

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Educación

EFICIENCIA DEL ORDEN LOGICO EN DOS PROGRAMAS

DE AUTO-APRENDIZAJE EN CIENCIAS DE

SEXTO GRADO

FREDDY JOSE SANCHEZ MUÑOZ

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

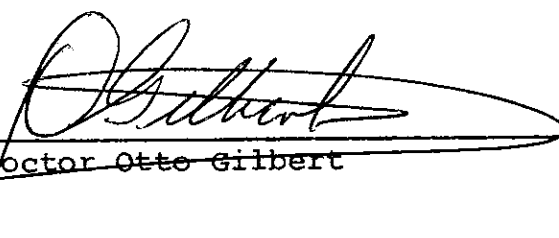
Trabajo de investigación presentado para optar  
al Grado Académico de Maestría en Medición,  
Evaluación e Investigación Educativas

Guatemala

1978



Vo. Bo. del Asesor:

(f)   
~~Doctor Otto Gilbert~~

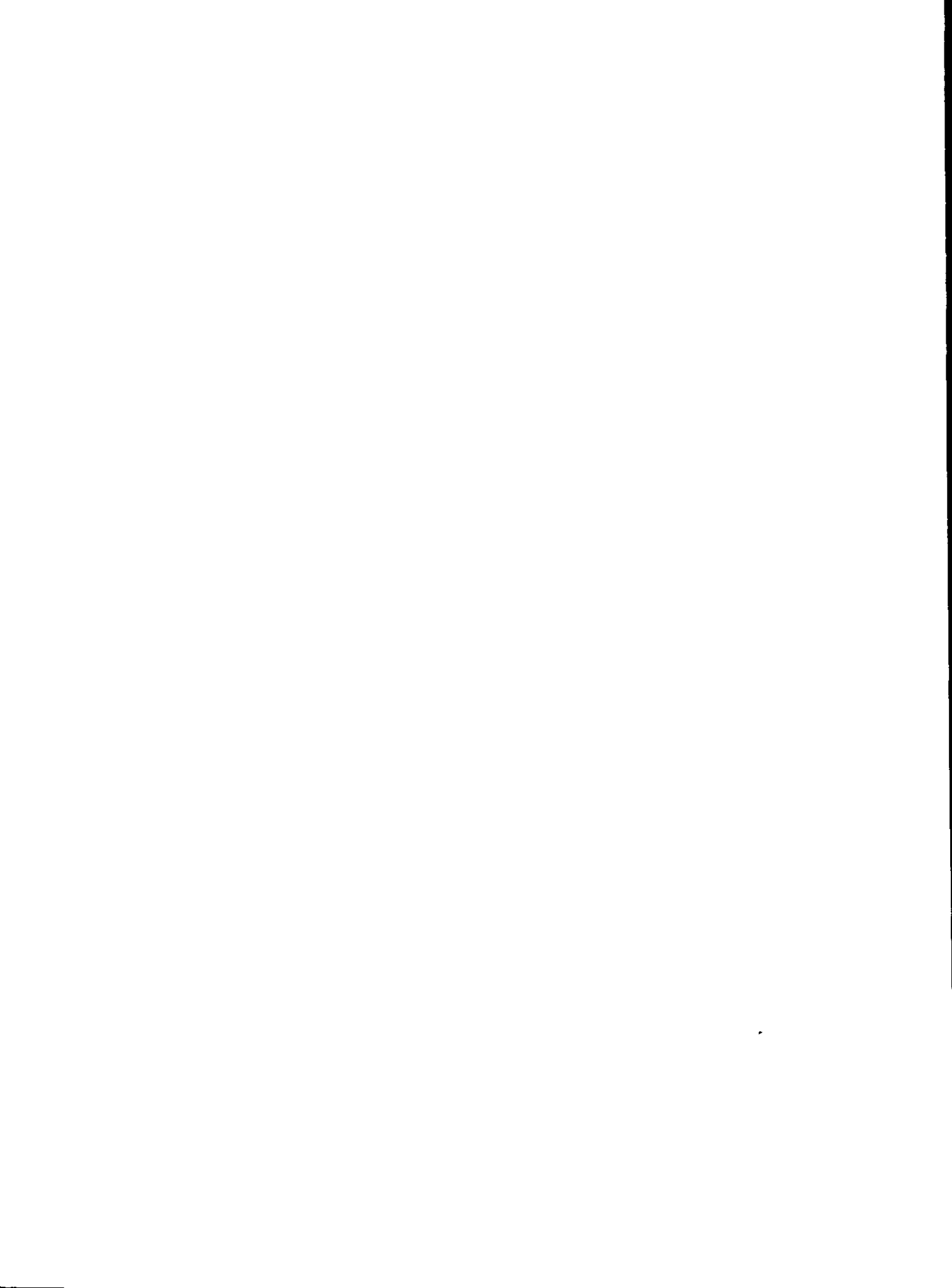
Fecha de aprobación: 16 de noviembre de 1978.

A quien  
me brindó el asombro de lo nuevo.  
A esta tierra, que sentí mía.  
A su gente,  
en la simple y grande expresión  
de lo americano.

## AGRADECIMIENTO

El autor expresa su agradecimiento al Doctor Otto Gilbert A. por sus oportunas orientaciones en la realización de este trabajo.

Del mismo modo reconoce la valiosa colaboración prestada por la Sección Primaria del Colegio Americano. Especialmente a la Doctora Olga Marina García Salas, y a las maestras Anne M. de Menaldo y Christine DeVeau, sin cuya cooperación no hubiese sido posible realizar esta investigación.



## INDICE

		Páginas
I.	INTRODUCCION	1
	Justificación	7
II.	MARCO TEORICO	9
	Problema	43
III.	METODOLOGIA	45
	A. Hipótesis	45
	1. Método de programación espi- raloide	46
	2. Método de programación lineal	46
	3. Nivel de clasificación del item: conocimiento. B1	46
	4. Nivel de clasificación del item: comprensión. B2	47
	5. Nivel de clasificación del item: aplicación. B3	47
	C. Método	47
	D. Diseño experimental	49
	E. Población y muestra	50
	1. Población	50
	2. Muestra	51
	F. Instrumento	51

	Páginas
IV. RESULTADOS	55
A. Estadísticas descriptivas	55
B. Estadísticas inferenciales	57
V. DISCUSION	61
A. Interpretación de los resultados	61
B. Conclusiones	64
C. Recomendaciones	69
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	71
A. Libros	71
B. Revistas	72
APENDICES	
A. Prueba de evaluación del rendimiento escolar	73
B. Actividades planificadas en los programas "experimental A1" y "experimental A2" para el aprendizaje del tejido y funciones del transporte en la raíz, el tallo y las hojas de las plantas superiores	91

## I. INTRODUCCION

La Sección Primaria del Colegio Americano de Guatemala, en el intento de proporcionar una educación más efectiva a los alumnos, ha venido ensayando diferentes métodos de enseñanza con los cuales se procura, fundamentalmente, atender la individualidad que caracteriza a cada niño frente al proceso de aprendizaje. Entre estos métodos se destaca el de enseñanza programada, el cual se ensaya en el sexto grado y es elaborado por el personal de maestros de esos cursos.

Las bases trazadas por Skinner (1953) en su sistema Psicológico, sus leyes del aprendizaje y las estrategias para la programación de aprendizajes por medio de máquinas, han motivado el desarrollo de una copiosa investigación que intenta demostrar la aplicabilidad de los principios skinerianos a la metodología de la enseñanza, de un modo más amplio, mediante el uso de otros medios además de las máquinas.

Se han publicado los más diversos libros programados para el aprendizaje de disciplinas tanto científicas como humanísticas, los cuales acatando o violando los principios skinerianos, han alcanzado gran divulgación.

Se han aplicado dichos principios para la preparación de mano de obra especializada para la industria, para personal del ejército y para la enseñanza en el aula atendida por maestros. Su aplicación ha sido respaldada por investigaciones, algunas de compleja planificación, con el objeto de determinar la efectividad de los principios del aprendizaje establecidos por Skinner.

Gran parte de estas investigaciones fueron realizadas en los Estados Unidos durante la década del '60. En ellas se observa un marcado afán por darle plena vigencia a la teoría del refuerzo, a la conducta operante y señalarle un rumbo definitivo a la Psicología.

A finales de la década de los '60 se publica la opinión de los psicólogos europeos respecto al movimiento estadounidense. Con un criterio amplio condenan el concepto de "caja cerrada" con que se ha definido al hombre para la conveniencia de la Psicología skineriana. Señalan una exagerada orientación materialista para estudiar la conducta humana y proponen una Psicología que, sin dejar de reconocer ciertos principios skinerianos, trate de explicar las conexiones internas del organismo humano con la conducta manifiesta.

En el campo educativo estos puntos de vista tienen gran

importancia. Por un lado, los conceptos de refuerzo y conducta operante, permiten ver hacia dónde se dirige la tarea docente. Por otro lado, el conocimiento de ciertas teorías del aprendizaje (Gagné, Piaget, Bruner et al) que tratan de los mecanismos intelectuales mediante los cuales el hombre aprende, permite pensar en las estrategias y situaciones educativas que pueden crearse para orientar la instrucción en las aulas.

Es en este último punto donde la programación skineriana y otros métodos derivados de ella (método ramificado, por ejemplo), no han sido suficientemente aclarados y carecen de una teoría que oriente el orden y la secuencia que debe dársele a los contenidos a programar.

Cuando se programa para niños, este problema cobra mayor importancia que cuando se programa para universitarios o personal para la industria. En los dos últimos casos, el conocimiento es lo que importa, y se supone que la "caja cerrada" ya tiene los elementos necesarios para manejar los conceptos que el programa proporciona. Pero en el caso de los niños no sólo se está proporcionando conceptos, sino que lo más importante, es que esos conceptos creen y desarrollen ciertas

habilidades intelectuales que le permitan al alumno desenvolverse en el sentido de una educación continua.

De modo que la programación para la educación de niños presenta dos exigencias: por un lado, una clara idea de la organización de los conceptos dentro del programa; y por otro, la selección y planificación de situaciones (acorde con la evolución intelectual del niño) que se debe procurar al estudiante para que alcance esos conceptos. Hay que recordar que estas dos exigencias están muy interconectadas, y que toda separación se hace con fines explicativos.

Según Deterline (1969; p. 29):

"la repetición y la variación son necesarias para asegurar la amplitud de comprensión, retención e interés sostenido, pero cada uno de los cuadros debe ser diferente de los anteriores, de lo contrario se hace monótono".

Se repite una y otra vez un concepto en un programa con la finalidad de que el alumno internalice el mismo. Pero si el programador carece de una idea valedera que le permita crear la mejor forma de repetir, puede pecar por exceso o por defecto, incurriendo en los errores señalados por Deterline.

Esta tendencia a la pérdida del interés y al aburrimiento del alumno ante una repetición no adecuada en los programas,

fue estudiada por Holland y Skinner (1961) en una serie de encuestas hechas a grupos de alumnos quienes trabajaron con textos programados.

Se piensa que un ordenamiento lógico a partir de la naturaleza misma de la materia, crea un sistema de repetición no arbitrario y que se va dando en la medida en que la materia misma lo exige. Además, se considera que una teoría que explique los procesos mentales que operan durante el aprendizaje, permite crear estrategias o situaciones escolares que orientan al alumno hacia el descubrimiento de los conceptos y conocimientos. El presente estudio trata de probar un programa cuya elaboración o estrategia sigue esta doble orientación, además de responder a los principios skinerianos para la programación, exceptuando la organización lineal propuesta por Skinner. En su lugar, el programa en estudio tendrá una organización espiraloide, como la propuesta por Bruner (1960). Para los fines del presente estudio, se decidió llamar a este modo de diseñar el programa "Programa experimental Al".

Para someter a prueba el Programa Al se tomó dos grupos de alumnos, el experimental uno y el experimental dos. El grupo experimental dos se sometió a tratamiento de aprendizaje

siguiendo el programa habitual elaborado por los maestros, en el cual la repetición y el ordenamiento del programa sigue la línea de un texto de ciencias no programado. Al grupo experimental uno se sometió a un tratamiento de aprendizaje siguiendo el Programa A1.

El rendimiento de los dos grupos se mide por la actuación de los alumnos en una prueba de selección múltiple de cuatro opciones, cuya validez y confiabilidad se han predeterminado. Se contrasta el rendimiento general de los dos grupos, y se hace un segundo contraste del rendimiento de cada uno de los grupos en tres categorías de ítems: conocimiento, comprensión y aplicación, según la clasificación de Bloom (1971).

De este modo se trata de comparar y medir el rendimiento de dos grupos de alumnos, quienes realizaron aprendizajes en dos programas que difieren en la estrategia de organizar los contenidos y en las situaciones de aprendizaje.

En base a los resultados obtenidos, se aceptan o se rechazan las hipótesis planteadas, se interpretan los resultados y se presentan conclusiones y recomendaciones dirigidas a las autoridades educativas y a futuros investigadores en este campo.

Uno de los propósitos del estudio, es obtener datos que fundamenten futuras acciones tendientes a crear y ampliar los métodos de enseñanza, o bien hacer modificaciones en los programas en marcha.

### Justificación

Si se lograra orientar la auto-instrucción de modo que se derivara todo lo que se espera de ella, grande sería la contribución que se daría a la superación de las dificultades que acompañan a la educación en masas y a las necesidades de educar más estudiantes con menos maestros (Deterline, 1969; p. 19).

Esta afirmación cobra mayor vigencia si se considera la necesidad de atender individualmente a cada alumno en la tarea de aprendizaje. Dicha atención es más necesaria en los alumnos de lento ritmo para abordar las tareas educativas. Si el programa está adecuadamente elaborado, asegura, no sólo un efectivo aprendizaje en los alumnos de ritmo rápido, sino que éstos necesitarán menos atención, permitiendo así a los maestros dedicar más tiempo a resolver problemas de aprendizaje de los alumnos más lentos.

