



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**LA INSTRUCCIÓN PROGRAMADA COMO
HERRAMIENTA PARA LA MEJORA DE LA
EDUCACIÓN**

T E S I N A

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA**

**P R E S E N T A:
LUIS RICARDO LIMÓN GUEVARA**

DIRECTOR: DR. ROGELIO ESCOBAR HERNÁNDEZ

REVISOR: DRA. ALICIA ROCA COGORDAN

COMITÉ :

MTRA. NURY DOMÉNECH TORRENS

DRA. MARÍA ELENA ORTIZ SALINAS

DR. LUIS RODOLFO BERNAL GAMBOA



**Facultad
de Psicología**

Ciudad Universitaria, CDMX., 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

“La ciencia es más que un simple conjunto de conocimientos: es una manera de pensar”

-Carl Sagan

El presente trabajo está dedicado para todo aquel que busque mejorar la educación.

Tenemos las herramientas necesarias. Es hora de transformar la información en
conocimiento.

Agradecimientos

Agradezco a la Universidad Nacional Autónoma de México, así como a la Facultad de Psicología, por brindarme una educación de calidad y experiencias únicas.

Agradezco enormemente a mis padres y a mi hermana. A mis padres por el apoyo económico a lo largo de toda la licenciatura y por soportarme todo ese tiempo, sobre todo por las quejas con respecto a la carrera. A mi hermana por motivarme con respecto a todo el uso que le puedo dar a la carrera, además de leer en varias ocasiones este trabajo y ayudarme a realizar las correcciones de redacción pertinentes.

Doy las gracias a mi tutor, el doctor Rogelio Escobar, por asesorarme con la elaboración de este tema, sus comentarios y sugerencias fueron clave para que este trabajo no perdiera el enfoque, también por mostrarme la parte más científica de esta profesión. Adicionalmente agradezco a mi revisora, Alicia Roca, por revisar el escrito y por sus clases bastante interesantes sobre análisis conductual aplicado. De igual forma agradezco a mis sinodales, la Mtra. Nury Doménech, la Dra. María Ortiz y el Dr. Luis Bernal, por tomarse la molestia de leer mi trabajo y proporcionarme la retroalimentación pertinente. Adicionalmente, agradezco al Dr. Luis Cáceres por proveerme de información valiosa sobre el presente trabajo.

Con gratitud, también doy las gracias a las personas que me acompañaron en esta aventura académica, a quienes considero mis más grandes amigos. Gracias a Alan, Alejandro, Carlo, Mike y Tania, quienes conozco desde la prepa y me han estado apoyando. A Bryan por ser un amigo que comparte la misma pasión por la ciencia y por siempre mostrarme su apoyo sobre temas de matemáticas. A Gaby, por ser una amiga en quien puedo confiar y quien me apoyó durante la pandemia. A Miguel Ángel, por mostrarme la

importancia que tiene la pedagogía hoy en día. A Rox, por brindarme una compañía sincera.

No omito mencionar a aquellos autores que me motivaron a interesarme en la ciencia. Agradezco a Sagan, Hawking, Kaku, Thorne, Skinner, y otros divulgadores más, su legado me ha inspirado a continuar en la búsqueda de la verdad.

Índice

Resumen	8
Introducción: Instrucción Programada y Educación	9
Máquinas de Enseñanza: Una revisión histórica	10
La Época Dorada de las Máquinas de Enseñanza.....	13
Fin de las Máquinas de Enseñanza	16
La Instrucción Programada.....	19
Variables de Programación.....	20
<i>Tipo de Retroalimentación</i>	20
<i>Ayuda</i>	23
<i>Tamaño de los pasos</i>	25
<i>Tipo de Respuesta</i>	27
<i>Tipo de Programación</i>	28
Métodos RULEG y EGRUL	31
Método de Oscurecimiento	33
Desarrollos en Instrucción Programada.....	35
Conclusiones.....	40
Referencias	41

Resumen

La instrucción programada surgió por la necesidad de mejorar la educación utilizando principios del condicionamiento operante. Skinner en la década de 1950 observó algunos problemas en ambientes educativos. Se dio cuenta de que el aprendizaje en las aulas mejoraría si existiera retroalimentación inmediata, si cada alumno avanzara a su propio paso, y si el tema a aprender se descompone con respecto al grado de dificultad; incrementándolo gradualmente, por lo tanto diseñó un dispositivo conocido como máquina de instrucción programada, la cual se popularizó y alcanzó su máximo auge en las décadas de 1950-1960. Se desarrollaron diversos dispositivos por varias compañías. Sin embargo la máquina misma no producía el aprendizaje, sino el texto programado. En el presente trabajo se describe la historia de las máquinas de enseñanza, los componentes necesarios para diseñar textos programados, las investigaciones realizadas, así como los logros y hallazgos alcanzados que han contribuido a diseñar mejores ambientes educativos y cómo esta tecnología puede ayudar a reducir algunos problemas que se viven actualmente en el sistema educativo.

Palabras clave: Instrucción programada, tecnología de la enseñanza, historia, máquina de enseñanza, educación

Introducción: Instrucción Programada y Educación

A través de la máquina de enseñanza, la instrucción programada fue presentada y desarrollada por el psicólogo B.F. Skinner en la década de 1950 para que los procesos de enseñanza y aprendizaje fueran más efectivos utilizando los principios de condicionamiento operante. La instrucción programada podía personalizarse para cubrir las diferencias individuales de cada sujeto y acortar los tiempos de enseñanza. Esto desencadenó un debate dentro del ámbito educativo en los Estados Unidos sobre el uso de esta tecnología en las aulas, ya que algunos alegaban que se sustituirían a los profesores por estos aparatos, esto último ocasionó que la utilización e interés de la instrucción programada decreciera rápidamente al finalizar la década de 1960. Esta tecnología sentó las bases para el desarrollo de la instrucción basada por computadora y el aprendizaje a distancia (Molenda, 2008).

La instrucción programada es un método con el cual se presentan situaciones de aprendizaje para que los estudiantes obtengan retroalimentación de manera inmediata del progreso que se encuentran realizando (Cohen, 1964). En la instrucción programada se utilizan textos programados, Skinner los definió como una serie de contingencias organizadas que conducen a una ejecución terminal en el marco de la educación (Holland, 1967). El éxito del material programado depende de la cantidad de respuestas correctas emitidas por parte del alumno logradas a través de su contenido, y por consiguiente obteniendo una baja tasa de error.

Skinner (1958) describió dos principios fundamentales que deben encontrarse en cualquier texto programado. El primer principio es descomponer los temas a tratar en pequeños pasos, esto es, dividir el material que se presenta en múltiples temas dependiendo de la dificultad, se debe presentar el material que el alumno está listo para contestar,

otorgándole ayuda al principio para posteriormente ir desvaneciéndose poco a poco la ayuda para que el estudiante finalmente pueda construir por sí mismo la respuesta. El segundo principio es ofrecer retroalimentación inmediata. Skinner observó mediante estudios con animales que unos segundos de demora entre la ocurrencia de la respuesta y la entrega del reforzador decrementaban la frecuencia de la respuesta. Debido a eso Skinner concluyó que la inmediatez de entrega del reforzador es importante si se desea incrementar la frecuencia de la conducta blanco. Bajo este principio subyace la retroalimentación inmediata por parte de las máquinas de instrucción programada. De esta manera incrementan las respuestas correctas, moldea la conducta del estudiante, y a su vez mantiene al alumno respondiendo constantemente con el material presentado (Skinner, 1958).

El propósito del presente trabajo es hacer una breve revisión histórica de las máquinas de enseñanza, describir los principios básicos de la instrucción programada así como la evidencia de la efectividad que hay detrás de este método y como ésta tecnología puede mejorar la educación.

Máquinas de Enseñanza: Una revisión histórica

El origen de las ideas de Skinner sobre una máquina de enseñanza se encuentra en el tercer volumen de su autobiografía (Skinner, 1983). En 1953 Skinner visitó la escuela de su hija menor con motivo del día del padre. Los padres de familia pudieron observar una clase muestra de aritmética y Skinner pudo notar algunos problemas: a) El profesor sólo corregía algunos errores que cometían los estudiantes; b) Algunos alumnos terminaban antes los ejercicios que otros por lo que llegaban a impacientarse, mientras que otros no terminaban siquiera los ejercicios; c) Los estudiantes entregaban sus ejercicios al profesor y tenían que

esperar 24 horas para conocer la exactitud de sus respuestas, es decir, pasaba un día para recibir retroalimentación.

Skinner, tras observar esta serie de problemas, se basó en los principios de conducta operante estudiados con animales en el laboratorio extrapolándolos a la conducta humana (Cohen, 1964). Diseñó un prototipo de máquina para enseñar aritmética, y presentó una versión en una conferencia sobre aplicaciones prácticas del comportamiento titulada *Current Trends in Psychology* impartida en la Universidad de Pittsburgh (Skinner, 1954). Durante la conferencia Skinner describió la instrucción programada que consistía en presentar de forma lógica el material a través de una máquina de enseñanza, por lo que tuvo interés inmediato por parte de la audiencia y de los medios (Escobar, 2013). Posteriormente, Skinner publicó la conferencia con el título de *The Science of Learning and the Art of Teaching*.

