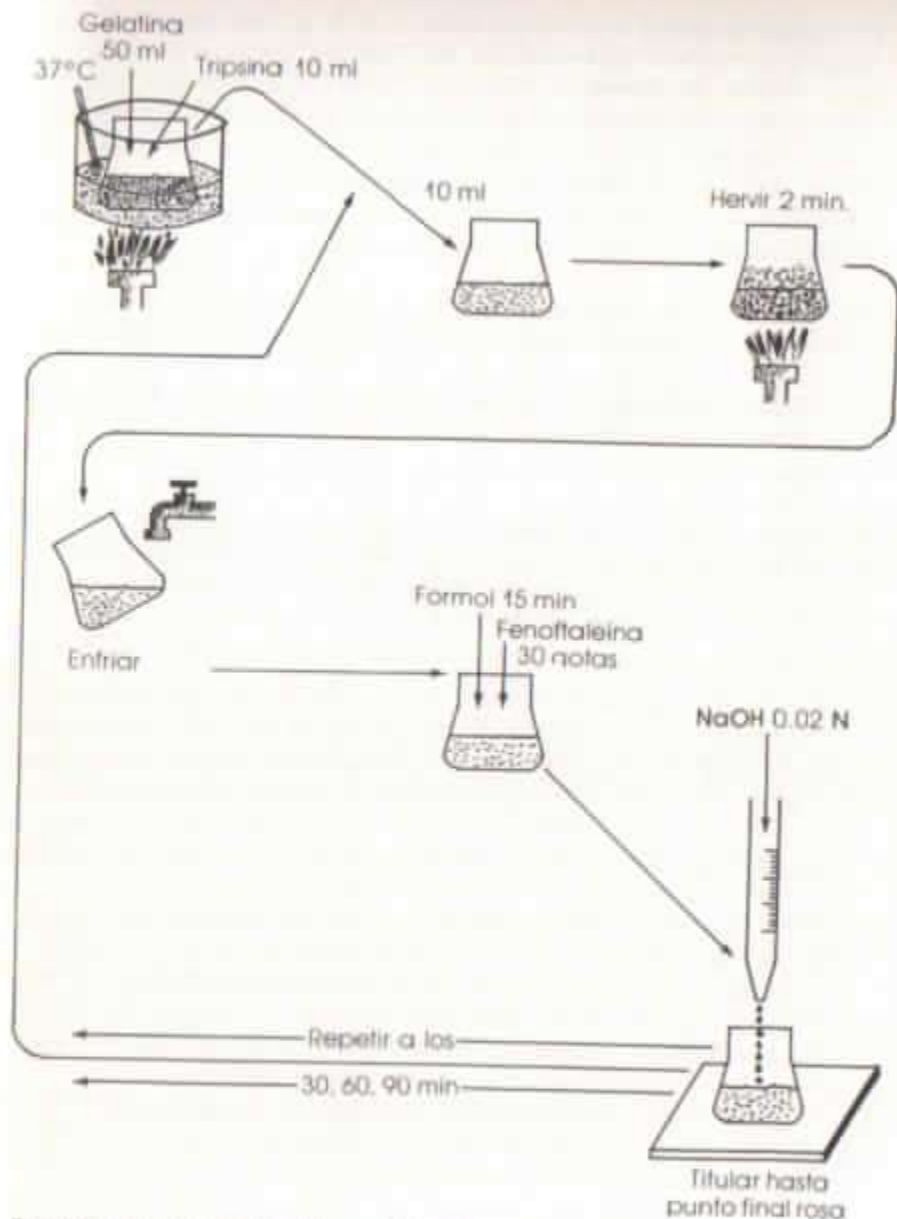


Figura 4.4. Ejemplo del análisis de procedimiento.



5

## La elaboración de reactivos

### ALGUNAS CONSIDERACIONES PREVIAS

La evaluación es un proceso sistemático y racional para conocer "objetivamente" un fenómeno y emitir juicios de valor acerca de la situación existente. Esto significa que la evaluación supone la medición, pero que la excede puesto que los resultados de una medida deben interpretarse en relación con ciertos criterios establecidos para cada situación; por lo tanto, los elementos subjetivos no le son ajenos.

La evaluación más sencilla consiste en clasificar los datos de la medición en las categorías que podríamos denominar *éxito* y *fracaso*, lo que equivale a a) tomar nota de la magnitud de una característica; b) compararla con el "criterio", y, luego, c) emitir un juicio con base en esta comparación. Ésta es una operación que realizan a menudo aquellas personas que, en distintos niveles, deben tomar decisiones.

Veamos un sencillo ejemplo de evaluación: un grupo de jóvenes aspiran a trabajar como aeromozas, para Mexicana de Aviación. Entre

este grupo sólo se aceptarán a aquellas candidatas que midan 1.65 metros de estatura o más, y fracasarán en su propósito las que midan menos.

La evaluación es simple: se comparan los resultados de la medición efectuada con una medida estándar convencional (1.65 metros de estatura como mínimo) y se emite el juicio (aptas, no aptas).

No obstante existe una gran cantidad de situaciones donde el éxito o el fracaso, ocurren de manera graduada, debido a que el número de categorías de clasificación aumenta. Por ejemplo, el sistema actual de las calificaciones escolares presenta diversos grados en la categoría de éxito:

Calificación	Categoría
NA	Fracaso
S	Éxito
B	
MB	
E	

Lo mismo ocurría en el sistema de calificación empleado anteriormente:

Calificación	Categoría	Calificación	Categoría
0	Fracaso	6	Éxito
1		7	
2		8	
3		9	
4		10	
5			

Esta última forma de evaluación es deficiente y da lugar a interpretaciones dudosas. "¿El alumno que obtuvo una calificación de 4 sabe la mitad del que obtuvo la de 8?"

Por otra parte, el estudiante con la mejor calificación puede estar muy mal preparado, pues ocurre que el límite a partir del cual se establece la categoría de éxito, oscila lamentablemente en función de distintas presiones circunstanciales que se ejercen a las instituciones.

Tradicionalmente, los resultados de las pruebas de rendimiento escolar se han interpretado en esta forma. Es muy frecuente que con base en los resultados de los exámenes, los maestros clasifiquen a sus alumnos en "buenos", "malos" y "regulares" sin preocuparse por determinar a ciencia cierta qué es lo que saben unos y otros; inclusive, las calificaciones se asignan a menudo mediante un procedimiento estadístico de ubicación de cada alumno dentro de su grupo. En pocas

palabras, la evaluación se basa principalmente en la comparación de cada estudiante con el resto de sus compañeros. Esta práctica, que recibe el nombre de *evaluación referida a normas*, tiene algunas implicaciones pedagógicas, sociológicas y técnicas, que vale la pena comentar.

La evaluación referida a normas se fundamenta principalmente en las desigualdades de los alumnos; su función es medirlas y controlarlas. En 1913, Thorndike afirmaba que "su vicio principal es su relatividad e indefinición, esto es, el hecho de que una calificación dada no indique una porción definida de conocimiento, de capacidad o de habilidad..."<sup>23</sup>.

Evidentemente, lo que debería perseguir la evaluación no es determinar la posición que ocupa un individuo dentro de su grupo, sino establecer correctamente *qué es lo que la persona es capaz de hacer*. Y este es, precisamente, el propósito de la *evaluación por criterios*, más compatible con la naturaleza del Sistema Abierto, el cual tiene la facultad y la responsabilidad de otorgar el grado correspondiente al profesional que demuestre poseer los conocimientos y habilidades propias de su disciplina y haber cumplido satisfactoriamente con los requisitos establecidos. En esta clase de evaluación la interpretación es absoluta, ya que se compara el rendimiento individual, no con la ejecución de un grupo, sino con un grado de dominio o ejecución ideal.

## Resumen

La evaluación referida a criterios no tiene una función selectiva: más bien, parte de la suposición de que todos los estudiantes pueden lograr todos los objetivos establecidos en el plan de estudio, y su propósito principal consiste en comparar el rendimiento de cada estudiante directamente con el dominio que, según se desprende de los objetivos, deberían haber alcanzado. Esto conduce a descubrir las fallas específicas que hubo en el aprendizaje. En el caso del Sistema Abierto, esta información es de mucha utilidad para los autores de los libros de autoinstrucción, porque con base en ella se pueden hacer los ajustes que requiere el texto, y para el alumno, porque le indica en qué punto concreto debe practicar más o solicitar una explicación adicional.

## LA MEDICIÓN

La observación más precisa es la que puede cuantificarse. Los datos expresados en cantidades admiten graduaciones y comparaciones que

<sup>23</sup> Thorndike, E., *Educational Psychology*.

no siempre se pueden realizar con los datos cualitativos. La medición es el procedimiento mediante el cual se asignan números que representan las magnitudes de las cantidades de la propiedad, característica o variable existentes en lo que se observa. La asignación de significados numéricos a las variables en estudio, es la clase de descripción más rigurosa posible.

Con objeto de que se entienda mejor el proceso mediante el cual se asignan números a objetos, conceptos o hechos (en los cuales se basan ambas clases de evaluaciones a las que nos hemos referido), es preciso conocer los postulados teóricos que determinan el tipo de operaciones empíricas que debemos realizar con los datos que se desean medir.

Para medir se debe:

1. Identificar el objeto que será medido (persona u objeto).
2. Identificar la propiedad, característica o variable que será medida.
3. Identificar la *regla* para asignar números (por medio de la cual se asignará un número) a la propiedad del objeto que será medido.

Por ejemplo, para medir la estatura de Napoleón:

1. Identificamos la persona que se va a medir: *Napoleón*.
2. Identificamos la propiedad: *la estatura*.
3. Identificamos la *regla* para asignar los números: ésta consiste en *comparar la longitud de un metro (o cualquier otra unidad de medida de longitud) con la longitud del cuerpo de Napoleón*.

El sistema numérico permite establecer la cantidad o magnitud en que un objeto posee determinada propiedad.

La posición de los datos, y su riqueza informativa, depende de la clase de información buscada y de los instrumentos de medición con que éstos se recojan, así como también de las posibilidades de procesarlos matemáticamente. Es muy diferente obtener el promedio de calificaciones de un grupo de alumnos en una materia durante un año, y obtener la opinión de los alumnos sobre el curso, y determinar, por ejemplo, el número de alumnos que pertenecen a uno u otro sexo. En el primer caso se pueden sumar los datos y dividirlos entre el número de alumnos. Estas operaciones no tendrían sentido en el último caso. Esto se debe a que las observaciones realizadas ofrecen diferentes clases de datos.

## LOS NIVELES O ESCALAS DE MEDICIÓN

Existen cuatro niveles de medición, cada uno de los cuales proporciona una distinta precisión en la información. Los niveles de medición son:

- a) Nominal.
- b) Ordinal.
- c) De intervalo.
- d) De razón o proporción.

El criterio de clasificación de los niveles de medición es el de la *regla* por la cual se asignan números a los objetos o eventos.

Las *reglas* empleadas para asignar números a los objetos, eventos o acontecimientos que mencionamos antes, son las que determinan el nivel de medición.

Cuanto mayor sea el número de propiedades matemáticas interpretables, tanto más alto será el nivel de medición.

Es decir, los niveles de medición se diferencian por el grado de complejidad del sistema matemático, por las clases de transformación que admiten los datos y por las clases de operaciones significativas del sistema matemático.

Cada nivel de medición exige que se satisfagan las siguientes condiciones:

1. Contar con una *regla* para asignar números.
2. Que esta *regla* sea *determinativa*, en el sentido de que siempre se asigne el mismo número a las mismas cosas, en las mismas condiciones.
3. Que esta *regla* *no sea degenerativa*, en el sentido de que permita asignar diferentes números a distintas cosas en diversas condiciones.

## Nivel de medición nominal

Para ilustrar los criterios de clasificación, examinemos cada nivel a partir de varios problemas:

- a) "¿Qué clima hay?"
- b) "¿De qué color son estas sustancias?"
- c) "¿A qué velocidad corren cuatro deportistas?"

El nivel nominal de medición proporciona un sistema de clasificación. En este nivel sólo se puede medir la *identidad* de algo: es decir, en este nivel sólo podemos interpretar la igualdad o la diversidad entre los objetos o situaciones, en términos de *equivalencia* y *no equivalencia* entre los objetos clasificados.

1. El nivel más elemental de medición está expresado en el primer problema, con la simple clasificación del clima prevaeciente como *agradable* o *desagradable*.

En este nivel, el instrumento para juzgar la clase de clima existente somos nosotros mismos y la experiencia de varias personas puede no coincidir, pues lo que es agradable para uno es desagradable para otros.

2. En el segundo problema se pueden tener diversas categorías: amarillas, anaranjadas, rojas, moradas, verdes, azules. Cada juez clasificará las sustancias en la categoría que considere adecuada. En este caso, como en el anterior, alguna sustancia azulverdosa podría ser calificada por distintos jueces como azul o como verde, pues como dijimos antes: conforme se aumenta el número de categorías se incrementa el número de errores que pueden cometer los jueces.

3. En cuanto al tercer problema, el nivel nominal no nos permite responder a la pregunta formulada sino tan sólo diferenciar los objetos de acuerdo con la categoría a la que pertenecen.

Así, podemos asignar los números 1, 2, 3 y 4 a los cuatro deportistas respectivamente. Pero por ejemplo, el número 2 asignado al deportista *b* no significa que éste corra el doble de rápido que el *a*, ni siquiera que sea más rápido. Tan sólo es un número que permite identificarlo: algo así como el número que se le coloca en la espalda a los jugadores de un equipo.

Supongamos que:

*a* = mexicano; *b* = japonés; *c* = alemán; y *d* = belga.

Entonces: mexicano = 1; alemán = 3; belga = 4, y japonés = 2.

Al igual que en los casos anteriores, son las personas directamente quienes asignan los números, sin emplear ningún instrumento especial. La asignación de la categoría en este caso puede parecer más arbitraria que en los anteriores, pues las categorías de *agradable* o *desagradable* tienen funciones más trascendentes que la mera identificación, ya que: el clima es *agradable* o *desagradable* para alguien, en tanto que el número de los deportistas sólo es útil para identificarlos. De cualquier modo, ambas operaciones están contempladas en el nivel de medición nominal.

La fórmula aritmética (la regla) es aquella referida al uso de la igualdad (=) y de la desigualdad (≠).  
 $a = 1; b = 2; c = 3$  y  $d = 4$ .

Conforme con la regla, para identificar a los deportistas también podríamos, en vez de asignarles los números del 1 al 4, asignarles otros cualesquiera:  $a = 4; b = 39; c = 1$ , y  $d = 17$ .

Como se puede apreciar, en este nivel los números no son propiamente cantidades sino "nombres" o "símbolos" de la clase en la que se puede clasificar el objeto. En el caso de los jugadores de un equipo, los números corresponden generalmente a la posición que ocupan en el juego. Es una información muy limitada que no nos permite resolver el problema sobre la velocidad a la que corre cada deportista. Sin embargo, la clase en la que se clasifica el objeto proporciona información que permite hacer algunas afirmaciones significativas (como la posición que los jugadores deben conservar en el partido); observe que al clasificar el hecho, el objeto o la situación dentro de una categoría, podemos atribuir todo lo que sepamos sobre ésta a aquello que estamos considerando.

