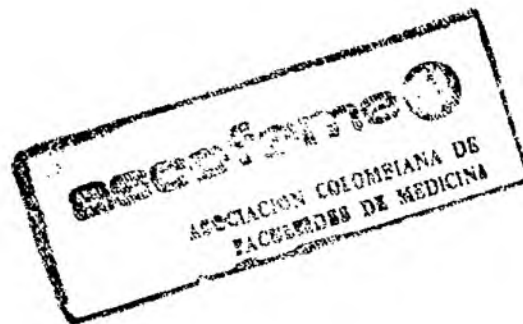


ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE MEDICINA

División de Educación



PROCESOS DEL APRENDIZAJE

Tomado del libro: LAS CONDICIONES DEL APRENDIZAJE.  
Tercera Edición

ROBERT M. GAGNE

Bogotá, D.E. Marzo de 1.983

## C O N T E N I D O

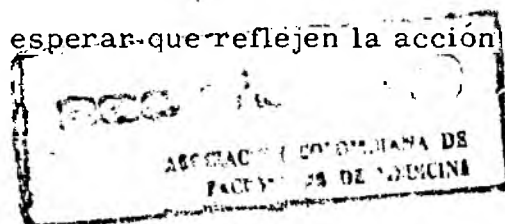
|  | Pág. |
|--|------|
| PROCESOS DEL APRENDIZAJE   | 1    |
| MODELO BASADO EN EL PROCESAMIENTO DE DATOS                           | 3    |
| EFECTOS DE LOS HECHOS EXTERNOS EN LOS PROCESOS DEL APRENDIZAJE       | 20   |
| RESUMEN DE LOS HECHOS EXTERNOS QUE INFLUYEN EN LOS PROCESOS INTERNOS | 30   |
| APLICACIONES EDUCATIVAS  | 32   |
| BIBLIOGRAFIA   |      |

## PROCESOS DEL APRENDIZAJE

En esta parte se adopta una perspectiva distinta, pues se ve al aprendizaje como un proceso, o dicho de manera más precisa como un conjunto de procesos. Cada acto de aprendizaje tiene, al menos por lo que respecta al análisis, un comienzo y un final. Cada episodio dura cierto tiempo, aunque en algunos casos se trate sólo de pocos segundos. En el curso del acto entran en juego varios procesos distintos. Se pueden analizar en fases, cada una de las cuales realiza una clase distinta de elaboración. La existencia de tales fases es lo que se entiende aquí por procesos del aprendizaje.

Los referidos procesos forman la estructura fundamental de las teorías del aprendizaje inspiradas en el procesamiento de información. Estas teorías han adoptado un modelo que postula la existencia de estructuras internas en el sujeto humano y las clases de elaboración que realiza cada una.

Las estructuras y procesos descritos en ellas se pueden inferir de los estudios empíricos sobre el aprendizaje. Cabe esperar que reflejen la acción



del sistema nervioso central del ser humano y que sean compatibles con los conocimientos actuales acerca de la neurofisiología del sistema nervioso.

A pesar de ello las estructuras y sus actividades suelen continuar siendo entidades postuladas, puesto que aún no han sido relacionadas con sitios u operaciones particulares del cerebro.

A partir del modelo de aprendizaje y memoria utilizado en las teorías modernas es posible identificar las fases de elaboración que tienen lugar desde el comienzo hasta la terminación de un acto de aprendizaje. Estos procesos ofrecen indicadores valiosos de las condiciones que se necesitan para llevar a cabo cada fase. Este libro se propone describir los procesos del aprendizaje postulados por el modelo de procesamiento de información y su concepto de la memoria y del aprendizaje humanos.

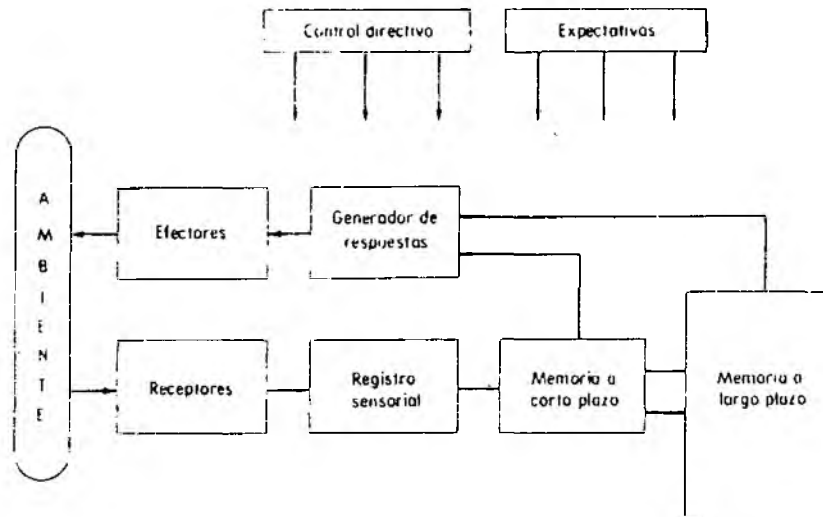


Fig. 3-1. Modelo empleado por las teorías del aprendizaje y la memoria inspiradas en el procesamiento de datos. (Según R.M. Gagné, *Essentials of learning for instruction*. Copyright 1974 por The Dryden Press, una sección de Holt, Rinehart y Winston, reproducida con autorización de Holt, Rinehart y Winston).

#### MODELO BASADO EN EL PROCESAMIENTO DE DATOS (1)

El modelo del aprendizaje y la memoria que constituye el fundamento de las teorías inspiradas en el procesamiento de datos (por ejemplo, J.R.

---

(1) A partir de esta sección el autor comienza a utilizar el lenguaje particular del procesamiento de datos de los sistemas de computación. Seguramente el lector sabe que dicho lenguaje utiliza varias palabras "reservadas" en inglés que no se traducen, a pesar de que muchas de ellas tienen equivalentes en idioma español.

Como este libro aborda otro tema, todos los términos se traducen y las palabras reservadas se incluyen entre paréntesis como información adicional.

Anderson y Bower, 1973, Atkinson y Shiffrin, 1968; Rumelhart, Lindsay y Norman, 1972) postula la existencia de estructuras internas en el cerebro humano y algunos procesos correspondientes que supuestamente efectúan (Greeno y Bjork, 1973). En la figura 3-1, se ofrece una versión de este modelo.