Un par de años después, antes de graduarse, Skinner diseñó máquinas de enseñanza que se utilizaron en los cursos que él impartía en la Universidad de Harvard (Skinner, 1981). Junto con su colega James G. Holland, escribió los materiales programados que fueron publicados posteriormente en el libro *The Analysis of Behavior: A program for self-instruction* (Holland & Skinner, 1961). Realizaron programas para enseñar aritmética, ortografía, temas de ciencias e idiomas distintos al inglés a través de un fonógrafo que dictaba las palabras (Skinner, 1958). Los avances por parte de Skinner con respecto a las máquinas de enseñanza no fueron publicados hasta 1958 en su artículo *Teaching Machines*, esto debido a que Skinner se encontraba trabajando en otros dos libros, *Schedules of Reinforcement* y *Verbal Behavior*, ambos publicados en 1957 (Skinner, 1981). A partir de ese periodo entre 1957 y 1959, parecía haber iniciado la carrera por el desarrollo de las

máquinas de enseñanza, la época dorada de la tecnología de la enseñanza había comenzado (Escobar, 2013).

Skinner (1954) popularizó la tecnología nombrada como máquina de enseñanza definiéndola como un aparato que pudiese descomponer el material educativo en pasos pequeños ofreciendo retroalimentación inmediata. Un breve relato de su máquina apareció por primera vez en *The Science News-Letter* (Benjamin, 1988), el cual describe un dispositivo con forma de caja utilizado por un niño para enseñarle aritmética (“Teaching by Machine”, 1954). Sin embargo, la definición de estos aparatos ha variado entre distintos autores (e.g., Coulson & Silberman, 1960; Foltz, 1961; Porter, 1957) describiendo las máquinas de enseñanza como una especie de máquina nueva y complicada alterando el curso del aprendizaje presentando automáticamente al estudiante un reforzador o “recompensa” inmediatamente después de haber ocurrido una respuesta correcta. Puede mostrar de manera sistemática textos programados utilizando los principios de reforzamiento. Estos aparatos presentan una serie de materiales al alumno, requiere que éste responda cada pregunta y le provee conocimiento inmediato de su respuesta.

Independientemente de cómo se le defina, una máquina de enseñanza o máquina de instrucción programada debe de contar con las siguientes características: (a) presentar una unidad de información, (b) proporcionar algunos medios para que el alumno responda una pregunta relacionada con esa información, y (c) proporcionar retroalimentación de manera inmediata sobre la respuesta del alumno (Benjamin, 1988; Escobar, 2013; Skinner, 1958).

Sidney Pressey, psicólogo que diseñó una máquina de enseñanza en la década de 1920, conversó con Skinner en la reunión anual de la American Psychological Association (APA) de 1954. Skinner describió la reunión como una charla interesante sobre las

máquinas de enseñanza y Pressey aseguró el éxito que éstas tendrían (Escobar, 2013; Skinner, 1983).

La Época Dorada de las Máquinas de Enseñanza

Benjamin (1988) considera que hubo tres factores culturales por los cuales surgió la época dorada de las máquinas de enseñanza y la instrucción programada. Primero, el trabajo de Skinner fue publicado en la década de 1950, poco tiempo después de finalizar la Segunda Guerra Mundial, el interés por utilizar este tipo de programas automatizados creció, logrando el establecimiento de contenido audiovisual en la mayoría de los sistemas escolares públicos. El segundo factor fue la escasez de profesores en las aulas, la posguerra agravaría el problema durante la próxima década. El tercer factor se refiere a la guerra fría, en especial al lanzamiento del satélite soviético Sputnik, por lo que el gobierno analizó la calidad de educación que se estaba ofreciendo, especialmente en los campos de matemáticas y ciencias. Estos factores parecen haber sido suficientes para que surgiera el interés por las máquinas de enseñanza e instrucción programada que ofrecía un aprendizaje más rápido.

Pressey y Skinner sin duda fueron los dos autores más influyentes en este tipo de tecnología educativa, ambos enfocaron su atención al diseño de las máquinas de enseñanza; pero a diferencia de Pressey, Skinner enfatizó en la importancia del programa, del material que se presentaría, la máquina de enseñanza solamente cumpliría con mostrar de manera lógica el material (Escobar, 2013; Stolurow & Davis, 1963). Otro asunto en el que discrepaban ambos autores fue la manera en que se compone el texto programado. Skinner (1958) comentó que, a diferencia de la máquina de Pressey en donde se utilizaban marcos de opción múltiple, era más importante componer la respuesta correcta, más que

seleccionar entre distintas opciones. Skinner argumentó que las respuestas con opción múltiple podían aumentar las respuestas incorrectas y por lo tanto disminuir el aprendizaje. Otra cuestión que diferenciaba el método de ambos es que, de acuerdo con Skinner, las máquinas de Pressey no enseñaban material nuevo, el alumno tenía que estudiar previamente antes de utilizar la máquina. La máquina de Skinner podía enseñar material nuevo en pasos pequeños. El aprendizaje sería mucho más sencillo a través de pasos cortos, con el fin de minimizar la cantidad de errores del estudiante, y para lograr esto, el material tendría que presentarse de manera coherente, generando un repertorio de respuestas en pasos pequeños (Benjamin, 1988). A este método de presentar la información constituida de manera sistemática y lógica lo llamó aprendizaje programado (Skinner, 1958, 1981) también conocido como instrucción programada (Escobar, 2013).

De esta manera, el desarrollo de las máquinas de enseñanza a inicios de la década de 1960 se basó principalmente en los principios del condicionamiento operante (Benjamin, 1988). Para el año de 1959, diversas compañías ya se encontraban diseñando sus propias máquinas de enseñanza, entre las que destacan Foringer, Rheem Califone, General Atronics, Hamilton Research, Teaching Machine Incorporated (TMI), entre otras (Escobar, 2013; Kopstein & Shillestad, 1961).

TMI fue una de las compañías que mayor éxito tuvo en el desarrollo y distribución de máquinas de enseñanza e instrucción programada. Su objetivo, más que enfocarse en el diseño de las máquinas de enseñanza, fue el desarrollo de textos programados; inicialmente libros de aprendizaje de matemáticas, de inglés y otras lenguas extranjeras (Escobar, 2013). Posteriormente, Dudley E. Cornell III fue contratado por TMI para diseñar una de las máquinas de enseñanza más exitosa, la Min/Max, que significa “tiempo mínimo/máximo aprendizaje” (minimum time / maximum learning) y comenzó a comercializarse en 1960

(Escobar & Latall, 2011; Escobar, 2013). En poco tiempo, TMI ya había desarrollado programas para enseñar inglés, matemáticas básicas y avanzadas, ciencias, lenguas extranjeras y música (Escobar & Lattal, 2011).

Tras estos acontecimientos las máquinas de enseñanza se convirtieron en un éxito, el uso de estos dispositivos provocaría una revolución industrial en la educación (Pressey, 1933). A inicios de 1960 las máquinas de enseñanza y los textos programados eran tema de discusión en todos los medios tanto nacionales como internacionales, revistas populares y científicas publicaban artículos con respecto a las investigaciones y aplicaciones que se encontraban con el uso de esta tecnología (Benjamin, 1988). En las revistas científicas los artículos acerca de la instrucción programada fueron incrementando gradualmente. Para 1960 en la revista *Psychological Abstracts* se publicaron 12 artículos, para 1961 aumentaron a 20, y para 1962 incrementaron a 24, todos ellos abordando el tema de la instrucción programada (Benjamin, 1988).

En 1961, la APA, la *American Educational Research Foundation*, y el *Department of Audiovisual Instruction* emitieron un comunicado con respecto al material auto instruccional y los dispositivos, comentando que utilizar esta tecnología representaba una gran contribución a la educación de los Estados Unidos (Rutherford, 2003). Este comunicado también presentó una guía de cómo utilizar el material programado y como evaluar los programas.

Para 1962 Cornell continuó mejorando sus máquinas de instrucción programada sacando al mercado la Min/Max II y Min/Max III, volviéndolas más eficientes y portátiles (Escobar & Lattal, 2011). El auge continuó y fue bien recibida la máquina de enseñanza de TMI-Grolier, por lo que cruzó fronteras a los países vecinos, México y Canadá (Escobar, 2013; Laver, 1962). Por ejemplo, en 1962, durante la gestión de Rogelio Díaz Guerrero,

llegaron las Min/Max y Min/Max II al Colegio de Psicología (hoy Facultad de Psicología), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), y se utilizaron para los cursos de estadística (Escobar, 2013).