En el caso de la evaluación del aprovechamiento escolar, las categorías de *éxito* o *fracaso*, o categorías análogas a éstas como *acreditado* o *no acreditado*, corresponden a este nivel.

## Nivel de medición ordinal

El adjetivo *ordinal* se refiere al orden, al rango o a la jerarquía en que se distribuyen los objetos, respecto de la magnitud de la propiedad en estudio. Por consiguiente, el número asignado representa el lugar que ocupa el objeto entre los demás, según la cantidad en que posee el rango, la característica o la propiedad que nos interesa.

Al continuar con los problemas que formulamos antes, en este nivel el instrumento para observar los datos ya no está constituido por nosotros directamente, sino que es necesario disponer de un patrón de medidas o valores de rango, tales como:

- Un termómetro para la temperatura.
- Un prisma para la distribución de los colores.
- El orden en que los deportistas llegan a la meta.

**Temperatura.**<sup>24</sup> Las categorías en que se puede clasificar el clima son susceptibles de ampliaciones. En vez de emplear simplemente las

<sup>24</sup> Los cambios de temperatura producen cambios en las sustancias, y esto puede medirse regularmente. Saber que las sustancias se dilatan por el calor y se contraen por el frío, permitió que investigadores como Galileo experimentaran en torno a este fenómeno: al colocar un tubo sobre una vasija con agua, se observó que cuando se entraba el aire hasta igualar la temperatura de la habitación, el agua dentro del tubo se salía; en tanto que si se calentaba la habitación, el aire del tubo se dilataba y empujaba el agua hacia abajo. A partir de estos hallazgos, en 1654 el Duque de Toscana ideó un termómetro que contenía un líquido en una ampolla que estaba unida a un tubo recto. La contracción y dilatación del propio líquido señalaba cambios de temperatura.

categorías nominales de *clima agradable* y *clima desagradable*, las categorías pueden ser:

- Caliente, templado, frío.
- Candente, caliente, templado, frío, helado.
- Ardiente, candente, caliente, templado, frío, helado, gélido.

De hecho, éstas se podrían ampliar mucho más si se aumentan categorías que contengan sutiles diferencias entre sí. Es claro que la comisión de errores al clasificar la temperatura, aumentaría conforme aumentasen tales categorías.

Mediante marcas en el termómetro es posible señalar el nivel en el cual consideramos la temperatura *caliente*, *templada* o *fría*, categorías que pueden multiplicarse, como dijimos al referirnos al nivel de medición anterior, hasta llegar por ejemplo a tener graduaciones como las que se presentan en la figura 5.1.

**Distribución de colores.** En cuanto al problema de los colores, se puede usar un prisma como instrumento de observación y registrar una banda de luz en la que se encuentren distribuidos los colores. La banda de luz se presenta como un arcoiris en el que están ordenados los colores desde el rojo hasta el violeta, pasando por el anaranjado, el



Figura 5.1. Observe que cada categoría está jerarquizada dentro de un continuo, siguiendo un orden. Sabemos ya, que *candente* es una temperatura mayor que *calurosa* y menor que *ardiente*; que *caluroso* es más alto que *caliente* y más bajo que *candente*, etc. Pero, ¡atención! no sabemos si la distancia que hay entre *templado* y *fresco* es la misma que la que existe entre *candente* y *caluroso*.

amarillo, el verde y el azul, esto es, todas las combinaciones de tonalidades obtenidas del espectro solar. Sabemos que en el color azul existen más ondas electromagnéticas que en el violeta, y menos que en el verde, que en el amarillo hay más de aquéllas que en el verde y menos que en el anaranjado; pero, *no* sabemos si las distancias entre unas y otras son semejantes.

**Establecimiento del orden de llegada a la meta.** Para medir longitudes se establece una longitud cualquiera como el "patrón" o la unidad de medida con respecto a la cual se comparan las longitudes que interesa medir. A fin de establecer el orden en que llegaron los deportistas a la meta, podemos asignar los números 1, 2, 3, y 4, en forma respectiva al lugar que ocuparon al llegar a la meta. Es posible reemplazar los números asignados a los elementos por otros cualesquiera que guarden el mismo orden: medalla de oro, de plata o de cobre, o sin medalla. Pero estos datos no nos permiten, por ejemplo, determinar la diferencia entre los objetos (jugadores) en relación con el rasgo que nos interesa medir (la velocidad de cada jugador).

La regla o fórmula numérica es el empleo de la igualdad (=), la desigualdad, ( $\neq$ ) el mayor que (>) y el menor que (<).

De la aplicación de esta regla deducimos que el número 1 es el que llegó en primer lugar, el 2 en segundo, etc. Sabemos, también, que el 1 llegó antes que el 2, que el 2 antes que el 3 y que el 3 llegó antes que el 4, que el 2 llegó antes que el 4, etc.

Al medir en el nivel ordinal suponemos que los individuos ocupan ciertas posiciones dentro de un continuo que representa el rasgo que deseamos medir. Si la característica que deseamos medir es la velocidad, entonces el 1 la posee en mayor grado que el 2, éste en mayor grado que el 3, etc.

"Todo lo que ahora se sabe acerca de la propiedad del continuo es su dirección. Este conocimiento nos permite describir solamente la posición de un individuo como *más grande que*, *igual a*, o *menor que*, la posición de otro individuo" (Magnusson, 1969). Es decir, no nos permite afirmar que el 1 corrió el doble de rápido que el 2, o la diferencia que existe entre el 3 y el 4, etc. Lo único que sabemos, pues, es el orden en que llegaron a la meta, y de este conocimiento inferimos que poseen la característica que nos interesa, la velocidad, en el mismo orden del de la llegada.

En la evaluación educativa este nivel se maneja cuando se clasifica a los estudiantes en el conjunto de categorías:

- E = excelente
- MB = muy bien

B = bien

S = suficiente

NA = no acreditado,

donde se entiende que E es mejor que MB, que, a su vez, es mejor que B, etc.

### Nivel de medición de intervalo

Los datos que en forma de números se obtienen en este nivel de medición expresan medidas de la cantidad del rasgo o propiedad poseídas por lo medido a partir de un origen arbitrario.

Si revisamos el proceso que se siguió para confeccionar los termómetros, probablemente entenderemos mejor las características de este nivel de medición.

Daniel Gabriel *Fahrenheit*, físico alemán, sumergió el termómetro en una solución de nieve y sal y asignó el número cero al punto que registraba el mercurio en dicho instrumento (tal asignación del cero fue arbitraria, pudo haberle asignado otro punto cualquiera que hubiese escogido como inicio de la escala de medición); enseguida, marcó el punto que alcanzó el mercurio en el termómetro al sumergirlo en agua hirviendo al nivel del mar. Por último dividió el espacio de separación entre ambos puntos en 212 intervalos iguales.

Anders *Celsius*, astrónomo y físico sueco, dividió en 100 intervalos iguales el espacio existente entre las señales correspondientes a las temperaturas del hielo en solidificación y a la del agua en ebullición (al nivel del mar). René-Antoine Ferchault de *Réaumur*, físico francés, dividió la misma distancia en 80 intervalos iguales.

Por ello es que en los termómetros de *Fahrenheit*, de *Celsius* y de *Réaumur*, existe un diferente número de divisiones en el mismo espacio (272, 100 y 80 respectivamente). Sin embargo, en cada termómetro los intervalos son iguales, aunque distintos en tamaño.

Observe que en este nivel de medición ya encontramos la correspondencia (uno-a-uno) entre los números y los datos. Por esto, las diferencias iguales entre los números se pueden interpretar como diferencias igualmente distintas en las unidades; es decir, en cualquier escala se presenta la misma diferencia entre las temperaturas de 100 a 80 y de 60 a 40. En ambas la diferencia es de 20°, esto es, el mismo tamaño relativo de las diferencias. Sin embargo, la temperatura 80 no constituye el doble de la temperatura 40, ya que se parte de un cero escogido arbitrariamente.

Nos interesa destacar, pues, que en este nivel de medición las diferencias entre dos elementos son constantes y significativos.

Las reglas o fórmulas numéricas en el nivel de medición de intervalo son: la diferencia, la resta, los elementos de la escala (-), la igualdad (=), la desigualdad ( $\neq$ ), mayor que (>) y menor que (<).

$$[a - b] \geq c - d$$

$$[a - b] = c - d$$

$$[a - b] \neq c - d$$

Para los colores, se pudo asignar el cero al violeta y un número determinado al rojo (100, 80 o 750 000) y, luego dividir el segmento entre ambos colores con intervalos iguales.

Si regresamos al problema de los cuatro atletas, podemos imaginar que *Fahrenheit*, *Celsius* y *Réaumur* son los jueces de una carrera. Ellos tienen que empezar a contar, desde cero, a partir del momento en que empieza la carrera. Cada uno cuenta y anota el último número alcanzado cuando el deportista llega a la meta. Supongamos que el juez *Fahrenheit*, cuenta más rápido que los jueces *Celsius* y *Réaumur*, siendo éste último el más lento en contar. Los resultados de la cuenta de cada juez son los siguientes:

Atletas	<i>Fahrenheit</i>	<i>Celsius</i>	<i>Réaumur</i>
Alemán	40	30	20
Japonés	50	37	25
Belga	80	60	40
Mexicano	90	67	45

Como puede apreciarse, estos datos nos informan diversas cosas, entre otras a) que la diferencia entre el atleta alemán y el japonés es la misma que entre el belga y el mexicano; b) la posición de llegada de cada atleta; c) que las diferencias de intervalo entre cada atleta constituyen unidades iguales (aunque cada juez ofrezca unidades diferentes de medición, etc).

No obstante no se puede afirmar, por ejemplo, que el alemán haya corrido el doble de rápido que el atleta belga, pues el punto cero que se establece a partir del inicio de la carrera, es arbitrario. De hecho, pudo haberse escogido la llegada a la meta del primer atleta como punto cero y a partir de ahí establecer las diferencias. Por tanto, los resultados podrían ser:

Atletas	Fahrenheit	Celsius	Réaumur
Alemán	0	0	0
Japonés	10	7	5
Belga	40	30	20
Mexicano	50	37	25

A pesar de haber cambiado el procedimiento de medición, ya que en vez de empezar a contar desde el inicio de la carrera, se cuenta desde que llegó a la meta el primer atleta, la información que se tiene es equivalente, puesto que nos indica que: a) la diferencia entre el atleta alemán y el japonés es la misma que entre el belga y el mexicano; b) se identifica la posición de llegada de cada atleta y c) que las diferencias de intervalo entre cada atleta constituyen unidades iguales.

Si analizamos la regla o fórmula numérica, podemos observar que un nivel de medición implica los anteriores; es decir, que conforme el nivel de medición se hace más preciso, aumenta la cantidad de información que se puede obtener, pues a la que se adquiría en el nivel anterior se añade aquella que permite la nueva regla.

Los teóricos de la evaluación del aprovechamiento escolar han acordado que las mediciones realizadas en el ámbito educativo no alcanzan el nivel de intervalo. Por ello, se renunció a continuar calificando a los estudiantes con números del cero al diez, del diez al cien, o del cero al cinco, para calificarlos, en cambio, con letras: E, MB, B, S y NA. Sin embargo, en ciertas investigaciones de campo aplicadas a la educación, como la estandarización de pruebas académicas o psicológicas, se llega a establecer intervalos aparentemente iguales, lo que permite el uso de las estadísticas atingentes. Por otra parte, para determinar si algunos datos son o no significativos se suele recurrir a estadísticas de nivel de intervalo, aunque se manejen datos de nivel ordinal. Por supuesto, esto reduce la validez de los resultados obtenidos. Por ello creemos conveniente que aunque la persona que lea este manual no llegue en la práctica diaria a emplear niveles superiores al ordinal, conviene que conozca los niveles restantes.

### Nivel de medición de razón o proporción

La característica que distingue la escala de razón de la escala de intervalo consiste en que la primera, posee un punto cero que representa la carencia total del rasgo que se está midiendo; esto permite que las proporciones iguales puedan interpretarse como proporciones iguales entre las unidades (relación entre las proporciones).

El término *proporción* denota que los valores transformados son proporcionales a los originales, pues la transformación en este nivel (su regla o fórmula numérica) consiste en multiplicar la escala por una constante; operación que cambia la unidad de medida, pero que deja intacta la posición del cero.

En los termómetros, el valor de cero para la escala de Celsius es de  $-273^{\circ}\text{C}$ . El cero absoluto es el momento en el que no existe movimiento molecular (y, por tanto, es el inicio de la temperatura).

Por supuesto, para que se pueda medir la temperatura a partir del cero absoluto se requiere de instrumentos de mayor precisión que los termómetros de Celsius, de Réaumur o de Fahrenheit (de hecho, se emplea el termómetro de William Thomson *Kelvin*). Respecto del color, se requiere de un espectrógrafo que registre las longitudes de onda; desde el cero absoluto en longitudes de onda, (el color negro) hasta el máximo (el color blanco); en este caso se emplea el espectrógrafo de Johnson.

Para el caso de los atletas se partiría del cero absoluto en tiempo. Se pondría en marcha un cronómetro cuando se iniciase la carrera y se registraría la cantidad en segundos, e incluso en fracciones de segundo, de la llegada de cada atleta a la meta. Entonces, un vez establecidos los datos resultantes tendríamos algo similar a los siguiente:

Atletas	Tiempo	Velocidad
Alemán	90 segundos	1 000 metros en 90 segundos
Japonés	100 segundos	1 000 metros en 100 segundos
Belga	120 segundos	1 000 metros en 120 segundos
Mexicano	130 segundos	1 000 metros en 130 segundos

Advierta que, aunque los datos proporcionados anteriormente nos podían hacer suponer que el atleta alemán había corrido al doble de la velocidad que el belga, de hecho el alemán había corrido sólo un tercio más. Efectivamente, la información obtenida es más rica que la de nivel de intervalo, puesto que lo implica. En este nivel existe tanto la igualdad de los intervalos de separación entre las unidades y los números consecutivos, como el punto cero absoluto, que expresa la inexistencia total de la cualidad que se está midiendo. En esta escala, sí es posible saber cuanto tiempo necesitó cada atleta para recorrer la distancia en cuestión. Existe el punto cero del tiempo (el inicio de la carrera) y el punto cero del espacio (cero metros); si registramos el tiempo que cada atleta consume en recorrer la distancia y aplicamos la fórmula para determinar la velocidad, sabremos el resultado



Cuadro 5.1. Niveles de medición (resumen).