#### Flujo de información.

El sujeto recibe del medio una estimulación que activa sus receptores y es transformada en información nerviosa. Al principio esta información penetra en una estructura (o estructuras) denominada registro sensitivo, donde persiste durante un brevísimo intervalo. Las investigaciones de Sperling (1960) y de Crowder y Morton (1969) han demostrado que los datos procedentes de los diversos sentidos son "registrados" de manera más o menos completa en unas cuantas centésimas de segundo. Los componentes de esta representación sensorial que duran un periodo más prolongado han de ser objeto del proceso de atención (que a menudo se considera equivalente a la percepción selectiva). Los restantes simplemente desaparecen y ya no afectan al sistema nervioso.

Proceso de atención: percepción selectiva. La "imagen" entera archivada en el registro sensorial no persiste en fases ulteriores del aprendizaje, si no que en su lugar se perciben esquemas de esa estimulación. En vez de series fortuitas de estímulos, se sintetizan invarianzas tales como bordes, texturas, inclinaciones y objetos tridimensionales (J.J. Gibson, 1950).

Esencialmente este proceso se conoce como percepción selectiva y se basa en la capacidad del sujeto para prestar atención a ciertos rasgos de los contenidos del registro sensorial y para ignorar otros (Lindsay y Norman, 1972). Así pues, la atención logra una transformación que constituye un nuevo tipo de datos en la memoria a corto plazo.

Almacenamiento en la memoria a corto plazo. La información transformada llega después a la memoria a corto plazo, donde dura un periodo limitado que generalmente se acepta que es de 20 segundos. Se tienen pruebas de que existen dos formas de almacenamiento en ella: 1) Una forma acústica, en la que el sujeto "escucha" en forma interna la información y 2) una forma articulatoria, en la que "se oye expresándola". Así, al recobrar de la memoria un número telefónico durante el tiempo que se requiere para marcarlo, se tiene la impresión de escucharse uno mismo repetir el número (Lindsay y Norman, 1972). No obstante, también es posible que el sujeto utilice otras clases de almacenamiento, entre ellas la imaginación visual en la que recuerda imágenes de escenas que ha presenciado (Paivio, 1971).

Varios estudios indican que la capacidad de esta memoria es similar a la del "campo de memoria inmediata", o sea un número de puntos o detalles individuales igual a siete más dos o menos dos (ver a Klatzky, 1975). Los detalles pueden ser letras, números o palabras de una sola sílaba. Una

vez rebasada esta capacidad, los detalles viejos pueden ser "desalojados" cuando se introducen nuevos detalles en el almacén. Sin embargo, otra propiedad interesante de esta memoria es su capacidad de repetir mentalmente y en silencio los datos, proceso que se denomina repaso. Es evidente que amplía la capacidad de la memoria para almacenar datos durante intervalos más largos. El proceso de repaso ayuda a codificar de información que será elemento de la siguiente estructura, la memoria a largo plazo, pero con él no aumenta el número de datos almacenados en la memoria a corto plazo.

Codificación (encoding). Desde el punto de vista del aprendizaje, la transformación más importante de los datos ocurre cuando salen de la memoria a corto plazo y llegan a la memoria a largo plazo. Este proceso recibe el nombre de codificación (Melton y Martin, 1972). Los datos que se encontraban en el primer tipo de memoria en forma de rasgos perceptuales han sido transformados en un modo conceptual o significativo. No se almacenan como sonidos ni figuras, sino como conceptos cuyo significado se conoce y puede relacionarse correctamente en el ambiente del sujeto. Esos datos se organizan en varias formas y no únicamente se coleccionan. Por ejemplo, algunas teorías modernas sostienen que las "proposiciones" dotadas de sentido son una forma básica de codificar el material aprendido (J.R. Anderson y Bower, 1973; Kintsch, 1972; Rumelhart, Lindsay y Norman, 1972). Algunos proponen formas de codificación aun más complejas en las que hay re

laciones jerárquicas de conceptos (Quillian, 1968) o una organización temática como la de los párrafos (Crothers, 1972). Al mismo tiempo, casi todos admiten que la imaginación visual y de otra índole pueden constituir la base de la codificación que caracteriza a los datos que llegan a la memoria a largo plazo (Bower, 1969; Paivio, 1971).

De lo anterior se colige que el proceso de codificación adopta muchas formas. Lo aprendido se codifica en unidades verbales significativas como las oraciones o quizá en unidades todavía más generales. Los procesos codificadores adoptan la forma de cuadros, matrices ordenadas en el espacio, esquemas, imágenes detalladas o "fotografías" de la información en vías de aprenderse. La característica esencial de semejante material (que le permite penetrar en la memoria a largo plazo) es su organización semántica o significativa.

Almacenamiento (storage). En forma codificada, la información se guarda dentro de la memoria a largo plazo. Algunos datos indican que el almacenamiento es permanente y no experimenta menoscabo con el transcurso del tiempo (Adams, 1967). No obstante, es patente que lo almacenado puede llegar a ser inaccesible por diversos motivos. La interferencia entre los recuerdos más recientes y los más viejos puede bloquear la accesibilidad a dicha información. Pero el fenómeno del olvido se debe principalmente a la ineficacia de los procesos de búsqueda y recuperación que se describen en el siguiente párrafo.

Fuera de lo que se acaba de mencionar , poco se sabe de lo que sucede exactamente con ese material durante su permanencia en el almacén de la memoria a largo plazo .

Recuperación(retrieval) . La entidades han de recuperarse de la memoria a largo plazo para comprobar que han sido aprendidas . Generalmente se supone que el proceso de recuperación exige que ciertos indicios sean proporcionados por la situación externa o por el sujeto ( a partir de otras fuentes de recuerdos) . En un proceso de búsqueda (search), los indicios sirven para igualar o "eslabonar" lo aprendido . Se estima que las entidades encontradas de esa manera han sido "reconocidas", y entonces puede procederse a su recuperación .

Con frecuencia lo recuperado vuelve a la memoria a corto plazo, que tiene el carácter de una "memoria operante" o tal vez de una "memoria consciente" (Atkinson y Shiffrin, 1968) . Aquí ese material se torna fácilmente accesible para el sujeto, se combina con otros datos para formar entidades nuevas (es decir, nuevas codificaciones), o se transforma para activar el generador de respuestas que confiere organización a varias actividades humanas . A veces, como sucede con las habilidades "mecánicas", las entidades aprendidas se transforman directamente en datos para el generador de respuestas .

El recuerdo de lo aprendido puede aparecer poco tiempo después de ha-

berse realizado los procesos internos del aprendizaje. Dentro de ciertos límites a esa ejecución se le designa como "inmediata". Pero muchas veces no se recurre a ella sino al cabo de algún tiempo (horas, días o semanas). En semejantes circunstancias es un poco diferente la elaboración interna que tiene lugar. Es posible que, si bien en ambos casos se dan procesos de búsqueda y recuperación en la memoria a largo plazo, se necesiten tipos adicionales de elaboración en el recuerdo "diferido".