Fin de las Máquinas de Enseñanza

Así como tuvo un auge bastante rápido, el fin de las máquinas de enseñanza también fue acelerado. Diversos factores tuvieron que ver para que esta tecnología dejara de usarse al terminar la década. Entre los diversos artículos científicos y de prensa publicados a inicios de 1960, se encuentran algunos que criticaban y cuestionaban si realmente las máquinas de enseñanza eran tan efectivas como se describían. Algunos artículos que generaban duda fueron: “Can People Be Taught Like Pigeons?” (¿Se le puede enseñar a la gente como a las palomas?), “Can Machines Replace Teachers?” (¿Pueden las máquinas remplazar a los profesores?), “Will Robots Teach Your Children?” (¿Los robots enseñarán a tus hijos?) (Benjamin, 1988). Varias de estas críticas se basaron en un entendimiento erróneo de lo que Skinner argumentaba (Escobar, 2013). Skinner había mencionado que las máquinas de enseñanza se usarían como complemento de los cursos que los profesores llevarían a cabo, más no serían un sustituto del docente (Skinner, 1958). Una crítica más objetiva mencionó que los materiales auto instruccionales tenían algunos problemas: abarcaban objetivos muy generales que resultaban ambiguos respecto al tema a tratar, y se necesitaban programas completamente personalizados, ya que cada uno aprende de distinta manera (Stake, 1963). No obstante Skinner (1958) hizo énfasis en que la instrucción programada permite personalizar el material para cada persona, incluso para los estudiantes con condiciones especiales, como los sordomudos.

Benjamin (1988) mencionó que el declive de esta tecnología no se debía a que los aparatos fueran costosos, o que no fuesen efectivos. De hecho, existen diversos estudios que mostraron su efectividad (e.g., Coulson & Silberman, 1960), y se llegaron a distribuir miles de programas cubriendo una gran cantidad de temas tanto educativos como de otros aspectos, entre los que destaca contenido para el desarrollo humano, deportes, etc. (e.g., Escobar & Lattal, 2011; Finn & Perrin, 1962). La verdadera razón, según Benjamin, se debió a la inercia de la cultura (i.e., la resistencia al cambio), la gente no aceptaba fácilmente que unas máquinas enseñaran a sus hijos. Los profesores temían perder su trabajo debido a las máquinas de enseñanza, nuevamente, por tener una idea errónea de lo que Skinner había propuesto (Escobar, 2013). Por otra parte, las máquinas de enseñanza estaban dejando de ser algo novedoso, el interés se vio reflejado en los artículos publicados. En la revista *Psychological Abstracts* pasaron de 101 artículos de 1960-1964 a sólo 15 de 1970-1974 (Benjamin, 1988).

Rutherford (2003) añade otras consideraciones a tomar en cuenta del porqué desapareció esta tecnología. La aparición de la computadora a finales de 1960 opacó completamente las máquinas de enseñanza, volviéndolas completamente imprácticas. Sin embargo el desarrollo de las computadoras no puede explicar por qué el aprendizaje programado fue casi abandonado por completo. Por otra parte, la teoría cognitiva estaba tomando fuerza en psicología, por lo que el conductismo y el enfoque de Skinner comenzaron a considerarse como “pasadas de moda”. Finalmente, cuando las máquinas de enseñanza eran populares, los programas podían ser usados por gente inexperta que no sabía utilizarlos y que, calificaron el material programado como algo inútil. Un último argumento por tomar en cuenta es el término que se le dio al dispositivo, máquina de enseñanza. El hecho de llevar la palabra “máquina” generaba un problema, ya que

implicaba una forma de mecanizar una función humana lo cual para muchos era algo inaceptable (Finn & Perrin, 1962).

El declive en la popularidad de las máquinas de enseñanza hizo que las compañías que se dedicaron a su desarrollo y distribución desaparecieran gradualmente. TMI, por ejemplo, desapareció a pocos años de su creación. Escobar (2013) analizó las causas de lo que ocurrió con la compañía hasta finalmente desaparecer. Para 1963, TMI cambió su enfoque de ventas de puerta en puerta a diseñar programas especializados para grandes empresas como IBM, o desarrollar cursos para la marina de los Estados Unidos, esto con el fin de poder sobrevivir algunos años. Para 1966, TMI se declaró en bancarota y Grolier adquirió los bienes de la compañía. El declive en popularidad de las máquinas hizo que la instrucción programada cayera en desuso. En un sentido podría decirse que la caída de las máquinas de enseñanza arrastró a la instrucción programada.

Gilbert, uno de los defensores de la tecnología de la instrucción programada, mencionó que el verdadero problema con respecto al declive de la instrucción programada fueron las máquinas. Tanto las compañías como los educadores se enfocaron tanto en las máquinas de enseñanza y las modificaciones que podían realizarse que se fueron olvidando de los textos de instrucción programada, incluso Gilbert abogó por “tirar a la basura las máquinas de enseñanza” (Lindsley, 1996) pero probablemente su advertencia llegó demasiado tarde.

La máquina de enseñanza se distribuyó por un breve periodo de tiempo, debido a los múltiples problemas sociales que ocasionó, se dejó de producir. Hoy en día forman parte de algunos museos de historia (e.g., National Museum of American History), pero, como mencionó Skinner, lo que realmente importa es la instrucción programada, la máquina solo sirve para presentar adecuadamente los textos programados (Skinner, 1958; Stolurow &

Davis, 1963). Algunos estudios compararon la efectividad de la instrucción programada con y sin el uso de la máquina sin encontrar diferencias significativas entre las máquinas y los textos programados (Eigen & Komoski, 1960; Roe, 1962; Silberman, 1962). La instrucción programada perduró por más tiempo, se estudió cada una de sus variables para probar su eficacia en el aprendizaje, e incluso algunos de los principios básicos se siguen utilizando actualmente en otro tipo de programas.

La Instrucción Programada

Pese a los hechos que marcaron el final de la llamada revolución industrial en la educación, un aspecto importante a considerar es el diseño de los programas de auto-instrucción. Los principios por los cuales funciona la instrucción programada han sido objeto de discusión por diversos autores (e.g., Crowder, 1963; Feldhusen & Birt, 1962; Peel, 1964) durante varios años y ha sobrevivido por más tiempo que las propias máquinas de enseñanza.

Skinner investigaba la conducta de los organismos en ambientes de laboratorio y encontró cómo modificar su conducta (Skinner, 1938). No era la primera vez que extendía estos hallazgos encontrados en el laboratorio a situaciones humanas, previamente escribió en 1953 un libro titulado *Science and Human Behavior* en dónde analizó cuestiones humanas a través de los principios del condicionamiento operante (Skinner, 1953). Por lo tanto, Skinner diseñó la instrucción programada en conjunto con la máquina de enseñanza siguiendo los mismos principios hallados en otros organismos, incluso comentó “mucho de lo que sabemos (sobre el aprendizaje) proviene del estudio de la conducta de organismos inferiores, pero los resultados se mantienen sorprendentemente bien para los sujetos humanos” (Skinner, 1958, p. 970). De acuerdo a Skinner, el aprendizaje mejoraría, ya que la

instrucción programada sigue los principios de condicionamiento operante como el moldeamiento (Stolurow & Davis, 1963). Esto es, se fija un tema específico por aprender, posteriormente se descompone el material en una secuencia de incisos y el alumno no podrá avanzar de ítem hasta haberlo completado correctamente reforzando su conducta a través de la retroalimentación inmediata.

Variables de Programación

Las variables de programación son aquellos componentes que pueden asociarse a todo tipo de programa (Lockee et al., 2004). Estas variables se derivaron de aspectos teóricos tales como el efecto de la retroalimentación, la cantidad de ayuda, o el tamaño de los pasos.

Markle (1964) reportó que cuando Skinner se encontraba iniciando el proyecto de la instrucción programada en Harvard, se abordó cómo se tenía que diseñar el material para que fuera efectivo para todos los tipos de estudiantes, desde los que necesitaban más ayuda hasta los más destacados. Se planteó la posibilidad de utilizar marcos de opción múltiple y otros tipos de presentación del material. Conforme aumentaba la popularidad de los textos programados, más autores se cuestionaban sobre cómo se tenían que programar estos materiales (e.g. Coulson & Silberman, 1960; Hartley, 1974), por lo que se probó la efectividad de sus variables.

Tipo de Retroalimentación

Skinner (1968) dejó en claro la importancia de la retroalimentación en los textos programados, cuya función puede tener efectos de reforzador, por lo que la inmediatez aumenta la ocurrencia de la conducta deseada, además mantiene al alumno respondiendo activamente. Cuanto más inmediata sea la entrega del reforzador después de que ocurra la

conducta deseada, mayor es su efecto (Holland, 1965; Vargas, 1991). Varios autores han investigado el efecto de la retroalimentación tanto inmediata como demorada, o la ausencia de la retroalimentación (e.g., Albertson, 1986; Anderson et al., 1971; Jaehnig & Miller, 2007).

