

CAPÍTULO I

Máquinas, Programas y Enciclopedias: ¿Qué Aprendimos de las Máquinas de Enseñanza de Tmi-Grolier?

*Rogelio Escobar**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

CAPÍTULO I

** El autor agradece a Kennon A. Lattal por su asesoría y apoyo para la realización de este trabajo. El autor está en deuda con las personas que amablemente proporcionaron información para elaborar las diferentes secciones del trabajo: Universidad de Indiana: John Cotton. TMI-Grolier: Donald Tosti, Roger Addison, Roger Steinhorst, Clifton Chadwick, David Shields. UNAM: Rocío Avendaño, Isabel Reyes y Emilio Ribes. El autor también agradece a Estelle Wyckoff, Andrew Weiskoff, familiares de L. Benjamin Wyckoff, a Lizette Royer de los Archivos de la Historia de la Psicología Americana en Akron, Ohio (Archives of the History of American Psychology) y a Constance Carter de la Biblioteca del Congreso (Library of Congress) en Washington, D.C. Las imágenes usadas en el trabajo se utilizan con los criterios de fair use y en cada una se identifica al propietario de la imagen. Dirigir correspondencia a: Rogelio Escobar, Laboratorio de Condicionamiento Operante, Facultad de Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3004, Col. Copilco-Universidad, México, D.F. C.P. 04510 (e-mail: rescobar@ unam.mx).*

Las máquinas de enseñanza y los textos programados formaron parte de la tecnología de la enseñanza desarrollada por Skinner en la década de 1950 y que es conocida como instrucción programada (e.g. Skinner, 1954, 1968). En esta tecnología Skinner buscó aplicar principios del condicionamiento operante para acelerar y mejorar el aprendizaje en ambientes educativos. Aunque el centro de la tecnología de la enseñanza de Skinner eran los materiales programados presentados de manera sistemática, las máquinas de enseñanza que servían para presentar estos materiales se convirtieron en un aparato icónico en la historia del análisis de la conducta. Durante la década de 1960, estas máquinas se popularizaron y llegaron a los hogares de miles de personas en los Estados Unidos e incluso llegaron a los salones de clases de la Universidad Nacional Autónoma de México gracias a la gestión de Rogelio Díaz Guerrero.

Curiosamente, las máquinas que alcanzaron dicha popularidad no fueron las máquinas que Skinner diseñó sino que fueron el resultado del trabajo conjunto de algunos jóvenes investigadores quienes, influenciados por Skinner, crearon la compañía Teaching Machines Inc. (TMI) y lograron asociarse con Grolier. El presente trabajo de investigación histórica describe el origen de las máquinas de enseñanza y la instrucción programada y narra la historia de TMI desde sus orígenes en las aulas de la Universidad de Indiana hasta su desaparición que coincidió con el fin de la época descrita como la era dorada de las máquinas de enseñanza (Benjamin, 1988). Aunque anteriormente se describió parcialmente la historia de TMI (Escobar & Lattal, 2011) en este trabajo se añade información documental obtenida de los archivos de la historia de la psicología en Akron, Ohio y se muestra material fotográfico inédito relacionado con el trabajo de TMI. Adicionalmente, en este trabajo se busca describir las condiciones responsables de la enorme popularidad de las máquinas de enseñanza distribuidas por TMI–Grolier con el propósito de analizar los aspectos que podrían aplicarse actualmente para mejorar el aprendizaje en ambientes educativos.

Universidad de Indiana: Kantor y Skinner

El desarrollo del análisis de la conducta sufrió una transformación notable cuando Skinner llegó a la Universidad de Indiana en Bloomington en 1945. El foco de la investigación se extendió de la generación de principios básicos en el laboratorio usando ratas y palomas como sujetos, al entendimiento y modificación de la conducta humana. De acuerdo con Morris (1982), es probable que este cambio reflejara la influencia que tuvo Kantor, con su énfasis en el entendimiento de la conducta humana compleja, en los estudiantes en la Universidad de Indiana y en el mismo Skinner. El estudio de Fuller (1949), considerado como un estudio clásico en la modificación de la conducta, que consistió en el condicionamiento operante de la respuesta de levantar un brazo en un humano “vegetativo” fue llevado a cabo por un estudiante de la Universidad de Indiana influenciado por las ideas de Kantor y Skinner. Aunque bien podría ser una exageración, Fuller (1973) describió que sin la influencia de Kantor, los estudios sobre condicionamiento operante se hubieran mantenido dentro de los laboratorios durante un largo tiempo.

CAPÍTULO I

Antes de llegar a la Universidad de Indiana, Skinner ya tenía algunas ideas de la extensión de los principios del condicionamiento para la explicación de la conducta humana. Un ejemplo, el análisis de la conducta verbal, resultó de su interacción con el filósofo Whitehead en 1934 (Skinner, 1957). Otro ejemplo fue la novela *Walden Two* escrita en 1945 (Skinner, 1948) en la cual Skinner imaginó la aplicación de los principios del condicionamiento operante en el diseño y funcionamiento de una sociedad ficticia. Sin embargo, no fue hasta que se encontró con los estudiantes de Bloomington Indiana, que muchas de sus ideas tuvieron eco. J. Cotton (comunicación personal, 24 de febrero de 2009), quien fuera estudiante de la Universidad de Indiana, recuerda que los estudiantes comentaban sobre el condicionamiento operante de la conducta humana, sobre la viabilidad de las comunidades tipo *Walden Two* y, aunque no estuviera relacionado con los principios del condicionamiento operante, sobre cómo fabricar una cuna similar a la que Skinner diseñó para su hija Deborah (Skinner, 1945/1972). Había rumores de que un estudiante graduado logró construir una para usarla con sus hijos.

Los estudiantes de la Universidad de Indiana no solo estaban expuestos a las enseñanzas de Kantor y Skinner sino que conocían bien los diferentes enfoques dentro del conductismo. Los trabajos de Hull, Tolman y Guthrie generaban discusiones obligadas dentro del campus (J. Cotton, comunicación personal, 24 de febrero de 2009). La influencia de Kellogg, quien era profesor en Indiana y años antes había entrenado y comparado el desarrollo del chimpancé Gua con el de su hijo Donald, era también importante. Kantor en gran parte había diseñado un ambiente favorable para la expansión del conductismo a lo largo de sus años como profesor en el Departamento de Psicología. La llegada de Skinner como jefe del Departamento de Psicología fue parte de este proyecto. En los siguientes años las añadiduras de William Verplanck, Sidney Bijou, William Estes, Douglas Ellson, Cletus Burke e Irving Saltzman como profesores (Hearst & Capshew, 1988), permitieron que en la Universidad de Indiana se continuara con la mezcla de las diferentes aproximaciones al conductismo. Bajo este ambiente diseñado, al menos parcialmente, por Kantor, no es coincidencia que en Bloomington se llevara a cabo la primera Conferencia de Análisis Experimental de la Conducta en 1946 (Dinsmoor, 1987). Uno de los aspectos que resultaron ser vitales para el desarrollo del análisis de la conducta fue que esta conferencia reunió y permitió la interacción entre los estudiantes de Skinner en Indiana y los estudiantes de Keller y Schoenfeld en Columbia.

Los estudiantes en Indiana: Homme, Evans, Glaser y Wyckoff

Robert Glaser, L. Benjamin Wyckoff y Lloyd Homme, estudiaron en la Universidad de Indiana y obtuvieron su doctorado en 1949, 1952, 1953, respectivamente (Hearst & Capshew, 1988). Durante este periodo establecieron una amistad que se mantendría durante muchos años. Aunque Homme y Wyckoff fueron estudiantes de Skinner, una vez que Skinner se mudó a la Universidad de Harvard en 1948, tuvieron que buscar un nuevo asesor para su trabajo doctoral. Homme obtuvo su doctorado con Estes, y Wyckoff con Burke. Homme realizó unos de los primeros estudios sobre recuperación espontánea de conducta operante (Homme, 1956) y Wyckoff trabajó en el estudio de las respuestas de observación que exponen

a los organismos a estímulos discriminativos (Wyckoff, 1951). Por su lado, Glaser obtuvo su doctorado con un trabajo sobre medición psicológica con Ellson, quien a su vez tenía entrenamiento en el sistema de Hull. Glaser y Homme, al terminar sus estudios, comenzaron a trabajar como profesores en la Universidad de Pittsburg (Escobar & Lattal, 2011) donde conocerían a James L. Evans recientemente graduado de la Universidad de Nuevo México.