Por otro lado, la educación moderna intenta cifrar su éxito en la generalización final erigida sobre la base de

conocimientos adquiridos en el aula y aplicados a situaciones reales (Deterline; 1960). La actuación del alumno, por más que ésta sea altamente eficiente, no podrá ser la medida del éxito educativo. Este se debe encontrar en la capacidad de generalizar respuestas aprendidas (mejor dicho, conductas aprendidas) para aplicarlas en otras circunstancias en las cuales ellas sean también adecuadas, eficientes y fructíferas.

Esto es, fundamentalmente, lo que Deterline (1969; p.29) califica como "amplitud de comprensión" de los conocimientos aprendidos. Un programa no debe procurar la pura repetición de conocimientos, debe intentar proyectar los mismos más allá del ámbito de la memoria, dinamizando conductas que capaciten al niño para enfrentar realidades en su propia circunstancia.

De esta idea se deriva la motivación de explorar la actuación de los alumnos del presente estudio, en tareas o ítemes de prueba que exploran diferentes niveles del aprendizaje. En resumen, esta investigación permitirá someter a prueba el programa de auto-instrucción del sexto grado, con miras a una enseñanza más eficiente, y determinar si el Programa A1, logra no sólo aumentar los aprendizajes, sino también alcanzar objetivos de aprendizaje más amplios que la simple memorización.

## II. MARCO TEORICO

Una de las más importantes contribuciones a la Educación de hoy, ha sido dada por B. F. Skinner (Werner, 1973; Agudelo-Guerrero, 1973) como una aplicación de su Sistema Psicológico.

La influencia de Skinner se observa desde la definición y operacionalización de los objetivos educacionales en términos de conducta observable, hasta el diseño de métodos de enseñanza (instrucción programada).

Dos publicaciones encierran las ideas de Skinner en el campo de la Educación: "The science of learning and the art of teaching" (1954), y "Teaching Machine" (Scientific American, novem. 1961). En ellas expone las leyes y principios del aprendizaje y los procedimientos para una eficiente programación de la instrucción por medio de máquinas.

Los conceptos capitales del Sistema Psicológico de Skinner, lo constituyen la conducta operante y el refuerzo. Son, además, dos ideas medulares que han dado a la Educación el giro que se le observa actualmente.

Keller (1976; pp. 13 y ss) aclara el concepto de conducta dentro de la teoría del refuerzo o teoría de la recompensa.

Denomina conducta operante y de respuesta, a las conductas conocidas desde hace mucho tiempo como voluntaria y refleja, respectivamente.

La conducta de respuesta (refleja) es provocada por cambios en los estímulos ambientales y abarca casi todas las conductas del hombre y de muchos otros organismos. Ella es provocada por la presencia de su estímulo específico (por ejemplo: contracción de la pupila ante cambios de la luz ambiental, el lagrimear que se produce al pelar cebollas, etc.).

La conducta operante comprende todas aquellas conductas a las cuales no se puede asignarle un estímulo específico proveniente del ambiente. Muchas conductas humanas se registran en esta categoría, desde los movimientos de acomodación de un niño hasta los complejos procesos intelectuales del adulto. Ellas pueden considerarse como teniendo un efecto sobre o como haciendo algo a su mundo exterior (leer un libro, oprimir uno de los tantos botones de cualquier aparato en el intento de ponerlo a funcionar).

Lo más resaltante de la conducta operante, es el efecto o consecuencia que la misma tiene sobre el ambiente (al leer el libro, se aprende y se llega a conocer algo; al oprimir el

botón del aparato, se consigue que el mismo funcione). Algunas conductas producen consecuencias que pueden observarse obviamente (como los ejemplos anteriores). En otras, su acción sobre el medio no es tan evidente y actúan de un modo más indirecto. A esas conductas se les puede asignar grupos de cambios o consecuencias en el ambiente, cuando se analiza su historia, cuando se observa repetidamente la conducta y la serie de hechos que a corto o largo plazo puedan operarse en el ambiente.

La conducta operante se vincula con algún estímulo o grupo de estímulos, pero se desconoce la naturaleza de los mismos y la manera de vincularse con dicha conducta. La conducta operante y la de respuesta se vinculan con estímulos, pero de manera diferente.

Si las consecuencias de la conducta operante pueden asociarse con la idea de éxito, triunfo, lograr premio o reconocimiento, la probabilidad de que esa conducta aparezca en el futuro se aumenta (se vuelve a leer, si lecturas anteriores fueron satisfactorias; se oprimirá de nuevo el botón del aparato, si en intentos anteriores se logró que funcionara). Por esta razón, Skinner, citado por Werner (1973), define conducta operante como aquel comportamiento que se ve determinado

por sus propias consecuencias y sus causas están en comportamientos anteriores a él. Este ordenamiento en cadena de las conductas, dándole a la misma una dinámica muy particular, es lo que define el carácter del hombre.

En el sistema psicológico de Skinner no se indaga las causas o los estímulos con los cuales se vinculan las conductas, lo importante es conocer las cadenas de conductas con la cual se relaciona una conducta específica. En cita de Werner (1973), Skinner dice:

"La característica general de una forma de comportamiento es que otra experiencia transforma al que la sufre, mientras que esta transformación, por su parte tiene influencia sobre las cualidades de las experiencias posteriores".

Para poder sostener el principio de objetividad que Skinner quiere darle a la conducta observable, debió no considerar los mecanismos internos que ocurren en el individuo en el momento de desplegar una conducta. Esta decisión la tomó apoyado en la escasa información que se posee sobre la dinámica cerebral del hombre.

Para la Educación, estas ideas han sido de capital importancia. Planear la instrucción, en primera instancia, es definir conductas (objetivos) y establecer cadenas de conductas

en la cual esté implícito el principio de secuencialidad. De este modo, proponiéndose conductas deseadas como metas educativas, se estará formando el carácter del hombre.

Anteriormente se ha señalado que si las consecuencias de la conducta operante se asocian a la idea de éxito, esta consecuencia asegura que la conducta aparezca en el futuro con una frecuencia determinada. En esta idea descansa el principio del refuerzo en el sistema psicológico de Skinner.

La idea del refuerzo tiene su antecedente en Thorndike (Deterline, 1969), quien formuló la Ley del Efecto, según la cual la fuerza de un acto puede ser modificada por sus consecuencias. Es decir, una forma de comportamiento se ve reforzada por la vivencia del éxito. Thorndike piensa en la conducta como un proceso de ensayo y error en que se refuerzan las conexiones entre un estímulo (situación) sólo cuando el éxito o la satisfacción siguen a la reacción.

Skinner (1954) opina que para reforzar el comportamiento operativo no se requiere de ningún estímulo. El comportamiento operativo realizado con éxito tiene efecto de refuerzo y el mismo se manifiesta en la tendencia que tiene por producirse con mayor frecuencia. Esta manifestación es lo

único importante, puesto que es lo único que se puede observar. Tan sólo el comportamiento operativo reforzado se vuelve habitual y obtiene una forma identificable cuando actúa u opera sobre el mundo. Skinner, a diferencia de Thorndike, premia cada paso que conduce al individuo al logro de la conducta deseada. Thorndike sólo premiaría la conducta final deseada, luego de una serie de ensayos y errores.

Debe señalarse que un reforzamiento inicial único, no asegura consecuentes apariciones de la conducta reforzada. Si después de numerosas apariciones de cierta conducta, no se la refuerza, esa forma de comportamiento desaparece paulatinamente, o sea, se extingue. Por otra parte, cuando el premio o la recompensa refuerza la conducta operante, aumenta la probabilidad de su aparición futura. En este caso se habla de reforzamiento positivo. Contrariamente, si las consecuencias se dan en el sentido del fracaso, la probabilidad de la aparición futura del comportamiento, disminuye considerablemente, porque ha recibido refuerzo negativo.

En la planificación de la enseñanza no se puede dejar de lado la idea del refuerzo, si se quiere asegurar el éxito en los aprendizajes. El refuerzo puede darse al final de la tarea escolar, cuando la conducta esperada se alcanza,

respondiendo de este modo a los lineamientos de Thorndike. Se puede premiar paso a paso, la serie de pequeñas tareas que conducen al alumno a la conducta final esperada, tal como lo propuso Skinner.

Werner (1973) apoyándose en investigaciones de K. Lewin et al, expresa que el reforzamiento positivo intensifica la motivación, el interés y la disposición de aprender por la cosa misma, y no bajo la expectativa de buscar reconocimiento en los profesores o en los demás compañeros.

El mismo autor habla de la equivocada práctica del castigo con el objeto de extinguir conductas no deseadas. Según él, la práctica sólo suprime la exteriorización de la forma de conducta punible. Aconseja buscar otra forma de comportamiento deseable, la cual se refuerza positivamente y se fortifica planificadamente para que tenga primacía sobre la conducta no deseable.

En los programas de auto-instrucción que se elaboran actualmente, además de la idea de conducta operante y la de refuerzo, se respeta el principio de dividir los conocimientos en pequeños fragmentos llamados "cuadros", expuesto por Skinner en sus programas lineales.

Al final de cada cuadro, aparecen algunas preguntas de respuestas abiertas, referentes a los contenidos de los mismos.

La serie de experimentos realizados con palomas, mostraron a Skinner que el premiar las conductas parciales que conducían a la conducta final deseada, ahorra tiempo en el aprendizaje (Deterline, 1969). Sobre esta base experimental, soporta la división de los conceptos del programa en pequeñas ideas que van conduciendo al alumno al encuentro seguro del concepto final. De este modo se procura que las respuestas dadas por el alumno al final de cada cuadro, estén sujetas a un mínimo de error. Así responderá casi siempre con éxito, dándosele así un refuerzo positivo constante. En caso de emitir una respuesta errada el alumno encontrará la respuesta correcta en un sector del programa, ya indicado al alumno.

La primera actividad que realiza el alumno al comenzar a manejar un programa de auto-instrucción, es la lectura de los cuadros de información. Esta lectura debe ser de tal modo que permita un manipular (pensar) activo de las ideas (Deterline, 1969). Por esta razón, el uso de diferentes técnicas de lectura en un programa, es un medio que no se debe descuidar. La planificación de esas técnicas, debe responder a la

naturaleza de los contenidos y a los mecanismos intelectuales que el alumno pone en juego al pensar.

Un manipular activo, implica que las ideas se repiten en varios cuadros. Pero esta repetición debe evitar la monotonía, pues la misma atenta contra la atención y el interés por el trabajo (Deterline, 1969). Si a la par de una repetición se procura una variación en los contenidos del cuadro, se asegura la amplitud del conocimiento; es decir, de la comprensión, la retención y el interés sostenido. Cada cuadro, aunque tenga elementos comunes con otro, se debe diferenciar claramente de este último.

Para diversificar la repetición se puede utilizar, además de diferentes técnicas de estudio, variados medios facilitadores de la información, como lo son gráficos, fotografías, esquemas, cuadros y películas.

Susan Meyer (1971) propone una serie de recomendaciones para repetir una idea en varios cuadros procurando un manipuleo activo de la misma. Su método se basa en la variación del tipo de tarea que el cuadro propone al alumno: análisis y síntesis de conceptos, clasificaciones y comparaciones de ideas.

Sobre la forma en que se presenta la información en cada cuadro, la misma autora dice que sobre este aspecto recae gran parte del éxito del programa. Señala que la información debe ser directa y desprovista de toda información adicional innecesaria y superflua. Estudios efectuados por Holland (1965) han demostrado los errores que cometen los estudiantes cuando reciben la información mezclada con datos innecesarios.

De igual importancia es la exactitud y la precisión con que debe ser redactada la información de un cuadro. Varios estudios han demostrado la importancia de este aspecto en el número de errores cometidos por los estudiantes al responder a cada cuadro (Holland, 1965; Anderson, 1967).

Todas estas recomendaciones en la manera de elaborar, presentar y manejar los cuadros de información de un programa de auto-instrucción, tienen como finalidad evitar que el alumno arribe al error en el momento de responder a las preguntas con las cuales obtendrá el debido refuerzo si las contesta correctamente (Skinner, 1961).

Otro procedimiento que evita errar al alumno, es el uso de insinuaciones colocadas al final de cada cuadro y antes de

formular las preguntas, con la finalidad de orientar al alumno a la respuesta correcta. Una insinuación debe facilitar la respuesta correcta al alumno, y, según la definición de Skinner (1961), debe ser incapaz de producir por sí misma la respuesta correcta. Un cuadro que presente insinuaciones en las que el alumno copia una o más palabras para resolver la pregunta (cuadro de copia), permite que él se fije en la ortografía, pero no asegura que esa respuesta sea producto de una comprensión del tema (Susan Meyer, 1971).

Skinner (1961) recomendó que los cuadros de información (estímulos) fueran cortos. Que encerraran apenas una idea sobre la cual se formularan preguntas al final del cuadro (respuesta-refuerzo). Crowder, citado por Deterline (1969), se inclina por cuadros relativamente grandes seguidos de preguntas escasas. En este tipo de programa la máxima exigencia recae sobre la atención sostenida en el material de lectura, lo cual permitirá el manejo activo de las ideas necesarias, asegurando la producción de respuestas acertadas. Crowder expresa que de este modo el alumno arribará a aprendizajes tan eficaces como los que pueden producir los programas de cuadros pequeños.

La respuesta correcta a las preguntas de un cuadro, es el

elemento reforzante de la conducta del alumno. Deterline (1969) dice que el conocimiento de la corrección de una respuesta dada, tiene efecto de refuerzo. Afirma que el tipo de refuerzo "conocimiento de los resultados", es quizás los refuerzos humanos de índole más universal. En un programa, el refuerzo es sencillamente el darse cuenta que se domina la materia de estudio o que se es capaz de dar una respuesta correcta. No sólo asegura que el alumno continúe avanzando en el programa, sino que refuerza otras conductas complementarias del programa, como lo son las de poner atención, leer con cuidado, aprender y responder correctamente.