Anderson et al. (1971) estudiaron los efectos de la retroalimentación en la instrucción programada utilizando un sistema de instrucción basado en computadora. Realizaron dos experimentos, nombrando la retroalimentación como *Knowledge of the Correct Response* (KCR), en donde se mostraba la respuesta correcta. En el Experimento 1 participaron 168 sujetos quienes tomaban un curso de psicología educativa, se les solicitó resolver un programa sobre el diagnóstico del miocardio. Utilizaron ocho variantes de retroalimentación las cuales mostraban KCR en cada respuesta, en respuestas correctas, en el 10% de las respuestas correctas, en respuestas incorrectas, con demora en mostrar KCR después de una respuesta incorrecta, en solicitar volver a responder cuando se seleccionaba una respuesta incorrecta, no mostrar KCR en ninguna respuesta, e incluso se podía seleccionar de manera voluntaria KCR o no KCR. Cuando los estudiantes terminaban el programa, se les solicitaba resolver un examen referente al programa a lápiz y papel. Los resultados mostraron que aquellos estudiantes que recibieron KCR después de cada inciso mostraron mayores puntajes en el examen que aquellos quienes no recibieron KCR. El propósito del Experimento 2 fue corroborar que los estudiantes que recibieran KCR aprendieran mejor frente aquellos que no recibieran KCR, además de identificar si los alumnos llegan a copiar los incisos cuando se les da acceso al KCR antes de responder. Participaron 188 estudiantes y entre las condiciones de retroalimentación se agregó “ojeada” (El estudiante tenía acceso al KCR antes de responder). Para obtener una estimación de retención, se les administró el examen de criterio entre 14 a 16 semanas

después de responder el programa. Los resultados mostraron que el grupo de ojeada había obtenido un puntaje substancialmente menor frente aquellos que recibieron 100%-KCR , incluso menor comparado con el grupo 0%-KCR. Los resultados también mostraron un puntaje más alto cuando los estudiantes recibieron KCR después de cada inciso, como se reportó en el Experimento 1. La conclusión sobre este experimento fue que tener acceso a la respuesta antes de responder afecta negativamente el desempeño. Esto podría explicar por qué algunos estudios sobre retroalimentación no muestran diferencias estadísticamente significativas entre utilizar retroalimentación y no utilizarlo (e.g., Feldhusen & Birt, 1962). Debido a que existen textos programados cuyo formato muestra las respuestas correctas debajo del inciso, son susceptibles a que los alumnos copien la respuesta.

Jaehnig & Miller (2007) realizaron un análisis sistemático sobre los tipos de retroalimentación utilizados en la instrucción programada. Los autores analizaron la efectividad del modo de presentación de la retroalimentación a través de las bases de datos de ERIC y PsycINFO utilizando como palabras claves “feedback” seguido de “programmed” e “instruction”, o “computer” e “instruction”. En la mayoría de los artículos revisados se utilizaron test de criterio para evaluar el aprendizaje después de resolver el material programado. Jaehnig & Miller concluyeron que utilizar cualquier tipo de retroalimentación es efectivo para el aprendizaje del estudiante frente a no recibir algún tipo de retroalimentación. Proporcionar al estudiante información de su respuesta (“correcto” o “incorrecto”) es lo menos recomendable por su poca efectividad, mientras que añadir una explicación de la respuesta correcta (e.g., “Incorrecto. La respuesta correcta es *reforzador*. El llanto del niño incrementó en frecuencia, por lo que es un reforzador”) muestra ser mucho más efectivo generando menor cantidad de errores en los test de criterio. Sin embargo, requiere mayor tiempo tanto en su elaboración por parte de los

programadores como en resolverse por parte de los estudiantes. Los autores recomendaron en que es necesario realizar mayor investigación sobre el tipo de retroalimentación, ya que la mayoría de los artículos recopilados muestran a población de estudiantes universitarios, por lo que debería investigarse más en grupos con distintos grados académicos. Además, parece observarse una retroalimentación más efectiva si ésta se personaliza colocando el nombre del estudiante que está resolviendo el programa (Albertson, 1986), por lo que debe estudiarse la retroalimentación con nuevos parámetros para encontrar como puede volverse más efectiva.

Ayuda

Ayuda (*prompt*) son estímulos suplementarios a los estímulos discriminativos que aumentan la probabilidad de que ocurra la conducta. Éstos se muestra antes de que aparezca la oportunidad de seleccionar una respuesta facilitando la ocurrencia de la respuesta correcta (Escobar, 2013; Holland, 1965; Lockee et al., 2004). Dependiendo del contexto, una ayuda puede consistir en una pista de la solución de un problema, la primera letra de una respuesta, entre otra variedad de estímulos suplementarios tanto simples como complejos (Anderson et al., 1968). Se han realizado varios estudios para determinar la eficacia de la ayuda en la instrucción programada (e.g., Anderson et al., 1968; Davis et al., 2007; Levine, 1965) comparándolo con su ausencia. La mayoría de estas investigaciones ha encontrado una mejora en el aprendizaje utilizando ayudas en los textos programados (Holland, 1965; Lockee et al., 2004). Vargas (1991) mencionó que se debe proporcionar ayuda en los primeros marcos de una secuencia, con la finalidad de que los estudiantes avancen mediante aproximaciones sucesivas, esto es, la conducta se va modificando gradualmente hasta llegar al objetivo deseado. Tan pronto como sea posible, se debe ir

desvaneciendo o retirando la ayuda evitando que el estudiante dependa de ella para responder, incrementando gradualmente la dificultad del contenido del programa.

Por otro lado, el exceso de ayuda, a lo que se le conoce como sobre ayuda (*overprompting*), parece no ser efectivo en el aprendizaje (Jaehnig, 2007) ya que la respuesta estaría bajo el control del estímulo suplementario. El uso de incisos con ayudas altamente estereotipados y repetitivos perjudican la efectividad del material programado (Anderson et al., 1968) permitiendo a los alumnos responder correctamente sin la necesidad de tener contacto con la información correspondiente al inciso por responder.

Anderson et al. evaluaron el efecto de la sobre ayuda en la instrucción programada. Participaron 108 estudiantes, la mayoría cursando clases de psicología educativa, dividiéndolos en dos grupos. Se utilizaron dos versiones de los primeros 1,052 incisos del programa *Análisis de la conducta* de Holland y Skinner (1961), la primera versión fue idéntica a la original, mientras que a la segunda versión se le realizaron modificaciones para incluir una ayuda adicional en el 90% de los incisos. Estas ayudas consistieron en: a) subrayar el término de la respuesta; b) eliminar la ambigüedad acerca de si la respuesta era plural o singular; c) si habían preguntas de opción múltiple, la primera opción siempre era la correcta; d) añadir conectores fuertes (e.g., por lo tanto) para enfatizar la ayuda; y e) si nada de lo anterior era posible, se añadían las primeras dos letras de la respuesta. El experimento se llevó a cabo en una habitación amplia libre de distractores y se les pidió a los participantes resolver el programa por bloques de una hora por un periodo de un mes. Este tiempo fue distribuido por los mismos participantes, es decir que podían escoger cualquier hora del día para realizar los ejercicios del programa. Al terminar todo el programa, se les administró 24 horas después una evaluación sobre el programa consistiendo en 20 preguntas de respuesta corta y otras 51 de opción múltiple. Los

investigadores evaluaron la cantidad de respuestas correctas de la evaluación final, encontrando un mayor puntaje en aquellos sujetos que resolvieron el material original frente a aquellos que resolvieron la versión con alta cantidad de ayuda. Los autores concluyeron que el uso excesivo de ayuda en los programas los vuelve menos efectivos porque esta ayuda no determina la contingencia entre la pista y la respuesta, el estudiante puede responder correctamente en ausencia de los marcos de información.

El utilizar ayudas en los textos programados representa una ventaja para el aprendizaje de los estudiantes, sin embargo se debe tener cuidado con la cantidad de ayuda utilizada durante todo el material ya que puede disminuir el efecto del aprendizaje ocasionando mayor cantidad de errores una vez que se retira la ayuda. Adicionalmente se debe ir desvaneciendo la cantidad de ayuda conforme se avanza en el material programado. Al igual que con la retroalimentación, es posible generar un programa que permita personalizar la cantidad de ayuda de acuerdo al nivel de experiencia que tenga el estudiante con respecto al tema que se esté resolviendo, por lo que son necesarios estudios de este tipo para evaluar su eficacia.

Tamaño de los pasos

El tamaño de los pasos se refiere principalmente al nivel de dificultad del contenido proporcionado en el ítem (Lockee et al., 2004). Holland (1965) mencionó que el tamaño de los pasos depende de: 1) la cantidad de material presente en los incisos (e.g., número de palabras), 2) la dificultad por medio de la tasa de error (mayor cantidad de errores de un determinado inciso es equivalente a una mayor dificultad), y 3) el número de incisos presentes en el material. Los pasos cortos descomponen el material programado en una gran cantidad de incisos, mientras que los pasos largos reducen la cantidad de ítems abarcando

mayor contenido por cada fragmento del programa. Skinner (1958) sugirió desarrollar los programas aumentando la dificultad gradualmente comenzando a otorgar ayuda, a través de pasos pequeños, con el fin de evitar los errores. En términos de esfuerzo, esto constituye una gran ventaja (Mackie, 1975), ya que es complicado enseñar todo un material nuevo a la vez, por lo que se debe enseñar poco a poco.

Coulson y Silberman (1960) estudiaron la cantidad de pasos entre los ítems sucesivos (pequeños pasos con 104 ítems vs pasos largos con 56 ítems) de un texto programado utilizado en la materia de psicología. Se utilizaron dos grupos experimentales y uno control. El primer grupo experimental resolvió el programa que contenía los 104 ítems (pasos cortos), mientras que el segundo grupo utilizó el programa de 56 ítems (pasos largos), el grupo control no utilizó ningún programa. Para evaluar el aprendizaje se utilizó una prueba de 36 preguntas basado en el contenido del material programado.