La tecnología de la enseñanza de Skinner

La tecnología de la enseñanza de Skinner tuvo su origen en un par de episodios que han sido ampliamente documentados (véase Skinner, 1983, pp. 64-65; véase también Valero [s. f.], para una descripción en español de la tecnología de la enseñanza de Skinner). El primer episodio fue cuando Skinner notó que a Julie, su hija mayor, le habían asignado en la escuela, como tareas en casa, actividades que tomaban cerca de dos horas. Skinner advirtió que con este trabajo adicional, el trabajo escolar de Julie era cercano a las nueve horas al día. Para Skinner esta cantidad de tiempo dedicada al trabajo escolar era excesiva para un estudiante de 9º grado (equivalente al 3º grado de secundaria en México) y seguramente podía reducirse. El segundo episodio, y el más importante, fue cuando Skinner acudió a una reunión organizada en la escuela a la que asistía Deborah, su hija menor, como parte de la celebración del día del padre en Noviembre de 1953. En esta reunión los padres de familia pudieron observar cómo se desarrollaba una clase ordinaria. En esta clase, Skinner observó que los estudiantes resolvían una serie de problemas de aritmética que habían sido anotados en el pizarrón. Skinner notó varios problemas. El profesor podía corregir solamente algunos errores de algunos estudiantes mientras caminaba por el salón. Otro problema fue que los niños no terminaban los ejercicios en clase al mismo tiempo: algunos terminaban antes y empezaban a “impacientarse”, otros no terminaron los ejercicios. El tercer problema fue que al final de la clase los niños entregaron las hojas con sus respuestas a los ejercicios y el profesor regresó estos ejercicios corregidos 24 horas después. Es decir, los niños tuvieron que esperar 24 horas antes de recibir retroalimentación por su trabajo.

Basado en los principios del condicionamiento operante, para Skinner, el aprendizaje en el salón de clases sería mejor si: 1) se refuerza inmediatamente la conducta correcta en cada niño; 2) cada niño avanza a su propio ritmo; y, 3) el material que debe aprenderse se descompone de tal forma que la complejidad incremente gradualmente. El problema que enfrentó Skinner fue cómo aplicar estos principios en salones de clase con una gran cantidad de alumnos trabajando al mismo tiempo. La solución de Skinner para la aplicación de los principios del condicionamiento operante al caso de la educación consistió en seguir la misma lógica que había usado para estudiar la conducta individual de cientos de ratas y palomas: la automatización. La cámara de condicionamiento operante y el equipo de control electromecánico permitían presentar estímulos y registrar respuestas de una paloma a la vez, aún cuando muchas palomas podían trabajar al mismo tiempo en diferentes cámaras. Con esta lógica, Skinner diseñó un aparato,

CAPÍTULO I

conocido como máquina de enseñanza, que mostraba un problema de aritmética a la vez y permitía que el alumno verificara de inmediato si su respuesta era correcta o incorrecta. De acuerdo con el razonamiento de Skinner, con esta máquina cada estudiante podía avanzar “a su propio ritmo” en el aprendizaje de la aritmética (Skinner, 1983).

Es importante señalar que las máquinas de enseñanza ya existían antes de Skinner. Aunque es difícil determinar cuál fue la primera máquina de enseñanza (Benjamin, 1988), probablemente podría considerarse que la primera máquina de enseñanza fue un aparato patentado por Halcyon Skinner (1866) que permitía estudiar ortografía. Varios años después, Sidney Pressey diseñó máquinas de enseñanza durante la década de 1920 (Pressey, 1926, 1927) y estas producían retroalimentación inmediata cuando ocurría una respuesta. Incluso, algunas de las máquinas de Pressey entregaban dulces cuando se emitía la respuesta correcta (véase Benjamin, 1988). Sin embargo, las máquinas de enseñanza de Skinner fueron importantes debido a que su funcionamiento estaba firmemente anclado en los principios del condicionamiento operante. Durante 1954, Skinner y Pressey intercambiaron algunas ideas y Pressey auguró el éxito de las nuevas máquinas de enseñanza.

Solamente unos meses después de diseñar su primera máquina de enseñanza para aritmética, Skinner presentó una versión mejorada de la máquina de enseñanza en una conferencia que dictó en marzo de 1954 en la Universidad de Pittsburgh donde trabajaban Homme, Evans y Glaser (Skinner, 1954). En esta conferencia Skinner describió la instrucción programada que consistía en presentar el material en una secuencia lógica por medio de la máquina de enseñanza. Esta conferencia tuvo un efecto inmediato en la audiencia que incluía a sus exalumnos de la Universidad de Indiana generando entusiasmo por la instrucción programada. La tecnología de la enseñanza recibió atención no solo de la audiencia familiarizada con los principios del condicionamiento operante sino también de los medios de información (Skinner, 1983, p. 132). La conferencia de Skinner fue publicada algunos meses más tarde con el título *The science of learning and the art of teaching*.

De manera congruente con su educación en la Universidad de Indiana, que lo había hecho interesarse por las aplicaciones del análisis de la conducta a la conducta humana, Homme buscó la forma de trabajar más de cerca en la instrucción programada con Skinner. Skinner invitó a Homme a ser parte del equipo que trabajaría en un proyecto en Harvard en el cual se probarían diferentes aspectos de la instrucción programada y que incluía a James G. Holland y a Susan R. Meyer. Durante este proyecto además de mejorarse los programas para enseñar aritmética, ortografía y vocabulario, inició el desarrollo de materiales para el estudio de ciencias, y de idiomas diferentes del inglés por medio de un fonógrafo que dictaba palabras y oraciones (Skinner, 1958). Otro resultado notable del trabajo de Skinner y Holland fue el texto programado *The Analysis of Behavior: A program for self instruction* (Holland & Skinner, 1961) que fue traducido al español en 1970.

Homme participó en el proyecto de Skinner durante un año (entre 1956 y 1957) (Homme, 1960). Durante este proyecto, Homme aprendió un principio importante que durante la siguiente década pareció

ignorarse: el centro de la instrucción programada es el material o los programas que se presentan, la máquina de enseñanza es solamente una herramienta para mostrar el programa. Después de trabajar con Skinner, Homme regresó a la Universidad de Pittsburgh. En este periodo entre 1957 y 1959, pareció como si una carrera por el desarrollo de las máquinas de enseñanza hubiera comenzado. Inicialmente, Skinner intentó asociarse con IBM para distribuir las primeras máquinas de enseñanza pero no pudo cerrar el trato y le tomó algún tiempo encontrar un nuevo proyecto viable (Skinner, 1983). Para 1959, diversas compañías estaban desarrollando máquinas de enseñanza, entre ellas Foringer, Rheem Califone, General Atronics, Dyna-Slide, Smith-Harrison, Scientific Prototype, Hamilton Research (Kopstein & Shillestad, 1961). La época de oro de las máquinas de enseñanza había iniciado.

Teaching Machines Incorporated

Homme y Evans establecieron TMI en 1959 y fungieron como presidente y vicepresidente, respectivamente. Se asociaron con Glaser y Wyckoff quienes sirvieron como director y como presidente de la junta directiva, respectivamente. Las oficinas de TMI se encontraban originalmente en Pittsburgh y en 1960 se mudaron a Albuquerque, Nuevo México. En la Figura 1 se muestra a Homme (panel izquierdo) y Evans (panel central) en sus oficinas en Albuquerque. A pesar de que la industria de la instrucción programada empezó a popularizarse gracias al desarrollo de las máquinas de enseñanza (Evans, Glaser & Homme, 1959, 1960), en TMI tenían una idea diferente: primero desarrollar los textos programados. Entre 1958 y 1960, Homme, Evans y Glaser desarrollaron algunos de los primeros libros de instrucción programada en la Universidad de Pittsburgh (e.g. Glaser, Homme & Evans, 1959, 1960). Estos libros estaban dirigidos al aprendizaje de las matemáticas, específicamente estadística y aritmética, al aprendizaje del idioma inglés y al aprendizaje de otros idiomas.



Figura 1. En el panel izquierdo se muestra a Lloyd Homme, presidente de TMI, y en el panel central a James Evans, vicepresidente de TMI, en sus oficinas en Albuquerque, Nuevo México (fotografías de Frederick Laval). En el panel derecho se muestra a L. Benjamin Wyckoff, presidente de la junta directiva de TMI (fotografía de Andrew Weiskoff).

La primera generación de máquinas de enseñanza de TMI

Durante los primeros años en funcionamiento, en TMI buscaron desarrollar una máquina de enseñanza. Los primeros modelos fueron el *film tutor* de Wyckoff disponible en 1959 y un modelo portátil disponible en 1960 conocido como Min / Max que fue diseñado por Dudley E. Cornell III, quien llegó como inventor a TMI (Kopstein, & Shillestad, 1961). Estas máquinas fueron diseñadas con enfoques diferentes: el *film tutor* de Wyckoff era una de las máquinas más avanzadas de la época, en contraste, la Min / Max de Cornell era una de las más baratas en el mercado.