El mismo autor dice que el responder activamente como sea, experimentalmente se ha demostrado que produce mejores aprendizajes que la simple lectura sin exigencias de respuestas a preguntas.

Particularmente, Deterline se pronuncia por un programa que exija respuestas, las cuales serán revisadas por el maestro. De este modo el alumno siente la necesidad de indagar la respuesta correcta en lugar de remitirse al facilismo de la copia y el fraude. El estudiante comprenderá que se puede recorrer el programa en corto tiempo, sin fraude y con bajo índice de error. El mismo autor nos habla del alcance de una

recompensa natural, la cual logra el alumno cuando comprende que ha asimilado con éxito los contenidos alejándolo, por consecuencia, de toda tendencia al facilismo.

Crowder, citado por Deterline (1969) propone un programa de selección múltiple para dar respuesta a las preguntas del programa. Si el alumno acierta en su selección, continúa avanzando en el programa según una secuencia lineal. Pero si la opción seleccionada es incorrecta, el programa lo remite a nuevos cuadros de información (ramas) en los cuales se aclara el error cometido. Este autor expresa que si el programa ofrece una información adicional que señale el por qué del error cometido, una respuesta equivocada no es del todo negativa desde el punto de vista del refuerzo. Deterline (1969) se opone a este tipo de programa ramificado por la posibilidad de fraude que acompaña el azar de una selección múltiple. Anteriormente, Skinner (citado por Deterline, 1969) opina que si el error no refuerza positivamente, el programa debe evitarlo. Además, una selección múltiple enfrenta al alumno a la lectura de enunciados falsos.

En líneas generales, estos son los enunciados skinerianos vigentes en la programación de la auto-instrucción. Numerosas investigaciones han sido realizadas para demostrar la

vigencia de estos principios. En la obra de Deterline (1969) se citan las siguientes:

Pressey (1950) encontró mayor rapidez en la asimilación y retención por mayor tiempo con un método programado (lectura y preguntas sobre lo leído) comparado con un método de sólo lectura.

Holland (1960) encontró que alumnos quienes escribieron sus respuestas lograron mejores aprendizajes que aquellos quienes sólo pensaron y no se les exigió elaborar sus respuestas por escrito.

Evans, Glaser y Homme (1959) encontraron que con programas de pasos cortos los alumnos cometían menos errores, tanto en las respuestas a los cuadros como en el examen final. El programa más eficiente fue de 51 cuadros, siendo el menos adecuado de 68 cuadros. Esto nos sugiere que el número de cuadros en que se puede dividir el conocimiento objeto de estudio, tiene un límite, pasado el cual, su efecto sobre el aprendizaje no es positivo.

Coulson y Siberman (1960) encontraron que el sistema de respuesta de selección múltiple exige menos tiempo que el sistema de respuesta elaborada. Pero si el alumno rinde

examen final con respuesta elaborada, su rendimiento es menor que el de los que rinden con respuesta de selección múltiple. El programa de respuesta abierta, prepara para cualquier tipo de examen, tratése de selección o de respuesta abierta. Estos mismos autores encontraron que programas largos y de pasos breves, daban mejores frutos.

Estos principios generales de la programación, se encuentran en cualquier programa de auto-instrucción. Su vigencia es ampliamente reconocida, y sobre ellos no se dirige la crítica que usualmente se hace a la programación. Aquella se orienta a destacar la importancia de aspectos mentales y emocionales implicados en el aprendizaje, los cuales fueron dejados de lado por Skinner al formular sus principios.

Si se desea transmitir un conocimiento particular, o una técnica sobre el manejo de cualquier instrumento, la programación lineal ceñida a los lineamientos skinnerianos, cumple con este propósito. El mismo Skinner experimentó sus programas con estudiantes universitarios y su interés no era otro que el de mejorar la eficiencia de la transmisión de conocimientos.

Pero cuando se trata de educar en su sentido más amplio,

estos principios de la programación dan una solución, al problema del aprendizaje, bastante limitada. La aplicación de estos principios a la tarea escolar de niños y adolescentes, exige una visión más amplia. Pues en estos casos, no se trata únicamente de la transmisión de conocimientos, se trata además, de la formación de un ser que responda intelectual y socialmente a una serie de exigencias procedentes de su circunstancia.

Max Joseph Hillebrand (1971) al hacer alusión a esta limitación de la programación skinneriana, se pregunta:

"¿Se ha abarcado, con la transmisión de la información, todo el problema del aprendizaje escolar?"

Señala este autor que si el aprendizaje y el pensar productivo deben colocar al alumno, libremente, en la situación de probarse frente a la solución de un problema, optar soluciones e indagar, indudablemente el sistema de Skinner es insuficiente para todas estas exigencias, pues los alumnos "son llevados con andaderas". Toda instrucción debe permitir el examen crítico intelectual, y ésto, según Hillebrand, no lo podrá lograr la programación skinneriana, hasta tanto no cumpla con todas las exigencias que le permitan sustituir a la instrucción que es considerada como usual.

"Nos damos cuenta que la simple apropiación de conocimientos no agota el proceso de la educación", dice Hillebrand. Esta debe ofrecer oportunidades para el desarrollo del pensar productivo y creador. H. Netzer (1963) citado por Hillebrand, dice que la programación permite un pensar autónomo, que puede ser consumado posteriormente, pero no es un pensamiento autónomo productivo.

Otra de las críticas que se señalan a la programación de la auto-instrucción en general, es el exagerado individualismo que promueve al proponer que cada alumno controle aisladamente su propio aprendizaje.

Hillebrand (1971) a este respecto, señala que si aceptamos que el hombre es un ser sociable, y que solamente puede realizarse dentro del encuentro con los demás hombres, entonces el aprendizaje educativo debe buscar y cultivar, dentro del marco de la instrucción, esta relación personal con los demás miembros de la comunidad escolar. Asevera el autor que, si consideramos que la situación de la instrucción trata de la penetración de dos procesos: el encuentro de la actividad del alumno con un contenido educativo y que el maestro, como conductor, ofrece el valor educativo del aprendizaje, las relaciones interpersonales del educando con otros miembros es necesaria.

Para efectos de este estudio, esta situación se resuelve en el sentido de que tanto los maestros como los compañeros del aula, son recursos a los cuales se remite el alumno con la finalidad de buscar información, bien sea discutiendo un punto de vista respecto a determinada situación, o solicitando alguna orientación pertinente. Por otro lado, el refuerzo será dado por la aprobación que hará el maestro a cada una de las respuestas correctas que el alumno redacte para el programa. Este refuerzo se hará en forma escrita u oral, dependiendo de cada caso.

Por último, este autor recomienda que para un sano desarrollo de la enseñanza programada, ésta no se debe atar a modelos teóricos demasiado estrechos, y que admita dentro del método del programa, conocimientos de la psicología del aprendizaje que apunten más allá del Behaviorismo.

J. Piaget (1970) piensa que si el propósito de la enseñanza es la repetición exacta de lo que correctamente se ha expuesto, entonces la programación es ideal para alcanzar este propósito. Pero si el caso es la reinención de la serie de razonamientos, la programación no excluye la comprensión ni el razonamiento mismo, pero los canaliza enojosamente y excluye toda iniciativa. Piensa que como todo método basado en el

estudio particular de algún aspecto del desarrollo mental, puede ser exitoso en determinados momentos y para determinados propósitos, y seguir siendo insuficiente como método general.

Se extrae de lo anteriormente expuesto, que muchos son los beneficios derivables de la programación con fines educativos en el aula escolar de niños y adolescentes, si a aquella se introducen modificaciones que tengan como punto de partida modelos de aprendizaje más amplios y generosos. Se quiere referir a una programación que, además de controlar y reforzar las conductas observables esperadas, planifique el desarrollo del pensamiento creador; en el sentido de que el conocimiento no sea una entidad a retener en la memoria, sino que el mismo sea objeto de un descubrimiento por parte del alumno, luego del manejo de algún mecanismo intelectual. Es en la planificación de este último punto, cuando bien puede aplicarse un modelo teórico de aprendizaje que apunte más allá del behaviorismo, como lo afirmó Hillebrand (1971).

Al observar la programación skinneriana, se nota que hay dos aspectos no tratados en los principios que rigen la misma. Estos aspectos son el orden que debe dársele a los

conocimientos dentro del programa, y las actividades que sigue el estudiante para alcanzar el conocimiento. Susan Meyer (1971) dice que el orden con el que se introduce la información, no es parte integral de la teoría general de la programación lineal. Se piensa que todo orden lógico con que se suministre una información, responde, no sólo a la lógica inherente a la materia misma del conocimiento, sino también a la manera como éste es apropiado por el intelecto. Precisamente, esta apropiación, está integrada por los mecanismos internos que ocurren en la persona que aprende, es un problema del entendimiento, que por no ser observable, es rechazado por la teoría de Skinner.

Muchas investigaciones han sido orientadas en el sentido de buscar una respuesta al planteamiento del orden lógico con que se deben introducir los conocimientos al programa. En la revista *The Research on Programed Instruction* (No.35; 1964), se reseñan las siguientes:

Zuckerman, Marshal y Groesberg (1961), y Levin y Baker (1962), compararon programas diseñados con una secuencia lógica, con programas cuya secuencia fue azarizada. No se llegó a mostrar diferencias significativas entre los aprendizajes con los dos métodos. Pero Roe (1962) si pudo demostrar diferencias significativas en un experimento similar.

Gavurin y Donahue (1960) encontraron que estudiantes con programas de secuencia lógica cometieron menos errores durante el proceso de aprendizaje, y necesitaron menos tiempo para alcanzar el criterio óptimo de aprendizaje. Pero un mes más tarde, los puntajes en un test de retención no fueron más altos que los que usaron programas de secuencia azarizada.

Robert Mager (1961) encontró que estudiantes que escogían la secuencia a seguir en el programa, optaban por una secuencia lógica algo similar a las utilizadas por los maestros en las clases. Estos últimos seguían una secuencia que iba de lo particular a lo general. Los estudiantes aprendían yendo de pequeñas generalidades a grandes generalidades. Es de notar que estos estudiantes estaban altamente motivados, aparentemente porque ellos podían controlar sus propios programas de aprendizaje.

No se encuentra en estas investigaciones una aclaración de lo que los investigadores señalan como orden lógico. A este respecto, Susan Meyer (1971) dice que

"ese orden calificado de lógico, no era, finalmente, tan lógico... o que segmentos del material estudiado en el experimento, no implican un orden lógico inherente. O que, tal vez, lo que parecía lógico para el programador, no tenía sentido lógico para el alumno".

La misma autora señala que a pesar de que los intentos para demostrar el orden lógico en los programas, han fracasado en muchas ocasiones, dice que

"si existe una regla que parezca tener un sentido intuitivo e incontrovertible, es que la materia debe dividirse en una sucesión lógica y ordenada...".

La misma autora en su obra (1971) propone cuatro métodos para elaborar secuencias fijas de los contenidos del programa. Estos métodos descansan en una lógica inherente a la materia misma, la cual es dividida en conceptos, leyes, principios y ejemplos de los mismos. Mediante deducciones o inducciones (según cada método) el programa transmite los conocimientos llevando al alumno desde el estudio de lo general a lo particular mediante el estudio de ejemplos o particularidades, o desde un proceso inverso.

En el presente estudio, se trata de comparar los aprendizajes que obtienen dos grupos de alumnos siguiendo dos métodos de estudio programados, cuyas estrategias para el orden lógico de los conocimientos se plantean de dos modos diferentes.

Para ambos programas los conocimientos a estudiar son los referentes a la estructura y función de la raíz, el tallo y

las hojas de las plantas superiores. Se estudian, también, los tejidos vegetales que constituyen esas estructuras y determinan esas funciones. Ambos programas están formados por tres paquetes de estudio.

En el programa que se decide llamar Experimental A1, para los fines de este estudio, se presenta una secuencia lógica para el orden de los conocimientos, la cual parte y gira en torno a un concepto base; la idea de tejido vegetal. En el primer paquete de estudio, se define y se indica un procedimiento para identificar un tejido. En el mismo paquete se estudian cinco tipos de tejidos vegetales. En el segundo paquete, se estudian diferentes tipos de raíces desde el punto de vista morfológico, se identifican los diferentes tipos de tejidos presentes en esta estructura y se deducen las funciones a partir de los tejidos identificados. De la misma manera se estudia el tallo y las hojas.

En el programa que se llamará A2, no existe una secuencia definida para los fines de la programación. Este programa copia la secuencia con que aparecen los conocimientos en un texto de Biología no programado. Para el primer paquete, se presenta el estudio de los cinco tejidos vegetales ya señalados. En el segundo paquete se estudia la raíz haciendo

énfasis en sus funciones y dejando de lado la parte morfológica referente a tejidos. De igual modo se estudia el tallo y la hoja en los paquetes siguientes.

El texto de Biología que sirve de modelo para la secuencia del Programa Experimental A2, tiene una secuencia lógica para cada uno de los capítulos que cubren el estudio de los órganos vegetales. En el primer capítulo se estudian tejidos vegetales, pero para el segundo y tercer capítulo, este concepto está sobreentendido, y se va directamente al estudio de las funciones de los órganos del vegetal. Es decir, el texto parte de una idea morfológica y termina con una idea funcional.

Respecto a la técnica de programar empleada para el Programa Experimental A2, J. Piaget (1970) dice:

"Habría podido esperarse que el método de Skinner tuviera al menos como resultado librarnos de la exagerada dependencia de los manuales escolares, de los que hasta sabemos qué graves problemas presentan... Pero a menudo ocurre que, para facilitarse el trabajo de programación, simplemente se utilizan manuales existentes, eligiendo, desde luego, los que mejor se prestan a encadenamientos de preguntas y respuestas por el modo más pasivo y más automático".