Los resultados de Coulson y Silberman (1960) mostraron que hubo una diferencia significativa en el puntaje obtenido con un mejor desempeño en el grupo que empleó pasos pequeños en comparación con el grupo que usó pasos grandes, además de mostrar puntajes más altos utilizando textos programados en comparación con el grupo control. Sin embargo también encontraron que el tiempo en resolver el material programado aumentó al utilizar pasos pequeños, lo que podría generar aburrimiento a los estudiantes, en especial en aquellos considerados “brillantes” (Rigney & Fry, 1961). Hartley (1974) mencionó que se debe tomar a consideración la cantidad de pasos con respecto a los alumnos que van a realizar el programa. Los estudiantes más jóvenes prefieren los pasos cortos, así como aquellos que tienen muy poco conocimiento sobre el tema a tratar.

Estos hallazgos son útiles al momento de diseñar un texto programado. Se tiene que tomar en cuenta a quien va dirigido el material. Si se enseña un tema relativamente nuevo y

complejo a los estudiantes, lo conveniente sería diseñar una gran cantidad de pasos cortos para reducir la cantidad de errores, tal como propuso Skinner. Por el contrario, si el material resulta conocido para el alumno, lo recomendable sería utilizar pasos largos. El uso de pasos largos reduce el tiempo en resolver los materiales programados.

Tipo de Respuesta

El método de Skinner se basa en generar preguntas en donde el alumno tiene que componer la respuesta, esto es, dividir el material en marcos que incluyan frases incompletas y solicitar al estudiante completar la información faltante basada en los conceptos que se describan anteriormente (e.g., el análisis de la conducta estudia la _____ de los organismos (conducta)), en lugar de seleccionar una entre distintas opciones, ya que el alumno terminaría por reconocer y memorizar la respuesta correcta en vez de construirla por sí mismo, además de aumentar la cantidad de respuestas incorrectas que pudiese seleccionar. A esto Skinner le llamó conducta inapropiada (Skinner, 1958). Por otro lado, la ventaja de utilizar respuestas de opción múltiple es que los errores permiten la eliminación de la conducta inapropiada (Holland, 1965; Pressey, 1960), el estudiante identifica las respuestas incorrectas lo que disminuye la probabilidad de seleccionarlas posteriormente, aunque contrapone a lo descrito por Skinner. Estudios posteriores (Coulson & Silberman, 1960; Roe, 1962a; Williams, 1963) compararon las respuestas construidas con respecto a las respuestas de opción múltiple a través de textos programados. Evaluaron el número de respuestas correctas de los alumnos a través de cuestionarios sobre el material presentado y demostraron que no existe una diferencia significativa en el aprendizaje al utilizar respuestas de opción múltiple con respecto a las respuestas construidas. Holland (1965) argumentó que parte de estos estudios no son concluyentes (e.g., las respuestas solicitadas

al alumno no están relacionadas con el contenido del inciso). No obstante, algunos de estos estudios (e.g., Coulson & Silberman, 1960) cuyos procedimientos experimentales demostraron ser capaces de detectar los efectos de los tipos de respuesta en comparación con aquellos que no mostraron una relación entre el material y el tipo de respuesta (e.g., Roe, 1962a) hallaron diferencias, más no significativas, a favor de las respuestas construidas. Los resultados mostraron que las respuestas construidas toman ventaja con cierto tipo de tareas que se presentan como son los conceptos técnicos o el aprendizaje de idiomas.

El tipo de respuesta es una variable fundamental en el diseño de los programas. Los estudios que compararon las respuestas de opción múltiple con respecto a las respuestas construidas no observaron diferencias significativas en el aprendizaje, pero sí se observaron diferencias con respecto al material no programado mostrando una menor cantidad de errores en los test de criterio cuando se utilizó el material programado. La ventaja de utilizar materiales programados frente a otros métodos es que éstos incrementan la probabilidad de una respuesta correcta.

Tipo de Programación

El tipo de programación quizá sea la variable que más ha estado en discusión (Crowder, 1963). Hay una gran cantidad de autores que analizaron qué tipo de programación es más efectiva (e.g., Cohen, 1964; Holland, 1965; Peel, 1964; Roe, 1962b). La base teórica que Skinner desarrolló en la instrucción programada se conoce como “programación lineal” (Cohen, 1964), y aproximadamente el 90% de los programas publicados son de carácter lineal. La programación lineal obedece a los principios de condicionamiento operante (Peel, 1964). Su estructura se basa en lo que Skinner mencionó

en 1958: a) descomponer el tema en pasos pequeños en donde el estudiante tiene que resolver los ítems en una secuencia predeterminada, b) avanza a su propio ritmo, y c) reforzar su conducta a través de la retroalimentación inmediata (Cohen, 1964; Skinner, 1958), además de preferir las respuestas construidas (Leith, 1964).

El segundo tipo de programación se le conoce como “programación ramificada” (también conocida como intrínseca) propuesto por el psicólogo Norman Crowder (Crowder, 1963). Crowder, al igual que Skinner, comparó este programa con un tutor privado (Lockee et al., 2004). Ambos tipos de programación surgieron en contextos muy distintos (Crowder, 1963). El método de Crowder surgió de su experiencia como instructor de guerra para la Fuerza Aérea (Lockee et al., 2004). Él mismo declaró que su método se basa en el “sentido común” y que no tiene una raíz teórica detrás (Crowder, 1963), por lo que se llegó a dudar de su eficacia. La programación ramificada de Crowder (1963) consiste en una serie de preguntas de opción múltiple que, a diferencia de la programación lineal, la respuesta que seleccione el alumno lo lleva a diferentes caminos. Estas respuestas indican a qué página tiene que dirigirse el alumno dentro del material. Si escogió correctamente, lo lleva a la página que abarca una nueva unidad de información y por consiguiente a la pregunta correspondiente del tema. Si escogió incorrectamente, lo lleva a una página que contiene una discusión de porqué su respuesta está equivocada y le pide que vuelva a intentarlo. El estudiante no podrá avanzar a material nuevo hasta que seleccione correctamente la respuesta. Esta técnica suele ser más didáctica en comparación con la programación lineal (Peel, 1964).

Tras estas diferencias, se realizaron estudios para medir la eficacia de ambos tipos de programación, sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (e.g., Coulson & Silberman, 1960; Roe, 1962b), aunque parece ser más efectiva la

programación lineal cuando se abarcan temas nuevos, así como su aplicación con los alumnos más jóvenes (Leith, 1964), los niños responden mejor a la programación lineal (Hartley, 1974), no obstante, puede generar mayor aburrimiento que una secuencia ramificada (Peel, 1964). En cambio, el programa ramificado puede presentar una dificultad. El estudiante debe leer la información proporcionada, luego la pregunta, y finalmente seleccionar una respuesta. Sin embargo, los estudiantes pueden leer la pregunta y posteriormente seleccionar la respuesta, omitiendo leer la información previamente dada con el fin de terminar pronto la prueba. Esto puede deberse a la competencia entre estudiantes dentro del aula, lo que genera un rendimiento inferior en el material aprendido (Leith, 1964).

Crowder (1963) consideraba que los dos tipos de programación difieren tanto en el método como en su contexto histórico. Comentó que la programación lineal es un “modelo de condicionamiento”, los errores son irrelevantes y solo se refuerzan los aciertos. Por otro lado, la programación ramificada usa el error como un diagnóstico para generar material que refuerce la habilidad o conocimiento faltante. Sin embargo, comparten ciertas similitudes. Ambos métodos proporcionan retroalimentación inmediata del progreso del material presentado a través de pequeños pasos, requiriendo respuestas continuas del estudiante (Cohen, 1964).

Estos son los tipos de variables más comunes que se han estudiado constantemente para evaluar la eficacia de los textos programados. No obstante, algunas investigaciones contaron con resultados confusos con respecto a las variables que medían y la mayoría de los resultados no mostraron diferencias significativas entre el tamaño de los pasos, el tipo de programación, y el tipo de respuesta (e.g., Feldhusen & Birt, 1962). Por lo que generaban dudas en si las variables tenían muy poco efecto en el aprendizaje o si las

mediciones no eran las correctas. Silberman (1962) mencionó que los resultados inconclusos pueden atribuirse a las diferencias que se han obtenido como dar a un grupo información adicional o añadir tiempo de entrenamiento, que rara vez son reportadas. Sin embargo, la instrucción programada suele mostrar que los programas son tan buenos como los procedimientos convencionales y ciertamente mejores que la ausencia de la instrucción.

Métodos RULEG y EGRUL. RULEG y EGRUL son dos métodos utilizados para diseñar los textos programados. Ambos métodos utilizan reglas, que se refieren a una definición, una fórmula, una ley, un postulado, un principio, un axioma o una hipótesis (Evans et al., 1962). El método RULEG se refiere a describir una regla seguida de ejemplos; mientras que el método EGRUL describe primero los ejemplos seguidos de la regla (Hermann, 1971). La única diferencia está en el orden de la regla. Los ejemplos se pueden referir a características físicas de eventos, a relaciones entre objetos físicos o conceptuales, a teoremas o deducciones de cierto tipo (Escobar, 2013).