La primera versión del *film tutor* de Wyckoff incluía un teclado pequeño con cinco teclas y permitía presentar en una pantalla imágenes almacenadas en película fotográfica de 35 mm. Esta máquina estaba diseñada para enseñar a los niños a leer y presentaba en la pantalla palabras incompletas o imágenes. Diferentes combinaciones de teclas producían cada letra del alfabeto y únicamente cuando la combinación de teclas era correcta, podía avanzarse a la siguiente imagen. Wyckoff solicitó la patente de esta máquina en 1960 y le fue otorgado en 1964 (Wyckoff, 1964). Aunque Wyckoff hizo rápidamente mejoras en el *film-tutor* para incluir un teclado completo (véase la Figura 2) e incluso grabaciones de voz (R. Steinhorst, comunicación personal, 19 de marzo de 2009), ésta nunca fue popular probablemente debido a su alto costo, 445 dólares y a que era difícil de transportar debido a que pesaba cerca de 15 kg. Anteriormente Escobar & Lattal (2011) describieron con mayor detalle las diferentes versiones del *film-tutor* de Wyckoff.



Figura 2. *Film tutor* de Wyckoff. Esta máquina se usaba para enseñar a leer. Esta versión incluía un teclado completo y una pantalla en la cual se proyectaban imágenes, palabras y frases incompletas (fotografía de TMI).

La Min / Max de Cornell, fue uno de los modelos más exitosos de TMI y se empezó a comercializar en 1960. El nombre es una forma abreviada de tiempo mínimo – máximo aprendizaje (*minimum time – maximum learning*). Sin embargo, en la etiqueta de algunas de estas máquinas se mencionaba “*Min / Max, minimum cost – maximum function*”, probablemente con fines de mercadotecnia. Cornell, como inventor de TMI solicitó la patente de esta máquina en 1961 y se le otorgó en 1963 (Cornell, 1963). En la Figura 3 se muestran los dibujos de la patente.

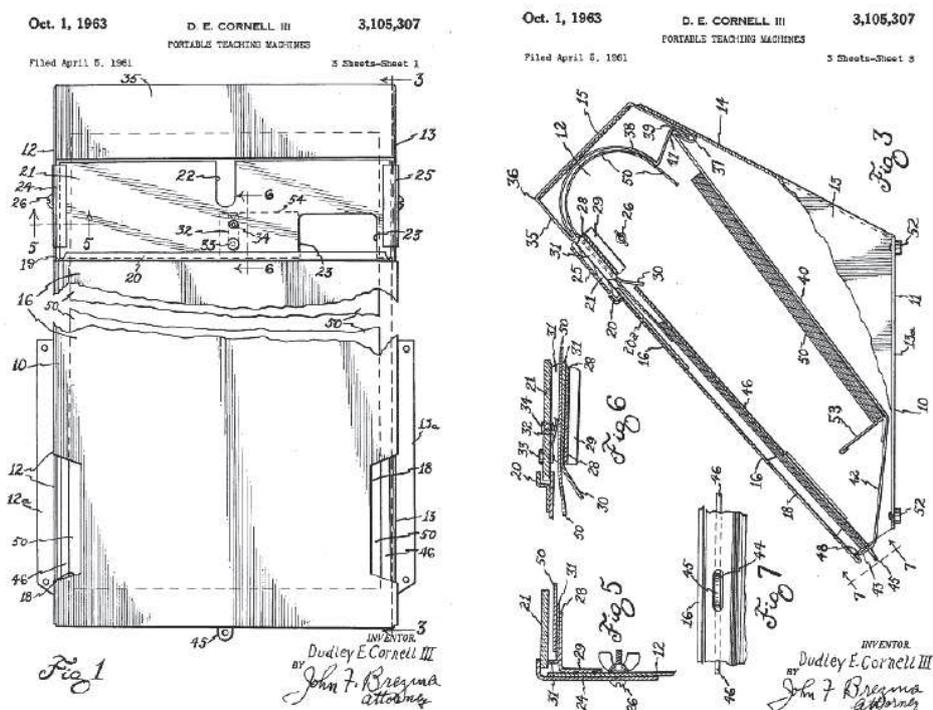


Figura 3. Dibujos de la patente 3,105,307 otorgada por la oficina de patentes de los Estados Unidos a Cornell y a TMI en 1963.

La Min / Max estaba fabricada en metal galvanizado y medía 33 cm de alto, 23.5 cm de ancho y ocupaba 41 cm a lo largo. En la Figura 4 se muestra la Min / Max desde tres ángulos diferentes. El peso de la máquina sin programas era cercano a los 2 kg y costaba 20 dólares. Esta máquina funcionaba colocando no más de 50 hojas con los programas de auto-instrucción impresos en la parte señalada *a* en el panel derecho de la Figura 4. Tomaba aproximadamente una hora usar de 25 a 50 hojas. El primer marco del programa (en inglés se conoce como *frame* y en español ocasionalmente se describe como ítem) se debía alinear manualmente con la ventana superior identificada con la letra *b* en el panel izquierdo. Para alinear el marco con la ventana debía sostenerse sólo la primera hoja a través de las ranuras localizadas a los lados de la máquina, identificadas con la letra *d*, y empujarla hacia arriba. En el panel central se muestra que la ventana tenía cuatro secciones: una sección larga translúcida que permitía leer el marco (*b1*), una sección hueca a través de la cual se podía escribir la respuesta (*b2*), una sección opaca que cubría la respuesta correcta hasta que se avanzaba la hoja (*b3*) y una ranura que permitían avanzar las hojas usando la goma de un lápiz para empujar la hoja hacia arriba (*b4*). Una vez que se completaban los marcos de esa hoja, la hoja se desplazaba a la parte posterior del contenedor identificado con la letra *c*, en el panel derecho, y debía subirse la siguiente hoja nuevamente a través de las ranuras *d*.

CAPÍTULO I

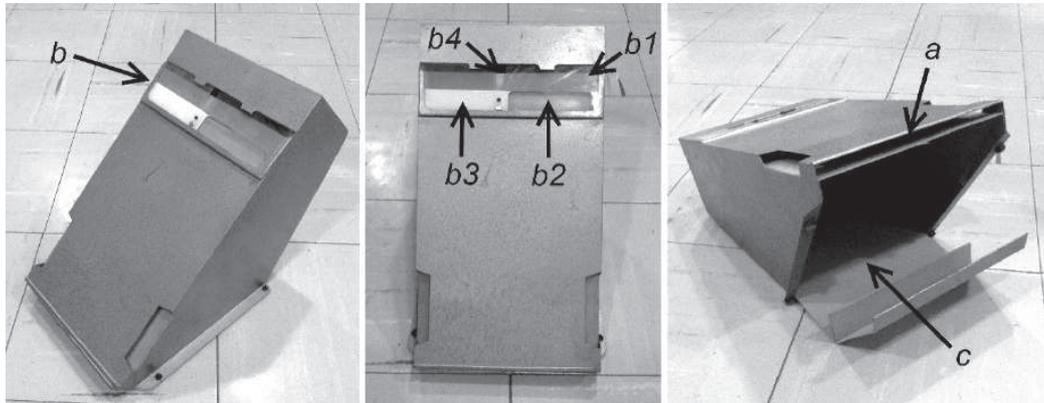


Figura 4. Min / Max de Cornell (fotografías del autor). Ver texto para una descripción.

Una vez que tuvieron los textos programados, la máquina de enseñanza y los programas para la máquina, conocidos como programas de auto-instrucción (*self-tutoring programs*), TMI empezó a anunciar sus productos. Entre uno de los documentos de Verplanck en el Museo de Historia de la Psicología Americana de Akron, Ohio, se encontró una carta dirigida a una lista de lectores en la cual Homme, como presidente de TMI, describió los productos de TMI y, de manera un tanto humorística, mencionó la delicada situación financiera de TMI en ese momento que debió haber sido en 1960 (Teaching Machines Inc, circa 1960). Esta carta se muestra en la Figura 5 y puede observarse que el *film tutor* de Wyckoff se usó como logotipo de la empresa pero en la carta se describe la disponibilidad de la máquina de enseñanza Min / Max.