		Nivel de medición			
		Nominal	Ordinal	Intervalo	De razón
		<b>TEMPERATURA</b>			
Instrumento de medición	Piel del organismo	Termómetro de Galileo y Duque de Toscana	Termómetro de Celsius o Fahrenheit	Termómetro electrónico de Kelvin	
Resultado	Clase de temperatura: agradable o desagradable	Mayor número de clases de temperatura en el continuo	Grados convencionales de temperatura	Grados conforme a la teoría de la temperatura	
		<b>ATLETAS</b>			
Instrumento de medición	Criterio de asignación de números a los atletas	Observación del orden de llegada	Medición del tiempo o el espacio entre los atletas conforme llegan	Tiempo en que recorren los atletas el espacio determinado	
Resultado	Número del atleta	Orden de llegada a la meta	Distancia entre los atletas en el orden de llegada	Velocidad de cada atleta.	
		<b>COLORES</b>			
Instrumento de medición	Ojos	Prisma con escala	Prisma con escala	Espectrógrafo de Johnson	
Resultado	Clasificación en categorías	Igual al nominal, más la ubicación en el continuo del arco iris	Igual al ordinal, más la separación en intervalos fijos	Igual al de intervalo, más la ubicación en un continuo general que abarca todos los colores	

## CONCLUSIÓN

Como se puede apreciar, cada nivel de medición informa, de modo diferente, sobre la magnitud en que determinado rasgo es poseído por el objeto medido. Esto condiciona la cantidad de operaciones que se pueden efectuar en cada nivel y, en consecuencia, la cantidad de control y predicciones que es posible llevar a cabo.

## Fórmulas estadísticas

Cada nivel supone las siguientes reglas:

Nivel de medición	Regla
Nominal	=, ≠
Ordinal	=, ≠, >, <
De intervalo	=, ≠, >, <, +
De razón	=, ≠, >, <, +, 0

Las estadísticas aplicables a cada nivel suponen las siguientes fórmulas:

### a) Nivel nominal

- $N$ , números de casos de una población determinada.
- $f_j$ , frecuencia o número de casos existentes en una categoría.
- $p$ , proporción de casos presentes en una categoría (que también puede expresarse como porcentaje).
- $Mo$ , el modo o categoría con la mayor frecuencia.
- $c$ , coeficiente de contingencia, medición de la asociación existente entre dos variables.
- $\chi^2$ , prueba de la ji cuadrada para determinar si la distribución de las frecuencias de las categorías se efectúa de acuerdo con alguna hipótesis (todo corresponde a una descripción por enumeración).

### b) Nivel ordinal

- Todos los datos y manipulaciones del nivel nominal.

- Cualquier manipulación matemática que no altere el orden de rango (transformaciones monotónicas, es decir, transformaciones en las que los nuevos valores crecen o decrecen constantemente).
- Percentiles (órdenes de rango).
- Mediana.
- Mediciones de variabilidad.
- Correlaciones de rango.

#### c) Nivel de intervalo

- Todos los datos y manipulaciones del nivel ordinal.
- La media.
- La desviación estándar.
- Correlación momento-producto.

#### d) Nivel de razón o proporción

- Todos los datos y manipulaciones del nivel del intervalo.
- La media geométrica.
- Coeficiente de variación.
- Deciles (de hecho, en esta escala tienen sentido todas las operaciones estadísticas), etc.

En el nivel de razón o proporción se puede determinar la magnitud en que se alcanza determinado puntaje, sin necesidad de comparación con otros objetos de la misma escala. Es el nivel de medición adecuado para la evaluación referida a criterios. En otras palabras, en ésta última se obtiene más información que en la evaluación normativa, ya que implica toda la información que se obtiene del nivel de medición de intervalo e incluye, además, la que proporciona la regla (o fórmula numérica) del nivel de razón o de proporción.

## LA PLANEACIÓN DE LA PRUEBA

Como ya se dijo, la función de la evaluación referida a criterios consiste en comparar el rendimiento de cada estudiante en particular, con un dominio de ejecución previamente establecido, constituido por uno o varios objetivos de aprendizaje. Por tanto, el valor de un instrumento para la evaluación referida a criterios radica en la exactitud con que refleje el dominio que pretende evaluar.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Es importante destacar que el grado de dificultad es una medida implícita, lo que señala la necesidad de estructurar las pruebas con reactivos previamente probados.

Para que un dominio esté efectivamente representado en una prueba, es necesario: a) tomar en cuenta todas las conductas y los contenidos que involucra el hecho de dominar un objetivo y las relaciones que éstos guardan entre sí (en este punto es muy útil contar con representaciones gráficas y "mapas" del dominio, y utilizarlas como punto de referencia en la planeación de la prueba), y b) tener una idea clara del nivel de medición en que vamos a realizar la interpretación de los datos que nos proporcione la prueba.

Las representaciones gráficas del dominio reciben el nombre de *patrón de reactivos*. Para elaborarlas, es conveniente utilizar la clasificación, anteriormente efectuada, del contenido en conceptos y procedimientos y las relaciones con los objetivos correspondientes. Con estos elementos puede pasar a elaborar el patrón de reactivos.

Por ejemplo, para evaluar el dominio del concepto *mamífero*, implicado en el objetivo, el alumno enunciará las características de los

Componente o elemento	Análisis de contenido			Conductas*
Campo teórico del concepto	<pre> graph TD     A[Vertebrados] --&gt; B[Mamíferos]     A --&gt; C[Aves]     A --&gt; D[Reptiles]     A --&gt; E[Batracios]     A --&gt; F[Peces]           </pre>			Esquematizar Explicar Elaborar cuadro sinóptico Ubicar
Extensión pedagógica Ejemplos y no ejemplos	Ejemplos típicos	Ejemplos limítrofes	Seudo-ejemplos	Citar Identificar Clasificar Discriminar
	Caballo Vaca Perro Hombre	Batena Foca Armadillo Ornitorrinco Murciélago	Tiburón Pinguino Tortuga	
Intensión Definición	Animales vertebrados cuyo embrión se desarrolla dentro del vientre de la madre y que alimentan a sus crías por medio de mamas			Definir Repetir Enunciar Explicar Citar características críticas
Propiedades				
Lenguaje simbólico	Mamífero. Etimología: del latín <i>mama</i> , teta, y <i>ferre</i> , llevar			Repetir Citar Enunciar

Figura 5.2. Patrón de reactivos del concepto *mamífero*.

\* En esta columna puede indicar las distintas conductas que se pueden solicitar para evaluar el dominio del estudiante en cada uno de los elementos de aprendizaje.

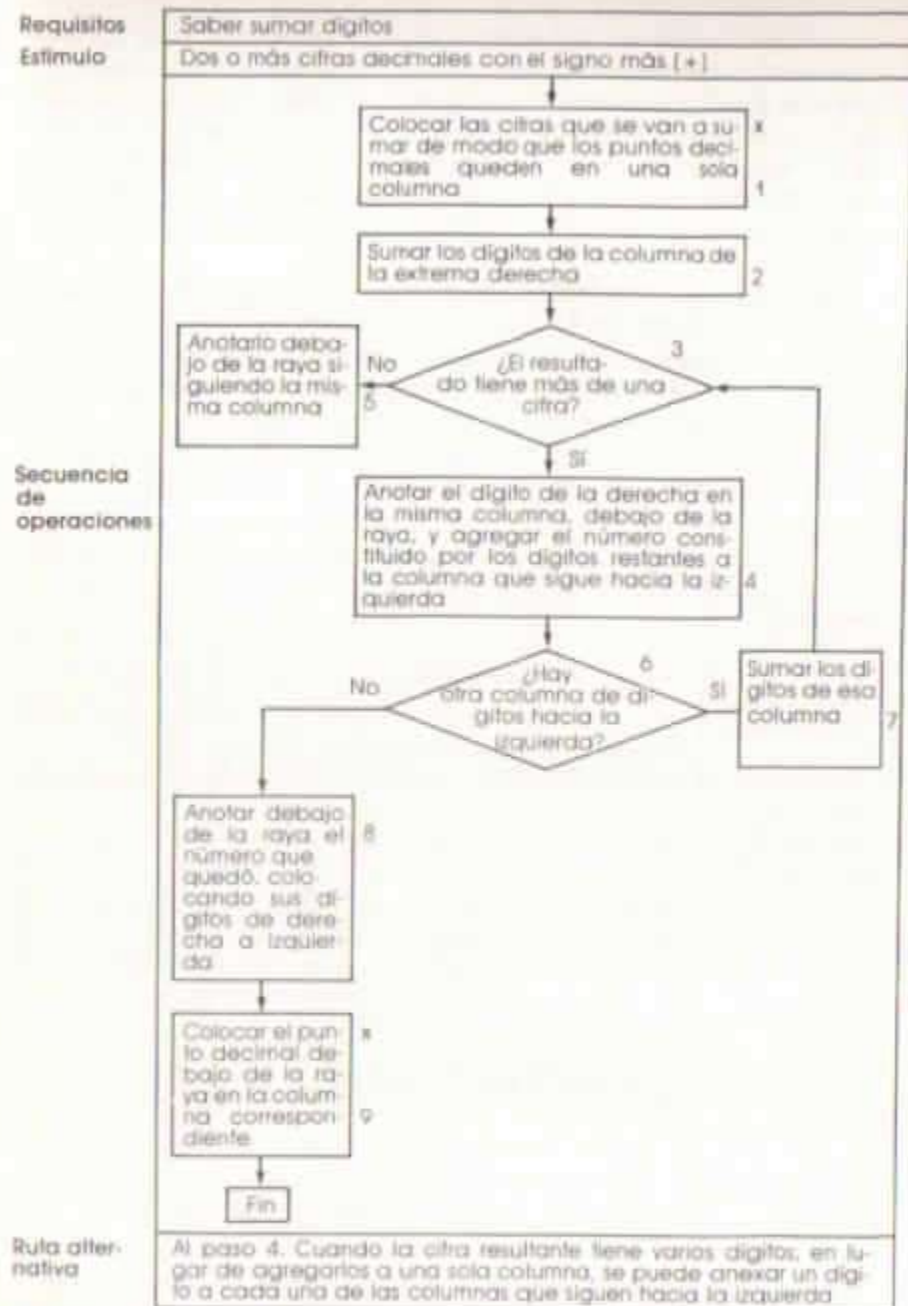


Figura 5.3. Patrón de reactivos para evaluar el procedimiento de sumar cifras decimales.

NOTA: en este dominio se decidió evaluar el objetivo con dos reactivos, uno para cada una de las operaciones que está involucrado el manejo de decimales

mamíferos, y se elaborará un patrón de reactivos como el que se presenta en la figura 5.2.

Una vez elaborado el patrón de reactivos, el siguiente paso es señalar en éste, los elementos del aprendizaje que ameritan una pregunta de examen. Por lo general, se eligen sólo los puntos críticos, esto es, los que entrañan dificultades especiales, pero también se puede optar por evaluar todos, asegurándose de esta manera que en la prueba estará representada la totalidad del dominio.

Cuando un estudiante ha logrado el dominio del concepto *mamífero* podrá realizar por lo menos una de estas cuatro actividades:

- Identificar una ballena como animal mamífero.
- Enunciar la definición: "un mamífero es un animal vertebrado, homeotérmico, vivíparo, con glándulas mamarias y pelo".
- Podrá proporcionar ejemplos: canguro, musaraña; y no ejemplos: tiburón y cocodrilo.
- Finalmente, lo que denota mayor comprensión del concepto es que puede señalar o mencionar aquellas características propias de la clase de los mamíferos.

Conforme a la estrategia de trabajo que proponemos, después de especificar los objetivos y analizar el contenido de la materia, deberá proceder a elaborar los reactivos que van a constituir las autopruebas que se incluyen en los textos, así como los que van a formar parte del banco de reactivos de la institución. Éste último estará constituido por un conjunto de tarjetas o fichas con los reactivos o preguntas de examen que se deberán organizar y clasificar de acuerdo con un código o con convenciones que responden a las necesidades específicas de la institución. Estos reactivos deberán irse depurando y ampliando, de modo que sea factible formar pruebas diversas que permitan testimoniar si el estudiante está en condiciones de ejecutar de manera adecuada la habilidad implicada en los objetivos. Cuando el alumno no pueda lograr el 80% de los objetivos establecidos, se le deberá proporcionar la ayuda necesaria hasta que esté en condiciones de alcanzar este mínimo.

## ELABORACIÓN DE LA PRUEBA

Las pruebas de *respuesta estructurada* son pruebas escritas que presentan diversas soluciones a las preguntas formuladas, para que el alumno elija la que considere correcta. Dichas pruebas tienen la ventaja de reducir la subjetividad en la calificación y permitir en caso necesario el auxilio de la computadora. Por otra parte, disminuyen la tensión y el tedio que conllevan los exámenes tradicionales, al evitar la memorización de gran cantidad de información frecuentemente desvinculada entre sí.

## DIFERENTES TIPOS DE REACTIVOS

Los reactivos se basan en los objetivos que se especifican con antelación; para cada objetivo se deben elaborar un mínimo de tres reactivos los cuales van a constituir las autoevaluaciones que se integran al texto. Posteriormente deberá ampliarlos, para ir constituyendo un banco de reactivos que sin duda beneficiará a alumnos y profesores.

Existen diferentes tipos de reactivos:

- De opción binaria.
- De opción múltiple.
- De correlación (apareamiento).

### Reactivos de opción binaria

Los reactivos de opción binaria consisten en presentar un enunciado breve referido a una sola idea y pedir al alumno distinga entre hechos confirmados y meras opiniones.

Estos reactivos son idóneos para aquellos planteamientos en los que existen dos opciones opuestas entre sí; pero, por lo mismo, su uso es restringido.

### Reactivos de opción múltiple

Los reactivos de opción múltiple son los más flexibles entre los reactivos de respuesta estructurada, y pueden utilizarse para determinar el aprovechamiento de los alumnos para todos y cada uno de los niveles taxonómicos, exceptuando aquéllos que tienen que ver con la habilidad de expresarse por escrito y demostrar originalidad.

Un ítem de opción múltiple consta de dos partes: el encabezado y una lista de opciones de respuestas (generalmente no más de cinco).

En el momento de redactar el ítem de opción múltiple, debe tomarse en cuenta el proceso de pensamiento que pretendemos demuestre el alumno. Veamos el siguiente ejemplo<sup>20</sup>:

*Deficiente:* Los islotes del páncreas: a) tienen canales; b) producen insulina; c) desaparecen con la edad, y d) están situados cerca del borde del páncreas.

*Mejor:* Los islotes del páncreas secretan las sustancias llamadas: a) tripsina; b) insulina; c) secretina y d) adrenalina.

<sup>20</sup> Basado en Arellano L., Daniel, *Reactivos de respuesta libre y respuesta estructurada*, mecnograma del CLATES.

No es preciso que los ítems sean del todo verbales; es factible diseñar ítems valiéndose de caricaturas, diseños, gráficos y diagramas.