Evans et al. (1962) describieron una serie de pasos que se deben de seguir para diseñar los textos programados siguiendo el método RULEG los cuales son:

- 1) Especificar la conducta meta. Describir cuales son las respuestas que se espera por parte de los alumnos al final del curso y qué estímulos deben controlar dichas respuestas.

- 2) Definir y ordenar las reglas del material. Estas reglas se escriben primero sin ayuda de material externo, preferentemente a través de tarjetas separadas unas de otras para posteriormente poder ordenarse. Después se utiliza ayuda externa a través de textos o asesorías para generar más reglas. Finalmente las reglas se ordenan de manera preliminar, ya sea de menor a mayor complejidad, por dependencia de unas reglas con otras, por orden cronológico, etc.

3) Utilizar una matriz de reglas. Ésta se crea enlistando las reglas de manera horizontal como vertical generando nueve celdas y cada celda corresponde a la interrelación de una regla con otras. De esta manera cada regla está relacionada consigo misma.

4) Buscar una gran cantidad de ejemplos para cada regla, los cuales deben abarcar todo el espectro de la regla, colocando primero ejemplos muy simples y posteriormente presentar ejemplos complejos. Los ejemplos deben ser diversos para poder facilitar la generalización, y deben ser similares entre reglas para facilitar la discriminación de reglas.

5) Se enumeran las celdas de la matriz de reglas para ordenar la presentación de cada regla.

6) Se arreglan las reglas y los ejemplos en los incisos utilizando tres tipos de regla (regla, -regla, --regla) y tres tipos de ejemplo (ejemplo, -ejemplo, --ejemplo). La regla y ejemplo son descripciones que no involucran ningún tipo de respuesta por parte del alumno. La -regla y -ejemplo implica una respuesta del alumno, se utilizan ayudas para evitar los errores. La --regla y --ejemplo implica una respuesta del alumno sin algún tipo de ayuda. Un ejemplo de emplear los tipos de reglas y ejemplos es el siguiente: El reforzamiento positivo es un procedimiento para aumentar la ocurrencia de una conducta específica con la entrega de un reforzador (regla). Si un perro se sienta al escuchar “siéntate” e inmediatamente se le entrega una croqueta, esto es reforzamiento positivo (ejemplo). Si un niño levanta la mano y responde correctamente en la clase, la profesora le contesta “muy bien”, y de esta manera aumenta la frecuencia en que el niño participa, esto es _____ (-ejemplo). Un delfín da una vuelta de 360° en el aire y posteriormente se le entrega un trozo de pescado, esto es un ejemplo de _____ (--ejemplo).

7) Finalmente se pone a prueba el programa con un estudiante para evaluar si el número de ejemplos son suficientes para cada regla, se revisan los comentarios del estudiante para mejorar el programa. Estos pasos previamente descritos son necesarios para diseñar un texto programado siguiendo la lógica del método RULEG.

Se han llevado a cabo estudios que probaron la eficacia de RULEG y EGRUL (e.g., Hermann, 1971; Hermann, 1978; Jacka & Hermann, 1977; Tanner, 1969), estos estudios evaluaron el nivel de retención a través de postests los cuales no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos métodos. Sin embargo, si el tema a aprender es simple o sencillo, probablemente los estudiantes se beneficien con el método RULEG, y si los conceptos son más complejos o abstractos, se recomienda utilizar el método EGRUL (Lockee et al., 2004).

Método de Oscurecimiento. Un material se considera programado si la respuesta emitida por el alumno se relaciona con el contenido del programa (Holland, 1967). Holland (1965, 1967) diseñó una técnica cuantitativa para medir la eficacia de los textos programados a través del “oscurecimiento” que consiste en bloquear contenido del material que se considere que no contribuye a una respuesta a través de tinta negra para que el estudiante no pueda acceder a dicha información. El oscurecimiento evalúa la calidad de contenido que tiene el material, ya que pueden existir marcos de información que no están relacionados con la respuesta que se solicita posteriormente. La idea del oscurecimiento es mantener únicamente el material programado, que es el que controla la respuesta del alumno, ya que si éste se elimina incrementa la tasa de error, lo que demuestra que el material que se llega a oscurecer no es fundamental para responder correctamente y por lo tanto se puede remover. A menor porcentaje que puede oscurecerse el material, es más efectivo, teniendo una relación directa entre el contenido y la respuesta emitida. Si tiene

una tasa de error alta y demasiado contenido oscurecido, el material no puede considerarse como programado.

Doran y Holland (1971) rastrearon los movimientos oculares de estudiantes que completaron dos versiones del programa *The Analysis of Behavior*. Los autores alteraron la versión original considerada con un bajo nivel de oscurecimiento ya que los estudiantes tenían que leer la mayoría de las palabras en orden para responder correctamente, a una versión de alto nivel de oscurecimiento, es decir, la contingencia del contenido con la respuesta era baja. Los resultados mostraron diferencias en los movimientos oculares entre el material de bajo y alto nivel de oscurecimiento. En la versión de alto nivel de oscurecimiento, se registraron movimientos oculares por toda la pantalla, los estudiantes no leyeron todas las frases, mientras que en la versión de bajo nivel de oscurecimiento, se mostró un patrón normal de lectura. Estos resultados mostraron como la técnica del oscurecimiento puede contribuir a mejorar la elaboración del material programado, ya que es posible que los estudiantes respondan correctamente pero no necesariamente debido a la relación entre el contenido y la respuesta.

Holland (1967) señaló la importancia de esta técnica porque permite filtrar el material que realmente se considera programado frente aquel que no lo es, aunque parezca serlo, con la finalidad de mejorar las investigaciones sobre los textos programados, como en el caso de los estudios mencionados anteriormente en los cuales puede que se hayan utilizado materiales que presumiblemente eran programados cuando en realidad pudieron no serlo. Un material programado incrementa la probabilidad de que se emitan respuestas correctas, mientras que en materiales no programados o pseudoprogramas la respuesta no está relacionada directamente con el material presentado o éste es bastante ambiguo. Pese a

estos hallazgos, los programadores argumentaban que los materiales se revisaban un promedio de 27 veces antes de ser publicados (Laver, 1962).

Desarrollos en Instrucción Programada

Las máquinas de enseñanza junto con la instrucción programada formaron parte de la tecnología de la enseñanza en las décadas de 1950 y 1960 en los Estados Unidos. A pesar de la eficacia que mostraron, no se sabe certeramente por qué desapareció esta tecnología (Rutherford, 2003). Pese al análisis de varios autores por resolver esta cuestión (e.g., Benjamin, 1988; Escobar, 2013), se puede llegar a la conclusión que se debió a la inercia de la cultura. La malinterpretación del uso de los materiales programados generó la idea de que estos buscaban sustituir a los docentes por artefactos o se buscaba mecanizar la educación. Por ejemplo, TMI-Grolier tenía la intención de producir material para Latinoamérica desarrollando contenido en español, incluso se creó un libro programado para enseñar inglés a hispanoparlantes. Sin embargo el proyecto no se llevó a cabo debido al declive de las máquinas de enseñanza y la desaparición de la compañía (Escobar, 2013). En México, se llegaron a formar programadores en la década de 1970 elaborando diversos textos programados en un formato lineal y posteriormente en formatos ramificados, desarrollando programas para diversas materias como Física, Matemáticas, Química, Ingeniería, Computación, Veterinaria, Economía y Administración, Lingüística, Filosofía, Sociología y Psicología (Cáceres, 2021).

Se estima que se llegaron a elaborar más de 1000 textos programados (Benjamin, 1988). Entre el material educativo que se logró desarrollar y distribuir utilizando las máquinas de enseñanza se encuentra contenido de matemáticas, lógica, método científico, psicología, estadística, educación financiera, humanidades, lenguaje artístico, ciencias

biológicas y físicas, química, ingeniería y electrónica, idiomas, música, entre muchos otros (Finn & Perrin, 1962; Skinner, 1958). Skinner (1958) mencionó que la instrucción programada se puede utilizar con otros propósitos más allá del aula educativa, como puede ser entrenamiento militar e industrial. También es posible utilizarse como complemento auxiliar cuando no se tiene acceso directo al profesor, tomando éste último el papel como facilitador.

Algunos autores (e.g., Tiemann & Beck, 1971) diseñaron programas auto-instruccionales que abarcaron otro tipo de contenido más allá del que enseñaban en los centros educativos. Entre ellos se encuentra una serie de programas para enseñar e incentivar el ejercicio físico el cual llegaron a resolver más de 2,000 estudiantes (Tiemann & Beck, 1971). Apoyándose de cintas de audio, gran parte del material se utilizaba en espacios para hacer ejercicio. Los programas consisten en instruir al alumno sobre la importancia de realizar ejercicio físico y los beneficios que generan a su organismo, dando a su vez una serie de ejercicios físicos que deben realizar ellos mismos. Otros autores como Berlin y Wyckoff diseñaron programas para el desarrollo humano a través del Instituto de Desarrollo Humano (Human Development Institute, HDI) (Escobar & Lattal, 2011). Entre los manuales que se realizaron se encuentra uno para mejorar las relaciones maritales (HDI, 1970), y otro para mejorar las relaciones interpersonales de manera general (HDI, 1972).