En ocasiones los procesos de recordación exigen más bien una reconstrucción de los hechos evocados más que una mera repetición. Por ejemplo, la gente suele contestar correctamente a la pregunta sobre el número de ventanas que tiene la casa o departamento donde vive. Primero recuperan la imagen visual de cada cuarto y luego, reteniéndola en la mente, cuentan las ventanas. Cuando al sujeto se le pide referir un grupo de hechos observados meses atrás o una historia leída hace mucho tiempo "llenará los vacíos" con una construcción que "tiene sentido", y al mismo tiempo estará plenamente convencido de que su recuerdo es exacto (Bartlett, 1932).

Cuando el recuerdo de lo aprendido se aplica a una situación o a problemas nuevos, se pone en operación la transferencia de aprendizaje. Si bien este tema no ha sido estudiado extensamente como un problema relacionado con el procesamiento de información, es claro que intervienen procesos especiales o combinaciones particulares de procesos. El individuo a quien se

pide aplicar sus conocimientos o habilidades a un problema nuevo ha de efectuar una búsqueda que es más intrincada y amplia que la que se utiliza en situaciones familiares. Así mismo es probable que los indicios de que se vale para recuperar lo aprendido (que se "transferirá") sean distintos de los que usa en el recuerdo inmediato e incluso en el diferido. Este tipo de situaciones que requieren transferencia de aprendizaje suponen una elaboración interna como la llamada "interpretación" o como la "construcción" activa (Lindsay y Norman, 1972).

Producción de respuestas (response generation). La siguiente transformación en la trayectoria del flujo de información la realiza el generador de respuestas. De esta estructura depende, primero, la selección de la forma básica de reacción, es decir, si la ejecución estará a cargo del lenguaje, los músculos largos del tronco, los músculos pequeños de la mano o cualquier otro órgano. Segundo, regula la pauta de ejecución: el orden y la sincronización del movimiento que participa en la acción que se realizará.

En general, los procesos asociados con dicho generador aseguran que se efectúe una ejecución organizada.

Ejecución (performance). La penúltima etapa del procesamiento de información consiste en la activación de los efectores; de ello derivan los patrones de actividad observables desde el exterior. Si lo aprendido es la capacidad para expresar el sentido de un grupo de proposiciones "referir" es la

ejecución con la que se prueba la realización del aprendizaje. Si se adquirió una destreza motora como la de escribir con pluma, esta actividad se exhibe y su aparición verifica (para el observador externo) que se ha aprendido dicha capacidad.

Retroalimentación (feedback). El aprendizaje es un proceso en el que es preciso recorrer un "circuito cerrado" que comienza con la estimulación producida por el ambiente externo. El tramo final del circuito es un hecho que también tiene su origen fuera del sujeto, en su medio. La observación de los efectos de su ejecución es lo que le proporciona retroalimentación al sujeto. Gracias a ella confirma o verifica si su aprendizaje ha alcanzado la meta deseada. Si alguien decide aprender a conducir una bicicleta, su observación de que es capaz de hacerlo suministra la retroalimentación. Si la finalidad del aprendizaje consiste en adquirir la habilidad intelectual de encontrar el área de triángulos, la retroalimentación la da el cálculo correcto de la superficie de uno o más triángulos. Aunque la retroalimentación en general requiere una comprobación que es externa al sujeto, sus efectos esenciales son ciertamente internos, sirven para fijar el aprendizaje y darle una disponibilidad permanente. Este fenómeno denominado reforzamiento se verá más adelante.

Resumen del flujo que se efectúa en el procesamiento de los datos. No ha quedado completa la explicación de la elaboración interna que constituyen

los fenómenos llamados aprendizaje o memoria, y todavía no se describen algunos procesos importantísimos. Con todo, conviene repasar los rasgos sobresalientes del flujo de información que se inicia en el ambiente externo, recorre el sistema nervioso del sujeto y vuelve al medio ambiente provisto de otro enlace con los procesos internos mediante la retroalimentación.

La figura 3-2 muestra las estructuras del modelo basado en el procesamiento de datos (fig. 3-1) anotadas en sentido vertical. La columna de la derecha indica la elaboración correspondiente de cada estructura; ya se han descrito esos procesos en los párrafos anteriores.

La estimulación procedente del medio activa los receptores del sujeto que producen impulsos nerviosos organizados. Estos persisten en el registro sensorial durante un breve intervalo (durante centésimas de segundo) y luego son elaboradas por la percepción selectiva que las transforma en objetos percibidos y en cualidades de objetos o en rasgos. A continuación tal "información" se almacena en la memoria a corto plazo en forma de imágenes auditivas, articulatorias o visuales, que son sometidas a repaso. Como estímulo recibido en la memoria a largo plazo, la información se codifica semánticamente (o significativamente) y después se almacena en esa forma. Luego se inician los procesos de búsqueda seguidos del de recuperación. En esta etapa la información es devuelta a la memoria a corto plazo, que se considera una memoria "operante" o "consciente". En esta estructura, o direc