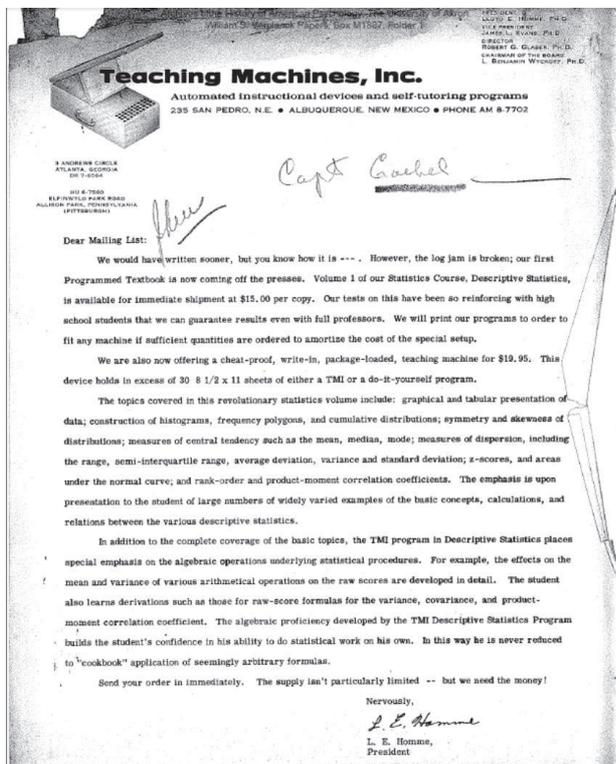


Figura 5. Carta encontrada en la colección William Verplanck papers Caja m1887 folder 1. Archivo de la Historia de la Psicología Americana, Universidad de Akron, Ohio.

TMI-Grolier

Uno de los movimientos decisivos en la historia de la instrucción programada fue cuando, en noviembre de 1960, TMI logró asociarse con Grolier, una de las empresas distribuidoras de enciclopedias más grandes en el mundo, para distribuir los programas de auto-instrucción (véase la Figura 6) y la máquina de enseñanza Min / Max de TMI. Grolier creó la división Teaching Materials Corporation y usaría sus canales de publicidad masiva y sus 5000 vendedores de puerta en puerta para promocionar la máquina de enseñanza con algunos programas. Estas máquinas podían obtenerse como parte de un paquete que incluía los productos emblemáticos de Grolier: *El Book of Knowledge* y *la Grolier Encyclopedia* (Klaw, 1962; "The Truth About Those Teaching Machines," 1962).

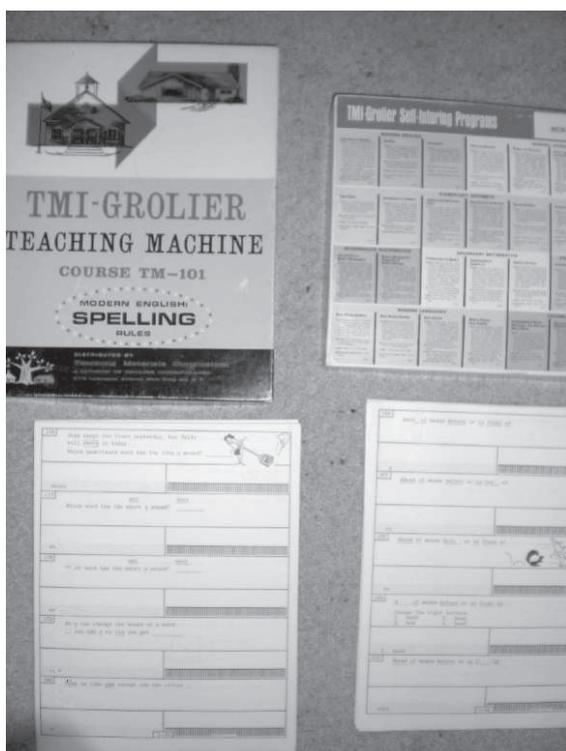


Figura 6. Programa de auto-instrucción de TMI-Grolier para usarse con la Min / Max. En la parte superior izquierda se muestra la parte frontal de la caja que servía para almacenar las hojas sueltas del programa (abajo). En la parte superior derecha se muestra la parte posterior de la caja en la que se describen otros programas de TMI-Grolier (fotografía del autor).

Para cumplir con los nuevos requerimientos, Homme, Evans, Glaser y Wyckoff integraron un notable equipo de colaboradores quienes se convertirían en los programadores de TMI en los siguientes años: entre ellos, Roger Addison, Pat Andrego, Sally Beimborn, Donald Bertholomey, Barbara Bowman, Paul Carlson, Nan Chakerian, Clifton Chadwick, Polo C. de Baca, John Fullilove, Gayla Glascock, Norma Law, Irene Myers, Betty Pilkington, Ed Reichert, David Shields, Roger Steinhorst, Paul Thomas, Donald T. Tosti, William L. Ventola, Jr., Niram A. Wilson y Charlotte Yesselman.

Una vez que se estableció la asociación entre TMI y Grolier, comenzaron a aparecer anuncios que describían las virtudes de las máquinas de enseñanza. En la Figura 7 se muestra uno de estos anuncios. Los anuncios pueden encontrarse en periódicos, revistas de educación, revistas de instrucción programada, entre otras; algunos ejemplos son: *American Behavioral Scientist*, *Grade Teacher*, *Harvard Educational Review*, *Journal of Educational Research*, *Journal of Programmed Instruction*, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior (JEAB)*, *The American School Board Journal*, *School Management*, *The Elementary School Journal*, *The New York Times*, *The Science Teacher*, *Today's Education*). Durante los primeros dos años de operaciones, TMI-Grolier vendió más de 150,000 máquinas de enseñanza y 400,000 programas de auto-instrucción (Klaw, 1962). Con estos números, TMI-Grolier se convirtió en la compañía dedicada a la instrucción programada más exitosa en el mundo a pesar de que existían cerca de 400 compañías (Tosti, 1991) que produjeron más de 100 máquinas de enseñanza (Fine, 1962). Una de las razones para el éxito de TMI-Grolier fue que la instrucción programada estaba mostrando resultados. Los cursos como el de geometría y el de álgebra reducían el tiempo de estudio al menos a la mitad (e.g. Fine, 1962; Boroff, 1960). La diversidad y la sistematicidad con la que fueron creados los programas, una máquina funcional y de bajo costo, así como la publicidad y distribución de Grolier, fueron los elementos restantes que resultaron en el éxito de TMI-Grolier. Sin embargo, también hay reportes de algunas prácticas de los vendedores de Grolier que podrían cuestionarse.

ASTOUNDING NEW TEACHING MACHINE AVAILABLE NOW FOR HOME USE

Self-Improvement Is Key to Success In Today's Demanding Space Age

Americans today are interested in self-improvement to a degree unprecedented in history. Men know that business demand specialists for the truly important positions in industry. Women know that there is more to being a modern mother than just doing the housework.

That is why hundreds of thousands of mothers and fathers flock to adult education classes in an effort to keep up with the pace.

But wait... right in your own home... you can have the self-improvement tools you need. That can have the help which will give him that extra bit that means the difference between not getting ahead and promotion. Mother, in just a few operations each day, can open up entirely new and fascinating worlds of interest... worlds which will be as useful to her in the guidance of her children, and in her PTA and club-work, too. And, most importantly, the children can be given that extra step up life's ladder which is so necessary during these early years.

What is the magic formula? Not magic at all... it is a combination of the Grolier MIN-MAX and the world-famous Book of Knowledge. With these two wonderful educational tools in your own home, just watch how rapidly the whole family will move toward success.

MIN-MAX Scientifically Designed for Minimum Time... Maximum Learning

NEW YORK, N. Y.—A new teaching device which is destined to have far reaching effects in schools, at home and in business was made available to the public today by one of the world's largest publishers.

The teaching machine, named MIN-MAX—for minimum time, maximum learning—is being distributed exclusively by Grolier Inc., publishers of *The Book of Knowledge* and other world-famous reference sets.

Although the Grolier MIN-MAX is being offered to the public today for the first time, it is not a recent development. The machine has been thoroughly tested in classrooms at universities, preparatory schools and elementary schools, as well as with pre-school children.

The results have been astounding.

Tests have shown that children using the Grolier MIN-MAX learn much faster than by usual methods. But more importantly, educators point out, the students retain their new-found knowledge.

The machine is a simple affair, as easy to use as turning the pages of a book.

The secret of its great success lies in the psychological arrangement of the program and the exciting, interesting method by which subjects are introduced with the MIN-MAX.

Each subject is broken down to its simplest component part and, like a giant jig-saw puzzle, is gradually pulled together by the student. As he progresses from one step to the next, the student is immediately rewarded with the correct answer.

"Children learn so quickly with the Grolier MIN-MAX because they are motivated by achievement rather than by anxiety," one teacher pointed out.

One student graciously admitted, "they, it sure makes me think!"



**Grolier MIN-MAX
Developed By
Psychologists**

Alfred W. N. Pitt—The new Grolier MIN-MAX and the Self-Teaching Programs are the result of extensive research by Dr. Lloyd E. Humpal and his staff of psychologists.

They collaborated with educators from outstanding universities... teacher training school directors... curriculum directors of leading school systems... preparatory school heads... foreign language experts... research institutions... and other leading educational authorities.