El éxito de estos programas para mejorar la comunicación llegó a utilizarse entre los empleados de las Aerolíneas Unidas, Carburo de Unión, Aviones Lockheed, Laboratorios de Tecnología Espacial, Hospital de la Universidad de Baylor, la Administración de Seguridad Social, Eléctrica Occidental, Procter and Gamble, voluntarios en el Capítulo de Atlanta de Hadassah, y en estudiantes graduados en la Universidad de Alabama y el Colegio del Estado de Georgia (Escobar & Lattal, 2011, p. 161).

El uso de la instrucción programada como tecnología de la enseñanza llegó a proveer información acerca de cómo mejorar el aprendizaje. Escobar (2013) mencionó los siguientes puntos a considerar para mejorar los ambientes educativos: 1) Descomponer el proceso de aprendizaje en pasos para que pueda entrenarse fácilmente; 2) Utilizar suficiente ayuda (*prompts*) para aumentar la probabilidad de la ocurrencia de la respuesta correcta; 3) La retroalimentación inmediata es sumamente importante, debe dirigirse a la conducta del individuo, enfocada a un solo tema, siendo lo suficientemente clara evitando las ambigüedades; 4) El manejo de contingencias y contratos conductuales en ambientes educativos. Si se describen los requisitos de una respuesta y sus consecuencias puede mejorar el aprendizaje en las aulas; 5) Todos aprenden a su propio paso, por lo que el aprendizaje ocurre de manera individual; 6) Los hechos, conceptos y principios (e.g., programas de disciplinas científicas) utilizan matrices de reglas, mientras que la toma de decisiones, resolver problemas y el desarrollo de habilidades (e.g. programas para enseñar un idioma) utilizan diagramas de flujo y tarjetas de decisión; 7) Si se enseñan hechos, conceptos y principios es importante describir primero la regla (e.g., una definición, formula, ley, principio, axioma postulado o hipótesis), posteriormente ejemplos de la regla, finalmente se le pide al estudiante que completen ejemplos de la regla.

Pese a los hallazgos por parte de la instrucción programada mostrando ser una tecnología de la enseñanza bastante eficaz, es posible que en realidad no haya desaparecido, sino que se haya integrado a otras áreas como lo es la Instrucción Asistida por Computadora (Computer Assisted Instruction, CAI), el diseño instruccional, y la instrucción invertida (Lockee et al., 2004; Mackie, 1975; Reynolds & Tan, 2020). Estos métodos tienen objetivos similares, que son proveer instrucción efectiva, eficiente, de manera económica, y otorgar retroalimentación inmediata (Lockee et al., 2004; Reynolds &

Tan, 2020). Puede que CAI no haya brindado suficiente ayuda, ya que aún se necesitaba generar más avances con respecto al aprendizaje programado (Mackie, 1975), aunque otorgaba un mayor control experimental al momento de investigar las variables involucradas en la instrucción programada, como lo reportó Anderson et al. (1971).

Se ha reportado que ciertas aplicaciones actuales utilizan los principios de la instrucción programada. Algunas aplicaciones para el aprendizaje de idiomas como Babel, Busuu, Duolingo y Memrise siguen algunos principios de la instrucción programada (Lotherington, 2018) como lo es la retroalimentación inmediata, la programación lineal y ramificada y el tipo de respuesta. Otra ventaja del uso de estas aplicaciones es que permiten el acceso al material de manera gratuita utilizando la conexión a internet desde cualquier dispositivo móvil o de cómputo. Otro ejemplo de aplicación es el Mobile Computer Science Principles (CSP) Course (<http://www.mobile-csp.org>) el cual es un curso cuyo objetivo es proporcionar conocimiento con respecto a las ciencias de la computación abordando conceptos como algoritmos, criptografía, números binarios, entre otros, utilizando la lógica de la instrucción programada (Reynolds & Tan, 2020). Por otro lado, Headsprout (<https://www.headsprout.com>) es un programa que mejora las habilidades lectoras utilizando los principios de la instrucción programada permitiendo que el usuario avance a su propio ritmo, personalizando su progreso y entregando monedas virtuales como reforzadores, se ha reportado que es eficaz en estudiantes con discapacidades (Cullen et al., 2014; Grindle et al., 2013; Storey et al. 2017). Es posible que con la tecnología actual se puedan diseñar materiales programados siguiendo los principios de condicionamiento operante (Escobar, 2013).

El uso de dispositivos tecnológicos abre la posibilidad de diseñar programas a un coste muy bajo dirigido a un gran sector de la población. Incluso podría utilizarse este

método de enseñanza a distancia cuando no sea factible de manera presencial. Hoy en día cada vez son más los estudiantes que toman cursos en línea conocidos como MOOCs (cursos en línea masivos y abiertos) los cuales consisten en clases a distancia utilizando videos, lecturas, cuestionarios, e incluso interacción entre los mismos estudiantes y en ocasiones con los profesores del curso. Sin embargo el método tradicional de estos cursos no moldea adecuadamente la conducta del estudiante, ya que el moldeamiento requiere que las acciones de enseñanza se ajusten continuamente a la conducta del estudiante tanto como las acciones del alumno se ajusten a los pasos de la instrucción (Vargas, 2014). Vargas (2014) mencionó que se pueden mejorar los cursos MOOCs utilizando los principios de la instrucción programada, recomendando utilizar respuestas activas, esto es, solicitarle al alumno responder constantemente durante el curso, ya que se ha observado que entre más responden activamente los estudiantes durante una instrucción mejor se desempeñan. Se ha demostrado que diseñar cursos en línea utilizando la instrucción programada los alumnos obtienen puntajes altos en los test de criterio, además de incluir interacción social (Root & Rehfeldt, 2021), permitiendo asemejarse a una clase presencial. Utilizando apropiadamente los principios que subyacen en la instrucción programada y las variables previamente descritas en el presente trabajo (retroalimentación, ayuda, tamaño de los pasos, tipo de programación y tipo de respuesta) se puede desarrollar contenido programado para cualquier tema académico, logrando ser auxiliar en materias catalogadas como difíciles por el alto índice de reprobación y deserción dentro de los colegios y facultades universitarias. Anteriormente, las limitantes tecnológicas en la instrucción programada no se ajustaba continuamente a cada acción realizada por el alumno, pero hoy en día, la flexibilidad de estos programas para cada individuo puede lograrse con las herramientas actuales del Internet (Vargas, 2014).

Conclusiones

De lo que se ha aprendido durante el auge de las máquinas de instrucción programada es que se puede diseñar material para moldear cualquier tipo de conducta, desde contenido educativo hasta en relaciones interpersonales, y su objetivo, de acuerdo con Skinner, es brindar un mayor aprendizaje en un menor tiempo. El conocimiento que se tenía sobre los principios de la instrucción programada, su diseño y evaluación en la década de 1960 ha mejorado completamente hoy en día (Layng, 2020). El auge de la tecnología a través de las computadoras ha permitido evaluar la efectividad de los textos programados con mayor precisión, además de personalizar con mayor facilidad el contenido programado para cada estudiante y evita sesgos que las mismas máquinas de enseñanza llegaron a generar, como se puede percibir en los estudios en donde no se mostraron diferencias significativas en la variable de retroalimentación, ya que por la misma naturaleza del programa los alumnos observan la respuesta correcta antes de responder (e.g., Felhusen & Bird, 1962).

La tecnología de la instrucción programada puede auxiliar en los problemas actuales que presenta la población. Por ejemplo, en México durante la última aplicación de la prueba del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) llevado a cabo en 2015, se evaluaron las habilidades de lectura, matemática y ciencia, además de la capacidad de trabajar en equipo, se mostró que el rendimiento de los alumnos mexicanos es de 423 puntos, estando por debajo del promedio de otros países que pertenecen a la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) siendo de 493 puntos (INEE, 2017). Es necesario el uso de una tecnología educativa. Entre las ventajas que posee la instrucción programada es el bajo costo de producción, así como su alta efectividad. No obstante también se debe continuar realizando investigación básica con respecto a las variables

previamente descritas, como lo es el personalizar el contenido programado para cada estudiante, mencionando su nombre constantemente conforme se avanza. Hoy en día es más sencillo realizar este tipo de contenido gracias a la tecnología de la computadora.

Referencias

- Albertson, L. M. (1986). Personalized feedback and cognitive achievement in computer-assisted instruction. *Journal of Instructional Psychology*, *13*(2), 55–57.
- Anderson, R. C., Kulhavy, R. W., & Andre, T. (1971). Feedback procedures in programmed instruction. *Journal of Educational Psychology*, *62*(2), 148–156. <https://doi.org/10.1037/h0030766>
- Angell, G. W. (1949). The effect of immediate knowledge of quiz results on final examination scores in freshman chemistry. *The Journal of Educational Research*, *42*(5), 391-394.
- Benjamin, L. T., Jr. (1988). A history of teaching machines. *American Psychologist*, *43*, 703–712.
- Cáceres, L. (2021). *Instrucción programada: Notas sobre su historia en la UNAM*, Material no publicado.
- Cohen, D. (1964). Programmed Instruction and Teaching Machines. *Australian Journal of Education*, *8*(1), 7–17.
- Coulson, J. E., & Silberman, H. F. (1960). Effects of three variables in a teaching machine. *Journal of Educational Psychology*, *51*(3), 135–143.
- Crowder, N. A. (1963). On the differences between linear and intrinsic programing. *The phi delta kappan*, *44*(6), 250-254.