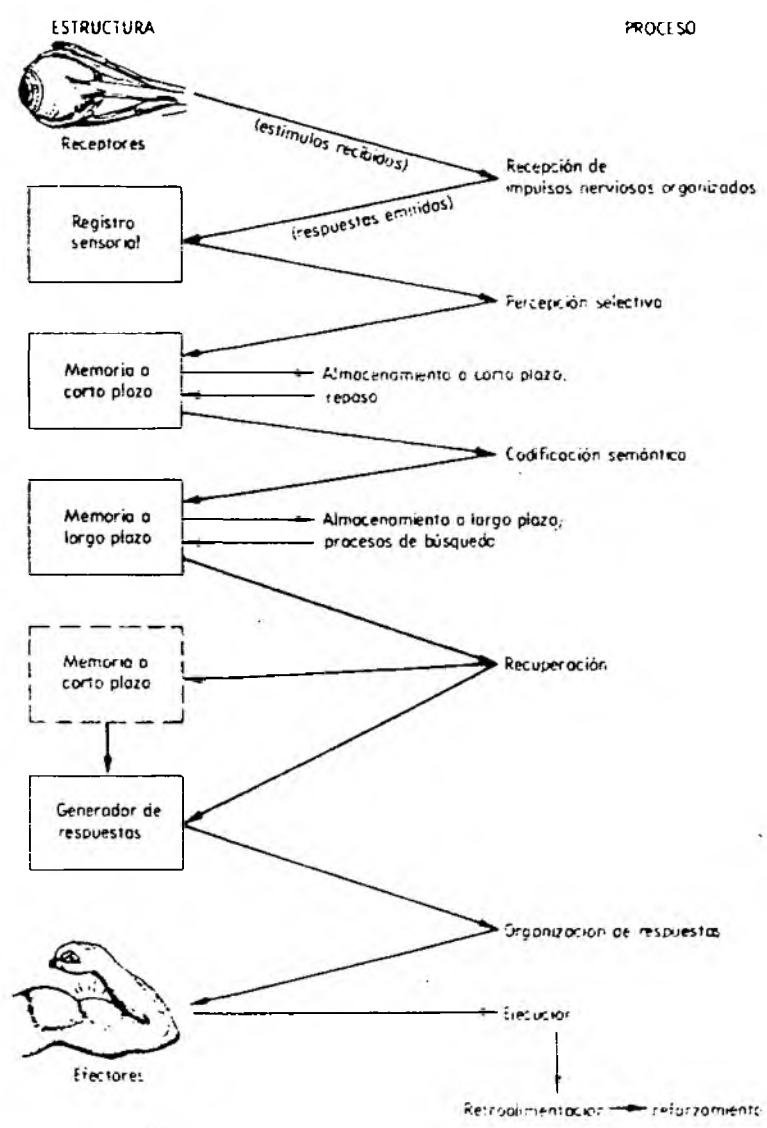


Fig. 3-2 Procesos de aprendizaje y memoria considerados como estímulos recibidos (flujo de entrada) y respuestas emitidas (flujo de salida) en las estructuras postuladas por la teoría que toma como modelo el procesamiento de datos.

tamente en la memoria a largo plazo, entra en juego el generador de respuestas para producir una conveniente organización de respuestas. Su flujo de señales activa los efectores que ponen de manifiesto la ejecución humana. La retroalimentación se consigue a través de las observaciones de la ejecución por parte del sujeto; y el fenómeno del reforzamiento establece las entidades aprendidas como capacidades disponibles para la recordación, ejercicio y empleo posteriores. Todo ello se muestra linealmente en la figura y no se indica el circuito de retroalimentación como parte del esquema, por lo cual el lector debe imaginar dicho circuito.

#### Procesos de control.-

La descripción del flujo de información y de los procesos que participan en él ofrece un panorama de los procesos internos del aprendizaje. En el lenguaje de la computación se les designaría con el nombre de "rutinas". Pero en el aprendizaje humano poseen una riqueza y una complejidad que van más allá de su funcionamiento básico. Las formas en que un individuo se plantea, aborda y ejecuta un acto de aprendizaje presentan las características de variabilidad, flexibilidad e ingenio. ¿Cómo se han de concebir e introducir dentro del panorama total esas cualidades de aprendizaje, recuerdo y generalización?.

La contestación se encuentra en los procesos anotados en la parte superior de la figura 3-1: control directivo y expectativas. En buena parte el

individuo ya ha adquirido los dos en aprendizaje previo. Por tal razón, constituyen otra porción independiente de la memoria a largo plazo. Su función reside en elegir las clases especiales de procesamiento de datos que emprende el sujeto a fin de realizar los tipos particulares de tareas de aprendizaje. En otras palabras, regulan su empleo de uno o más métodos de elaboración de datos, es decir, su procedimiento de capacitación, almacenamiento, codificación y recuperación de los datos. Adviértase que las flechas que parten de los recuadros que encierran los rótulos de control directivo y expecatativas no se conectan con las restantes estructuras del modelo. Con esta separación se desea ilustrar, por una parte, que esos procesos de control son capaces de afectar a todas y cada una de las fases del flujo de información y, por la otra que sus interconexiones todavía no se han dilucidado cabalmente.

Procesos de control directivo. Las estrategias cognoscitivas descritas en el capítulo precedente son procesos de control directivo. Los autores las designan con nombres distintos. Por ejemplo, parecen corresponder a las actividades matemagénicas descritas por Rothkopf (1970) y a las conductas de autodirección mencionadas por Skinner (1968). Bruner (1971) hace frecuentes alusiones a ellas y considera su aprendizaje como una meta educativa de gran trascendencia. En cuanto a los procesos de control, éstos se presentan predominantemente como parte del modelo utilizado por las teorías del aprendizaje y la memoria que se inspiran en el procesamiento de

información (Greeno y Bjork, 1973).

Los procesos de control influyen en la atención y en la percepción selectiva para determinar cuáles rasgos de los contenidos del registro sensorial serán introducidos en la memoria a corto plazo. Pueden decidir lo que se va a repasar en ella y de esa manera lo que se retendrá para un almacenamiento más prolongado. Pueden influir en la selección de un esquema codificador (esto es, si el sujeto encuentra significado en trozos pequeños o grandes) y de esa manera determinar qué tipo de información ha de almacenarse en la memoria a largo plazo. Como pueden afectar el esquema de la búsqueda y recuperación, que determina la precisión y la cuantía de los recuerdos del sujeto. Probablemente también intervienen en la elección de una manera de responder y, por tanto, influyen en la clase de organización reactiva que elige el sujeto para su ejecución; lo que de ninguna manera es lo menos importante: regulan sus estrategias en la generalización y en la solución de problemas, influyendo así en la calidad de su pensamiento.

Un ejemplo sencillo tomado del laboratorio psicológico ilustrará el carácter esencial del proceso del control directivo y su funcionamiento en el aprendizaje. Rohwer y Lynch (1966) encomendaron a varios niños la tarea de aprender 20 pares de palabras como LEON-CABALLO, PALO-VACA. Los sujetos estudiaron la lista total y más tarde se les pidió que respondieran con la segunda palabra cuando les mostrasen la primera. La

estrategia codificadora deliberadamente empleada en la mitad de los niños consistía en usar las palabras en una oración como esta: "el PALO hiere a la VACA". En la otra mitad de los niños elegidos al azar, se usó una estrategia diferente: las palabras se presentaron en una frase como "el PALO y la VACA". Terminados dos intentos de repaso, el grupo que utilizó la primera estrategia recordó un número mucho mayor de palabras que el que empleó la segunda. Aunque en el caso citado los niños no elegían las estrategias, sus formas de abordar el problema son ejemplos de las estrategias que pueden aprenderse y emplearse fácilmente como procesos de control directivo aplicables a esta clase particular de tarea de aprendizaje.