Tal práctica genera un programa cuya finalidad fundamental

es la transmisión de conocimientos, antes que diseñar una estrategia para un pensar creador y productivo.

El segundo aspecto no tratado en los principios skinnerianos para la programación, es el referente a las actividades que conforman el programa. La práctica común en la programación consiste en leer los textos de información y responder a las preguntas que sobre el texto formula el programa. Usualmente el alumno se limita a buscar la parte específica de la información que se ajusta adecuadamente como respuesta. Al igual que el orden lógico de los conocimientos, los modelos de actividades no son parte de un cuerpo teórico dentro de la programación lineal.

Se piensa que en el aspecto de los modelos de actividades para aprender, al igual que en la secuencia lógica de los conocimientos, el programador encuentra una oportunidad para elaborar un programa que procure el desarrollo del pensamiento creador y productivo en el estudiante, además de la simple transmisión de conocimientos.

Se cree que un modelo de actividades para aprender, debe dirigir al estudiante paso a paso hasta alcanzar el conocimiento. Cada uno de estos pasos se corresponde con modelos

de los procesos mentales mediante los cuales el hombre aprende. Dichos procesos están explicados y señaladas sus secuencias en una teoría del aprendizaje.

En un experimento realizado por Gagné y Brown (1964), éstos encontraron diferencias significativas (al nivel  $P = .02$ ) en el empleo de tres programas. El mejor resultó ser el programa que guiaba al alumno, dándole más y más información hasta producir y descubrir el concepto. En segundo lugar estuvo el programa que ofrecía suficiente material para que el alumno produjera el concepto, y en tercer lugar el programa que daba los conceptos acompañados de algunos ejemplos. Este experimento demuestra que no basta el suministro suficiente de material para el descubrimiento de un concepto y crear un buen programa. Es necesario que ese material se organice de algún modo que pueda guiar al alumno al descubrimiento del concepto. Demuestra, además, que un aprendizaje es más efectivo cuando el mismo es producto de la actividad creadora (descubrir). De aquí que se piense en el diseño de un modelo de actividades para aprender, como una estrategia útil en la organización de los materiales que se le suministran al alumno, con la finalidad de desarrollar conductas creadoras.

Se acepta que el pensamiento creador se observa cuando,

partiendo de una observación de los hechos o fenómenos reales, es capaz el alumno de descubrir relaciones y explicar los fenómenos. Planteándose el concepto de pensamiento creador de este modo, resulta más adecuada y fácil su operacionalización en el momento de evaluar resultados. Por otro lado, evita el manejar términos abstractos que conducen a situaciones controvertidas. Esto se puede observar cuando Hillebrand (1971) dice que no hay pruebas que demuestren que el pensamiento creador sea planificable. En respuesta, Correl, citado por Hillebrand, dice que en principio lo es, aunque su demostración científica será dada con los años. Como principio, entonces, operacionalizar el concepto de pensamiento creador es una práctica que resulta conveniente para delimitar los objetivos de un programa de instrucción.

El pensamiento autónomo-productivo, según opinión de Correl, es desarrollado por un programa de instrucción, cuando los temas de estudio se presentan dentro de un "método descubridor".

El método descubridor más ampliamente utilizado por el hombre es el método científico. Se cree, entonces, que si las actividades del programa siguen el método científico para llevar al alumno al descubrimiento de los conceptos, se

estará proponiendo una estrategia para el desarrollo del pensamiento productivo. Dichas actividades deben abarcar situaciones que permiten la observación, formulación de hipótesis y la comprobación de las mismas.

Estas actividades, diseñadas dentro del método científico, exigen una serie de procesos mentales o habilidades intelectuales, que comprenden comparaciones, diferenciaciones, clasificar, generalizar y deducir.

Piaget (1970) habla del desarrollo de las operaciones mentales. Dice que entre los 11 y 12 años se alcanza el último período del desarrollo, cuyo carácter es la conquista de un modo de razonamiento, que, además de recaer sobre objetos y realidades, genera hipótesis y proposiciones. Es decir, se alcanza la formación de las operaciones proposicionales, además de las operaciones concretas y disyuntivas, ya alcanzadas en edades anteriores. Dice Piaget que con las operaciones proposicionales se hace posible la formación del espíritu experimental. En presencia de fenómenos, el niño disocia factores, los hace variar por separado, los combina sistemáticamente. Es decir, combina hipótesis y las verifica experimentalmente. Un programa orientado hacia el desarrollo de estas capacidades, procura una enseñanza que va más allá de la mera repetición de principios y leyes.

Dice Piaget que el desarrollo intelectual exige, esencialmente la actividad del sujeto. La operatividad es ineludible, desde la acción sensoriomotriz hasta las operaciones mentales más complejas y mejor interiorizadas, para que el intelecto del niño alcance un desarrollo tal que le permita crear y producir. Para asimilar un objeto, Piaget, citado por Hans Aebli (1959) expresa que el niño necesita esquemas de actividades tales como: asir, cortar, desarrollar, seriar, clasificar, contar, reducir, seccionar y establecer relaciones entre fenómenos. Aebli, basándose en Piaget, opina que la génesis del pensamiento del niño, es la génesis de sus esquemas de asimilación, las cuales exigen operaciones para actuar sobre los fenómenos.

Piaget, permite determinar la etapa del desarrollo intelectual en la cual se encuentra el niño que ha de utilizar un programa con fines de aprendizaje. Dice cuales son los procesos mentales que caracterizan a cada etapa y describe actividades mediante las cuales esos procesos mentales toman cuerpo y se realizan. Pero para los fines de la planificación de las actividades del programa de auto-instrucción, se necesita una orientación más específica, que señale un orden a la secuencia de dichas actividades. Ya se ha dicho que el

método científico indica un orden para la secuencia de las actividades, pero este método implica otras actividades como lo son discriminaciones, diferenciaciones, clasificaciones y usos de conceptos previos, de modo que es necesaria una orientación para el orden que se le ha de dar a éstas últimas actividades. No basta que al alumno se le indique que observe un fenómeno dado, es necesario que sepa qué hacer para observar adecuadamente, y en qué orden debe hacerlo.

Gagné (1976; p. 62) habla de las habilidades intelectuales y las estrategias cognoscitivas, las cuales pueden relacionarse con la teoría de Piaget relativa al desarrollo intelectual. Al esquema de Piaget se le puede acomodar adecuadamente las habilidades intelectuales, señala Gagné, mientras que las estrategias cognoscitivas, pueden considerarse como los máximos logros de gran parte del aprendizaje, los cuales se desarrollan a partir de las habilidades intelectuales.

Las habilidades intelectuales constituyen conocimientos prácticos que facultan al estudiante para interactuar con su medio ambiente por medio de símbolos, como lo son, letras, cifras, palabras y gráficos. La habilidad intelectual más sencilla es la discriminación (Gagné, 1975), la cual consiste en distinguir una característica diferente en un objeto de

otro. Esta habilidad es un prerrequisito para el aprendizaje de otros tipos de habilidades. El concepto es la segunda habilidad intelectual señalada por Gagné, más compleja que la habilidad anterior. El concepto concreto capacita al individuo para identificar una clase de objetos, identificando la clase completa de cosas, indicando uno o más ejemplos. El concepto definido permite al alumno hacer demostraciones; es, en realidad, una regla para la clasificación de objetos, pues utiliza un concepto aprendido en otro contexto para aplicárselo a situaciones diferentes. La tercera habilidad intelectual es la regla, la cual permite que el alumno lleve algo a cabo utilizando símbolos. Ella hace posible que el individuo responda a una clase de cosas con una clase de actuaciones orientadas por la regla misma. Las reglas de orden superior señala Gagné, son habilidades intelectuales formadas por la reunión de varias reglas simples, las cuales utiliza el alumno para resolver problemas nuevos. En resumen, las habilidades intelectuales propuestas por Gagné, en orden de complejidad, son: discriminación, conceptos, reglas y reglas de orden superior.

Cuando se le plantea al alumno un problema nuevo, debe aplicar los conocimientos y las habilidades aprendidas

previamente. Si bien estas habilidades son necesarias, necesita una estrategia para abordar el problema nuevo. Estas estrategias son organizaciones internas del alumno que le controlan los procesos de aprender, atender, recordar y pensar, determinando la originalidad y firmeza de su pensamiento. Gagné las denomina estrategias cognoscitivas.

Las estrategias por ser organizaciones internas del alumno, sólo pueden ser afectadas indirectamente por la enseñanza, a fin de promover su adquisición y desarrollo. No obstante, hay que organizar los acontecimientos externos con el fin de aumentar la probabilidad de que ocurran esos acontecimientos internos. Generalmente las condiciones más favorables son las que dan oportunidades para el desarrollo y uso de las mismas estrategias cognoscitivas. En otras palabras, para aprender a pensar, es necesario que se le de la oportunidad de hacerlo. Lo que se puede hacer es presentar al alumno situaciones nuevas que representen una condición favorable para pensar.

Se puede planificar las habilidades intelectuales sabiendo que de éstas surgirán las estrategias cognoscitivas, cuando al alumno se le ponga a resolver problemas novedosos.

El Programa Experimental Al estará programado con actividades que coloquen al alumno en situación de observar un fenómeno dado. En esta situación, se harán discriminaciones para señalar características, se aplicará conceptos para clasificar el fenómeno observado, y se aplicará reglas para arribar a conclusiones respecto al fenómeno observado. Cuando le corresponda analizar una situación nueva, empleará las habilidades aprendidas anteriormente para abordar el problema que se le plantee. El programa procurará recordar al alumno las habilidades aprendidas mediante el uso de claves verbales como "acuérdate", "lee tal párrafo en tal página" "repase lo que hizo en tal actividad".

El dominio y la incorporación de estas estrategias por parte del alumno, es un hecho observable sólo cuando una práctica prolongada así lo permite.

El Programa Experimental Al, tendrá una organización espiraloide (Bruner, 1960; Susan Meyer, 1971), según la cual los conceptos básicos se introducen a un nivel sencillo y general. Luego estos conceptos se manejarán a un nivel más amplio con la finalidad de descubrir nuevas relaciones y deducir conclusiones. Para cada nueva aplicación del concepto básico, se le suministra al alumno sugerencias para recordar

los mismos, se le remite a fuentes de información diversas a fin de que pueda manejar el concepto básico con un lenguaje escrito o gráfico.

El Programa Experimental A2 tiene una estructura lineal y frecuentemente recurre a la técnica de los cuadros de copia. La información que contiene los conceptos a aprender, aparece en pequeños cuadros. El alumno lee dicha información y responde las preguntas que a continuación aparecen. Generalmente, para responder estas preguntas, el alumno utiliza una o más palabras de las que presenta el cuadro. La tarea consiste fundamentalmente, en buscar la respuesta en el texto de cada cuadro.

Susan Meyer (1971) opina respecto a esta técnica de programación, diciendo que es un procedimiento inadecuado para el dominio de la materia por parte del alumno. Conduce al facilismo y lo único que logra es suprimir conductas equivocadas pero no da elementos para que la respuesta se encuentre por propio razonamiento del alumno. Responder a una pregunta de un cuadro de copia, demuestra que el alumno es capaz de interpretar o transformar oraciones de una estructura a otra, que leen su idioma y pueden copiarlo. Lo ideal es que

el alumno opte una respuesta basándose en el entendimiento del cuadro o de alguna exposición anterior del contenido.

### Problema

Con base en lo anteriormente planteado, se propone someter a prueba un programa de estructura espiraloide, el cual responde a un modelo de ordenamiento lógico de los contenidos en función de la naturaleza de la materia objeto de estudio. Este ordenamiento responde también a un modelo de actividades orientadas a la promoción y desarrollo de habilidades y estrategias intelectuales en el alumno, con la finalidad de producir aprendizajes que abarquen, además del nivel de conocimiento, los niveles de comprensión y aplicación de los mismos.

Mediante esta investigación, se espera dar respuesta a las siguientes preguntas.

¿Produce mayores aprendizajes el programa espiraloide que el programa lineal habitual utilizado en el sexto grado del Colegio Americano?

¿Procura el programa espiraloide mayor desempeño del alumno en ítemes de prueba que exploren niveles de comprensión y aplicación de los conocimientos?



### III. METODOLOGIA

En este capítulo se presentan las hipótesis y la definición de variables, el tipo de investigación y el modelo estadístico utilizado. Se define la población y la muestra seleccionada para la investigación y el procedimiento que se siguió para la realización del estudio.

#### A. Hipótesis

Sobre la base del problema planteado en el capítulo anterior, se formulan las siguientes hipótesis.

Hipótesis 1. Existen diferencias significativas al nivel de  $P_{\alpha} = 0.05$  entre las medias de los puntajes obtenidos en una prueba de rendimiento por el grupo de alumnos que trabajó con el método de programación espiraloide, y los obtenidos por el grupo que trabajó con el lineal.

Hipótesis 2. Existen diferencias significativas al nivel de  $P_{\alpha} = 0.05$  entre las medias de los puntajes en los tres niveles de clasificación de los ítems de una prueba de rendimiento: conocimiento, comprensión y aplicación, obtenidos por el grupo de alumnos que trabajó con el método de programación espiraloide, y los obtenidos por el grupo que trabajó con el lineal.

## B. Variables

El nombre, la notación y la definición operacional de las variables independientes involucradas en esta investigación, son.

### 1. Método de programación espiraloide. Experimental A1.

Programa de estudio que ofrece toda la información necesaria para que el alumno, por cuenta propia, llegue a aprender los conocimientos de una unidad de ciencias. La información tiene una secuencia a manera de espiral: para abordar un concepto nuevo el alumno debe recordar uno o varios conceptos estudiados anteriormente en el programa.