The subject matter of each course is divided into small, quick steps to learning. Each step is easy to do, quickly understood and remembered. Your child regulates his own rate of speed, an obvious benefit for either the slow student or the bright one.

Every program is thoughtfully tested to insure



Children who saved an hour a day in studying individual programs completed a full year's work in a relatively short period of time. Actually, in an entire session a day with the Grolier MIN-MAX at home is enough to keep a child ahead of his class.

In many schools where children are taught in this way and 100% home operation, it takes 25% less time to learn the same material. In fact, it takes 50% less time to learn the same material.

Figura 7. Anuncio de TMI-Grolier que tenía la forma de varios artículos de periódico juntos. Este anuncio apareció en diferentes revistas (ver texto) en numerosas ciudades de los Estados Unidos (fotografías de TMI-Grolier).

Skinner (1983) describió que algunas prácticas de los vendedores de Grolier lo hicieron tener una diferencia con TMI–Grolier. La historia fue que cuando los vendedores de Grolier promocionaban las máquinas de enseñanza, como parte de su estrategia para venderlas, hacían énfasis en que estas máquinas las habían diseñado B. F. Skinner, un prominente psicólogo de Harvard. Esto, desde luego, sin autorización de Skinner. Eventualmente la estrategia de los vendedores llegó a oídos de Skinner y pidió a TMI–Grolier enfáticamente que dejaran de hacerlo. Los ejecutivos de Grolier pidieron a los encargados de los vendedores que dejaran de mencionar a Skinner, pero este mando no fue suficiente para cambiar la conducta de 5000 vendedores que estaba controlada por una contingencia directa: mencionar a Skinner estaba vendiendo máquinas. Skinner se quejó en diferentes ocasiones hasta que, aparentemente acabó por aceptar que no había forma de cambiar la conducta de los vendedores por medio de reglas sin cambiar las consecuencias. Un tiempo después incluso asesoró a TMI en un nuevo proyecto que se describirá más adelante: El *aircrib*.

Min / Max II, Min / Max III y Multi / Max

Existe una versión modificada de la Min / Max que en la publicidad de TMI–Grolier no se describía como diferente de la Min / Max, pero en la publicidad de TMI como compañía independiente se conoció como Máquina 1984 (ver Figura 7 y Figura 8) (McGovern, 1962). La diferencia consistió en que la parte de la ventana que cubría la respuesta correcta era más pequeña en la Máquina 1984 que en la Min / Max. Adicionalmente, la parte de plástico de la ventana podía intercambiarse retirando un tornillo de la parte lateral del recuadro que mantenía fija la ventana. En la Min / Max original la parte de plástico de la ventana no podía retirarse sin doblar las pestañas de metal de la parte superior del recuadro de la ventana. TMI vendía ventanas de plástico adicionales para la Máquina 1984 por 1.49 dólares.

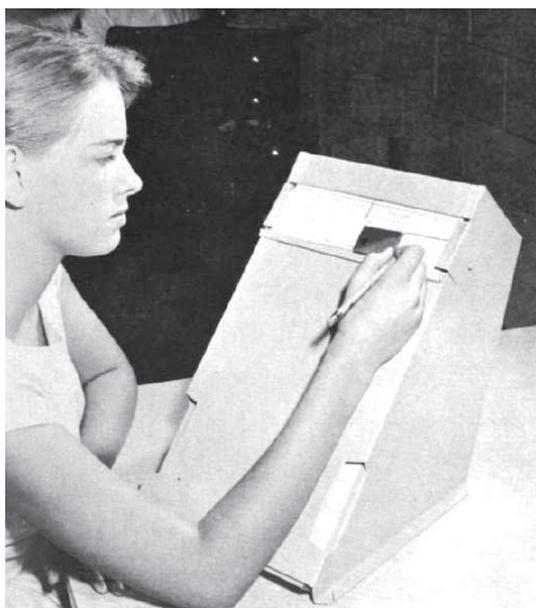


Figura 8. Máquina de enseñanza nombrada 1984 en la publicidad de TMI independiente de Grolier. Esta máquina difiere ligeramente de la Min / Max mostrada en el Figura 4 pero es idéntica a la mostrada en la Figura 7. En esta máquina se podía reemplazar la ventana de acrílico (fotografía de TMI).

CAPÍTULO I

En 1962, TMI–Grolier anunció la nueva versión de la Min / Max que fue nombrada Min / Max II. En la Figura 9 se muestra uno de los anuncios que describían la nueva máquina. Esta máquina estaba construida con plástico y era más ligera que su predecesora (1.5 kg aproximadamente). La Min / Max y la Min / Max II diferían en aspectos importantes. La Min / Max II incluía un par de perillas que permitían avanzar las hojas de los programas (ver Figura 10) y se usaba de manera horizontal sobre una superficie. El mecanismo de la Min / Max II usaba un conjunto de varillas con sujetadores de goma para mantener las hojas alineadas. La Min / Max II también incluía en el interior una charola de metal que permitía colocar hasta 100 hojas. Un aspecto importante es que con la Min / Max II ya no era necesario ajustar las hojas con las manos. Una varilla con un sujetador de goma presionaba ligeramente las hojas hacia abajo. Al girar las perillas el sujetador giraba para avanzar la hoja y llevarla a un contenedor que se encontraba debajo de la charola. La siguiente hoja empezaba a avanzar cuando la anterior había terminado. La ventana a través de la cual se mostraba el material era similar a la ventana de la Min / Max original excepto porque ya no se necesitaba la ranura para introducir la goma de un lápiz. Un aspecto importante de la Min / Max II es que usaba los mismos programas de auto–instrucción que la Min / Max.



...A New Jersey father writes: "I am pleased to report that my daughter is getting a whopping big 'A' in algebra. This in itself is not significant except that she is in the accelerated sixth-grade group, which means that all of the kids are reasonably bright. However, the average grade in this beginning algebra course is between a C and a D, which means that if my daughter is not brighter than the rest of the kids in the class, she has something going for her: the Min/Max teaching machine!"

...A college sophomore who spent 13½ hours on the Min/Max statistics program correctly answered 150 out of 153 final examination questions.

...Twenty-three sixth graders spent 27 hours on the Min/Max spelling program. Their average improvement was equal to one year's school work. Some improved by as much as three years.

...Six college freshmen, all poor spellers, took the Min/Max programmed spelling course. Said the instructor: "The program did for them in an average of 12½ hours what 12 years of formal training in spelling failed to do."

...A New Jersey Rabbi, conducting a course in Hebrew, states: "...The whole procedure is the best way I have ever seen to teach Hebrew in a classroom situation."

...A university class, after independent study on a Min/Max higher mathematics program, took a standard final examination and averaged 90%. Another group, attending classroom lectures and working from textbooks, averaged 63% on the same examination.

...Even Reserve Officers spent 70 working days on a Min/Max programmed study of the Russian language. The machine work was supplemented by a Russian textbook and phonograph records. The supervising officer reported: "I would judge that these students learned about as much Russian in these 70 hours as they would have in about 7½ semesters of a classroom course."

Last year we introduced the remarkable new Min/Max: first home teaching machine to achieve public acceptance.

This year we've topped it.

During 1961 over 300,000 TMI-Grolier self-teaching courses worked with Min/Max teaching machines in homes and schools throughout America. Now the all new low cost Min/Max II makes it even easier for you and every member of your family to learn in a fraction of the time and with a fraction of the effort: Algebra, Statistics, Spelling, Fundamentals of Music, Fundamentals of Electricity, Elementary Arithmetic, Spanish, German, Russian, Hebrew and many other subjects. For further information write to Grolier Inc., 675 Lexington Avenue, New York 22, N.Y.

GROLIER MIN II
INCORPORATED MAX II
©1962, Grolier Inc.

Figura 9. Anuncio de TMI–Grolier que describía la aparición de la Min / Max II (derecha) que sustituyó a la Min / Max (fotografías de TMI–Grolier).



Figura 10. Min / Max II. Ver texto para una descripción (fotografía del autor).

Aparentemente existió un problema con la patente de esta máquina. En las Min / Max II aparece la leyenda "patente pendiente" pero la patente no fue asignada. Probablemente el problema fue que Jackson, Merlin & Cameron (1963), y Shwisha & Nisenson (1964) solicitaron en 1961 y 1962, la patente de máquinas de enseñanza muy parecidas a la Min / Max II. En la Figura 11 se muestran los dibujos tomados de la patente y, como puede notarse, el parecido con la Min / Max II es notable.