Expectativas. Son otra subclase de los procesos del control directivo y representan la motivación específica de los sujetos para alcanzar el objetivo del aprendizaje que se les ha fijado o que ellos mismos se han fijado. Lo que se proponen lograr puede influir en la dirección de su atención, en su forma de codificar los datos adquiridos y de organizar sus respuestas. La expectativa es una inclinación constante orientada hacia la obtención de una meta, que les permite seleccionar las reacciones en cada etapa de la elaboración. En consecuencia, si abrigan la expectativa de aprender a encontrar la resistencia de circuitos eléctricos, pueden rechazar selectivamente la percepción de la figura de los reguladores de corriente o el sitio que ocupa el circuito en una parte determinada del equipo. Codificarán

ciertas características del circuito relacionadas con su resistencia e ignorarán las restantes. Escogerán una organización de respuestas que exprese o identifique el valor numérico en ohmios y no alguna otra propiedad física. Dicho de otra manera, todos sus procesos internos se adaptarán a la finalidad que ellos "tienen en mente", o sea una expectativa.

Si bien el concepto de expectativa no suele incluirse como parte integral en las teorías del aprendizaje basadas en el procesamiento de datos, descuella en el trabajo de un teórico moderno: Estes (1972). Se ha adoptado su idea en la explicación que se ofrece aquí. Según Estes, los efectos retroalimentadores del reforzamiento incluyen en el aprendizaje y en la memoria, no por ser de carácter "remunerador", sino por transmitir datos al que aprende. Posee efecto reforzador la información que le comunica si ha alcanzado su objetivo o qué tan cerca está de él. En otras palabras, la retroalimentación es útil porque confirma la expectativa del sujeto, y eso es precisamente lo que significa el término reforzamiento. Aunque esta idea del refuerzo no niega ninguno de los hechos empíricos relativos a él (Skinner, 1969), ofrece una interpretación nueva de este importante concepto.

Función del control directivo. Los dos grupos interdependientes de procesos denominados "control directivo" y "expectativa" desempeñan un papel decisivo en cualquier exposición sobre la memoria y el aprendizaje humanos que se base en el procesamiento de información. El teórico

que utilice el modelo que aparece en la figura 3-1 u otro similar advierte de inmediato que estas dos actividades no pueden explicarse satisfactoriamente en términos de un esquema sencillo del flujo de información. Debe haber además, procesos de los cuales se sirve el sujeto para escoger la naturaleza de la elaboración en cada etapa mostrada. La manera en que el sujeto dirige su atención, codifica la información, la recupera y la expresa en respuestas organizadas, son cuestiones que demandan una selección de estrategias. Esta selección es la función de los procesos de control directivo, incluidas las expectativas establecidas antes de emprender el aprendizaje. Los procesos referidos hacen del sujeto un ser en verdad inteligente: un ser que puede "aprender a aprender" y que por ende es capaz de desarrollar una autoinstrucción en gran escala. Es interesante señalar que también los procesos de control deben adquirirse, según se consignó en el último capítulo al describir las estrategias cognoscitivas como un tipo de resultado del aprendizaje. Por supuesto, es probable que algunos procesos muy elementales se deban en buena parte a factores genéticos innatos (por ejemplo, la organización de la percepción visual o la estructura básica del lenguaje). Con todo, es casi seguro que el aprendizaje desempeña un papel central en la formación de estrategias útiles relativas al aprendizaje, al recuerdo y a la ideación, especialmente en su aplicación a las materias que se estudian en la escuela. En lo tocante a las expectativas, también ellas son influidas por el aprendizaje en el sentido

de que han de relacionarse con varias motivaciones persistentes que ya posee el sujeto. Además las expectativas son susceptibles de modificación en su contenido específico a manera de una inclinación o "disposición mental". Así, la expectativa de "encontrar el producto de números decimales" en una ocasión puede ceder ante la de "convertir decimales en fracciones" en otra. No hay oposición entre ellas porque son temporales; ambas son igualmente útiles al seleccionar los procesos específicos que sirven para alcanzar las metas del aprendizaje que representan.

#### EFFECTOS DE LOS HECHOS EXTERNOS EN LOS PROCESOS DEL APRENDIZAJE

Hasta ahora la exposición de los procesos del aprendizaje se ha ocupado casi por entero de las estructuras internas del aprendizaje y la memoria y de los procesos mediados por ellas. Se ha supuesto que para iniciar el flujo de información se necesita cierto grado de estimulación externa y que la retroalimentación procedente del ambiente externo refuerza el aprendizaje. Pero esta exposición todavía es incompleta; mientras se realizan los mencionados procesos internos, otras cosas suceden en el exterior a las que solamente se hizo alusión. Tiene suma importancia que estos hechos externos adicionales ejerzan efectos substanciales sobre el aprendizaje: en la manera en que se efectúa y en la eficacia con que logra su finalidad.

Los hechos externos que acontecen o que se hacen acontecer, en el curso de un solo acto de aprendizaje pueden facilitar el aprendizaje y la memoria. Es obvio que también pueden producir el efecto contrario, o sea dificultar el aprendizaje. Pero ahora sólo interesan sus aspectos positivos: los efectos que favorecen a ambas actividades.

#### Fases de aprehensión en el aprendizaje.-

En el brevísimo periodo que transcurre antes de almacenar algo y por lo mismo antes de "aprender", los procesos del sujeto consisten en "captar", o aprender, los estímulos relacionados con el aprendizaje. Primero, en estas fases preparatorias se crea un estado de alerta ante los estímulos que recibe el nombre general de atención. Segundo, se selecciona y organiza la estimulación en bruto, función que se describió antes como percepción selectiva; y así se almacenan en la memoria a corto plazo los rasgos estimuladores de importancia. A partir de esta fase la información transformada está lista para ser codificada ulteriormente e ingresar en la memoria a largo plazo.

Hechos externos en la atención. Es fácil darse cuenta de esto: los sujetos que deben responder a una estimulación a fin de aprender, tienen que recibirla antes. Esto significa que sus sentidos tienen que estar orientados hacia el origen de la estimulación y que ellos han de estar preparados para captarla. La atención puede considerarse como el proceso inicial del aprendizaje, que se realiza gracias a un estado interno que puede detectarse si se ob-

serva lo que miran o escuchan los sujetos . Se piensa que dicho estado es en parte una función del sistema nervioso central, denominado sistema reticular activador (Lindsley, 1958), y que se trata de un estado de "excitación" o "alerta".