A continuación presentamos algunas sugerencias para mejorar la redacción del ítem de opción múltiple:

- Incluir en el encabezado únicamente el material necesario y suficiente para dar claridad al problema.
- Usar lo menos posible la negación en el encabezado de un ítem.
- Procurar que sólo una opción sea la correcta o la mejor, aunque las otras opciones sean igualmente plausibles.
- Evitar, en la medida de lo posible, proporcionar indicaciones o sugerencias sobre la opción correcta, como puede ser la repetición de palabras claves, presentar opciones de diferente extensión, o la incongruencia gramatical entre algunas de las opciones.
- Usar lo menos posible las alternativas especiales como *ninguna de las anteriores* o *todas las anteriores*.

A manera de ejercicio analice los siguientes reactivos e identifique mentalmente cuál de las sugerencias que acabamos de ver no se cumple:

- ¿Cuántos litros de sangre tiene un adulto humano normal de peso mediano?  
a) 1.4; b) 6.1; c) 14; d) 23; e) ninguno de los anteriores.
- La penicilina se obtiene de un: a) bacterias; b) hongo; c) alquitranes de carbón; d) árbol tropical.
- ¿Cuál de las estructuras que se presentan a continuación no tiene que ver con la audición?  
a) Tímpano; b) ventana oval; c) canales semicirculares; d) caracol.
- A pesar de las dificultades teóricas y experimentales para determinar el valor exacto del PH de una solución es posible determinar si una solución es ácida:  
a) por el color rojo que se forma en el papel tornasol cuando se le mete a la solución; b) al determinar la osmolavilidad de la solución; c) por la capacidad de la solución para neutralizar a otra solución saturada de cloruro de sodio.
- La función de las plaquetas de la sangre es la de ayudar a: a) llevar oxígeno a las células; b) llevar alimento a las células; c) coagular la sangre; d) combatir enfermedades.

## Reactivos de correlación (apareamiento)

Este tipo de reactivos consisten generalmente en proporcionar al alumno dos columnas paralelas de tal modo que cada palabra, número, concepto, oración, etc., de una de ellas, corresponda a un enunciado de la otra. Estos ítems son útiles para medir información de hechos, significado de términos, fechas, autores y relaciones. Su defecto principal radica en la mala redacción de las columnas o de las instrucciones de manejo.

Sugerencias para redactar un ítem de correlación:

1. Usar material homogéneo en un ítem de correlación.
2. Si las columnas difieren por la extensión de los enunciados, los alumnos deben elegir las respuestas de la columna de menor carga de lectura.
3. Utilizar un número desigual de enunciados en cada columna, indicando que las respuestas puedan usarse una, ninguna o varias veces.
4. Ordenar la lista de respuestas según un orden lógico.
5. Colocar todos los reactivos de correlación en la misma página.



## La conversión del contenido formal en contenido didáctico

### ALGUNAS CONSIDERACIONES

La enseñanza programada es uno de los métodos que se caracterizan por unir en eficaz combinación diversos principios del aprendizaje, por lo que dicho método puede apoyar su labor durante esta etapa.

- La programación lineal.
- La programación intrínseca o ramificada.
- La programación matética<sup>27</sup>.

De los estudios realizados principalmente por B.F. Skinner, se derivó la llamada *programación lineal*, que sigue el modelo estímulo-respuesta y reforzamiento. La respuesta del alumno es "inducida", a fin

<sup>27</sup> La descripción detallada de las diferentes técnicas no constituye el objeto de este libro. Si desea ampliar la información, consulte la bibliografía complementaria que aparece al final de este capítulo.

de que pueda ser compensada y aprendida. Los errores que cometa el alumno deben ser mínimos.

La programación intrínseca surge específicamente como una técnica para la preparación de materiales escritos con fines educativos. No se basa en una teoría del aprendizaje cuyos principios puedan beneficiar a otras modalidades de instrucción. Es una técnica para conseguir, en forma efectiva, que los materiales asuman algunas funciones que habitualmente requieren de la presencia del maestro.

La programación intrínseca consiste en:<sup>28</sup>

1. Presentar brevemente parte del material que se va aprender.
2. A continuación se formulan preguntas y diversas alternativas de respuestas, para probar la cuestión tratada. Junto a cada alternativa se anota un número de página.
3. El alumno elige la respuesta que cree correcta y se remite al número de página indicado para esa respuesta.
4. Si su elección es correcta, la página le presenta otro segmento de información y las siguientes alternativas, y así sucesivamente. Si su respuesta es incorrecta, la página a la que pasa contiene una explicación de la razón por la cual es incorrecta y una indicación de que vuelva a la página de la pregunta original, para efectuar un nuevo intento.

Las preguntas que se formulan tienen un propósito diagnóstico que permite proporcionar material correctivo al lector.

La programación matemática<sup>29</sup>. La información se organiza en segmentos directos y concisos, a fin de que la persona que estudia tenga una visión de conjunto del tema por tratar.

La programación matemática emplea apoyos gráficos como diagramas, esquemas, dibujos, y apoyos tipográficos como subrayados, negritas, etc.

Los cuadros o fases que componen cada secuencia se denominan:

1. De *demostración* (D), en el cual se presentan uno o varios elementos de información y además solicita realizar actividades "encubiertas", como que memorice, observe y recuerde.
2. De *apunte* (A), en donde se varía la forma de la presentación de la misma. Y se solicitan conductas manifiestas, tales como subrayar, escribir, dibujar etc.
3. De *apunte opcional* (A.O), que procura explicaciones de apoyo suplementarias.

<sup>28</sup> Lumsdaine, A. et al., *Instrucción programada y máquinas de enseñanza*, Ed. Humanitas, Buenos Aires, págs. 143-144.

<sup>29</sup> *Enseñanza programada*, Centro de Investigación de Servicios Educativos (CISE), México, 1978.

4. De *producción de la operante* (P.O), donde se solicita al estudiante la conducta implicada en los objetivos.

Otro concepto que se maneja en la programación matemática es el de *campo operante*, y se refiere al número de conceptos y procedimientos que sería útil abordar en cada secuencia, así como al nivel de complejidad en que conviene hacerlo.

Existen otros tecnicismos importantes en la programación matemática, que como ya advertimos no serán tratados en este libro; pero debe tener en cuenta que en la redacción de su información, puede optar por algunos de estos modelos de programación o bien seguir los lineamientos generales de los mismos.

De cualquier modo, la comprensión efectiva de los principios que incluye cada una de las técnicas, beneficiará indudablemente esta parte de su trabajo.

A continuación le presentamos tres secuencias conforme a cada uno de los modelos anteriores; analice los elementos que se manejan en cada caso.

## COMPOSICIÓN DE UNA SECUENCIA CONFORME AL MODELO LINEAL

*El conocimiento científico: propósitos y características*

Entre los rasgos fundamentales del conocimiento científico podemos mencionar:

- a) La racionalidad.
- b) La sistematización.
- c) La verificabilidad.<sup>30</sup>

Decimos que el conocimiento científico es racional porque supone el empleo y predominio de la razón en el examen de las explicaciones de los fenómenos.

La intuición puede ayudar en la búsqueda de respuestas a un problema, mas la corrección y validez del conocimiento científico sólo se alcanza mediante la aplicación de las reglas de un razonamiento riguroso.

La sistematización se refiere al esfuerzo por unificar los conocimientos.

<sup>30</sup> Aunque verificar y comprobar son sinónimos, se prefirió emplear el primer término, ya que es el más generalizado en los libros que se ocupan de la investigación científica. Verificabilidad es la forma sustantivada del verbo. Véase Nicola Abbagnano, *Diccionario de filosofía*, Fondo de Cultura Económica, México, 1963.

Los conocimientos no pueden estar aislados y sin guardar un orden; por el contrario, éstos se estructuran armónicamente de manera que reflejen el orden real.

La verificación es otro rasgo del conocimiento científico.

Toda suposición debe someterse a prueba, y solamente cuando sea confirmada, podremos decir que es verdadera.

Las disciplinas científicas denominadas *de facto* o *de hechos*, como la medicina veterinaria, la biología, la química, verifican los conocimientos mediante la observación y la experimentación, en tanto que las disciplinas *formales* como las matemáticas y la lógica, se basan en la demostración de sus enunciados precisamente porque se ocupan de *entes formales*, y no de hechos o procesos.<sup>31</sup>

Lo anterior no quiere decir que las suposiciones o enunciados de las ciencias que parten de los hechos de la realidad concreta y sensible, y que se denominan *de facto*, prescindan de lo racional: el descubrimiento de los errores o falsías en que pudieran incurrir es indispensable. Es preciso que sus suposiciones y enunciados sean coherentes, pero además deben ser verificados en la experiencia.

Al orden, la objetividad y la corrección lógica desplegados durante el proceso de investigación, se denomina *método científico*.

### SECUENCIA PROGRAMADA<sup>32</sup>

Ahora, tome una tarjeta y cubra el área que aparece abajo de las líneas punteadas. Deslízela una vez que ha respondido y compare su respuesta con la que allí aparece.

1. El conocimiento científico se caracteriza por ser *racional, sistemático y verificable*. Su propósito es la *comprensión y el control de los fenómenos*.

2. Este conocimiento se obtiene mediante procedimientos de investigación *objetivos, ordenados y repetibles* que garantizan que el conocimiento sea racional \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.

verificable \_\_\_\_\_ sistemático \_\_\_\_\_

<sup>31</sup> La demostración mediante deducciones lógicas no será objeto de estudio del presente texto.  
<sup>32</sup> Tomado de Heredia A. Bertha. *Introducción a los métodos de investigación*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 1978

3. Método científico es el término con que se designan los procedimientos de investigación objetivos, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.

repetibles \_\_\_\_\_ ordenados \_\_\_\_\_

4. La religión es un conjunto de creencias o dogmas y de normas morales que aspiran a comprender y controlar fenómenos, pero que constituyen un cuerpo de conocimientos que no son \_\_\_\_\_ ni \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_ racionales \_\_\_\_\_ verificables \_\_\_\_\_ sistemáticos \_\_\_\_\_

5. Puesto que el ajedrez es un juego que implica un conocimiento \_\_\_\_\_, sistemático y \_\_\_\_\_ podríamos pensar que hace uso del \_\_\_\_\_.

Pero no se trata de una ciencia, puesto que sus \_\_\_\_\_ son de esparcimiento. No pretende \_\_\_\_\_ ni \_\_\_\_\_ los fenómenos.

racional fines \_\_\_\_\_ verificable comprender \_\_\_\_\_ método científico controlar \_\_\_\_\_

6. El sentido común simplemente acumula los conocimientos derivados de los problemas de la vida diaria sin preocuparse por enlazarlos coherentemente para formar un *sistema*.

"Al que madruga Dios lo ayuda." "No por mucho madrugar amanece más temprano." Éstos son refranes o proverbios que expresan la sabiduría popular, que puede ser útil para muchos asuntos, pero no posee ningún rigor científico, pues \_\_\_\_\_ de vincular una experiencia determinada a un \_\_\_\_\_ de conocimiento.

trata/no trata \_\_\_\_\_ sistema \_\_\_\_\_  
 no trata \_\_\_\_\_

7. El sentido común sí pretende la comprensión y el control de los fenómenos. Puede ser verificable y racional, pero se limita al hecho aislado, y a menudo no trata de explicarlo; no es \_\_\_\_\_ por tanto, no es un conocimiento \_\_\_\_\_.

sistemático \_\_\_\_\_ científico \_\_\_\_\_

8. Las características que nos permiten identificar el conocimiento científico del no científico son:

- a) Las finalidades o propósitos del conocimiento:

- b) El método desplegado para adquirirlas.
- c) Ambos.

c) Ambos

9. Es decir, aunque existan disciplinas que coinciden en alguna de las características de la ciencia, para ser conocimiento científico deben operar con el \_\_\_\_\_ y tener como propósito la \_\_\_\_\_ y el \_\_\_\_\_ de los fenómenos.

método científico                      control                      comprensión

10. La física, la biología y la medicina veterinaria, son ciencias en la medida en que utilizan el \_\_\_\_\_ y porque buscan la \_\_\_\_\_ y el \_\_\_\_\_ de los fenómenos físicos y biológicos.

método científico                      comprensión                      control

11. Los hallazgos de los investigadores que han aplicado el método científico han originado un gran cuerpo de conocimientos verificados. Estos conocimientos son el producto de la investigación científica.

Los conocimientos biológicos, físicos y químicos son \_\_\_\_\_ de la investigación científica.

producto

12. Este producto debe poder ser sometido a prueba. Es decir, el conocimiento científico debe poder ser examinado en numerosas experiencias. Esto le da al conocimiento científico su carácter de \_\_\_\_\_, además de ser, al propio tiempo, racional y sistemático.

verificable

13. Cuando un conocimiento no puede ser observado o experimentado\* no es \_\_\_\_\_ y, por tanto, se trata de un conocimiento no científico.

verificable

14. Las evidencias que se obtienen en las pruebas a que se somete el conocimiento, lo confirman o lo refutan. Para garantizar que se trata de un co-

\* Nos referimos a los enunciados de las ciencias *de facto* o de hechos.

nocimiento científico, los hallazgos deberán ser \_\_\_\_\_ por nuevas investigaciones.

confirmados o verificados

15. El conocimiento científico no es un conjunto de informaciones inconexas, sino que es un conocimiento sistemático. Por el hecho de ser un conocimiento fundado, ordenado y coherente, decimos que el conocimiento científico es \_\_\_\_\_.

sistemático

16. El investigador observa los hechos para descubrir las relaciones constantes y objetivas que ocurren en los fenómenos. De esta manera puede lograr las finalidades de la ciencia, esto es, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ los fenómenos.

comprender    controlar



## COMPOSICIÓN DE UNA SECUENCIA CONFORME AL MODELO RAMIFICADO<sup>23</sup>

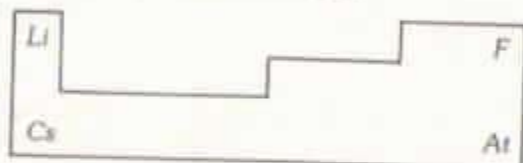
De acuerdo con la Ley de Coulomb, la fuerza de atracción entre dos cargas es directamente proporcional al producto de dichas cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.  $F = \frac{C_1 C_2}{d^2}$

La atracción entre protones (núcleo) y electrones, obedece a la Ley de Coulomb.

Anteriormente vimos que el átomo tiene la misma cantidad de cargas positivas que de cargas negativas.

También vimos que los átomos pueden tener diferente número de niveles (número cuántico  $n$ ). El número cuántico  $n$  está asociado con el volumen o tamaño del nivel.

Ahora bien, si analizamos un elemento de cada extremo de la tabla periódica, por ejemplo, el litio, el cesio, el flúor y el astatinio, notamos que entre los cuatro átomos el que mayor radio tiene es el:



- Litio (pase a la página 141).
- Cesio (pase a la página 142).
- Flúor (pase a la página 143).
- Astatinio (pase a la página 144).

## Viene de la página 140

La respuesta: litio.

¡No! ¿Cómo pudo elegir esta respuesta? El litio es un elemento cuyos átomos solo tienen tres protones y tres electrones, distribuidos en dos niveles de energía.