### 2. Método de programación lineal. Experimental A2. Pro-

grama de estudio que ofrece toda la información necesaria para que el alumno, por cuenta propia, llegue a aprender los conocimientos de una unidad de ciencias. La información tiene una secuencia lineal, según la cual el alumno avanza en el programa adquiriendo un concepto tras otro, sin que necesite regresar a conceptos dados anteriormente en el programa.

### 3. Nivel de clasificación del ítem: conocimiento. B1.

Número de respuestas correctas dadas por cada alumno

en los ítemes (de una prueba de aprendizaje) que exploran el recuerdo o evocación de los términos de un concepto.

4. Nivel de clasificación del ítem: comprensión. B2.

Número de respuestas correctas dadas por cada alumno en los ítemes (de una prueba de aprendizaje) que exploran la comprensión de uno o varios conceptos en el estudio total o parcial de un problema tratado en el programa de estudio.

5. Nivel de clasificación del ítem: aplicación. B3.

Número de respuestas correctas dadas por cada alumno en los ítemes (de una prueba de aprendizaje) que exploran la aplicación de uno o varios conceptos en la resolución de un problema nuevo, no tratado en el programa de estudio, pero relacionado con los tratados en el mismo.

El nombre, la notación y la definición operacional de la variable dependiente, es.

1. Rendimiento escolar. Y. Número de respuestas correctas de cada uno de los alumnos en una prueba de rendimiento.

C. Método

Dadas las características del problema de esta investigación,

su resolución se hizo de acuerdo a los lineamientos de una investigación experimental, puesto que se trata de

"...obtener datos de dos observaciones minuciosas con el fin de hacer una comparación formal... implican comparaciones obtenidas bajo condiciones controladas".

Campbell (1973; p. 32). Además, trata de cumplir con las recomendaciones expuestas por Luis Castro (1977; p. 25), las cuales indican que se debe responder a la pregunta específica de la investigación (problema), por medio de manipulación preestablecida de variables independientes, control de variables intervinientes mediante la azarización y parametrización y empleo de mediciones y expresiones cuantitativas de los datos.

La ausencia de un pretest que controlara la diferencia previa entre los grupos experimentales, debilita la validez del experimento. Este problema se salva, en parte, por la azarización de los alumnos, tanto para la colocación en los cursos como para la asignación en cada uno de los grupos experimentales.

Se puede asumir la igualdad de los grupos, en el sentido que lo demuestra la investigación efectuada por Feldhusen y

Eigen (1963), reseñada en The Research on Programed Instruction (No.35; 1964). Ellos encontraron que la actitud de los estudiantes hacia el programa no está consistentemente relacionado con la cantidad de aprendizaje. Ningún estudio mostró que C.I. o habilidad en la lectura tuviese el mismo peso sobre aprendizajes cuando se usan métodos programados, que cuando se usan otros métodos no programados. Es de esperar estos resultados, pues el método programado permite que cada estudiante aprenda a su propio paso, atendiendo diferencias individuales.

En cuanto al nivel socioeconómico, los grupos presentan marcada homogeneidad.

El experimento es ciego parcialmente, y la comunicación entre grupos está controlada por la separación de grados y las horas diferentes para la asistencia a clase.

#### D. Diseño experimental

El paradigma estadístico de esta investigación se presenta en la siguiente página.

El tratamiento estadístico utilizado para comprobar las hipótesis planteadas, fue la prueba t de diferencia entre medias independientes.

		A		Total f
		A1	A2	
B				
B1		$\bar{Y}_{B1A1}$	$\bar{Y}_{B1A2}$	$\bar{Y}_{B1\text{tot.}}$
B2		$\bar{Y}_{B2A1}$	$\bar{Y}_{B2A2}$	$\bar{Y}_{B2\text{tot.}}$
B3		$\bar{Y}_{B3A1}$	$\bar{Y}_{B3A2}$	$\bar{Y}_{B3\text{tot.}}$
Total <sub>c</sub>		$\bar{Y}_{1\text{tot.}}$	$\bar{Y}_{\text{tot.}}$	$\bar{Y}_{\text{tot.}}$

Se establecerá si es estadísticamente significativa, al nivel  $P_{\alpha} = 0.05$ , la diferencia entre las medias de los tratamientos y entre las medias que cada uno de los grupos experimentales obtienen en los diversos tipos de ítemes.

Finalmente se hace un análisis de varianza para datos repetidos utilizando un diseño factorial 2x3.

Se determinarán los valores de las diferentes fuentes de varianza por separado, y las cuales en conjunto están determinando los resultados que se han obtenido. Simultáneamente interesa conocer si las diferencias entre las medias de los diversos niveles de los ítemes son significativas.

#### E. Población y muestra

1. Población. Para los efectos de generalización de los

resultados de la investigación, la población está integrada por los grupos de alumnos que en los próximos años cursarán el sexto grado de primaria del Colegio Americano. Será con estos grupos con los que se pondrá en práctica las reformas que se le puedan hacer al método de estudio programado, en base a los resultados de esta investigación.

2. Muestra. La muestra que se investigó estuvo formada por los 88 alumnos que durante el año 1978 integraron el sexto grado de primaria del Colegio Americano de Guatemala. Es una muestra preestablecida y por esa razón, su representatividad es discutible. Sin embargo, este grupo de 88 alumnos constituían todos los que integraban las tres secciones del sexto año.

#### F. Instrumento

Procedimiento. Después de la visita efectuada a la Sección Primaria del Colegio Americano de Guatemala, con la finalidad de observar su funcionamiento, sobre todo en lo referente a la programación de los llamados paquetes de aprendizaje, surgió el interés por ahondar más en el conocimiento de este método a fin de determinar hasta qué punto cumple con los objetivos para los cuales se le utiliza. Para tal fin se realizaron las siguientes actividades.

1. Se visitaron las secciones de sexto grado y se platicó con las maestras, quienes tienen a su cargo la enseñanza de las ciencias. Se solicitó información acerca del método empleado para preparar los programas o paquetes; sobre el número de alumnos; la edad de los mismos; el rendimiento general y las impresiones que tenían respecto a la enseñanza con métodos programados.
2. Se seleccionó la unidad de estudio a cubrirse y se prepararon los paquetes de aprendizaje, los cuales fueron traducidos al Inglés. Se fijó la fecha de inicio de aplicación de tratamientos, y se buscó el material necesario para el período experimental.
3. Se platicó con las maestras a fin de establecer la serie de controles o cuidados que se deberían tener durante la aplicación de los tratamientos. Estos controles se refieren a ciertos aspectos de validez interna del diseño experimental utilizado. No se trató lo referente al programa experimental A1 para evitar contaminación en la elaboración del programa A2, y a la vez procurar que el diseño fuese parcialmente ciego.
4. Se elaboró una prueba de 100 ítems. Se trató que ésta cubriera al máximo todos los aspectos tratados

en los programas de estudio. Mediante el procedimiento test-retest, se calculó la confiabilidad de la prueba, la cual fue de .74; y luego de un análisis de ítemes, se extrajo 45 de éstos para formar una prueba definitiva, la cual se incluye en el Apéndice A.

5. Se aplicó la prueba inmediatamente después de terminada la administración de los tratamientos, los cuales duraron tres semanas. Se recogieron y ordenaron los datos para luego hacer los cálculos de las estadísticas descriptivas e inferenciales.

6. Se platicó con las maestras acerca de la impresión de los alumnos frente al nuevo paquete de aprendizaje. Los comentarios de los maestros y alumnos se presentan en el capítulo V de este trabajo.



#### IV. RESULTADOS

En este capítulo se presentan las tablas que contienen los resultados de la presente investigación. Para cada tabla se hace una breve descripción de los datos que contiene.

##### A. Estadísticas descriptivas

La tabla 4.1 resume las estadísticas descriptivas de los puntajes de rendimiento de los alumnos en el test. Las columnas proporcionan las estadísticas correspondientes a los grupos experimentales A1 y A2; y las filas presentan las estadísticas correspondiente al desempeño de los alumnos en cada una de las categorías de ítemes en que se dividió la prueba.

En las medias totales, el grupo experimental A2 superó al grupo A1 por 33 centésimas de unidad. Las medias totales entre los diversos tipos de ítemes son diferentes, siendo la mayor de 11.15 para el nivel de conocimiento, y la menor de 7.68 para el nivel de aplicación. En el nivel de conocimiento, la media del grupo experimental A2 es 84 centésimas de unidad mayor que la media del grupo experimental A1. En el nivel de comprensión, la media del grupo experimental A1 es 45 centésimas de unidad más grande que la del grupo A2. En

el nivel de aplicación, el grupo A2 tiene una media que es 64 centésimas mayor que la media del grupo A1.

Tabla 4.1

Número de casos, medias y desviaciones estándar del rendimiento de los alumnos de los grupos A1 y A2 en los niveles de conocimiento, comprensión, aplicación y total de la prueba

Nivel del ítem	Experimental A1	Experimental A2	Total
Conocimiento	$\bar{X}$ 10.7272	$\bar{X}$ 11.6581	$\bar{X}$ 11.15
	s 2.979	s 2.592	
	n 44	n 44	n 88
Comprensión	$\bar{X}$ 8.5681	$\bar{X}$ 8.1136	$\bar{X}$ 8.34
	s 3.273	s 3.214	
	n 44	n 44	n 88
Aplicación	$\bar{X}$ 7.3636	$\bar{X}$ 8	$\bar{X}$ 7.68
	s 2.488	s 3.221	
	n 44	n 44	n 88
Totales	$\bar{X}$ 8.89	$\bar{X}$ 9.22	$\bar{X}$ 9.056
	s 3.6	s 0.43	s 3.9
	n 44	n 44	n 88

La desviación estándar total del grupo A1 es de 3.6 y la del grupo A2 de 4.3. La mayor dispersión de los alumnos del grupo A1, se presenta en el nivel de comprensión (3.273), siendo la menor en el nivel de aplicación (2.488).

En el grupo A2 la mayor dispersión está en el nivel de aplicación (3.221), siendo la menor en el nivel de conocimiento (2.592).

#### B. Estadísticas inferenciales

En la tabla 4.2 se presenta el resumen de las pruebas "t" para el contraste de medias de los datos extraídos de los resultados de la prueba rendida por ambos grupos de alumnos.

La tabla 4.2 contiene, para cada nivel de clasificación de los ítems y para el total de la prueba, las medias, las pruebas de "t" entre medias y los valores críticos correspondientes a ese número de grados de libertad.

Los contrastes se hicieron entre las medias de los grupos experimentales A1 y A2 extraídas de los puntajes totales obtenidos en la prueba, y entre las medias obtenidas para cada nivel de clasificación de los ítems en ambos grupos.

La diferencia entre las medias totales es de 0.32,

correspondiéndole al grupo A2 la mayor de ellas. La "t" observada para esta diferencia .02 resultó ser menor que el valor crítico.

En los niveles de clasificación de los ítemes, la mayor diferencia entre las medias corresponde al nivel de conocimiento (0.84) presentando una "t" observada inferior al valor crítico. La menor de las diferencias la presenta el nivel de aplicación (0.64) con una "t" observada menor que el valor crítico. Igual resultado se presenta para la diferencia que muestran las medias en el nivel de comprensión.

Tabla 4.2

Prueba de "t" de la diferencia entre medias obtenidas por los alumnos en la prueba de rendimiento total y en cada uno de los niveles en que se dividió la misma  
( $g_1 = 86$ )

Nivel de los ítemes	Medias de ambos grupos		$P_{\alpha} = .5$	
	A1	A2	$t_o$	$t_c$
Conocimiento	10.72	11.56	1.4	2.0
Comprensión	8.57	8.11	0.2	2.0
Aplicación	7.36	8.00	1.0	2.0
Total	8.88	9.20	0.2	2.0

El valor crítico de "t" fue estimado para un nivel de confianza de  $P_{\alpha} = 0.05$ , con 86 grados de libertad, siendo el número de observaciones o sujetos igual a 44.

La tabla 4.3 contiene los grados de libertad, las sumas de cuadrados, la media de los cuadrados, la F observada y la F crítica para las diferentes fuentes de varianza. Estas son: entre sujetos, método de enseñanza (A), sujetos intragrupo (error), intrasujetos, nivel del ítem (B) y nivel del ítem por sujeto intragrupo (error).

Tabla 4.3

Resumen del análisis de la varianza producida por los tratamientos y por el tipo de ítem

Fuente de varianza	gl	SC	CM	$F_o$	$F_c$ $P_{\alpha} = 0.05$
Entre sujetos (varianza total)	87	1439.358			
Método de enseñanza (A)	1	7.67	7.67	0.46	3.96
Sujetos intragrupo (error)	86	1431.588	16.646		
Intrasujetos (varianza total)	176	2390.932			
Tipo de ítem (B)	2	586.256	298.128	28.58**	3.06
Sujeto intragrupo (error)	172	1794.676	10.43		

De la varianza total entre grupos de tratamientos (1349.258), corresponde la mayor parte a varianza de error (1431.588); correspondiéndole la menor parte de la varianza al efecto de los tratamientos (7.67).

De la varianza total entre los niveles de ítemes (2390.932); la mayor parte corresponde a la varianza debida al nivel del ítem (586.256).

Al comparar la razón F observada en los efectos principales con la razón F crítica, para un nivel de significación  $P_{\alpha} = 0.05$ , resulta significativo el efecto principal debido a los tipos de ítemes, siendo no significativo el efecto debido a los tratamientos.

## V. DISCUSION

En este capítulo se presenta la interpretación de los resultados obtenidos y algunos comentarios tendientes a explicar los mismos. Seguidamente se presentan las conclusiones de esta investigación y se proponen algunas recomendaciones, tanto para las autoridades educativas de la Sección Primaria del Colegio Americano de Guatemala, como para futuras investigaciones en este campo.