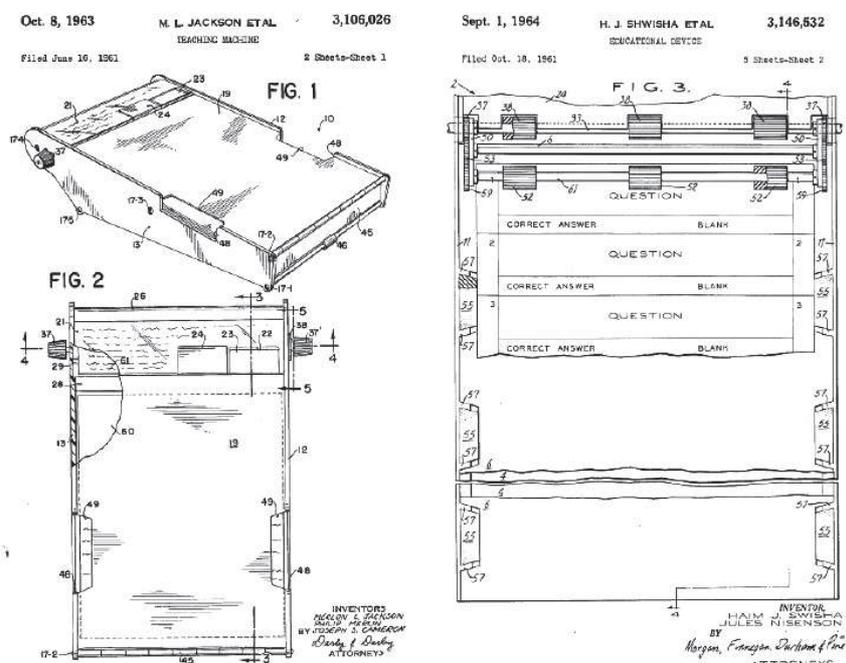


Figura 11. Dibujos de las patentes 3,106,026 y 3,146,532 otorgadas por la oficina de patentes de los Estados Unidos. Estas máquinas precedieron a la patente de la Min / Max II.

CAPÍTULO I

En 1963 comenzó a comercializarse la siguiente versión y menos popular de la Min / Max, la Min / Max III (McDonald, 1963). Cornell & O'Connell (1966) solicitaron la patente de una nueva versión de la popular máquina de enseñanza para TMI. Esta máquina era un poco más compacta y ligera que la Min / Max II e incluía un sistema más complejo para avanzar las hojas del programa sin que se atoraran, un problema ocasional en la Min / Max y en la Min / Max II. En la Figura 12 se muestran los dibujos incluidos en la solicitud de la patente. En algunos catálogos de 1965 el precio de la Min / Max III era de 25 dólares (e.g. *The audio-visual equipment directory*). En el panel izquierdo de la Figura 13 se muestra la Min / Max III. En el panel derecho de la figura se muestra el mecanismo de avance de las hojas. Como puede notarse un sistema de engranes permitía avanzar las hojas para llevarlas a un contenedor en la parte posterior. En esta máquina, que no tiene una construcción tan sólida como su predecesora, la charola para colocar el programa y el recipiente para las hojas usadas era parte del armazón de plástico de la máquina.

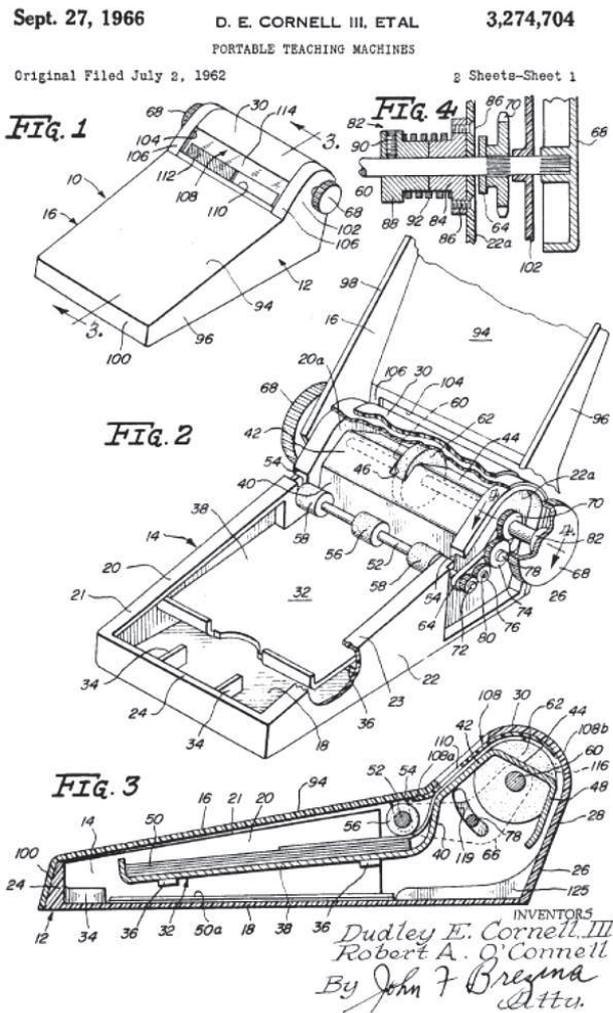


Figura 12. Dibujos de la patente 3,274,304 otorgado a Cornell y O'Connell en 1966 por la oficina de patentes de los Estados Unidos.



Figura 13. Min Max III. En el panel izquierdo se muestra el exterior y en los paneles central e izquierdo se muestra el interior. La lámina de metal que servía como bandeja para el papel en la Min / Max II se eliminó. El mecanismo usa una serie de engranes con una sola varilla para avanzar el papel (fotografía del autor). Esta máquina pertenece al Museum for Preserving Historically Significant Behavioral Research Equipment en la Universidad de West Virginia en los Estados Unidos.

También en 1963, TMI anunció una máquina de enseñanza que permitía usar película fotográfica de 8 mm para presentar el material. Esta máquina que no requería de un teclado, era más simple que *film tutor* de Wyckoff y con un precio de 250 dólares era también considerablemente más barata. Sin embargo, el precio seguía siendo elevado para una máquina de enseñanza que pudiera usarse en la casa o en las escuelas. Esta máquina se nombró Multi / Max y, a diferencia de las máquinas de enseñanza anteriores, esta máquina presentaba material de opción múltiple y el alumno debía identificar la respuesta correcta. Esta característica la hace más parecida a las máquinas de Pressey que a las máquinas de Skinner.

Skinner (1958) había descrito que, aunque los marcos de opción múltiples pueden ser útiles para evaluar el aprendizaje de un tema, debido a que permiten determinar la habilidad para discriminar un concepto de otros, no creía que los marcos de opción múltiple debían usarse para entrenar nuevas respuestas porque pueden fomentar la ocurrencia de errores. Para Skinner, durante el entrenamiento es más importante la construcción de la respuesta correcta que la identificación de la respuesta. En TMI, sin embargo, ya habían usado marcos de opción múltiple con éxito en algunos programas (e.g. para aprender a leer). Por lo tanto, el diseño de una máquina de enseñanza con marcos de opción múltiple fue únicamente una extensión de los programas anteriores. La Multi / Max es probablemente la máquina de enseñanza menos conocida del catálogo de TMI y a la fecha no se han encontrado anuncios con fotografías de esta máquina. Sin embargo, existe una patente otorgada a Cornell & O'Connell (1969) de una máquina que probablemente es la Multi / Max. En la Figura 14 se muestran los dibujos de la solicitud de la patente. La falta de teclado en esta máquina es congruente con la descripción de la Multi / Max pero el hecho de que la solicitud de la patente fue hecha en 1967 y que no se hace mención a la película de 8 mm podría deberse a que esa máquina es un modelo diferente.

CAPÍTULO I

Nov. 11, 1969 D. E. CORNELL III, ETAL 3,477,142
 MULTIPLE CHOICE TEACHING DEVICE
 Filed July 17, 1967 3 Sheets-Sheet 1

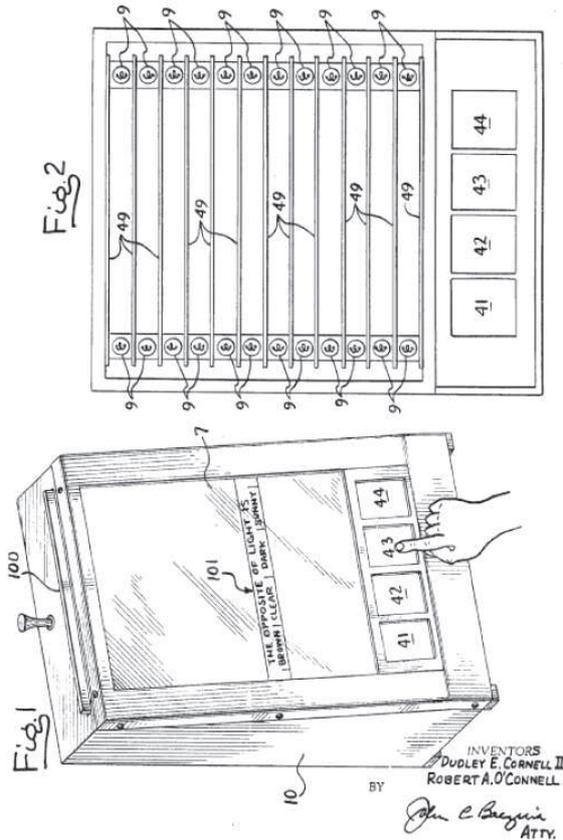


Figura 14. Dibujos de la patente 3,477,142 otorgada a Cornell y O'Connell por la oficina de patentes de los Estados Unidos. La forma de esta máquina es congruente con la descripción de la Multi / Max.