Debido a que el litio sólo tiene dos niveles, la distancia entre el núcleo y el último electrón no es muy grande comparativamente en relación con los átomos del cesio (seis niveles) o del astatinio (seis niveles).

Aunque tiene pocos electrones y pocos protones, o sea, que el producto de esas cargas es pequeño y como resultado no estaría muy comprimido el átomo, la distancia que separa las cargas no es muy grande y de acuerdo con la Ley de Coulomb la atracción resultante sería significativa.

Conclusión: si el radio atómico es la distancia que existe entre el núcleo y el último electrón, no es el litio el que mayor radio atómico tiene.

Regrese a la página 140 y escoja otra respuesta.

<sup>23</sup> Adaptado de Nelson Mahoyer, José, *Tabla Periódica Energética*, mecanografía, 1977.

## Viene de la página 140

Su respuesta: cesio.

¡Muy bien! Lo felicito porque en verdad realizó un buen análisis aplicando la Ley de Coulomb.

En efecto, el electrón diferencial del cesio se encuentra en el nivel número seis.

El número del nivel nos indica que se encuentra muy alejado del núcleo, y por tanto, esta distancia al ser elevada al cuadrado para sustituirla en la Ley de Coulomb, da un valor sumamente elevado.

Como la fuerza de atracción es inversamente proporcional a este valor, de aquí se deduce que la atracción entre núcleo y electrones es débil y el átomo tiende a expandirse.

Es cierto que en el caso del astatinio sucede algo semejante, sólo que comparativamente:

- a) El cesio tiene 55 protones y 55 electrones.
- b) El astatinio tiene 85 protones y 85 electrones.

De acuerdo con la Ley de Coulomb, en el caso del astatinio, la atracción es más fuerte y por tanto el átomo tiende a comprimirse, ya que el producto de sus cargas es mayor que en el caso del cesio.

*Conclusión:* el radio atómico asciende en la medida en que asciende el período en la tabla periódica, es decir, mientras más hacia abajo se encuentre el átomo dentro de dicha tabla.

Para un período fijo, el radio atómico es mayor mientras menor sea el número de cargas (protones y electrones), o sea, es mayor hacia la izquierda. Por tanto, el radio atómico asciende hacia abajo y a la izquierda en la tabla periódica.

## Viene de la página 140

Su respuesta: flúor.

¡No, no, no! No se trata de adivinar. El flúor es un elemento cuyos átomos sólo tienen dos niveles de energía.

El electrón diferencial del litio se encuentra en el nivel número dos, es decir, a una distancia pequeña si lo comparamos con el electrón diferencial del astatinio que se encuentra muy alejado (nivel número seis) o del cesio (nivel número seis).

Si el radio atómico es la distancia del núcleo al electrón más externo, es lógico suponer que el astatinio y el cesio tienen mayor radio atómico que el flúor.

Incluso, si comparamos el átomo de flúor con el de litio, a pesar de que ambos tienen dos niveles de energía, en el caso del flúor hay más cargas (protones y electrones) y, por tanto, el producto de las cargas es mayor que el litio; por lo que de acuerdo con la Ley de Coulomb, la atracción es mayor para el flúor y el átomo es más compacto, es decir, se reduce el radio atómico.

Ahora regrese a la página 140 y elija otra opción.

**Viene de la página 140**

Su respuesta: *astatinio*.

Siento que se haya equivocado. En realidad, su error no es muy grande. En efecto, el átomo de astatinio tiene mayor radio atómico que el litio y que el flúor y esto es lógico tomando en cuenta que el litio y el flúor sólo tienen dos niveles de energía y en cambio el astatinio tiene seis niveles, lo que le proporciona un volumen mayor.

No obstante, el cesio tiene un mayor radio atómico debido a que al aplicar la Ley de Coulomb, el producto de las cargas en el cesio da un resultado más bajo que el producto de las cargas en el astatinio. Hay que recordar que a mayor producto de las cargas, es mayor la fuerza de atracción y, en consecuencia, el átomo se vuelve más compacto y se reduce el radio atómico.

Ahora pase a la página 142 donde encontrará como respuesta: cesio.

**COMPOSICIÓN DE UNA SECUENCIA CONFORME AL MODELO MATÉMATICO****CUADRO DE DEMOSTRACIÓN<sup>34</sup>**

*Patología oral*

La mucosa oral como indicador.

**Recuerde**

La mucosa oral es una delgada capa de epitelio con escaso tejido conectivo y ricamente vascularizada, que reviste la cavidad bucal; en condiciones normales, se observa de color *rosa pálido, lisa y brillante*.

El clínico que inspecciona a simple vista la boca de un animal, puede detectar algunos cambios de color, debidos a alteraciones propias de la sangre o de su circulación.

**Estudie cuidadosamente**

En una *anemia*, que es la disminución en el número de eritrocitos circulantes en un animal, la mucosa de la boca se verá *pálida*.

En la *congestión*, que es el estancamiento de la sangre en las venas de un tejido, la mucosa oral se verá de color *rojo oscuro*.

**Lea con atención**

Las características del alimento que ingieren los animales, influyen en la mucosa oral y los dientes.

Si reconocemos el tipo de alimento que se proporciona a los animales, podemos anticipar las afecciones orales a las que están predispuestos.

Afecciones bucales por el tipo de alimento:

- a) Sarro.
- b) Caries.
- c) Fluorosis.

**Estudie con atención**

El *sarro* es una afección bucal que se manifiesta a través de masas calcificadas compuestas por bacterias, hongos, partículas alimenticias, células epite-

<sup>34</sup> Tomado de, Abán, José. *Patología del sistema digestivo*, tesis profesional, México, 1978.

liales descamadas y leucocitos, que se depositan en los espacios interdientarios a nivel del cuello de los dientes. Las especies más afectadas son el perro y el caballo. El sarro se forma cuando la dieta es blanda y hay un pH alcalico en la boca.

Las sales que predominan en el sarro son:

Especie	Sal
Perro	Fosfatos
Caballo	Carbonos

El sarro se observa en los perros como concreciones caféverdosas entre los dientes.

En el caballo se observan pequeñas masas blanquecinas opacas (aspecto de gis), sobre todo en el lado labial de los premolares.

El sarro predispone a *gingivitis* (inflamación de las encías), *periodontitis* (inflamación alrededor del diente) y *halitosis* (mal olor de la boca).

La caries dental es un proceso destructivo de descalcificación del cemento de los dientes, debido a que los ácidos orgánicos, como el ácido láctico, producidos por la acción de bacterias sobre carbohidratos fermentables residuales en los dientes, inician el proceso.

Los alimentos ricos en carbohidratos predisponen a caries.

Las especies afectadas por la caries son los bovinos, los caninos, los caballos y los perros.

Cuando se presenta la caries, el cemento dental pierde su brillo y cuando la dentina se expone, la cavidad se toma *cafenegrusca*.

Las consecuencias de la caries son *pulpitis* (inflamación de la pulpa dentaria) y *periodontitis*.

La *fluorosis* dental es causada por ingestión excesiva y prolongada de flúor en el alimento. En el norte de México, hay zonas endémicas donde el flúor es excesivo en el suelo y los vegetales. La lesión sólo se presenta si la intoxicación ocurre mientras los dientes están en crecimiento.

Al inspeccionar la boca de un animal afectado, se observa característicamente una pigmentación *cafenegrusca* del esmalte dentario. En casos leves, hay pequeñas manchas blanquecinas opacas del esmalte. En casos graves, hay hipoplasia del esmalte y se desarrollan pequeños agujeros y surcos, atribuibles a interferencias en la mineralización. La fluorosis se presenta con mayor frecuencia en los bovinos.

#### CUADRO DE APUNTE

##### Complete

El alimento por estar en estrecho contacto con la boca, tiene influencia directa sobre los dientes.

Según el tipo de alimento, se presentan ciertas afecciones bucales, tales como:

\_\_\_\_\_

#### Estudie con cuidado y llene los espacios

Una dieta blanda facilita que se depositen partículas alimenticias, células epiteliales descamadas, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ entre los dientes. Estas masas luego se calcifican y se forma el \_\_\_\_\_. Para que esto ocurra se requiere un pH \_\_\_\_\_.

Las especies más afectadas por el sarro son \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.

En la boca de un perro adulto al que se le ha dado de comer alimento concentrado por algún tiempo, el sarro se aprecia como concreciones interdientarias de color \_\_\_\_\_, además, presenta mal olor bucal o \_\_\_\_\_.

En los caballos con sarro las concreciones semejan el aspecto del gis, pues son de color \_\_\_\_\_ y sin brillo.

#### Llene los espacios y subraye una opción de cada paréntesis

La parte del diente que se descalcifica con la caries es el \_\_\_\_\_, debido a que las bacterias al fermentar carbohidratos producen ácidos. Los alimentos (ricos/pobres) en carbohidratos predisponen a la caries.

Recuerde qué especies además de los bovinos son afectadas por caries:

\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_.

En la caries dental, cuando observamos una cavidad *cafenegrusca* decimos que además del cemento, ha sido ya afectada la \_\_\_\_\_.

¿Cuáles son las consecuencias comunes de la caries?

\_\_\_\_\_

Cuando un bovino en crecimiento consume por tiempo prolongado alimento que contiene cantidades (altas/bajas) de flúor, estará predispuesto a padecer \_\_\_\_\_.

En la fluorosis se observa una pigmentación *cafenegrusca* del (esmalte/cemento) dentario.

#### Recuerde

Fluorosis leves: manchas blanquecinas opacas del esmalte.

Fluorosis graves: Agujeros y surcos por hipoplasia del esmalte.

## CUADRO DE PRODUCCIÓN DE LA OPERANTE

## Conteste las siguientes preguntas

Explique cómo se relaciona el tipo de alimento con la patología oral.

¿Qué es el sarro dental y qué especies afecta?

Describa una dentadura con sarro y mencione sus consecuencias.

¿Cuál es la causa del sarro dental?

¿Qué es la caries dental y qué especies afecta?

Describa una dentadura con caries y mencione sus consecuencias.

## LA ESCRITURA DE LOS CAPÍTULOS O UNIDADES

## UN MODELO ALTERNATIVO

Al redactar la información, tenga presente que la respuesta del alumno es un elemento integrante del proceso de aprendizaje. Lo que cada unidad deberá contener está determinado en gran medida por las etapas anteriores del modelo. Cuando proceda a escribir deberá efectuar constantes referencias a los resultados de la articulación y del análisis de contenido (bloques 1 y 2 que aparecen en la página 25).

Para convertir lo desarrollado en las etapas anteriores en un lenguaje didáctico, deberá transformar la información en cuadros.

## Cuadros

Un cuadro es un segmento de información en el que se presentan al alumno, en forma sencilla y directa, los conceptos y procedimientos que deberá aprender.

A continuación, presentamos algunos ejemplos de cuadros.<sup>35</sup>

## VITAMINAS

Son sustancias orgánicas requeridas en cantidades muy pequeñas en la dieta, para mantenimiento de la salud y para un funcionamiento normal del cuerpo.

<sup>35</sup> Tomado de Ávila, Ernesto, *Alimentación de las aves*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 1980.

## CLASIFICACIÓN

Las vitaminas pueden ser divididas en dos grupos: *liposolubles e hidrosolubles*. Las liposolubles son las que son solubles en grasa y las hidrosolubles son solubles en agua.

Entre las vitaminas liposolubles están la A, D, E, y K. Las vitaminas hidrosolubles incluyen las vitaminas del complejo B y la vitamina C, que también es hidrosoluble, pero no se requiere en la dieta de las aves. El complejo B incluye tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, biotina, colina, ácido fólico y cianocobalamina.

## FUNCIONES DE LAS VITAMINAS

Las funciones incluyen mantenimiento del cuerpo, crecimiento, engorda, reproducción, producción de huevo, actividad y procesos metabólicos, tales como digestión, absorción y excreción. La carencia de una vitamina produce síntomas de deficiencias características.

La mayor parte de las vitaminas sirven como fragmentos de sistemas enzimáticos que catalizan reacciones bioquímicas específicas que ocurren en diferentes células del cuerpo. El cuerpo del animal falla en su función, si carece de una de las vitaminas requeridas.

## Secuencias

Los cuadros se organizan en *secuencias*; una secuencia está formada por un número variable de cuadros. Cada secuencia estará formada, mínimo por cuatro clases de cuadros:

- De presentación de la información.
- De práctica de los conceptos y procedimientos empleados.
- De síntesis de lo considerado.
- De evaluación de lo tratado.

Estas clases de cuadros se planean de manera que el lector asuma, al ir estudiando, una parte del trabajo; que interactúe con la información, infiera resultados, deduzca las explicaciones de determinados fenómenos y, luego, mediante evaluaciones, compruebe si ha asimilado

el material tratado. A continuación, presentamos un ejemplo de una secuencia.<sup>36</sup>

### MODELO ALTERNATIVO

*El objetivo de esta secuencia es que el especialista identifique las características de las vitaminas.*

#### a) Presentación de la información

##### VITAMINAS

Son sustancias orgánicas requeridas en cantidades muy pequeñas en la dieta, para mantenimiento de la salud y para un funcionamiento normal del cuerpo.

##### CLASIFICACIÓN

Las vitaminas pueden ser divididas en dos grupos: *liposolubles e hidrosolubles*. Las liposolubles son las que son solubles en grasa y las hidrosolubles son solubles en agua.

Entre las vitaminas liposolubles están la A, D, E y K. Las vitaminas hidrosolubles incluyen las vitaminas del complejo B, y la vitamina C, que también es hidrosoluble, pero no se requiere en la dieta de las aves. El complejo B incluye a tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina, biotina, colina, ácido fólico y cianocobalamina.

##### FUNCIONES DE LAS VITAMINAS

Las funciones incluyen mantenimiento del cuerpo, crecimiento, engorda, reproducción, producción de huevo, actividad y procesos metabólicos, tales como digestión, absorción y excreción. La carencia de una vitamina produce síntomas de deficiencias características. La mayor parte de las vitaminas sirven como fragmentos de sistemas enzimáticos que catalizan reacciones bioquímicas específicas que ocurren en células diferentes del cuerpo. El cuerpo del animal falla en su función si carece de una de las vitaminas requeridas.

A continuación se señalan algunas de las funciones principales de cada vitamina:

**VITAMINA A.** Incrementa la resistencia a enfermedades infecciosas. Es necesaria para una óptima producción de huevo, fertilidad e incubabilidad. La vitamina A ayuda a mante-

<sup>36</sup> El contenido de la secuencia fue tomado de Avila, Ernesto. *Ibidem*.

ner normal el funcionamiento de los tejidos epitelial y nervioso. La deficiencia de esta vitamina produce retraso del crecimiento y plumaje erizado. Algunas aves desarrollan xeroftalmía, también son comunes las lesiones en la boca y en el tracto respiratorio, y hay acumulación de uratos en riñones y uréteres.