### A. Interpretación de los resultados

Según los datos presentados en la tabla 4.2, las pruebas  $t$  de diferencia entre medias observadas tanto para el tipo de método, como para los niveles de clasificación de los ítemes, resultaron ser menores que la  $t$  crítica para 86 grados de libertad y un nivel de confianza de  $P_{\alpha} = 0.05$ .

En consecuencia, se aceptan las hipótesis nulas que afirman la igualdad entre las medias de los grupos experimentales.

Resumiendo, la presente investigación, no muestra diferencias significativas entre las medias de los dos tratamientos. Tampoco hay diferencias significativas entre el

desempeño de los dos grupos, en cada uno de los tipos de ítemes.

Al comparar la desviación estándar de los grupos experimentales (ver tabla 4.1) se nota que el grupo experimental uno puntea más cercano a su media que como lo hace el grupo experimental dos. Este grupo presenta datos más dispersos respecto a su propia media. La mayor dispersión está dada por los ítemes de comprensión y de aplicación, siendo mayor la de éste último.

En el grupo experimental uno, por el contrario, sus datos tienden a agruparse en torno a la media de cada nivel de ítem de un modo bastante constante.

Es evidente que en el nivel de conocimientos, los datos, no sólo presentan mayor media, sino que están más compactados en torno a la misma en ambos grupos. La media menor se observa en el nivel de aplicación, y en éste los punteos se dispersan más comparados con el nivel de conocimientos. La mayor media en aplicación la obtuvo el grupo experimental dos, pero este grupo también aporta la mayor dispersión. Es decir, la mayor media en este nivel la tiene el grupo experimental dos, pero sus datos están más dispersos. El grupo

"experimental uno , aunque presenta menor media en rendimiento total, sus datos se agrupan con mayor homogeneidad en torno a la media del grupo.

En el nivel de comprensión, los datos de ambos grupos presentan una dispersión bastante parecida, mientras que la media del grupo experimental uno es ligeramente mayor que la media del grupo experimental dos.

Según los datos presentados en la tabla 4.3, la F observada para la variable B, tipo de ítem, es mayor que el valor crítico de la F a un nivel de  $P_{\alpha} = < 0.05$  para 2 y 172 grados de libertad. Por tanto se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la alternativa que afirma que hay diferencias significativas entre los tres niveles de ítemes.

Al observar la varianza de los punteos, se nota que la mayor parte está dada por errores no explicados por el experimento, por factores extraños no controlados por el diseño, o por elementos de contaminación durante el período experimental.

En el efecto principal debido al método de enseñanza (A), la varianza experimental aporta una mínima parte (7.76) a la varianza total, perteneciendo el mayor aporte a la varianza de error (16.65).

Contrariamente, los diferentes niveles de ítemes aportan aproximadamente una cuarta parte de la varianza total observada, correspondiendo el resto de la varianza a errores no controlados.

## B. Conclusiones

Con los resultados de este experimento no se puede demostrar que la planificación del programa de instrucción, siguiendo el orden lógico explicado en los capítulos II y III, produce mayores y mejores aprendizajes que el programa cuyo orden se toma de un texto sobre la materia, el cual no ha sido programado.

Tales resultados eran esperandos, dadas algunas circunstancias que, de uno u otro modo, introducirían errores en el experimento.

En primer lugar, la duración de la aplicación de los tratamientos fue muy breve. Resulta difícil demostrar la bondad de un método de enseñanza con resultados obtenidos durante las tres primeras semanas de estarlo aplicando. Esta dificultad, aumenta cuando la diferencia entre los dos métodos no es radical, ni diametralmente opuesta. Los datos considerados se tomaron de ese período de la aplicación de un método

cuando el alumno aún se está adaptando al nuevo procedimiento para aprender. El programa "experimental uno" enfrenta al alumno a situaciones de aprendizaje en las cuales debía desplegar conductas que usualmente no pone en juego al aprender, como son observar y diferenciar.

En segundo lugar, la recepción del nuevo programa "experimental uno" no fue del todo favorable. Los maestros reportaron quejas de los alumnos de este grupo, referidas a la longitud del programa. Ciertamente el programa "experimental uno" es más largo que el utilizado por el "experimental dos", debido a que el "experimental uno" proponía mayor número de actividades para llegar a un concepto. Esas actividades tenían por objeto hacer que el alumno descubriera y se formulara verbalmente el concepto, mientras que el grupo "experimental dos", ofrecía el concepto dentro de un texto de información y la tarea del alumno consistía en buscarlo para colocarlo como respuesta a las preguntas que el programa le formulaba. La diferencia de las actividades antes señaladas, no sólo fastidió al alumno debido al tiempo que le exigía responder al "programa experimental uno", sino que le exigía un cambio de rutinas, sin que antes descubriera las bondades o satisfacciones que pudiera derivar de las

actividades nuevas que se le exigía adoptar. Se considera que el proceso de adaptación actuó como variable extraña, impidiendo obtener los resultados esperados y expuestos en las hipótesis del experimento. Sin embargo, al observar que el nivel de rendimiento de los dos grupos fue igual, puede pensarse que al convertir la situación "experimental uno" en el método usual, posiblemente este método rinda mejores resultados que el programa "experimental dos", pues éste sin tener las dificultades señaladas para el primero, no produjo rendimientos superiores.

En tercer lugar, el problema de contaminación de grupos es difícil de controlar en los cursos paralelos del Colegio Americano de Guatemala. Aún cuando estuvieron separados por cursos, el grupo "experimental uno" del "experimental dos", no hubo garantía de una no comunicación entre los miembros de ambos grupos fuera del aula.

En base a los datos obtenidos, se puede inferir lo siguiente: los alumnos rindieron más en el nivel de ítemes de conocimientos en ambos grupos. Si el programa de auto-instrucción debe aumentar no sólo la cantidad, sino también la calidad del aprendizaje, en este caso tanto el programa "experimental uno" como el "experimental dos" no lograron sus

objetivos. Basta observar la tabla 4.1 para constatarlo. En cualquiera de los niveles de ítemes, el máximo número de respuestas correctas posibles era de 15. En el nivel de conocimientos, la media de respuestas correctas fue de diez, mientras que la media de comprensión y aplicación fue de ocho y siete respectivamente, siendo la media general de nueve.

Esto demuestra la poca habilidad que presentan los alumnos para desempeñarse en exámenes que les exijan procesos intelectuales más complicados que la mera evocación de conceptos.

El diseño propuesto para el programa "experimental uno", tiene como propósito fundamental, ejercitar al alumno para el éxito en la resolución de situaciones en las cuales la comprensión y la aplicación de conceptos previamente aprendidos, sean las conductas exigidas. Sin embargo, los resultados de este experimento muestran que no se produjo tal efecto en los alumnos, y que los mismos siguieron desempeñándose mejor en el nivel de conocimiento. Además de los problemas de adaptación señalados anteriormente, es probable que en este caso se opere lo señalado por Gagné (1975); él afirma que el dominio y la incorporación de las estrategias

y habilidades cognoscitivas es un hecho observable luego de una práctica prolongada (ver Marco Teórico, página 41). Probablemente, la bondad del programa "experimental uno" sea observable luego de un largo período de aplicación, durante el cual el alumno internalice las estrategias cognoscitivas para descubrir y aplicar conceptos.

Es conveniente señalar que a la par de las variables intervinientes antes señaladas, pudieran actuar otras muchas variables que, por desconocidas, escaparon al debido control. Tales variables pueden estar relacionadas con los instrumentos de medición, o con otros factores que caracterizan la compleja conducta humana.

La varianza introducida por estos factores se puede observar en la tabla 4.3 como varianza de error. Esta es producida, además de los factores antes señalados, por otros no reconocidos para los efectos de la presente investigación.

Esta misma tabla permite inferir que de acuerdo a los niveles en los que se han clasificado los ítemes, éstos realmente miden variables diferentes. Las diferencias significativas entre las medias de estos tres niveles, sugieren que los ítemes exploraron conductas también diferentes. Aunque esa evidencia

no está directamente involucrada en las hipótesis planteadas, si aporta evidencia acerca de la validez del instrumento desarrollado para esta investigación.

En resumen, con los resultados de este experimento, no se puede sostener las dos hipótesis que se plantearon. No se puede demostrar que el programa espiraloide "experimental uno" rinda mayores aprendizajes que el programa lineal habitual "experimental dos".

Se puede extraer una conclusión: que los dos métodos sólo promueven el aprendizaje de conocimientos, la cual es una razón para continuar en la búsqueda de la mejor manera de programar.

### C. Recomendaciones

Considerando las bondades que teóricamente se pueden sostener para la instrucción programada debidamente planificada, se formulan las siguientes recomendaciones, no sólo a las autoridades de la Sección Primaria del Colegio Americano de Guatemala, sino a futuras investigaciones en este campo.

Es conveniente que el período experimental cubra un tiempo de por lo menos un año, durante el cual se apliquen ambos tratamientos.

Es conveniente desechar los datos de rendimiento en la primera etapa de aplicación de tratamientos, pues corresponden al período de adaptación, el cual probablemente cubra los tres primeros meses. Considerar en consecuencia, para los fines experimentales, aquellos datos que corresponden al período cuando los alumnos respondan al programa con mayor naturalidad y entusiasmo.

Deben diversificarse las actividades del aula, a fin de que el pensamiento del alumno trascienda más allá del grabar y recordar ideas. Para tal fin, es necesario que las actividades de aprendizaje sean orientadas hacia la comprensión y aplicación de un conocimiento. En este sentido es conveniente ampliar las investigaciones.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

### A. Libros

- Aebli, Hans. Una didáctica fundada en la psicología de Jean Piaget. Buenos Aires (Argentina), Kapelusz, 1958.
- Balabanian, Norman. Enseñanza programada en la educación moderna. México, Pax-México, 1974.
- Calvin, Allen. Estudios sobre enseñanza programada. México, Limusa, 1971.
- Campbell-Stanley. Diseños experimentales y cuasi-experimentales en la investigación social. Buenos Aires (Argentina), Amorrortu, 1970.
- Castro, Luis. Diseño experimental sin estadística. México, Trillas, 1977.
- Deterline, William A. Introducción a la enseñanza programada. Buenos Aires (Argentina), Troquel, 1969.
- Gagné, R. y Briggs, L. La planificación de la enseñanza. México, Trillas, 1976.
- Gagné, Robert. Principios básicos del aprendizaje para la instrucción. México, Diana, 1975.
- Hayman, John. Investigación y educación. Buenos Aires (Argentina), Paidós, 1969.
- Keller, Fred S. Aprendizaje. Buenos Aires (Argentina), Paidós, 1976.
- Kelly, W. A. Psicología de la educación. Madrid (España), Morta, 1972.
- Kerlinger, Fred. Investigación del comportamiento. México, Interamericana, S. A., 1975.
- Meyer, Dalen. Manual de técnica de la investigación educacional. Buenos Aires (Argentina), Paidós, 1971.

- Meyer Markle, Susan. Instrucción programada. México-Buenos Aires, Limusa-Wiley, 1971.
- Piaget, Jean. Educación e instrucción. Buenos Aires (Argentina), Proteo, 1970.
- Rodríguez, Aroldo. Investigación experimental en psicología y educación. México, Trillas, 1977.
- Rossi, Peter y Biddle, Bruce. Los nuevos medios de la comunicación en la enseñanza moderna. Buenos Aires (Argentina), Paidós, 1970.
- Silverman, Robert. Enseñanza programada. México, Pax-México, 1972.
- Travers, Robert. Introducción a la investigación educativa. Buenos Aires (Argentina), Paidós, 1971.

#### B. Revistas

- Aguadelo, Rosa y Guerrero, Juan. El sistema psicológico de B. F. Skinner. Revista latinoamericana de psicología. Colombia: Vol. 5, No. 2, p. 191. 1973.
- Hillebrand, Max Joseph. Aspectos fundamentales de la enseñanza programada. Educación. Instituto de Colaboración Científica. República Federal Alemana. Vol. 4, p. 76. 1971.
- Piaget, J. e Ingelder, B. Los factores del desarrollo mental. Psicología, Ciencia y Conciencia. San Salvador (El Salvador), UCA/Editores. 1977.
- Skinner, B. F. La conducta operante. Psicología, Ciencia y Conciencia. San Salvador (El Salvador), UCA/Editores. 1977.
- Skinner, B. F. Teaching Machine. Scientific American. Nov. 1961.
- U.S. Department of Health, Education and Welfare. Office of Education. The Research on Programed Instruction. Bolletín, No. 35, 1964.

## APENDICE A

### Prueba de evaluación del rendimiento escolar

#### Instrucciones generales

1. Esta prueba evalúa sus conocimientos adquiridos en el estudio de la Unidad llamada "Las plantas como organismos".
2. La prueba consta de 45 ítemes de selección múltiple. Cada ítem presenta una proposición, cuyo sentido debe ser completado seleccionando una de las cuatro opciones que aparecen precedidas por una letra debajo de las proposiciones.
3. Para responder utilice la hoja de respuestas que se le entregará anexa a esta prueba.
4. Cualquier duda debe ser aclarada y consultada al maestro.
5. Es un trabajo estrictamente individual.
6. Si presenta dudas sobre la manera de responder en la hoja de respuestas haga el ejemplo X y consúltele su ejecución a la maestra.

## EJEMPLO X

Proposición: El día de hoy recibe el nombre de

- opciones:
- A. lunes
  - B. martes
  - C. miércoles
  - D. domingo

NOTA: deseche la opción E que aparece en la hoja de respuestas.

Instrucciones

Lee cuidadosamente cada una de las siguientes cuestiones y sus respectivas respuestas probables. Escoge la respuesta que mejor se adapte a la cuestión. Recuerda que para cada cuestión puedes escoger solamente una de las respuestas o alternativas.