Bebés en cajas

Después del éxito de la Min / Max y los programas de auto-instrucción, en TMI empezaron a trabajar en un proyecto que no estaba relacionado con los principios del condicionamiento operante pero había intrigado al menos a Homme y a Wyckoff desde que eran estudiantes de la Universidad de Indiana: la cuna que Skinner construyó para su hija Deborah y que se conoció como *aircrib* (Skinner, 1945/1972).

Esta cuna que tenía la altura ideal para levantar fácilmente al bebé, tenía un control de temperatura y filtros de aire. Adicionalmente, en lugar de tener barrotes, tenía una cubierta de acrílico que permitía ver claramente al bebé y evitaba que se lastimara. A pesar de lo ingenioso del diseño del *aircrib*, este fue uno de los aparatos más controversiales de Skinner debido a que se asoció de inmediato a las cámaras de condicionamiento operante y a la experimentación con niños. En algunos casos incluso se ha descrito que la hija de Skinner tuvo serios problemas "mentales" asociados con el *aircrib*, que había demandado a su

padre y que se había suicidado (véase Benjamin & Nielsen-Gammon, 1999 para una descripción de estos rumores). Esto desde luego, es totalmente falso e incluso Deborah Skinner-Buzan (2004) lo ha desmentido. Realmente Skinner junto con su esposa Yvonne usaban el *aircrib* como un sustituto para una cuna o un corral para bebés (véase Bjork, 1996).

Después de un intento fallido de Skinner por comercializar el *aircrib* con J. Weston Judd, que acabó costándole mucho dinero, se asoció con John Gray, quien pudo vender el *aircrib*. Gray quien había diseñado su propia cuna en 1947, estableció *The Aircrib corporation* de 1957 a 1967 y trabajó cercanamente con Skinner durante algunos años (Skinner, 1983). El grado de éxito de Gray es difícil de determinar porque las cifras sobre el número de *aircribs* vendidos varía marcadamente en diferentes fuentes (véase Benjamin & Nielsen-Gammon, 1999).

En 1962, TMI empezó a promocionar en su propia versión del *aircrib* de Skinner (véanse el número de abril de 1962 de JEAB). El primer modelo (véase el panel izquierdo de la Figura 15) era muy parecido al *aircrib* original de Skinner (Skinner, 1945/1972) y fue nombrado Incu-crib. Este se vendía por 499 dólares.

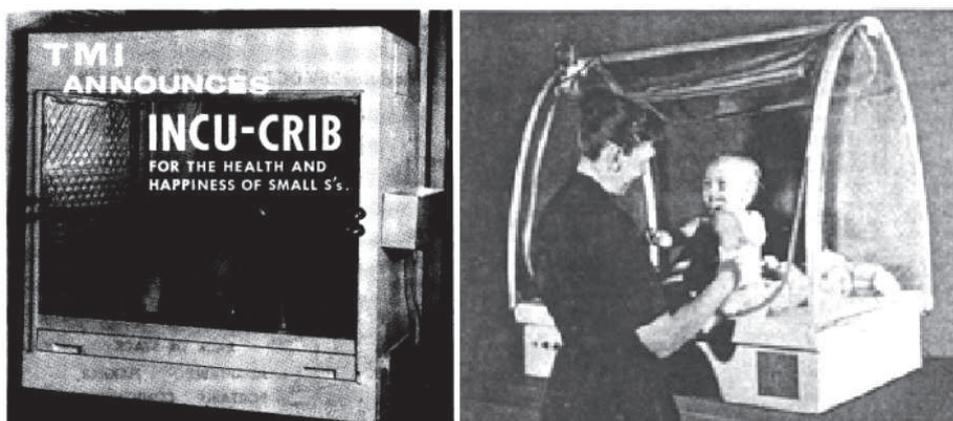


Figura 15. Dos versiones de TMI del *aircrib* de Skinner (fotografías de TMI).

Solamente tres meses después apareció un anuncio en JEAB de la segunda versión de la cuna de TMI. Esta tenía un precio de 250 dólares, considerablemente menor que el del Incu-crib, y no tenía nombre (véase el panel central de la Figura 15). TMI solicitaba a los lectores que ayudaran a nombrar la cuna. El ganador recibiría una Min / Max II. Esta nueva cuna era más simple que la versión anterior y parecía una gran burbuja de plástico con los controles de temperatura en la base. Benjamin & Nielsen-Gammon (1999) describieron que parecía una "pecera gigante".

Skinner (1983, pp. 250-251) describió que le pidieron que viera la cuna de TMI e hiciera sugerencias para mejorarla. Skinner aceptó y mencionó que no le gustaba la burbuja de plástico porque podía generar una acústica desagradable en el interior. Unos meses después, el Incu-crib se modificó de tal forma que

la acústica mejoró dentro de la cuna y el niño era más visible. Una vez que Gray y Skinner aprobaron las modificaciones, el nombre del Incu-crib se cambió a Aircrib by TMI o TMI Aircrib. No es claro si este fue el nombre ganador del concurso o si decidieron usar el nombre que Skinner había usado para la cuna. El anuncio del TMI-Aircrib apareció tres veces en JEAB en Enero, Abril y Julio de 1963.

Aunque no existen datos sobre el éxito del TMI Aircrib, en algunas cartas almacenadas en el Museo de Historia de la Psicología en Akron, Ohio, Homme describió que no se vendió muy bien (*Aircrib by TMI*, circa 1963). Adicionalmente, el *aircrib* solo se anunció de Abril de 1962 a Julio de 1963, lo cual sugiere que se vendió durante un periodo corto de tiempo. Un memorándum escrito en TMI describió que las madres de familia tenían problemas para aceptar que los niños se “guardaran” en un aparato parecido a una caja (Hegranes, 1963). En una carta que describió Benjamin & Nielsen-Gammon (1999), una mujer a punto de tener un hijo escribió a TMI para hacer mención de que a pesar de que la idea le parecía atractiva en todos los sentidos, el usar un espacio cerrado para poner un bebé la perturbaba. Muchas de estas ideas incorrectas sobre el *aircrib* se habían popularizado y fue imposible cambiar la opinión del público en general. A pesar de que en TMI se siguió la estrategia de mostrar niños felices criados desde el nacimiento en el TMI-Aircrib, una de ellos Jill Cornell –la hija de Dudley Cornell, la estrategia aparentemente no funcionó. Es curioso que cuando los prejuicios no existían, podía verse la utilidad del *aircrib* por lo que realmente era: una cuna bien diseñada con control de temperatura.

La Min / Max llega a la UNAM

Gracias a la gestión de Rogelio Díaz Guerrero, en 1962 llegaron máquinas de enseñanza Min / Max y Min / Max II al Colegio de Psicología, que se convirtió en la Facultad de Psicología, de la Universidad Nacional Autónoma de México. De acuerdo con Díaz-Guerrero, en una entrevista con Carrascoza-Venegas (2003), él trajo las máquinas de enseñanza a México para usarlas en cursos de estadística y también propuso que se tradujeran al español algunos libros programados con la Editorial Trillas (e.g. Holland & Skinner, 1961). Estas máquinas se usaron para los cursos de estadística impartidos en inglés, al menos, durante 1962 y 1963 (R. Avendaño, comunicación personal, 24 de Noviembre de 2011, 28 de Septiembre de 2013; I. Reyes, comunicación personal, 19 de Septiembre de 2013; E. Ribes, comunicación personal, 18 de Septiembre, 2013; Valderrama, 2004).

Serafín Mercado mencionó en una entrevista con Carrascoza-Venegas (2005), que TMI-Grolier (descrito erróneamente como *Grorielle*) se interesó en traer las máquinas de enseñanza a México para hacer pruebas de los cursos de estadística. De acuerdo con Avendaño (comunicación personal, 24 de Noviembre de 2011, 28 de Septiembre de 2013) las máquinas funcionaban a la perfección y ella incluso tradujo partes de los programas al español para usarlas exitosamente en sus propios cursos de estadística. Ribes (comunicación personal, 18 de Septiembre, 2013) recuerda que los cursos eran parte de un seminario optativo sobre psicología experimental y Graciela Rodríguez fue la instructora como ayudante de Díaz Guerrero. Ribes también recuerda que en los cursos se usaban, junto con las máquinas de enseñanza,

calculadoras mecánicas suecas FACIT para los cálculos. Estos cursos se llevaron a cabo, aparentemente, en el sótano de la Torre I de Humanidades también conocida como Torre de Filosofía (I. Reyes, comunicación personal, 19 de Septiembre de 2013). Reyes menciona que los cursos se enfocaban en que los alumnos pensarán en cómo resolver problemas en investigación dando a los datos un tratamiento estadístico.