Los ingredientes que contienen vitamina A (carotenos o provitamina A) son el maíz amarillo, la alfalfa y el gluten de maíz amarillo. Después de que los carotenos son consumidos por el ave, se efectúa un proceso de hidrólisis en su intestino delgado y la vitamina, ya en forma libre, se absorbe a través de la pared intestinal. En condiciones normales se encuentra en los epitelios.

##### VITAMINA D.

La vitamina D o *antirraquítica* está involucrada en el metabolismo del calcio y del fósforo. Hay varias formas de vitamina D: una de las más comunes es la vitamina D<sub>2</sub> (calciferol), que se obtiene por la irradiación ultravioleta de esteroides de plantas (ergosterol activado). Las aves no pueden utilizar bien la vitamina D<sub>2</sub>; pero pueden recibir suplementos de vitamina D en varias formas, como la vitamina D<sub>3</sub> presente en los alimentos o por irradiación del animal con luz solar o luz ultravioleta. La vitamina D<sub>3</sub> se forma en la piel del animal a partir del 7-dehidrocolesterol, al exponerse a la luz. Los síntomas de deficiencia de vitamina D, son huesos y picos "de hule", retraso del crecimiento del esqueleto, huevos de cascarón blando, disminución de la producción de huevo y reducida incubabilidad.

##### VITAMINA E.

La vitamina E o alfa tocoferol es un antioxidante biológico. Su deficiencia produce encefalomalacia y diátesis exudativa en los pollitos. El uso en las dietas de grasas o aceites ricos en ácidos grasos no saturados, aumenta el requerimiento de esta vitamina. Los antioxidantes sintéticos pueden disminuir las necesidades de esta vitamina. En gallinas reproductoras, esta vitamina es necesaria para la incubabilidad.

##### VITAMINA K.

Conocida también como antihemorrágica, porque es necesaria para mantener el tiempo normal de coagulación de la sangre; su ausencia provoca que las aves mueran por hemorragias de cualquier lesión que produzca ruptura de las paredes de los vasos.

##### TIAMINA

La tiamina o vitamina B<sub>1</sub> tiene como funciones principales la de estimular el apetito, promover la digestión y proteger el cuerpo de enfermedades de los nervios. Los

síntomas característicos de su deficiencia son: poliartritis, trastornos del apetito y de la digestión, constipación, edema e inanición. Las principales fuentes de vitamina son las levaduras, puliduras, salvado de arroz, salvado de aceite de trigo, granos de cereales y melazas.

**RIBOFLAVINA.** Llamada también vitamina B<sub>2</sub>, es necesaria para el crecimiento, el mantenimiento del cuerpo y de la salud; previene la parálisis de los dedos torcidos (enlargamiento del nervio ciático) y se requiere para la incubabilidad. Las fuentes naturales de esta vitamina son las levaduras de cerveza, los subproductos de destilería, la leche y la harina de alfalfa.

**ÁCIDO PANTOTÉNICO.** Es esencial para el crecimiento, el crecimiento de las plumas, la salud de los nervios y la prevención de dermatitis. La deficiencia de esta vitamina se caracteriza por retraso del crecimiento, retraso en el desarrollo de las plumas, dermatitis en la boca, párpados y cojinetes de las patas. Esta vitamina es abundante en subproductos de leche, salvado de arroz y trigo, levaduras y alfalfa.

**BIOTINA.** Previene la dermatitis y un crecimiento deficiente. Los síntomas de deficiencia de esta vitamina son similares a los de una carencia de ácido pantoténico, excepto que en el caso de la biotina la dermatitis aparece primero en las patas, mientras que en la carencia de ácido pantoténico aparece primero en la cabeza. El extracto de hígado, la levadura y la yema del huevo son buenas fuentes de esta vitamina.

**ÁCIDO FÓLICO.** Su función involucra la síntesis de purina y pirimidina para la formación de proteínas del músculo, el crecimiento normal, la formación de la sangre, el desarrollo de las plumas y la producción de huevo. Su deficiencia ocasiona anemia, caracterizada por disminución de eritrocitos y hemoglobina, y parálisis. Las fuentes de esta vitamina son las hojas de las plantas, el hígado y la levadura.

**COLINA.** Es parte estructural de los fosfolípidos y la acetilcolina que auxilia la transmisión de impulsos nerviosos; también es esencial en el metabolismo de las grasas. Su deficiencia se caracteriza por una enfermedad típica de las aves, la perosis o tendón "desprendido"; otros síntomas característicos son: hígado graso y disminución de la producción de huevo. El hígado, el germen de trigo y la pasta de soya son fuentes de esta vitamina.

**NIACINA.** La deficiencia de esta vitamina retrasa el crecimiento, produce inflamación de la boca, desarrollo normal de la pluma y escamación de la piel. El hígado, la carne, el pescado, la levadura, el germen de trigo, la alfalfa y los solubles de pescado son fuentes excelentes de esta vitamina.

**CIANOCO-BALAMINA.** La vitamina B<sub>12</sub> o cianocobalamina se encuentra exclusivamente en alimentos de origen animal; es promotora del crecimiento y de una alta incubabilidad; es factor contra la anemia perniciosa en humanos, y está involucrada en la síntesis de proteína. También se le conoce con el nombre de factor animal, de aquí que las dietas que no incluyen fuentes de proteína de origen animal, deben ser reforzadas con esta vitamina.

**PIRIDOXINA.** Conocida también con el nombre de vitamina B<sub>6</sub>, su carencia ocasiona retraso en el crecimiento, disminución del apetito y en algunas ocasiones convulsiones espasmódicas y la muerte. Las fuentes naturales de esta vitamina son los granos, los subproductos de la leche, la yema del huevo, la levadura y las puliduras de arroz.

#### b) Práctica de conceptos

1. Escriba el nombre de las vitaminas que intervienen en cada una de las siguientes funciones:

**CRECIMIENTO.** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**INCUBABILIDAD.** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**PRODUCCIÓN DE HUEVO.** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

SALUD DE LA  
PIEL.

---



---



---

SALUD DEL  
TEJIDO NERVIOSO.

---



---



---

2. A continuación se presenta una lista de padecimientos de las aves; su aparición está determinada por la deficiencia de alguna vitamina en particular. Escriba junto a cada uno, el nombre de la vitamina correspondiente

a) Huesos, picos "de hule" y cascarones blandos.

---

b) Encefalomalacia y diátesis exsudativa.

---

c) Hemorragias.

---

d) Polineuritis, trastornos de la digestión e inanición.

---

e) Parálisis de los dedos torcidos.

---

f) Anemia y parálisis.

---

g) Perosis o tendón "desprendido".

---

c) Síntesis

No se incluye, porque esta parte es opcional.

d) Evaluación

1. ¿Por qué se utilizan las vitaminas en forma sintética para la alimentación de las aves?
2. ¿Cuáles son las tres vitaminas que se encuentran en casi todos los ingredientes empleados en la alimentación de las aves?

3. Mencione una fuente natural de la vitamina K.
4. Mencione dos fuentes naturales del ácido fólico.
5. ¿Cuáles son las vitaminas que normalmente se suplementan con formas sintéticas?

## ESTRATEGIA PARA REDACTAR LA SECUENCIA

### OBJETIVOS

Comunique al lector los objetivos de aprendizaje que se persiguen con cada unidad de información, para que aquél los conozca.

Lo anterior no significa que forzosamente deba empezar la secuencia indicando los objetivos. Éstos se pueden incluir al final de cada secuencia o al final del texto. Tampoco es preciso que los describa con todos los tecnicismos que empleó cuando efectuó la quinta fase (bloque 5) de la estrategia general. Es suficiente con señalar al estudiante el propósito general de cada capítulo.

### MARCO DE REFERENCIA

Explique de manera concisa la relación entre el tema de la unidad y los problemas de la materia. Indique cuál es la aportación que aquél ofrece.

### Para enseñar un concepto

1. Para enseñar un concepto, describa los atributos esenciales que lo definen. Señale la etimología del término con que se designa al concepto y, cuando lo crea importante, su sinonimia y antonimia.

2. A continuación, en otro cuadro o segmento de la información, presente ejemplos y seudoejemplos del concepto. Recuerde que su función en el texto no es meramente ilustrativa sino "constructiva", ya que a través de ellos se forma y precisa el concepto. Los ejemplos permiten al estudiante abstraer los atributos que son comunes y efectuar generalizaciones relativas al concepto; los seudoejemplos le ayudan a constatar la inexistencia de las características esenciales o de alguna de ellas, es decir, discriminan.

Luego, formule preguntas para el alumno de manera que tenga que emplear enseguida parte de lo que acaba de aprender, es decir, de modo que utilice los criterios enunciados en el primer cuadro.

Puede pedirle que llene un espacio en blanco, que complete un dibujo o diagrama, que trasponga los términos de una ecuación o que componga y registre una respuesta más amplia.



El requerimiento de respuesta activa es para asegurar que el alumno actúe con el material, eliminando así el riesgo de una exposición pasiva. Además, nos da ocasión de confirmar y reforzar al estudiante.

3. Diseñe ejercicios variados que en ningún momento resulten demasiado difíciles para el lector.

Incluya todos los cuadros que considere necesarios para que se practique lo aprendido, aumentando gradualmente la dificultad de los mismos de manera que se garantice el aprendizaje del concepto o de la habilidad implicada.

4. Incluya respuestas a los ejercicios.

Tenga en cuenta que aquél que estudia debe poder valorar su respuesta. Esto puede hacerlo si compara la respuesta correcta con la suya propia. Esta confirmación o verificación pueda incluirla después de cada cuadro o pregunta, o bien puede reunir todas las respuestas correctas en una sección distinta o apéndice de respuestas. Otra posibilidad es que las respuestas a las preguntas que formule, se encuentren en el texto pero en forma "encubierta" de manera que el lector deba revisar cuidadosamente la información para comprobar sus respuestas.

De una u otra forma los progresos que realiza el que estudia deben ser algo explícito y mensurable: con ello se evita la acumulación de malos entendidos o errores que sin esta característica quedarían sin aclarar.

### Para enseñar procedimientos

1. Inicie la secuencia especificando los requisitos para aprender el procedimiento (*teorías y prácticas*).

2. Comunique las situaciones ante las cuales se realiza el procedimiento. Indique los materiales necesarios para llevar a cabo el procedimiento (equipo, aparatos, etc.).

3. Si es el caso, señale otros métodos o procedimientos alternativos para lograr el mismo resultado.

4. Presente la secuencia completa de las operaciones que supone el procedimiento. Los diagramas de flujo son muy útiles, pues permiten ramificar las etapas que así lo requieren.

5. Prepare ejercicios para que el alumno identifique si ha habido omisiones o sustitución de algunas de las etapas del procedimiento a que se refiere, y otros donde se aplique la secuencia de operaciones del procedimiento (considere las actividades que debe realizar el alumno para practicar el procedimiento e indique las condiciones y el sitio en que deben realizarse).

En la composición de las secuencias puede optar por un desarrollo inductivo, es decir, partir de un caso particular, de ejemplos, descrip-

ciones de hechos físicos, etc., para conducir al alumno hacia el dominio del concepto, o por un desarrollo deductivo, de lo general a lo particular, presentando primero las definiciones, fórmulas, leyes empíricas, o cualquier enunciado de ciertas generalidades para pasar posteriormente a lo específico.<sup>37</sup>

También es posible combinar ambos caminos (inductivo o deductivo). En general, esto depende del estilo de enseñar que ya tiene el autor del libro, así como de las características particulares inherentes al contenido.

### Recomendaciones adicionales

1. Al redactar, procure emplear el estilo más ágil posible y organizar los elementos del contenido de modo que el conjunto resulte atractivo y capte el interés del lector.

2. Trate de que en cada secuencia quede explícito el contexto al que pertenece el contenido que se aborda. Puede hacerlo por medio de explicaciones introductorias, cuadros sinópticos, resúmenes, etc.

3. Recuerde que los títulos y subdivisiones ayudan al lector a pasar de un tema a otro.

4. Al escribir sus unidades, efectúe paralelamente pruebas empíricas del material, hasta lograr series de secuencias que aproximen sucesivamente al que estudia, al comportamiento deseado.

### LOS APUNTES

En la elaboración de los materiales de autoinstrucción, se puede recurrir al uso de *apuntes*.<sup>38</sup> Un apunte es una técnica por medio de la cual se incrementa la probabilidad de que el estudiante proporcione una respuesta correcta (a través de un estímulo discriminativo). Se han identificado dos tipos de apuntes: *temático* y *formal*. Ambos son esenciales en la enseñanza programada y se pueden emplear ventajosamente en cualquier material didáctico.

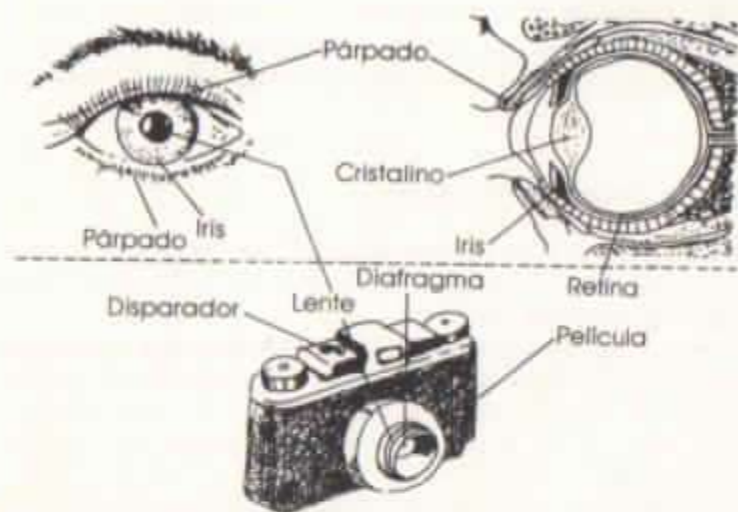
### Apuntes temáticos

Los apuntes temáticos son una forma especial de composición de la información mediante los cuales se lleva al estudiante al empleo de

<sup>37</sup> Obviamente esta división es relativa, pues depende del contexto en que se practique.

<sup>38</sup> En el sentido que se da al término en el teatro, donde un apuntador oculto en la concha proporciona, en voz baja, la primera palabra del parlamento a los actores, para facilitar el trabajo de éstos.

analogías, asociaciones, oposiciones o cualquier otro recurso que proporcione información sobre el significado de la respuesta esperada.



La figura anterior muestra una *analogía* entre el funcionamiento del ojo y el de la cámara fotográfica.

- *Oposición:*  
El sol sale por el este y se pone sobre el \_\_\_\_\_.
- *Asociación:*  
Cuando se calientan los metales se expanden, cuando se enfrían se \_\_\_\_\_.

### Apuntes formales

Los apuntes formales, llamados también contextuales se refieren a la forma ortográfica de la respuesta; ayudan al estudiante a encontrar la respuesta correcta, mediante los siguientes artificios:

- a) Presentación parcial de palabras: "*tele* significa distancia y *sco-* significa ver. Por tanto, un instrumento que permita ver a distancia se llamará \_\_\_\_\_".
- b) Presentar un enunciado o proposición y un ejemplo. A continuación citar otro caso o ejemplo y solicitar que indique el enun-

ciado: "un ácido toma rojo el papel. El vinagre es un ácido, por tanto, \_\_\_\_\_".