1. El proceso denominado "Transpiración" consiste en
  - A. La evaporación y expulsión de agua por las hojas de las plantas
  - B. La entrada de  $\text{CO}_2$  y liberación de  $\text{H}_2\text{O}$  por las hojas
  - C. El tejido protector de las hojas y el tallo
  - D. Elaboración de azúcar por el tejido de las hojas

2. Sustancia verde presente siempre en las hojas.
  - A. Dióxido de carbono
  - B. Savia
  - C. H<sub>2</sub>O
  - D. Clorofila
  
3. Estructura que a lo largo de un vástago permite la entrada de aire.
  - A. Yemas
  - B. Estomas
  - C. Células oclusivas
  - D. Lenticelas
  
4. ¿Cuál de las siguientes describe mejor la región de pelos radicales?
  - A. Región fina y delicada en donde ocurre la absorción
  - B. Región de células delgadas y muertas
  - C. Región fina y delgada cubierta por una capa de corcho
  - D. Región de la epidermis formada por células muertas
  
5. Estructuras que permiten la circulación de savia en sentido horizontal.
  - A. Xilema
  - B. Floema
  - C. Anillos anuales
  - D. Rayos vasculares

6. Capa de células muertas que protegen las células de la región de crecimiento de la raíz.
  - A. Meristemos
  - B. Células en división activa
  - C. Cofia
  - D. Pelo radical
7. Estructura por donde circula el agua y minerales disueltos.
  - A. Tejido conductor
  - B. Floema
  - C. Xilema
  - D. Tubo conductor
8. Estructuras a través de las cuales ocurre la absorción.
  - A. Los Pelos radicales
  - B. La raíz
  - C. La Cofia
  - D. Las paredes celulares de la epidermis
9. ¿Qué función se lleva a cabo cuando las células oclusivas abren y cierran el estoma?
  - A. Fotosíntesis
  - B. Regulación de la entrada de  $\text{CO}_2$  y salida de  $\text{H}_2\text{O}$
  - C. Entrada de agua y minerales disueltos
  - D. Transpiración

10. En un árbol las series de anillos anuales de su tronco nos permite
- A. Saber dónde creció la planta
  - B. Conocer su especie
  - C. Calcular su edad
  - D. Determinar la utilidad de su madera
11. Conjunto de células que efectúan funciones iguales.
- A. Organos
  - B. Organismo
  - C. Tejido
  - D. Sistema
12. Tejido de transporte que lleva alimento desde las hojas al resto de la planta.
- A. Xilema
  - B. Cambium
  - C. Floema
  - D. Meristemos
13. ¿Cuál de los siguientes describe al cambium?
- A. Tejido que lleva a cabo el crecimiento longitudinal
  - B. Tejido que lleva a cabo el crecimiento horizontal en el tallo
  - C. Tejido de crecimiento longitudinal en la raíz y en las yemas
  - D. Tejido de conducción formado por xilema y floema

14. Orden de la trayectoria que sigue el agua desde la raíz hasta que es utilizada por la hoja.
- A. Xilema de la hoja, xilema del tallo, xilema de la raíz, pelos radicales
  - B. Xilema de la raíz, xilema del tallo, xilema de la hoja, pelos radicales
  - C. Pelos radicales, xilema de la raíz, xilema del tallo, xilema de la hoja
  - D. Pelos radicales, xilema de la hoja, xilema del tallo, xilema de la raíz
15. ¿Cuál de las siguientes opciones se refiere a la fotosíntesis?
- A. Eliminación de oxígeno y vapor de agua
  - B. Utilización de dióxido de carbono y luz
  - C. Utilización de azúcar
  - D. Eliminación de dióxido de carbono
16. La separación entre un anillo anual y otro, nos indica
- A. Un año, aproximadamente, de crecimiento
  - B. Estaciones de abundantes lluvias
  - C. Estaciones de escasas lluvias
  - D. Dos capas de floema

17. Si colocamos una porción de miel en un vaso de agua y probamos el líquido al día siguiente, notamos que el agua está dulce. A este fenómeno se le conoce como
- A. Evaporación
  - B. Difusión
  - C. Dispersión
  - D. Adhesión
18. ¿Cuál de las siguientes alternativas representa la mejor definición del término clorofila?
- A. Sustancia presente en el vegetal
  - B. Sustancia que da al vegetal características particulares
  - C. Sustancia verde de las plantas responsable de la fotosíntesis
  - D. Sustancia verde presente en todas las hojas y todos los tallos, la cual es responsable de la fotosíntesis
19. Algunas células del xilema "halan" agua de las células situadas inmediatamente debajo de ellas, formando así una cadena. ¿Cómo se llama a este fenómeno?
- A. Fotosíntesis
  - B. Inbibición
  - C. Transporte
  - D. Difusión

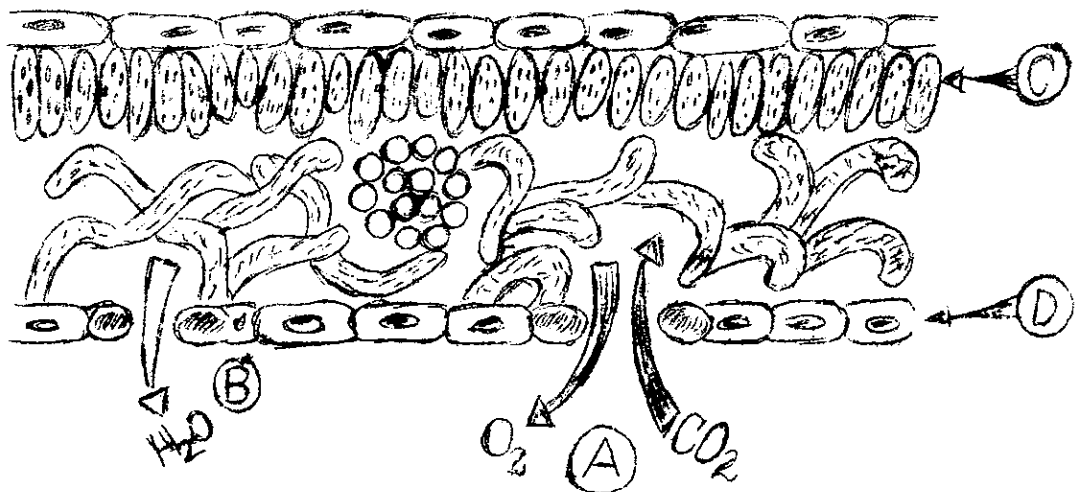
20. ¿Cuál de las siguientes opciones representa el fenómeno llamado fotosíntesis?

- A.  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{clorofila} \longrightarrow \text{azúcar}$
- B.  $\text{H}_2\text{O} + \text{luz} \longrightarrow \text{azúcar} + \text{clorofila}$
- C.  $\text{Azúcar} + \text{O}_2 + \text{luz} \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- D.  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{luz} + \text{clorofila} \longrightarrow \text{azúcar} + \text{O}_2$

21. Tu maestra te entrega una planta. Quiere que le digas si es una planta maderera. Lo primero que debes hacer es

- A. Observar la longitud de la raíz
- B. Hacer un corte longitudinal para observar el tallo
- C. Contar el número de yemas que la planta presenta
- D. Hacer un corte transversal para observar el tallo

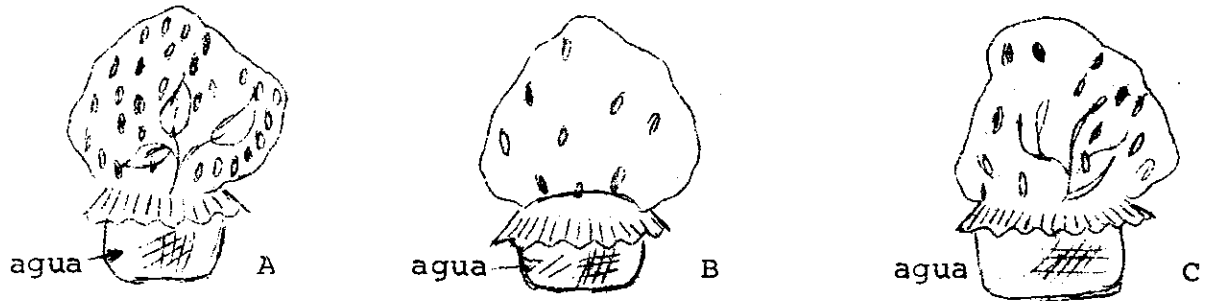
Figura No. 1



Observe detenidamente la figura No. 1, y responda los siguientes ítemes referentes a ella.

22. ¿Qué ilustra la figura No. 1?
- A. Corte transversal de un tallo
  - B. Estructura interna de la raíz
  - C. Estructura interna de la hoja
  - D. Corte horizontal de un pecíolo
23. ¿Qué letra señala en la figura No. 1 el fenómeno de la transpiración?
- A. A
  - B. B
  - C. C
  - D. D
24. ¿Cuáles son los tejidos que aparecen representados en la figura No. 1?
- A. conducción - producción de alimento - soporte
  - B. producción de alimento - conducción - protección
  - C. protección - crecimiento - soporte
  - D. crecimiento - producción de alimento - conducción
25. En la figura No. 1, la letra D señala
- A. Las células que efectúan la fotosíntesis
  - B. El tejido de protección
  - C. Las células que conducen material procedente del suelo
  - D. El tejido que permite el intercambio de gases

Figura No. 2

Observaciones

Aparece gran cantidad de agua en la bolsa plástica.

Observaciones

Aparecen pocas gotas de agua en la bolsa plástica.

Observaciones

Aparece cierta cantidad de gotas de agua en la bolsa plástica.

Un alumno hizo el experimento ilustrado en la Figura No. 2, y anotó las observaciones que aparecen debajo de cada dibujo.

26. ¿Cuál sería la conclusión más acertada al observar los datos registrados por el alumno?

- A. El agua también se difunde a través del tallo
- B. La bolsa plástica contribuye a la transpiración
- C. Las ramas sin hojas también efectúan transpiración
- D. Las hojas son necesarias para que haya mayor transpiración

27. El frasco B de la figura No. 2, nos permite demostrar
- A. Que son las hojas las que efectúan la transpiración
  - B. Que el agua se evapora por sí sola
  - C. Que en las ramas también ocurre la transpiración
  - D. Que las bolsas plásticas absorben el agua
28. En la bolsa plástica del frasco C aparecen más gotas de agua que en el frasco B. Esto demuestra que
- A. El vástago contribuye a la transpiración
  - B. El vástago absorbe poco del agua del frasco
  - C. Las hojas son necesarias para que ocurra la transpiración
  - D. El agua del frasco se evapora
29. Un alumno afirma: "Al anillar un tronco de árbol la planta llega a secarse, pues se extrae el xilema"
- Escoje la opción que exprese mejor tu opinión respecto a la afirmación anterior
- A. Todo lo que afirma el alumno es cierto
  - B. Todo lo que afirma el alumno es falso
  - C. Lo expresado en la afirmación respecto al xilema es falso, lo demás es cierto
  - D. Lo expresado en la afirmación respecto al xilema es cierto, lo demás es falso

Como uno de los árboles en el jardín de Raúl crece desarrollando ramas siempre hacia arriba, adquiriendo una forma delgada y larga, el jardinero decide cortar todas las ramas hasta la mitad.

30. ¿Qué es lo que persigue el jardinero?
- A. Que todas las ramas se extiendan horizontalmente
  - B. Que el árbol siga creciendo
  - C. Que el follaje se desarrolle siempre hacia arriba
  - D. Que el follaje crezca tanto en sentido horizontal como vertical
31. Generalmente se recomienda no colocar plantas en los dormitorios mientras dormimos. ¿Qué fenómeno ocurre para que se haga esta recomendación?
- A. Las plantas efectúan respiración y no fotosíntesis
  - B. Las plantas absorben mayor cantidad de vapor de agua
  - C. Las plantas son más activas durante la noche que durante el día
  - D. Los aromas despedidos por las plantas pueden ser dañinos.
32. Si tenemos dos sustancias de diferente concentración ¿En qué dirección ocurre la difusión del agua?
- A. De la más concentrada a la menos concentrada
  - B. De la menos concentrada a la más concentrada
  - C. Si tienen diferentes concentraciones no ocurre la difusión
  - D. De la más dulce a la menos dulce

33. Se observa al microscopio una célula vegetal cualquiera, y se llega a saber que ella tiene las paredes celulares muy endurecidas. Tal célula puede decirse que pertenece al tejido de
- A. Crecimiento
  - B. Conducción
  - C. Fabricación de alimento
  - D. Soporte
34. Si observamos un corte transversal de un tallo y vemos que no muestra anillos claros ni oscuros, podemos decir que ese tallo pertenece a una planta
- A. Maderera
  - B. Acuática
  - C. Aérea
  - D. Herbácea

Algunas plantas desarrollan en sus tallos estructuras que les ayudan a almacenar agua.