- Cullen, J. M., Alber-Morgan, S. R., Schnell, S. T., & Wheaton, J. E. (2014). Improving reading skills of students with disabilities using Headsprout comprehension. *Remedial and Special Education, 35*(6), 356-365.
- Doran, J., & Holland, J. G. (1971). Eye movements as a function of response contingencies measured by blackout technique. *Journal of applied Behavior analysis, 4*(1), 11-17.
- Eigen, L. D., & Komoski, P. K. (1960). *Research Summary Number 1. Automated Teaching Project*. Collegiate School.
- Escobar, R. (2013). Máquinas, Programas y Enciclopedias: ¿Qué Aprendimos de las Máquinas de Enseñanza de Tmi-Grolier?. En J. J. Irigoyen, F. Cabrera, M. Y. Jiménez, H. Martínez, & K. F. Acuña (Eds.), *Estudios sobre comportamiento y aplicaciones III* (pp. 11-45). Universidad de Sonora.
- Escobar, R., & Lattal, K. A. (2011). Observing Ben Wyckoff: From basic research to programmed instruction and social issues. *The Behavior Analyst, 34*(2), 149-170.
- Evans, J. L., Homme, L. E., & Glaser, R. (1962). The ruleg system for the construction of programmed verbal learning sequences. *The journal of educational research, 55*(9), 513-518.
- Feldhusen, J. F., & Birt, A. (1962). A study of nine methods of presentation of programmed learning material. *The Journal of Educational Research, 55*(9), 461-466.
- Finn, J. D., & Perrin, D. G. (1962). *Teaching Machines and Programed Learning, 1962: A Survey of the Industry*. National Education Association.
- Foltz, C. I. (1961). *The world of teaching machines, programed learning and self-instructional devices*. Electronic Teaching Laboratories.

- Fry, E. B. (1960). A study of teaching-machine response modes. In A. A. Lumsdaine & R. Glaser (Eds.), *Teaching machines and programmed learning* (pp. 469–474). National Education Association
- Grindle, C. F., Hughes, C. J., Saville, M., Huxley, K., & Hastings, R. P. (2013). Teaching early reading skills to children with autism using Mimiosprout early reading. *Behavioral Interventions*, 28(3), 203-224.
- Hartley, J. (1974). Programmed Instruction 1954-1974 A Review. *Programmed learning and educational technology*, 11(6), 278-291.
- Hermann, G. D. (1971). Egrule vs ruleg teaching methods: Grade, intelligence, and category of learning. *The Journal of Experimental Education*, 39(3), 22-33.
- Hermann, G. D. (1978). Learning by Discovery: Incidental Learning and Presentation of Rule. *Psychological Reports*, 43(3), 732-734.
- Holland, J. G. (1965). Research on programing variables. *Teaching machines and prograded learning, II*, 66-177.
- Holland, J. G. (1967). A Quantitative Measure for Programmed Instruction. *American Educational Research Journal*, 4(2), 87–101.
- Holland, J. G., & Skinner, B. F. (1961). *The analysis of behavior: A program for self-instruction*. McGraw-Hill.
- Human Development Institute. (1970). *Improving Communication In Marriage* (4th ed.). Author.
- Human Development Institute. (1972). *General Relationship Improvement Program* (6th ed.). Author.
- INEE (2017). *México en PISA 2015*. INEE.

- Jacka, B. T., & Hermann, G. D. (1977). Egrule vs. ruleg teaching: A replication. *The Journal of Experimental Education*, 46(1), 15-20.
- Jaehnig, W., & Miller, M. L. (2007). Feedback types in programmed instruction: A systematic review. *The psychological record*, 57(2), 219-232.
- Kopstein, F. F., & Shillestad, I. J. (1961). *A survey of auto-instructional devices (ASD Technical Report)*. Wright-Patterson AFB, OH: Aeronautical Systems Division, Air Force Systems Command, United States Air Force.
- Laver, A. B. (1962). A role for psychologists in programmed education. *The Canadian Psychologist*, 3a(1), 2-5.
- Layng, T. J. (2020). *History of programmed instruction*. Conferencia de la American Psychological Association.
- Leith, G. O. M. (1964). Research on programmed learning. *Educational Review*, 16(4), 67-91.
- Levine, J. M. (1965). Prompting and confirmation as a function of the familiarity of stimulus materials. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 4(5), 421-424.
- Lindsley, O. R. (1996). Thomas F. Gilbert (1927-1995). *The Behavior Analyst*, 19(1), 11-18.
- Lockee, B., Moore, D., & Burton, J. (2004). Foundations of programmed instruction. En D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (2a Ed., pp. 545- 569). Lawrence Erlbaum.
- Lotherington, H. (2018). How Mobile Are Top-Rated Mobile Language Learning Apps?. *International Association for Development of the Information Society*.

- Mackie, A. (1975). Programmed Learning—a Developing Technique: A critique of “Programmed Instruction 1954-1974” by James Hartley (PLET, 11,278-291, 1974). *Programmed Learning and Educational Technology*, 12(4), 220-228.
- Markle, S. M. (1964). The harvard teaching machine project: The first hundred days. *AV communication review*, 12(3), 344-351.
- Molenda, M. (2008). The Programmed Instruction Era: When effectiveness mattered. *TechTrends*, 52(2), 52-58.
- Peel, E. A. (1964). The principles of learning underlying programmed instruction. *Educational Review*, 16(4), 20-34.
- Porter, D. (1957). A critical review of a portion of the literature on teaching devices. *Harvard Educational Review*, 27, 126-147.
- Pressey, S. L. (1926). A simple device which gives tests and scores-and teaches. *School and Society*.
- Pressey, S. L. (1933). *Psychology and the new education*. Harper.
- Reynolds, J. L., & Tan, D. (2020). The Flipped Computer Science Classroom: A Modern Approach to Programmed Instruction. In Z. Walker, D. Tan, N. K. Koh (Eds.), *Flipped Classrooms with Diverse Learners* (pp. 135-148). Springer Texts in Education. Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4171-1_8
- Rigney, J. W., & Fry, E. B. (1961). Current teaching-machine programs and programming techniques. *Audiovisual Communication Review*, 9(3), Supplement 3, 7–121.
- Roe, A. (1962a). Automated teaching methods using linear programs. *Journal of Applied Psychology*, 46(3), 198–201.
- Roe, A. (1962b). A comparison of branching methods for programmed learning. *The Journal of Educational Research*, 55(9), 407-416.

- Root, W. B., & Rehfeldt, R. A. (2021). Towards a Modern-Day Teaching Machine: The synthesis of Programmed instruction and online education. *The Psychological Record*, 71(1), 85-94.
- Rutherford, A. (2003). BF Skinner's technology of behavior in American life: From consumer culture to counterculture. *Journal of the History of the Behavioral Sciences*, 39(1), 1-23.
- Silberman, H. F. (1962). Chapter VI: Self-Teaching Devices and Programmed Materials. *Review of Educational Research*, 32(2), 179-193.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. Simon and Schuster.
- Skinner, B. F. (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24, 99–113.
- Skinner, B. F. (1958). Teaching machines. *Science*, 128(3330), 969-977.
- Skinner, B. F. (1968). *The Technology of Teaching*. Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1981). *Reflexiones sobre conductismo y sociedad*. Trillas.
- Skinner, B. F. (1983). *A matter of consequences*. New York University Press.
- Stake, R. E. (1963). The Teaching Machine: Tool of the Future or Passing Fancy?. *The Phi Delta Kappan*, 44(6), 247-249.
- Stolurow, L. M., & Davis, D. (1963). *Teaching machines and computer-based systems* (No. TR-1). Illinois Univ At Urbana Training Research Lab.
- Storey C, McDowell C, Leslie JC. (2017). Evaluating the efficacy of the Headsprout© reading program with children who have spent time in care. *Behavioral Interventions*. 32(3), 285-293. <https://doi.org/10.1002/bin.1476>
- Tanner, R. T. (1969). Expository-deductive versus discovery-inductive programming of physical science principles. *Journal of research in science teaching*, 6(2), 136-142.

Teaching by Machine. (1954). *The Science News-Letter*, 66(3), 38-38.

doi:10.2307/3934102.

Tiemann, P. W., & Beck, R. J. (1971). Self-prescribed fitness: attitude change. *Through innovation in a basic program*. Chicago Circle: University of Illinois

Vargas, E. A., & Vargas, J. S. (1991). Programmed instruction: What it is and how to do it. *Journal of Behavioral Education*, 1(2), 235-251.

Vargas, J. S. (2014). Programmed instruction's lessons for xMOOC designers. *Revista mexicana de análisis de la conducta*, 40(2), 7-19.

Williams, J. P. (1963). A comparison of several response modes in a review program. *Journal of Educational Psychology*, 54, 253-260.