- c) Enfatización de las palabras clave mediante letras bastardillas, capitales o subrayados: "el óvulo de las aves se denomina *polilecital* y está formado únicamente por la yema".

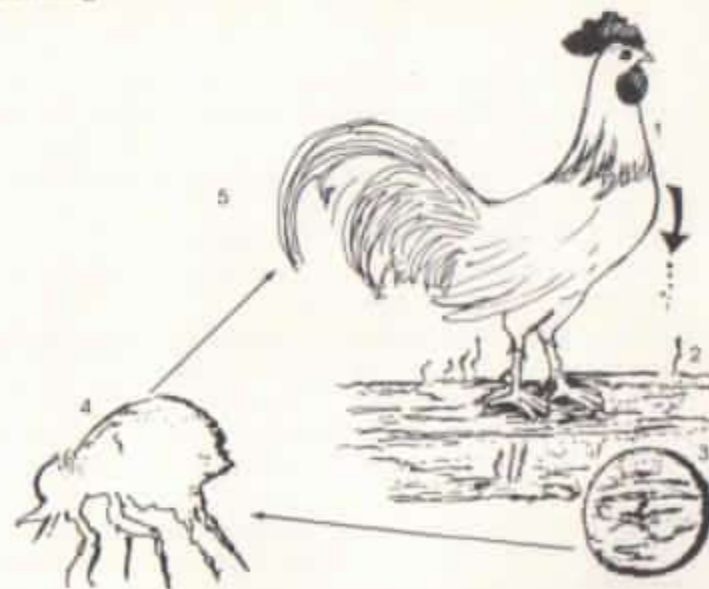
- El apunte debe ser natural y estar diseñado para permitir que el estudiante recuerde y domine la información, y produzca la respuesta deseada. Conforme el estudiante avanza en el estudio del material, los apuntes deben retirarse gradualmente; a este procedimiento se le conoce como *desvanecimiento*. Es conveniente utilizar uno o dos apuntes para conceptos fáciles y tres o cuatro para los más difíciles. Frecuentemente será necesario introducir apuntes al escribir los cuadros de revisión.

En el siguiente ejemplo, podemos observar que la letra cursiva empleada para el nombre técnico funciona como apunte formal, en tanto que el dibujo constituye un apunte temático.

### Ejemplo

*Pulgas*<sup>39</sup>

*Echidnophaga Gallinacea* es el género más común de pulgas que se presentan en las gallinas de México. Se distinguen por ser de dorso aplanado la-



<sup>39</sup> Tomado de, Moreno, Reynaldo, *Enfermedades parasitarias de las aves* Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en prensa.

teralmente, y por poseer tres pares de patas espinosas con ganchos, adaptadas para el salto. Además son hematófagas de color café oscuro y miden 2 mm aproximadamente.

#### Ciclo biológico

1. Los huevecillos son expulsados por la hembra, y éstos caen en la cama.
2. Ahí se incuban y las pequeñas larvas salen a alimentarse de las heces hasta convertirse en pulgas.
3. La fase adulta se lleva a cabo en un periodo comprendido entre 20 y 30 días, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad existentes.
4. Al salir, la forma adulta (♂ o ♀), se adhiere al huésped del cual se va a alimentar.
5. Se le encuentra principalmente en la cara, las barbillas, la cresta y alrededor del ano.

### REVISIÓN DE LAS SECUENCIAS

Una vez que ha redactado las secuencias que forman la unidad, examine si el producto reúne los requisitos de calidad de los materiales de autoinstrucción:

- a) Objetivos claros.
- b) Información libre de errores técnicos.
- c) Información dosificada de manera que no requiera de explicaciones por parte del maestro.
- d) Información organizada de modo que quede explícito el contexto al que pertenece cada unidad.
- e) Ejemplos significativos y bien seleccionados.
- f) Representaciones visuales del material expuesto mediante cuadros sinópticos y diagramas de flujo.
- g) Preguntas y problemas variados, cuya solución no esté contenida literalmente en la información proporcionada.
- h) Repasos y autoexámenes intercalados en momentos adecuados, que ofrezcan al lector la posibilidad de verificar sus respuestas.
- i) Bibliografía actualizada y guías de lectura para ampliar los temas tratados.

Las anteriores son las principales características deseables en los materiales de autoinstrucción. Para investigar la presencia o ausencia de dichas características, presentamos, a continuación, una lista de comprobación que puede auxiliarle en esta tarea.

### Lista de comprobación

1. Los objetivos de aprendizaje de cada capítulo:
  - a) Se especifican claramente.
  - b) Aunque no hay una descripción detallada de los objetivos, se enuncia claramente el propósito de cada capítulo.
  - c) No se indican.

2. Los objetivos de los capítulos:

- a) Están completos.
- b) Faltan algunos.

¿Cuáles son los objetivos que deben incluirse?

---



---



---



---

3. El estilo de presentación del texto (lenguaje, tipo de ejemplos), ¿es adecuado para la población estudiantil a la que se ha destinado?

- a) Sí.
- b) No.

4. La información presentada en el texto es:

- a) Original, útil.
- b) Original y conocida.
- c) Una repetición regular de información conocida.
- d) Una repetición deficiente de información conocida.
- e) Nada original, sin interés.
- f) Otros (especificar).

5. En general, el nivel de dificultad de los conceptos y problemas que se tratan en el texto es:

- a) Elevado.
- b) Adecuado.
- c) Elemental.

6. Los detalles y ejemplos que se incluyen en los capítulos son:

- a) Muy numerosos e ilustrativos.
- b) Numerosos.

- c) Regulares.
- d) Escasos.
- e) Muy escasos.

7. ¿Como influyen los detalles y ejemplos en la comprensión de los conceptos y problemas?

- a) Mejoran la comprensión.
- b) No influyen.
- c) Dificultan la comprensión.
- d) Otros (especificar).

8. Los ejercicios, las secuencias programadas y los problemas que aparecen en los capítulos:

- a) Son muy útiles para asimilar la información.
- b) Son útiles.
- c) Son inútiles.
- d) Otros (especificar).

9. Los objetivos desglosados para cada capítulo:

- a) Se logran satisfactoriamente.
- b) Se logran con limitaciones.
- c) No se logran

Indique cuáles no se logran

---



---



---



---

10. Los conceptos principales y los términos técnicos empleados se aclaran y se definen:

- a) Siempre.
- b) La mayor parte de las veces.
- c) Algunas veces.

11. La bibliografía básica y auxiliar:

- a) Es adecuada y suficiente.
- b) Regular.
- c) Insuficiente

Anote sus sugerencias

---



---



---

12. El orden de la presentación de los temas me pareció:

- a) Lógico.
- b) Regular.
- c) Arbitrario.

Señale el orden óptimo de presentación

---



---



---



---

13. Para mí, el estudio de este texto constituyó un estímulo intelectual:

- a) Excelente.
- b) Bueno.
- c) Regular.
- d) Pobre.
- e) Malo.

### EL MANEJO DE LAS DIFICULTADES EN LA PREPARACIÓN DE UN CONTENIDO DIDÁCTICO<sup>40</sup>

En lo que respecta al manejo de las dificultades del aprendizaje en la preparación de un contenido didáctico, deben cubrirse los siguientes puntos:

- a) ¿Qué es una dificultad de aprendizaje?
- b) ¿Cómo pueden preverse las dificultades de aprendizaje?

#### ¿QUÉ ES UNA DIFICULTAD DE APRENDIZAJE?

En términos generales, podría decirse que la dificultad en el aprendizaje reside en la probabilidad de cometer errores durante tal proceso. Ahora bien, se habla de "una dificultad" en particular, porque la previsión del índice de dificultad general, de todo un contenido didáctico, no tendría ninguna utilidad, ya que, dada su inespecificidad, no podría hacerse nada para controlarla. Es necesario prever las diversas dificultades específicas de un contenido.

<sup>40</sup> Castañeda, Margarita, *Análisis del aprendizaje de conceptos y procedimientos*, mecanografía del Colegio de Bachilleres, México.

## ¿CÓMO PUEDEN PREVERSE LAS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE?

Puesto que el dominio de un concepto implica el manejo de cinco elementos, intensión, extensión, término, lenguaje simbólico e instalación dentro de la red conceptual, las altas probabilidades de error, o dificultades, forzosamente han de entrar en el ámbito de alguno de estos elementos.

No obstante, no basta considerar todos los elementos que pueden presentar dificultades en su aprendizaje; un verdadero análisis de las dificultades implica también la previsión de las diferentes clases de error que pueden cometerse en cada elemento. A este respecto, podría pensarse en tres clases posibles de error:<sup>41</sup>

- Error por exceso.
- Error por defecto.
- Error por sustitución.

Dichas clases posibles de error, tal como su nombre lo indica, implican *agregar, quitar o cambiar* algo de cada uno de los elementos, del concepto.

La relación entre los elementos del concepto y las clases de error que pueden cometerse en cada caso, nos proporciona 15 tipos posibles de error, cada uno de los cuales tiene un índice de probabilidad que varía de acuerdo con cada concepto específico. Los quince tipos de error posibles se esquematizan en el cuadro 6.1.

Para determinar cuáles son las dificultades de aprendizaje inherentes a un concepto específico, debe tomarse en cuenta ese concepto y tratar de llenar cada una de las casillas del cuadro con ejemplos concretos de cada tipo de error. Aquellas casillas que no puedan llenarse o que sólo puedan llenarse con ejemplos absurdos, indican las dificultades que no tiene ese concepto específico; las que sí se puedan llenar con ejemplos razonables, señalan las dificultades de aprendizaje de ese concepto en particular.

Para los procesos, tenemos 42 tipos posibles de error, si tomamos en cuenta que son 12 los elementos que se contemplan en el análisis. Ver cuadro 6.2.

### Ejemplos de errores

La definición correcta de metro es: 1 650 763.73 longitudes de onda de la luz anaranjada del núcleo criptón 86 en el vacío.

<sup>41</sup> D'Hainaut, L. *L'enseignement des concepts scientifiques à l'aide des cours programmés, tesis profesional, Université Libre de Bruxelles, 1971.*

Cuadro 6.1.

	Exceso	Defecto	Sustitución
Intensión	Agregar a la definición, elementos que no le corresponden (características o relaciones).	Olvidar algún elemento de la definición (características o relaciones).	Cambiar las características de la definición o las relaciones que guardan entre sí.
Extensión	Clasificar como casos pertenecientes a la clase, uno o más que no pertenezcan a ella.	No clasificar como casos pertenecientes a la clase, uno o más que sí pertenezcan a ella.	Cambiar algunos o todos los casos pertenecientes a la clase, por otros que no pertenecen a ella.
Término	Aumentar palabras a la designación.	Olvidar algunas palabras de la designación o toda ésta.	Cambiar parte de la designación o toda ella.
Lenguaje simbólico	Añadir elementos a las convenciones.	Olvidar elementos de las convenciones.	Cambiar algunos elementos de la convención o toda ella.
Instalación dentro de la red conceptual	Agregar elementos o relaciones a la red conceptual.	Omitir elementos o relaciones de la red conceptual.	Cambiar parte de la red conceptual o toda ella.

Cuadro 6.2.

	Exceso	Defecto	Sustitución
<i>Término</i>	Agregar alguna palabra a la expresión del proceso	Olvidar toda la expresión o parte de ella	Cambiar alguna palabra de la expresión o toda ella
<i>Sinónimos</i>	Emplear simultáneamente la expresión y sus sinónimos	Omitir parcialmente o todo el sinónimo	Usar sinónimos aproximados
<i>Contexto</i>	Manejar un nivel demasiado general	Presentar parcialmente el contexto	Referirse a contextos ajenos al proceso
<i>Utilidad del proceso</i>	Generalizar excesivamente la utilidad del proceso	Omitir la utilidad demostrada	Describir cómo se efectúa el proceso, en vez de para qué
<i>Red conceptual</i>	Incluir más elementos o niveles aparte de los necesarios	Omitir los niveles o elementos mínimos	Eliminar algún elemento(s) e incluir otro(s) que no corresponde
<i>Requisitos (conceptos implicados)</i>	Incluir conceptos relacionados en un segundo plano	Omitir conceptos relevantes	Equivocar los conceptos requeridos
<i>Relación con otros procesos</i>	Inventariar procesos análogos que no tienen una relación cronológica con el proceso en cuestión	Omitir un concepto previo	Equivocar la secuencia de las relaciones entre los procesos

Cuadro 6.2. (Continuación)

	Exceso	Defecto	Sustitución
<i>Condiciones para la realización del proceso</i>	Incluir características del proceso mismo	Omitir información sobre indicios de la presencia de las condiciones	Confundir el estado previo del proceso con características del mismo
<i>Descripción del proceso (focalización)</i>	Describir el lugar donde ocurre	Omitir puntos de referencia para localizar el proceso	Presentar otros puntos de referencia
<i>Insumos</i>	Incluir más componentes de los que serán transformados	Omitir algunos de los componentes que serán transformados	Confundir los componentes
<i>Funcionamiento</i>	Descripción de transformaciones previas o ulteriores al proceso	Omitir algunas de las transformaciones	Confundir productos con subproductos del proceso mismo o de otros procesos
<i>Productos y subproductos</i>	Incluir productos o subproductos de procesos previos	Omitir alguno de los productos o subproductos	Confundir el balance energético con el material
<i>Balance energético</i>	Incluir el balance de procesos previos	Omitir este paso	Confundir las normas con las de otros procesos
<i>Normas que regulan el proceso</i>	Incluir normas de otros procesos	Omitir normas del proceso	Confundir las consecuencias de algunas alteraciones
<i>Alteraciones y consecuencias</i>	Incluir alteraciones y consecuencias irrelevantes	Omitir alteraciones y consecuencias relevantes	

**En la intensidad***Errores por exceso*

- Metro es 1 650 763.73 longitudes de onda de la luz anaranjada del núcleo criptón 86 en el vacío absoluto, registrado a través de un espectrógrafo de Bunsen.

*Errores por defecto*

- Metro es 1 650 763 longitudes de onda de... (falta 0.73 por cantidad).
- Metro es 1 650 763.73 longitudes de onda de la luz del núcleo criptón 86 en el vacío (falta el color de la luz).
- Metro es 1 650 763.73 longitudes de onda de la luz anaranjada del núcleo criptón en el vacío (falta el número del criptón).
- Metro es 1 650 763.73 longitudes de onda de la luz anaranjada del núcleo criptón 86 (falta en el vacío).

*Errores por sustitución*

- Metro es 1 650 800.00 longitudes de onda de...
- Metro es 1 650 763.73 longitudes de onda de la luz roja.
- Metro es 1 650 763.73 longitudes de onda de la luz anaranjada del núcleo criptón 86 en el vacío.