Se conocen muy bien las clases de estimulación externa que causan este estado de alerta . Los incrementos de intensidad de la estimulación, como los producidos por luces brillantes o sonidos fuertes, son estímulos que siempre llaman poderosamente la atención. En términos más generales, cualquier cambio repentino de la estimulación, en sentido creciente o decreciente, seguramente constituirá un estímulo eficaz que pondrá alerta al sujeto. El repentino obscuramiento de las lámparas en un teatro alerta a la audiencia; asimismo, la súbita desaparición del sonido de un radio despierta la atención del que lo escucha.

Hechos externos en la percepción selectiva. El procesamiento de la información archivada en el registro sensorial prosigue con la percepción, cuya operación es de orden selectivo. Quien mira a otra persona puede percibir selectivamente su rostro, sus manos, su vestido o, en otras circunstancias, su totalidad como persona. De manera análoga, se puede percibir una ventana como parte de una pared o, viceversa, como 12 hojas individuales de cristal. La percepción selectiva es guiada por un proceso regulador que comprende una disposición temporal (mental) (Hebb, 1966), que es susceptible de activación por las instrucciones verbales y otras formas de es

timulación. Por tanto, un hecho externo frecuente que afecta a la percepción es la comunicación verbal activadora de dicha disposición mental.

Con frecuencia se emplean otras clases de estímulos para influir en la percepción selectiva. Así, el sujeto que lee un texto encontrará láminas que ilustran los conceptos clave, letras cursivas o subrayadas que destacan los términos importantes. Si se presenta material pictórico, los esquemas podrán de relieve los rasgos más destacados. Asimismo, pueden utilizarse flechas o "negritas" para diferenciar los rasgos que han de aprenderse. En general, la finalidad de esos estímulos adicionales es facilitar la percepción selectiva al aumentar las diferencias existentes entre los rasgos importantes y los no importantes de los objetos o hechos bajo observación.

El proceso de percibir supone que el individuo sabe distinguir entre un estímulo y los otros o entre sus partes. Los límites de las capacidades humanas en este aspecto dependen en gran medida del aprendizaje previo de las discriminaciones de estímulos. El aprendizaje, que fija los límites de lo perceptible, se llama comúnmente aprendizaje perceptual (E.J. Gibson, 1969).

#### Adquisición.-

Para que el material del aprendizaje entre y se almacene en la memoria a largo plazo ha de codificarse, o sea transformarse en una forma semántica o significativa. El significado direccional de la palabra estribor, término que carece de los indicios inherentes para el hombre de tierra, puede codi

ficarse así: "Estribor está siempre a la derecha". Una larga serie de números como 1 4 9 1 6 2 5 3 6 4 9 6 4 8 1 puede codificarse de esta manera: "cuadrados de números enteros sucesivos".

El proceso de codificación y el ingreso posterior de la información codificada en la memoria a largo plazo han de considerarse una etapa central y crítica en un acto de aprendizaje. Las fases de elaboración que los preceden son de carácter preparatorio; las que se efectúan después son confirmatorias, en el sentido de que "prueban" que hubo aprendizaje. No obstante, la codificación es el proceso crítico en virtud del cual la información recibida es transformada en capacidades adquiridas y evocables.

Sin duda este proceso fundamental de codificación será afectado por los hechos presentes en el medio dentro del cual está el sujeto o por los hechos planeados como parte de la instrucción. Es posible comunicarle directamente un esquema particular de codificación. Por ejemplo, el maestro puede organizar una serie de datos relativos a los productos agrícolas de varios estados en un cuadro que divida los estados en regiones y los productos en categorías de fácil comprensión. El cuadro se convierte entonces en un esquema codificador y por cierto bastante útil. Hay una segunda opción: alentar a los alumnos a elaborar sus propios esquemas codificadores individuales; algunos recurrirán a imágenes visuales, otros a rimas, otros a una red de conceptos jerárquicamente ordenados. En este último caso la función del estímulo externo es activar una disposición de los alumnos, que

más tarde pondrá en acción una de sus estrategias cognoscitivas de codificación.

Almacenamiento, búsqueda y recuperación.-

Una vez adquirida la nueva capacidad ha de almacenarse a fin de llenar los requisitos de que verdaderamente ha sido aprendida. El cambio producido por el proceso codificador se retiene en esta etapa durante un periodo que abarca desde unos cuantos minutos hasta toda la vida. Una interesante posibilidad apoyada en datos clínicos es que la retención en la memoria a largo plazo dura toda la vida y que en ese sentido es permanente. Penfield (1951) habla de casos en que los pacientes cuyo cerebro había sido estimulado eléctricamente durante el tratamiento médico reprodujeron con increíbles detalles sus recuerdos infantiles: episodios que exigían la recordación de situaciones, sonidos, conversaciones y otros aspectos de acontecimientos pretéritos. Tales eventos habían sido olvidados en un sentido práctico, pero en el cerebro se conservaban sus huellas. Si los vestigios de memoria son en cierto modo permanentes, hay que buscar las causas del olvido en otros fenómenos tales como la interferencia producida por otros recuerdos almacenados o los obstáculos de la recuperación.

El almacenamiento de las cosas aprendidas que se conservan en la memoria a largo plazo posiblemente es influido por hechos externos, en especial por el aprendizaje de otras cosas. Se han dedicado investigaciones a estudiar la retención de la información verbal (como la que forma proposicio-

nes significativas), para saber si ocurre la interferencia (Postman, 1961; Underwood, 1964) y si sigue el mismo curso que en las palabras inconexas o en las parejas de palabras. Es probable que las proposiciones aprendidas influyan en el almacenamiento de las que se van a aprender más tarde (interferencia proactiva); y que las nuevas proposiciones dificulten el almacenamiento de las que ya se han aprendido (interferencia retroactiva). Se han obtenido pruebas a favor de ambos tipos en el caso de información significativa. (Crouse, 1971; Slamecka, 1959, 1960). No obstante, se ha visto que esa interferencia ocurre cuando las proposiciones específicas directamente aprendidas se niegan una a otra (R.C. Anderson y Myrow, 1971). Por otra parte, en los casos donde pasajes enteros de un texto contienen información distinta o contradictoria, no se han hallado pruebas de que exista interferencia. Por ejemplo, Ausubel, Robbins y Blake (1957) comprobaron que la retención de ideas adquiridas en un pasaje sobre el budismo no decrecía, sino que aumentaba ligeramente, si se acompaña de la lectura de un pasaje sobre el cristianismo.