35. Estas plantas están tratando de
- A. Acaparar toda el agua del ambiente
  - B. Impedir que crezcan otras plantas
  - C. Elaborar la mayor cantidad de azúcar posible
  - D. Adaptarse a las condiciones del ambiente

36. ¿Qué conclusiones podríamos sacar con respecto al lugar donde se desarrollan estas plantas?
- A. Hay abundancia de agua
  - B. El agua en ese lugar se encuentra en pozos profundos
  - C. El agua es escasa en esa región
  - D. El suelo no absorbe el agua de la lluvia

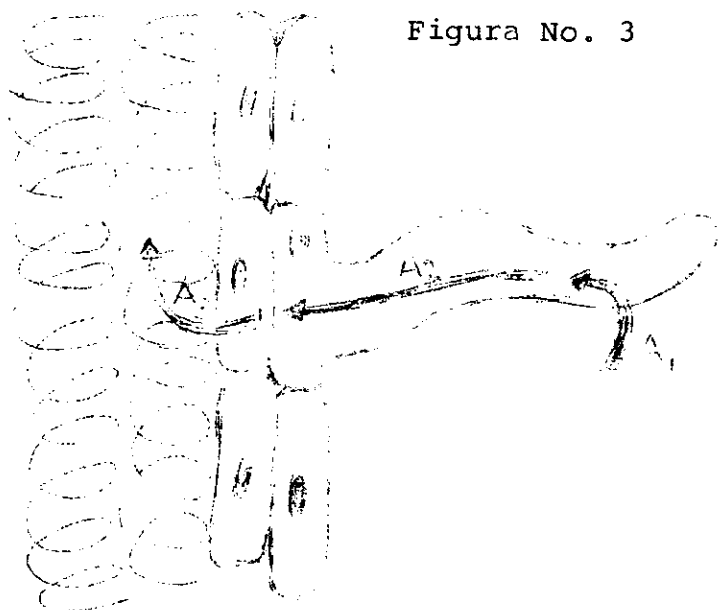
Después de observar un tallo, un alumno hizo el siguiente dibujo del mismo



37. Durante los dos primeros años y el último año de vida de ese árbol, en el lugar donde creció hubo
- A. Abundante agua
  - B. Escasez de agua
  - C. Excesiva evaporación de agua
  - D. Ninguna de las anteriores

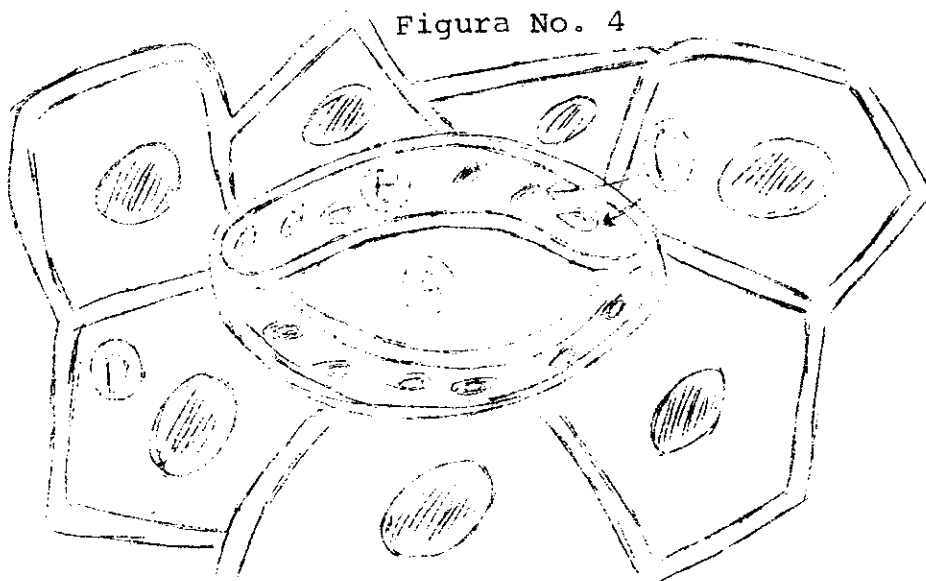
Los agricultores anillan los árboles para procurarles una muerte rápida.

38. En esta práctica el agricultor demuestra que
- A. El floema corre por la parte externa del tallo
  - B. El xilema corre en la parte externa del tallo
  - C. El xilema ha sido destruido
  - D. Ninguna de las anteriores
39. La razón por la cual la planta muere es
- A. Los estomas dejan de funcionar
  - B. Las raíces ya no reciben savia elaborada
  - C. No hay difusión
  - D. Todas las anteriores



Observa detenidamente la figura No. 3 y responde el siguiente ítem.

40. Las flechas  $A_2$  y  $A_3$  ilustran
- A. Transporte de agua y minerales hasta el xilema
  - B. Transpiración en la epidermis
  - C. Transformación de la epidermis en pelos radicales
  - D. Células de epidermis que participan en el transporte de agua



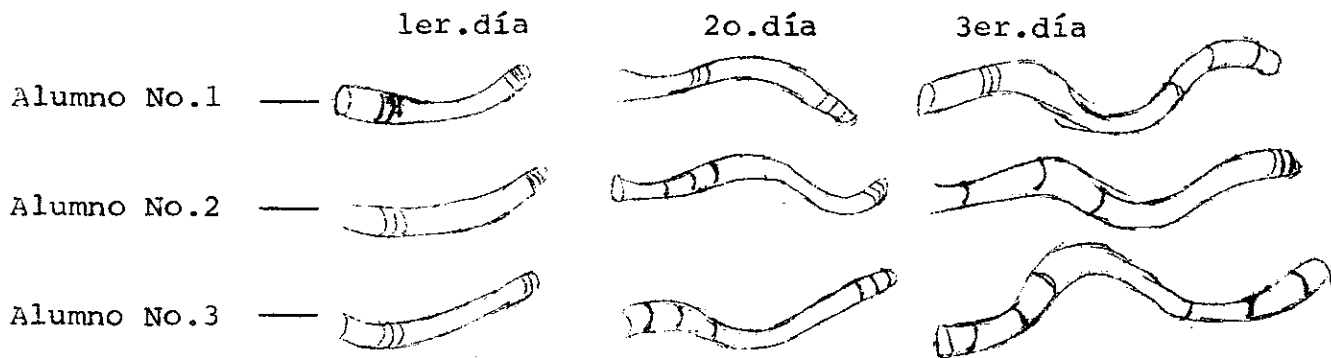
Observa detenidamente la figura No. 4 y responde las preguntas siguientes.

41. La figura No. 4 ilustra las siguientes estructuras.
- A. Células oclusivas y estomas solamente
  - B. Células epidérmicas
  - C. Células oclusivas, estomas y células epidérmicas
  - D. Estomas, células epidérmicas y células de soporte de la hoja

42. Nombre la región identificada con la letra A en la figura No. 4.
- A. Estoma
  - B. Células oclusivas
  - C. Células epidérmicas
  - D. Cloroplastos
43. Nombre de la estructura identificada con la letra C en la figura No. 4
- A. Estoma
  - B. Células con cloroplastos
  - C. Células oclusivas
  - D. Células epidérmicas
44. Nombre de las estructuras identificadas con la letra D en la figura No. 4
- A. Cloroplastos
  - B. Células oclusivas
  - C. Células epidérmicas
  - D. Estomas

Figura No. 5

Tres alumnos después de realizar las observaciones sobre el crecimiento de la raíz registraron los siguientes esquemas de observaciones.



45. Para poder llegar a una conclusión que permita averiguar lo que se proponen con la investigación, los tres alumnos deben

- A. Seleccionar una de las observaciones registradas y concluir en base a ella
- B. Repetir el experimento varias veces
- C. Consultar a la maestra para que ella determine quién ha errado
- D. Sacar cada uno de ellos, su propia conclusión basada en sus datos

## APENDICE B

Actividades planificadas en los programas "experimental A1" y "experimental A2" para el aprendizaje del tejido y funciones de transporte en la raíz, el tallo y las hojas de las plantas superiores

### A. Experimental A1

#### Paquete 6A

Tejido conductor. (Actividad para el estudio del tallo)

El transporte de agua y nutrientes de una parte a otra del vegetal, es efectuado por el tejido conductor. Este tejido está formado por células alargadas, unidas unas a las otras por sus extremos, formando largos y finos tubos. Un manojo de esos tubos, se asemeja a un manojo de cabellos (más finos que éstos). Esos manojos reciben el nombre de haces fibrovasculares.

1. Lee cuidadosamente el segundo párrafo de la página 223 en su texto), la cual no tiene tejido conductor. Luego, piense en otra planta como la Sequoia (página 529 en su texto), la cual posee tejido conductor. ¿Por qué es un problema para la Sequoia transportar líquidos a lo largo de la planta? ¿Por qué este problema no se le presenta a la Uva?
-

¿Por qué el tejido conductor permite a las plantas alcanzar alturas en su crecimiento?

---

Tejido conductor (actividad en el estudio de la hoja)

El tejido conductor transporta nutrientes, minerales y agua. Localice los haces fibrovasculares en la figura que aparece en la página 130 en su texto. Recuerde lo estudiado anteriormente sobre el tejido conductor.

1. Defina lo que es un haz fibrovascular \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. El tejido conductor a menudo se llama tejido vascular. ¿Cuál es el sentido de la palabra vascular?  
\_\_\_\_\_
3. ¿Qué tipo de tejido conductor encontramos en un haz fibrovascular? \_\_\_\_\_
4. ¿Qué sustancias transporta el xilema?  
\_\_\_\_\_
5. ¿Qué sustancias transporta el floema?  
\_\_\_\_\_
6. ¿Cuál es el origen de las sustancias transportadas por el floema y el xilema?  
\_\_\_\_\_

Paquete 6BTejido conductor

En paquetes anteriores hemos concluido que el tejido conductor está formado por dos tipos de tejido: Floema y Xilema. Este tejido está formado por células largas, unidas unas a las otras formando largos tubos.

Releer cuidadosamente las páginas 138 y 139 de su texto.

1. Observe la fotomicrografía de la página 138 y la ilustración No. 2, página 282, ambas en su texto, y localice el xilema y el floema.

¿Cuál es la función del xilema y el floema?

---

¿Qué nombre recibe la parte del xilema que conduce líquidos?

---

¿Qué nombre recibe la parte inactiva del xilema, la cual no transporta líquidos?

---

2. Lea cuidadosamente el primer párrafo de la página 139 en su texto, que trata una información sobre la anillación.

Responda:

¿Por qué mueren los árboles anillados?

---

¿Por qué al anillar un árbol lo que muere primero son las raíces?

---

¿Por qué en segundo lugar, muere el tallo y las hojas?

---

#### Paquete 6C

Actividades propuestas para alcanzar la idea de transpiración como un principio de la circulación de líquidos en los vegetales.

#### Transpiración

Considere la siguiente situación

- Si usted desea que un pantalón mojado, se seque rápidamente ¿cuál de estos lugares escoge para secar el pantalón?

- Un cuarto oscuro y completamente cerrado.
- Un espacio rodeado por paredes y sin techo.
- Un espacio abierto, en la plaza.

Explique su elección

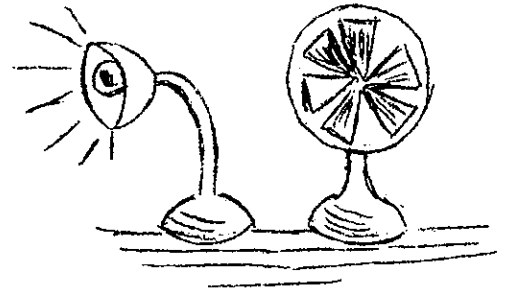
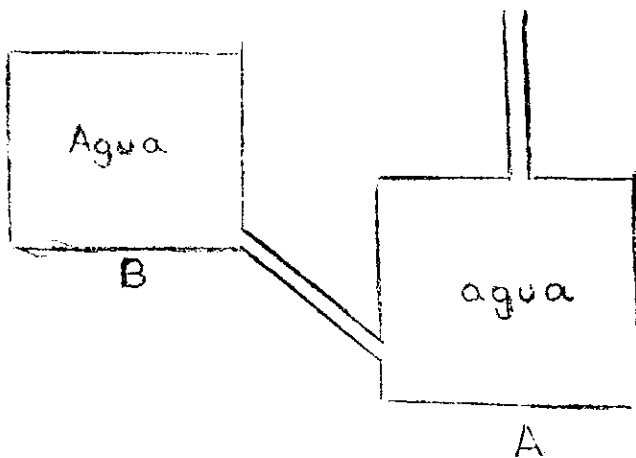
---

¿Qué ocurre durante el tiempo cuando el pantalón se está secando?

---

¿Qué hechos ambientales han contribuido a que el pantalón se seque?

---



Suponga que el recipiente A está completamente lleno de agua.

A está conectado con B, el cual contiene agua, también.

El objetivo es vaciar el recipiente B.

Si recibe instrucciones para usar una lámpara de alto poder calórico, y un ventilador ¿qué haría para alcanzar el objetivo de vaciar a B?

(Trate de aplicar los mismos principios descritos en la situación previa).

B. Experimental A2

Hay dos tipos de tejido conductor: xilema y floema. El xilema transporta agua y minerales disueltos desde la raíz hasta las hojas y otras partes del vegetal. El floema transporta alimento (el cual es elaborado en las hojas) hacia otras partes del vegetal. Observe la figura de la página 129 de su texto. Este tejido está agrupado en los llamados haces fibrovasculares.

1. ¿Cuántos tipos de tejido conductor hay? \_\_\_\_\_
2. ¿Qué hace el xilema? \_\_\_\_\_
3. ¿Qué hace el floema? \_\_\_\_\_
4. El tejido conductor se agrupa en haces llamados  
\_\_\_\_\_

Observe el haz fibrovascular en el dibujo los haces fibrovasculares contienen haces de pequeños tubos. Cada haz contiene xilema y floema. El xilema conduce \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_ a lo largo del vegetal hasta las hojas. El floema transporta \_\_\_\_\_ desde las hojas hacia todas las partes del vegetal.

1. Un haz birovacular es \_\_\_\_\_
2. Un haz contiene tanto \_\_\_\_\_ como \_\_\_\_\_

3. ¿Cuáles células conducen agua y minerales desde la raíz hacia otras partes del vegetal?

---

4. ¿Cuáles células conducen alimento elaborado desde las hojas hacia otras partes del vegetal?

---

Nota: los conocimientos respecto a tejido conductor son evaluados en la prueba mediante los siguientes ítemes:

5-7-12-14-16-19	(conocimiento)
21-24-26-29	(comprensión)
32-34-37-38-40	(aplicación)