**En la extensión***Errores por exceso*

- Incluir la diez millonésima parte del cuadrante terrestre (como se sabe, el metro tiene una diferencia de 8 mm con el metro-patrón).
- Incluir segmentos que no midan justamente un metro.

*Errores por defecto*

- No clasificar como metro los metros-patrón de la oficina de pesas y medidas.
- No clasificar como metro, los que se utilizan en mercerías, sastrerías, etc.

*Errores por sustitución*

- Confundir otras unidades de medida de longitud con el metro.

**En el término***Errores por exceso*

- metro cuadrado.

- metro cúbico.
- metro-patrón (designe otro concepto diferente de metro).

*Errores por defecto*

- No se puede llenar, pues se trata de un término que sólo consta de una palabra.

*Errores por sustitución*

- Tampoco se puede llenar.

**En el lenguaje simbólico***Errores por exceso*

- mt
- km
- dm
- cm

*Errores por defecto*

- Consistiría en no identificar la *m* como el lenguaje simbólico que representa al metro.

*Errores por sustitución*

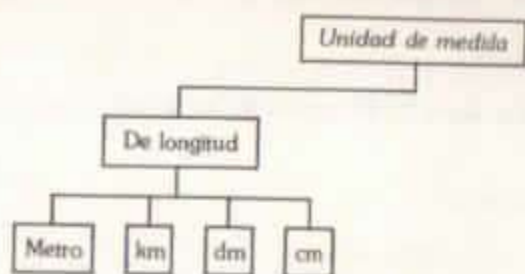
- Cualquier otro signo empleado por el estudiante en lugar del correcto.

**En la instalación dentro de la red conceptual**

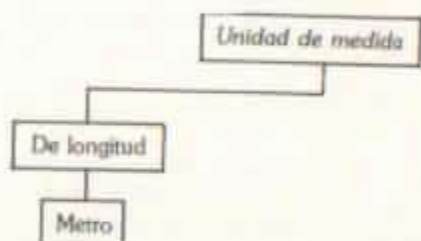
- La red conceptual correcta del concepto metro es:



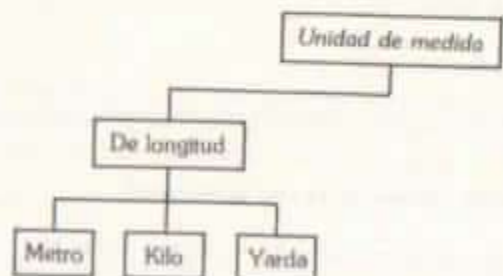
## Errores por exceso



## Errores por defecto



## Errores por sustitución



## Bibliografía complementaria

- Becker, James L., *A Programmed Guide to Writing Auto-Instructional Programs*, Nueva Jersey, 1964, RCA Educational Programs.
- CISE (Centro de Investigaciones y Servicios Educativos), *Enseñanza programada*, Universidad Nacional Autónoma de México, 1980.
- Davies, I.K., "Mathetics: a Functional Approach", en *Aspects of Educational Technology*, D. Unwin y J. Leedham, Londres, 1967, Methuen & Co. Ltd.
- Garner, W. Lee, *Instrucción programada*, Buenos Aires, 1968, Troquel.
- Gilbert, Thomas F., "Mathetics: The Technology of Education", en *Journal of Mathetics*, Nueva York, 1962, tomo 1, núm. 1, TOR Education, Inc.
- Gilbert, Thomas F., "Mathetics: II, The Design of Teaching Exercises", en *Journal of Mathetics*, Nueva York, 1962b, tomo 1, núm. 2, TOR Education, Inc.
- Markle, Susan Meyer, *Instrucción programada. Análisis de cuadros buenos y malos*, México, 1971, Limusa.
- Lumsdaine Arthur, et al., *Instrucción programada y máquinas de enseñar*, Buenos Aires, 1965, Editorial Humanitas.
- Lysaught, Jerome y Williams, Clarence, *Introducción a la enseñanza programada*, México, 1975, Limusa.
- Pocztar, Jerry, *Teoría y práctica de la enseñanza programada*, París, 1972, UNESCO.
- Rowntree, Derek, *Basically Branching*, Londres, 1966, Mc. Donald.



## Índice analítico

- Abstracción, 90
- Actividad propositiva, principio de la, 22
- Análisis, 85  
de conceptos, 91-96  
de procedimientos, 107-110  
de procesos, 104-107  
del contenido del texto, 27  
definición, 85  
proceso de, 85-86
- Apareamiento. *Véase* Reactivos de correlación
- Aplicación del concepto, dominio de. *Véase* Extensión pedagógica
- Aprendizaje, 90  
áreas principales en las que se presenta el, 18  
definición, 18  
dificultades de, 163  
prevención de, 164  
objetivos de, 75, 78  
clasificación, 76  
principio (s) del, 19, 21-25  
clasificación, 23f  
definición, 19  
teoría (s) del, 19  
asociacionistas, 20  
cognoscitivistas, 20-21
- Apuntes  
características, 159  
contextuales. *Véase* Apuntes formales  
definición, 157  
formales, 160  
temáticos, 157-158
- Área de objetivos educacionales. *Véase* Dominio de objetivos educacionales
- Áreas principales en las que se presenta el aprendizaje, 18
- Asesoría pedagógica, 28-30  
finalidad, 28
- Balance energético y material del proceso, 106
- Banco de reactivos de la institución, 129
- Bloom, B. S., 85
- Campo operante, 135
- Casos. *Véase* Seudoejemplos
- Castañeda, M., 89
- Ciclo (s), 34, 54  
con el vértice inicial, 66  
falsos, 54  
proceso para localizar los, 55-58
- Comunicación, medios de, 9
- Concepto (s), 91  
análisis de, 91-96  
contenido del. *Véase* Extensión pedagógica  
definición, 90  
características, 95-96  
dominio de aplicación del. *Véase* Extensión pedagógica  
enseñanza de, 155-156  
formación de, 90  
elementos, 95

- Conducta (s)  
condicionadas, 20  
innatas. *Véase* Conductas reflejas reflejas, 20  
según las teorías asociacionistas del aprendizaje, 20
- Configuraciones globales, principios de la organización por, 22
- Conocimiento  
definición, 85  
en el nivel nacional, 90  
transferencia del, 31
- Contenido del concepto. *Véase* Extensión pedagógica
- Contenido del texto  
análisis del, 27  
estructuración del, 25  
formal, conversión en contenido didáctico, 27-28  
inventario del, 25  
método para organizar el, 32-74
- Contexto, definición, 92
- Conversión del contenido formal en contenido didáctico, 27-28
- Coordinación del Sistema de Universidad Abierta, 14c
- Correlación, reactivos de, 132
- Cuadros  
de la programación, 134-135  
de una secuencia, 149  
definición, 148
- Cuadros o fases de la programación matemática  
de apunte, 134  
de apunte opcional, 134  
de demostración, 134  
de producción de la operante, 135
- Curriculum latente, 17
- Chassan, J., 89
- Davies, I. K., 32
- Desvanecimiento, 159
- Diagrama para la elaboración de textos, 25-28
- Dominio  
de aplicación del concepto. *Véase* Extensión pedagógica  
de objetivos educacionales  
afectivo, 86  
cognoscitivo, 85-86  
psicomotor, 86-87  
representado en una prueba, 127

representación gráfica. *Véase* Patrón de reactivos reactivos, 127

- Educación  
abierta, 9  
desescolarizada. *Véase* Educación abierta  
mediante los sistemas de enseñanza abierta, necesidad, 9  
metas y objetivos conductuales, diferencia, 78  
objetivos de. *Véase* Objetivos de aprendizaje  
teorías contemporáneas de la, 17
- Ejemplos, utilidad, 95-155
- Elementos o unidades de información. *Véase* Vértices
- Enseñanza  
abierta, sistema de, 10, 12, 17, 24  
contenidos de la  
articulación, 36, 42  
estructuración, 42  
de conceptos, 155-156  
de procedimientos, 156, 157  
de procesos, 166-167  
programada, 133  
modelos teóricos de, 133  
requisitos, 10
- Equipo del curso, 11
- Error, clasificación, 164-165
- Escalas de medición. *Véase* Niveles de medición
- Esquema de la red conceptual, 92
- Estructura de niveles de los vértices, 40
- Evaluación, 27, 86  
definición, 86, 111  
instrumentos de, elaboración, 27  
normativa, 113, 126  
referida a criterios, 113, 126  
finalidad, 113, 126  
instrumento para la. *Véase* Prueba
- Extensión pedagógica, 92, 95
- Fórmula (s) estadística (s) del nivel de medición  
de intervalo, 121, 125-126  
de razón o proporción, 125-126  
nominal, 116, 125  
ordinal, 119, 125-126
- Gráfica (s)  
de las relaciones entre vértices, 33f  
teoría de, 32

Huerta, J. I., 89

Institución  
banco de reactivos de la, 129  
Personalizada, sistema de, 17

Instrumento (s) de evaluación  
elaboración, 27  
referida a criterios. Véase Prueba

Intensión, 95

Inventario del contenido del texto, 25

Jerarquía de objetivos de aprendizaje, 78

Krathwohl, D., 86

Lenguaje simbólico, 96

Lexuan, M., 90

Manejo de los textos, 27f

Material didáctico  
modelo neoconductista de elaboración de, 16-17  
validación, 28  
externa, 28

Materiales de autoinstrucción  
características principales, 160  
lista de comprobación de las, 161-163

Medición  
definición, 114  
escalas de. Véase Niveles de medición  
niveles de, 114, 125  
clasificación, 115  
fórmulas estadísticas de los, 125-126  
reglas que determinan los, 115  
requisitos, 115  
procedimiento de, 114

Medios de comunicación, 9

Metas de la educación, diferencia entre objetivos conductuales y, 78

Método para organizar el contenido del texto, 32-74

Micrograduación de la dificultad, principio de la, 21-22

Modelo (s)  
de elaboración de textos didáctico, 24-28  
neoconductista, 16-17  
teóricos de enseñanza programada, 133

Morganor, I. B., 32

Nivel (es) de medición, 114, 125  
clasificación, 115  
de intervalo, 120-122  
fórmulas, 121, 125-126  
de razón o proporción, 122-123  
fórmula, 125-126  
nominal, 115-117  
fórmula, 116, 125  
ordinal, 117-120  
fórmula, 119, 125-126  
reglas que determinan los, 115  
requisitos, 115

Objetivo (s)  
de educación. Véase Objetivos de aprendizaje  
definición, 76  
determinación de, 25, 27  
reactivos necesarios para un, 130

Objetivo (s) de aprendizaje, 75, 88  
clasificación, 76  
conductuales, 77-78  
y metas de la educación, diferencia, 78  
y objetivo intermedio, diferencia, 78

de carrera, 77  
de temas, 77  
educacionales  
dominio de, 85-87  
taxonomías de, 84-85  
especiales, 77  
especialización conductual, 79, 84  
ventajas, 78-79  
generales, 76  
importancia, 76  
intermedio y objetivo conductual, diferencia, 78  
jerarquía de, 78  
particulares, 77  
redacción de, requisitos, 79-80, 83-84

Opción binaria, reactivos de, 130

Opción múltiple, reactivos de, 130-131

Open University, 10-11

Openshaw, T., 32

Operante, cuadro de producción de la, 135

Organización por configuraciones globales, principios de la, 22

Participación activa, principio de la, 21-22

Patrón de reactivos, 127

Plan del texto, 25

Principio (s) del aprendizaje, 19  
clasificación, 23f  
de la actividad propositiva, 22  
de la micrograduación de la dificultad, 21-22  
de la organización por configuraciones globales, 22  
de la participación activa, 21-22  
de la retroalimentación, 22-23  
de la verificación inmediata, 21-22  
definición, 19  
del reforzamiento, 21-22  
importancia, 23-24

Procedimiento (s)  
análisis de elementos, 107-110  
características, 91  
de medición, 114  
definición, 91  
enseñanza de, 156, 157

Proceso (s)  
análisis de, 104-107  
artificiales, 91  
mecánicos, 104  
no mecánicos, 104  
balance energético y material del, 106  
de análisis, 85-86  
de reducción de la tabla matriz, 39-41  
definición, 91  
descripción, 105-106  
enseñanza de, 166-167  
naturales, 91, 104  
para localizar los ciclos falsos, 55-58  
para llenar la tabla matriz, 37-39  
requisitos, 104-105

Programación  
intrínseca, 134  
lineal, 133-134  
matética, 134-135  
cuadros o faes de la, 134-135  
ramificada. Véase Programación matemática

Prueba (s)  
de respuesta estructura, 129  
ventajas, 129  
dominio representado en una, 127  
representación gráfica. Véase Patrón de reactivos  
requisitos, 127

elaboración, 129-132  
elementos, 130-132  
planeación, 126-129  
valor de una, 126

Reactivos  
banco de, 130  
de la institución, 129  
de correlación, 132  
redacción, 132  
de opción binaria, 130  
de opción múltiple, 130  
elementos, 130  
redacción, 130-131  
necesarios para un objetivo, 130  
patrón de, 127

Red conceptual, 92  
esquema de la, 92

Reforzamiento, principio del, 21-22

Refuerzo positivo, teoría del, 17

Reglas. Véase Fórmulas estadísticas

Representación gráfica del dominio. Véase Patrón de reactivos

Respuesta  
compleja observable, 87  
definición, 86  
estructurada, pruebas de, 129  
guiada, 87

Retroalimentación, principio de la, 22-23

Secuencia (s), 149  
cuadros de una, 149  
redacción de, 155-157  
revisión de las, 160

Sudoejemplos, utilidad, 95, 155

Sistema de Enseñanza Abierta (SEA), 17, 24  
antecedentes, 10, 12  
necesidad de la educación mediante el, 9

Sistema de Institución Personalizada (SIP), 17

Sistema de Universidad Abierta (SUA) de la UNAM  
antecedentes, 10, 12  
carreras que se imparten en el, 13-14c  
coordinación, 14c  
dependencias de apoyo, 15-16  
estrategia de trabajo, 16  
facultades que imparten en el, 13-14c  
finalidad, 12



La misión fundamental de esta obra es brindar diversas técnicas y procedimientos que permitan realizar, de manera ordenada y sistemática, las etapas que supone la elaboración de material didáctico. De esta manera, profesores adscritos a los sistemas abiertos de enseñanza, pueden esclarecer sus dudas acerca de cómo organizar su información, ya que en este volumen se presenta un modelo pedagógico combinando, básicamente, los conocimientos existentes sobre el aprendizaje, la percepción y la comunicación. Ofrece además, las técnicas y procedimientos que constituyen un modelo didáctico para la producción de los materiales del sistema de universidad abierta, cuyo propósito es el de auxiliar a los profesores en la preparación de los textos de autoinstrucción.

**Contenido:**

- Introducción a los sistemas de enseñanza abierta
- La articulación y estructuración de los contenidos de la enseñanza
- La especificación de los objetivos de aprendizaje
- El análisis del contenido
- La elaboración de reactivos
- La conversión del contenido formal en didáctico

LP-110

ISBN 968-24-3693-1



9 789682 436932