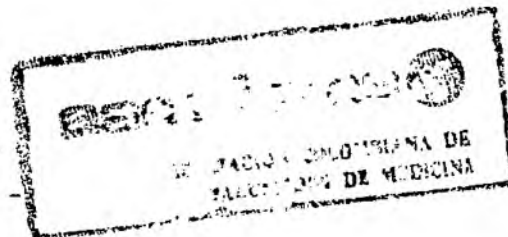
Búsqueda y recuperación. Ambos procesos parecen estar totalmente sometidos al influjo de hechos externos al sujeto. Luego de aprender un conjunto de puntos verbales (palabras inconexas, en el caso presente), mejora notablemente su recuperación de dichos puntos si se les suministran indicios en forma de categorías (Tulving y Pearlstone, 1966). Por ejemplo, la categoría "verduras" puede servir de indicación para recordar las palabras

pertenecientes a ella. El propio sujeto puede proporcionar indicios de tipo general, si se le sugiere semejante estrategia (Dong y Kintsch, 1968).

La provisión de indicios para la búsqueda y la recuperación es ciertamente un hecho externo de enorme importancia en la recordación. Pueden incorporarse en la situación ideada para el aprendizaje y la codificación iniciales (Thomson y Tulving, 1970). Quizá sean también eficaces en el momento del recuerdo, si son capaces de sugerir al sujeto una estrategia de investigación que sea aplicable a la codificación ya terminada. Los indicios utilizables en la recuperación adoptan gran variedad de formas. Además de la función de "categorización" mencionada antes, las matrices, las organizaciones tabulares y las imágenes pueden suministrar indicios (Pavio, 1971).

La ejecución y su organización.

Las transformaciones efectuadas por la estructura designada con el nombre de organizador de respuesta (fig. 3-1) experimentan la influencia de hechos externos al sujeto. De alguna manera deben indicarle la forma general de la ejecución, cosa que se establece en la situación general del aprendizaje y se realiza mediante una comunicación verbal. (Desde luego, en el caso de niños de corta edad puede recurrirse a otros medios). Las clases de ejecución señaladas al sujeto son las que se describieron en el capítulo anterior; es decir, la comunicación externa crea en él una dispo



sición para: 1) referir algo, 2) demostrar cómo hacerlo, 3) ejecutar con destreza una serie de movimientos, 4) escoger un curso de acción personal o 5) inventar la solución de un problema nuevo.

El establecimiento de la disposición idónea para la ejecución del discente normalmente se logra con la "instrucción" al darle a conocer el objetivo del aprendizaje. Es fácil comprender que los errores crasos en la  ejecución son evitados por el sujeto que posea una impresión correcta de la que supone la ejecución. Si un estudiante sabe algo de la ley de Ohm, hablar de ella es una clase de ejecución; demostrar su aplicación a un circuito eléctrico con un voltaje y una resistencia de potencia especial es otra clase de ejecución totalmente distinta. Otra sería inventar un método para hacer comprensible dicha ley a alumnos de sexto grado.

#### Procesos del control directivo.-

Se ha visto las formas en que los hechos externos actúan sobre el flujo de información, en el modelo de la figura 3-2. ¿Qué decir de los procesos de control directivo en ese modelo? ¿Pueden también ellos ser influidos por los hechos externos? ¿Qué cosa se puede hacer afuera del sujeto para modificar la operación de semejantes procesos (que se consideraron equivalentes a las estrategias cognoscitivas en el capítulo 2)?

Los hechos externos pueden dar origen a la selección o activar las operaciones del control directivo. Un ejemplo de tales efectos se aprecia en la acti

vación y selección de tipos especiales de disposición para la atención, causadas por instrucciones o preguntas (Fraser, 1970; Rothkopf, 1970). Cuando las preguntas distribuidas en pasajes textuales se refieren a categorías particulares de contenido (v. gr.: términos técnicos o fechas), éstas son percibidas selectivamente por el sujeto. Esos hechos externos hacen que las clases de contenido que hay en las preguntas se aprendan y se recuerden mejor que otras. Así pues, las estrategias particulares de percepción selectiva son activadas y seleccionadas como consecuencia de esos hechos.

Una activación y una selección análoga se aprecian en los efectos que las instrucciones o sugerencias producen en las estrategias de codificación. Cuando los sujetos son alentados a codificar los puntos que deben aprenderse en términos de imágenes vívidas, mejoran el aprendizaje y la retención en comparación con los puntos aprendidos sin esas instrucciones (Bower, 1970; Rohwer, 1974; Wittrock, 1974). Por otra parte, la activación de tipos particulares de disposiciones para recuperar información, tales como el empleo de indicios concretos o "representables", pone en juego estrategias de recuperación superiores a otras por los efectos que producen en la evocación (Paivio, 1971). Durante los periodos de práctica en la solución de problemas se ha demostrado que las instrucciones impartidas a niños que se valen de estrategias, tales como "aguardar hasta contar con los datos" y "repasar sistemáticamente este hecho", activan las estrategias que conducen a un sistema más eficaz de resolución de los problemas "relativos a

historias de detectives" en alumnos de quinto grado (Olton y Crutchfield, 1969). De lo expuesto se infiere que las instrucciones internas, las sugerencias y otros medios similares ejercen un influjo evidente en la selección y en el uso de diversos procesos de control, así como en muchos otros procesos internos del aprendizaje.

También las expectativas son influidas a menudo por hechos externos tales como las instrucciones verbales. Típicamente crean expectativas específicas las comunicaciones verbales que "dan a conocer al sujeto el objetivo" del aprendizaje. Esta clase de comunicación transmitida externamente influye en uno o en todos los procesos internos del aprendizaje al ayudar al individuo a "no desviarse del camino" y a evitar errores crasos. Una expectativa específica establecida de esta manera lo capacita a saber cuándo está completo su aprendizaje; es decir, cuándo es capaz de obrar en la forma deseada y recibir reforzamiento por ello.

#### RESUMEN DE LOS HECHOS EXTERNOS QUE INFLUYEN EN LOS PROCESOS INTERNOS

En el cuadro 3-1 se sintetizan las relaciones descritas en el apartado anterior y se indican las clases de hechos externos que pueden afectar a los procesos internos en acción.

En las etapas iniciales del acto de aprendizaje, los cambios repentinos de

estimulación tienen la propiedad de despertar la atención del sujeto. Una vez recibida la información en el registro sensorial, el realce que se da a los rasgos de los objetos mediante el subrayado, los caracteres de colores y otras formas de hacerlos destacar, contribuye al proceso.

Cuadro 3-1 Procesos internos en el aprendizaje  
y efectos que pueden tener en ellos los hechos externos

| Proceso interno            | Hechos externos y sus efectos   |
|----------------------------|---|
| Atención (recepcion)       | El cambio de estímulo produce excitación (atención)   |
| Percepción selectiva       | El realce y la diferenciación de rasgos del objeto facilitan la percepción selectiva.                                   |
| Codificación semántica     | Las instrucciones verbales, los dibujos, los diagramas, sugieren esquemas de codificación.                              |
| Recuperación               | La sugerencia o exhibición de indicios tales como esquemas, cuadros, rimas, ayudan a la recuperación.                   |
| Organización de respuestas | Las instrucciones verbales relativas al objetivo del aprendizaje dan a conocer al sujeto la clase de ejecución deseada. |
| Procesos de control        | Las instrucciones establecen disposiciones que activan y seleccionan las estrategias idóneas.                           |
| Expectativas               | Enterar al sujeto del objetivo establece una expectativa específica de la ejecución.                                    |

de percepción selectiva. A partir del proceso de codificación semántica (requisito imprescindible para que el material ingrese en la memoria a largo plazo) se emplean diversas formas de "guía del aprendizaje". Muchas veces las instrucciones se imparten oralmente o por medio de un texto impreso.

Como estímulos externos pueden utilizarse dibujos, diagramas, cuadros, listas o combinaciones de estos vehículos. Su finalidad es proporcionar o sugerir esquemas de codificación e indicios para la búsqueda y la recuperación. Las instrucciones verbales sirven para definir el patrón de respuesta, o sea el tipo de ejecución que se espera del sujeto (en particular, una de las cinco clases de los resultados del aprendizaje descritos en el capítulo anterior).

También los procesos de control directivo, incluidas las expectativas, son influidos por hechos externos. Las instrucciones verbales crean disposiciones mentales que ponen en juego varias estrategias cognoscitivas con que cuenta el individuo. A su vez estas estrategias o procesos de control influyen en una o en todas las fases del procesamiento de información que intervienen en un acto de aprendizaje. Las expectativas son establecidas casi siempre por comunicaciones verbales que dan a conocer al sujeto los objetivos del aprendizaje.

### APLICACIONES EDUCATIVAS

El modelo de aprendizaje y memoria que se basa en el procesamiento de datos tiene gran importancia en el planeamiento y elaboración de programas educativos. El modelo señala que un acto de aprendizaje, dure poco o mucho tiempo, consta de fases. Comienza con el ingreso de estimulación proveniente de los receptores y termina con la retroalimentación que acom

paña a la ejecución del sujeto. Entre ambos se dan algunas fases de elaboración interna. Por ello la instrucción no es sólo la presentación de un estímulo, sino que está integrada por clases distintas de estimulación externa que actúan sobre los procesos del aprendizaje.

En términos generales, la estimulación suministrada al sujeto durante la instrucción tiene la función de apoyar las diferentes clases de elaboración interna que se realizan en su interior. Los hechos externos que se conocen con el nombre de instrucción apoyan los procesos internos al activar una disposición mental que afecta a la atención y a la percepción selectiva. Asimismo, pueden facilitar el proceso interno de codificación al suministrar una organización que es adoptada por el sujeto. Otra posibilidad de impartir la instrucción consiste en mantener la operación de un proceso de control directivo (v. gr.: la expectativa del resultado de un acto) para que la elaboración interna conserve una dirección determinada. Cuando termina el acto de aprendizaje, el hecho externo denominado retroalimentación forma parte de una importantísima función de la instrucción. Estos distintos hechos externos forman lo que llamamos "instrucción". Aplicados convenientemente, apoyan la operación de los procesos internos del aprendizaje.

Supuesta la existencia de alguna motivación, se inicia la elaboración interna que constituye el aprendizaje. Si sus resultados se planean deliberadamente, es posible hacer lo mismo con los elementos de la instrucción para alcanzar dichos resultados. Por supuesto, el sujeto está en condiciones de

influir en los procesos internos por medio de sus procesos de control directivo (estrategias cognoscitivas). En efecto, se espera que al ir aumentando su experiencia el sujeto adquiriera un grado creciente de control sobre ellos, y que este control se vuelva cada vez más eficaz. Y así el sujeto es capaz de dedicarse a la autoinstrucción en forma siempre más amplia conforme prosigue el aprendizaje. Se prevé que las clases y la magnitud del apoyo requerido en la instrucción impartida externamente variarán según el grado de pericia que haya alcanzado en la autoinstrucción.

Las cinco variedades de resultados del aprendizaje descritas en el capítulo anterior son respaldadas por algunos hechos instruccionales que afectan a su adquisición en la misma forma y por otros que lo hacen de manera diferente según lo que se aprende. Un ejemplo de los segundos es la retroalimentación como condición esencial de cualquier aprendizaje. Un ejemplo de los primeros es la instrucción que favorece la codificación, cuya naturaleza difiere en cada clase de resultados. Las condiciones del aprendizaje que se comentarán en los capítulos siguientes se refieren a los hechos externos que apoyan los distintos tipos de capacidades adquiridas y a los procesos internos en que influyen esos hechos. Las condiciones constituyen el fundamento del planeamiento de una instrucción eficaz.

## BIBLIOGRAFIA GENERAL

### MODELO DEL APRENDIZAJE Y DE LA MEMORIA BASADO EN EL PROCESAMIENTO DE INFORMACION.

Atkinson, R.C., and Shiffrin, R.M. Human memory: A proposed system and its control processes. In K.W. Spence and J.T. Spence (Eds.), The psychology of learning and motivation, Vol. 2. New York: Academic Press, 1968.

Gagné, R.M. Essentials of learning for instruction. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1974

Greeno, J.G. and Bjork, R.A. Mathematical learning theory and the new "mental forestry". Annual Review of Psychology, 1973, 24, 81-116.

Klatzky, R.L. Human memory: Structures and processes. San Francisco: Freeman, 1975.

Lindsay, P.H., and Norman, D.A. Human information processing: An introduction to psychology. New York: Academic Press, 1972.

### PROCESOS DEL APRENDIZAJE

Adams, J.A. Human memory. New York: McGraw-Hill, 1967.

Gibson, E.J. Principles of perceptual learning and development, New York: Appleton, 1969.

Melton, A.W., and Martin, E. (Eds.) Coding processes in human memory. Washington, D.C.: V.H. Winston, 1972

Paivio, A. Imagery and verbal processes. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1971.

Trabasso, T., and Bower, G.H. Attention in learning. New York: Wiley, 1968.

### HECHOS EXTERNOS Y SUS EFECTOS EN EL APRENDIZAJE.

Gagné, R.M. and Briggs, L.J. Principles of instructional design. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1974. Chaps. 7, 8.