En un documento en el cual Grolier hizo una apelación al cobro de impuestos en el estado de California, se menciona que TMI-Grolier tenía la intención de llegar al mercado Latinoamericano, para lo cual tenían planeado desarrollar algunos productos en español. Por ejemplo, se creó un libro programado para enseñanza del idioma inglés para hispanoparlantes. Sin embargo, el fin de la época dorada de las máquinas de enseñanza estaba cerca y muchos de los proyectos en Latinoamérica no se realizaron.

El fin de las máquinas de enseñanza

Para 1965 la euforia por las máquinas de enseñanza, que había empezado a finales de la década de 1950, estaba llegando a su fin. Por un lado, las máquinas de enseñanza habían dejado de ser un aparato novedoso y revolucionario (Benjamin, 1988) y por otro, las críticas que diversos educadores habían hecho sobre las máquinas de enseñanza y la instrucción programada en general, habían creado un ambiente hostil hacia la tecnología de la enseñanza que impulsó Skinner. Es curioso que muchas de estas críticas estaban basadas en un entendimiento incorrecto de lo que Skinner había descrito. Por ejemplo, algunas de las críticas tenían que ver con que las máquinas de enseñanza no podían ser un sustituto de los profesores. Para algunos educadores, eliminar a los profesores resultaría en estudiantes que solo pensarían como máquinas y no podrían desarrollar conducta creativa (e.g. Boroff, 1960; Gilmore, 1961). Nótese como Skinner nunca sugirió que las máquinas debían sustituir a los profesores pero se creó un argumento equivocado, supuestamente basado en algo que Skinner dijo, para luego mostrar que es incorrecto. Desafortunadamente, al igual que las críticas a otras de las creaciones de Skinner como el *aircrib*, estos argumentos se vuelven reglas que sin describir adecuadamente las contingencias, controlan la conducta de las personas, probablemente, por algún tipo de reforzamiento social asociado con "mostrar incorrectos a los conductistas".

Una crítica racional hecha a las máquinas de enseñanza fue que estas no eran más que "pasadores de hojas" costosos (e.g. *The Truth About Those Teaching Machines*, 1962). Curiosamente, Skinner (1958) había hecho un argumento similar al mencionar que las máquinas no eran más importantes que el material que presentaban. En TMI incluso se concentraron inicialmente por desarrollar programas que no necesitaran de una máquina. Sin embargo, para alcanzar una parte importante del mercado de la instrucción programada, a principios de 1960 era necesario ofrecer una máquina. Otra crítica relacionada a la anterior fue que las máquinas de enseñanza debido, a su limitada tecnología, estaban deteniendo la evolución de la instrucción programada (Gilbert, 1960). Curiosamente, estas últimas críticas aunque importantes, tuvieron un menor efecto que las críticas centradas en las malas interpretaciones de los argumentos de Skinner que resultaron en una disminución notable en las ventas de las máquinas de

CAPÍTULO I

enseñanza y los textos programados. Estas últimas críticas estaban dirigidas a mejorar la instrucción programada. En comparación, las críticas que estaban basadas en supuestos erróneos estaban dirigidas a desaparecerla por completo.

Con fines de supervivencia, para 1963, TMI había cambiado el enfoque, de la venta masiva de cursos de puerta en puerta por medio de los canales de distribución de Grolier a la creación de programas especializados para empresas. De acuerdo con Tosti, un momento importante fue cuando lograron hacer un trato para desarrollar programas de instrucción para los empleados de IBM. Otro trato importante fue desarrollar cursos para la marina de los Estados Unidos. Gracias a estos cambios, TMI pudo continuar durante algunos años más.

El grupo inicial de TMI empezó a cambiar desde 1963 cuando Glaser abandonó el proyecto para fundar el *Learning Research and Development Center* en la Universidad de Pittsburgh. Glaser continuó dedicado a la educación el resto de su carrera. Aunque Glaser se alejó de la instrucción programada, un principio que siempre tuvo claro y que se destacó por impulsar, fue el principio de que la educación debe prescribirse individualmente (e.g. véase Vitello, 2012). Un principio reminiscente del principio de Skinner (1954) de que cada estudiante debe avanzar a su propio ritmo.

Homme abandonó TMI en 1964 y se enfocó primero en el análisis de la conducta encubierta asociada con procesos "mentales" que llamó coverants inspirado en covert operants u operantes encubiertas (Homme, 1965). En sus años trabajando en la instrucción programada, Homme notó la importancia del entrenamiento no sólo de conducta ostensible sino también de conducta encubierta. Unos años después se enfocó en una nueva técnica: los contratos conductuales en el salón de clases (Homme, Csanyi, Gonzales & Rechs, 1969) que ayudarían al área de la gestión de contingencias. De acuerdo con Tosti (comunicación personal, 17 de marzo de 2009), él y Homme, junto con Fred Keller como asesor, fundaron *Individual Learning Systems* en California. Desarrollaron cursos basados en el Sistema de Instrucción Personalizado (*Personalized System of Instruction*) desarrollado por Fred Keller. Tosti recuerda que aunque el curso introductorio de psicología se usó por más de 175,000 estudiantes, nuevamente el "ambiente educativo convencional" destruyó el proyecto.

Aproximadamente al mismo tiempo que Homme abandonó TMI, Wyckoff renunció como presidente de la junta directiva debido a que había iniciado un nuevo proyecto junto con Jerome Berlin en el cual usaría la instrucción programada para mejorar las relaciones humanas en parejas y en organizaciones (véase Escobar & Lattal, 2011, para una descripción detallada del proyecto de relaciones humanas). Aunque originalmente Wyckoff intentó distribuir el programa de relaciones humanas por medio de Grolier, los ejecutivos se rehusaron argumentando que no había mercado para tal producto. Eventualmente Wyckoff y Berlin los mostrarían incorrectos. En 1966, Evans y Cornell, que en ese momento servían como presidente y como vicepresidente de TMI, respectivamente, se declararon en bancarrota y Grolier adquirió en su totalidad los bienes de TMI. La desaparición de la compañía de instrucción programada y máquinas de enseñanza más importante del mundo marcó el fin de la época de oro de las máquinas de enseñanza.

Sin embargo, podría argumentarse que las máquinas de enseñanza y la instrucción programada no desaparecieron sino que evolucionaron en los actuales sistemas de enseñanza por computadora (Lockee, Moore & Burton, 2004).

Las máquinas de enseñanza se han convertido en aparatos icónicos en la historia de la instrumentación en análisis de la conducta. Las Min / Max de TMI se han convertido en el prototipo de las máquinas de enseñanza debido a su popularidad. Sin embargo, la variedad de programas que TMI ofreció, fue, probablemente, un elemento crucial para cerrar el trato con Grolier. Los programas eran el corazón de la instrucción programada y conocer las técnicas de programación usadas para su desarrollo es importante para analizar las virtudes y las debilidades de la instrucción programada. En TMI innovaron no solamente en el diseño de máquinas de enseñanza sino también en las técnicas de programación. En las siguientes secciones se describen las técnicas de programación sugeridas por Skinner y las adaptaciones hechas en TMI.

Técnicas de programación

Un aspecto importante del desarrollo de los textos programados es el procedimiento que se sigue para descomponer y presentar el material, o en otras palabras, para crear los programas. Skinner había descrito algunos pasos importantes en su artículo publicado en *Science* (Skinner, 1958) que fueron resultado de su proyecto en Harvard. Para Skinner, después de establecerse el tema general, deben establecerse los términos técnicos, las leyes y principios que deben aprenderse. El material debía tratar de organizarse con una complejidad creciente, de ser posible de manera lineal y si no era posible, en forma de ramificaciones. Posteriormente el material se dividía en marcos que podían incluir frases u oraciones incompletas que el alumno debía completar usando la información de los marcos anteriores. Cada frase u oración incompleta servía como un estímulo discriminativo que señalaba la ocasión para que ocurriera la respuesta correcta. De acuerdo con Skinner el estímulo se podía desvanecer para reducir los elementos de la respuesta presentes en los estímulos discriminativos.

Los pasos descritos por Skinner (1958) eran relativamente simples pero también muy generales. Skinner justificó este último aspecto reconociendo que un buen programa dependía en una medida considerable de las habilidades "artísticas" del programador. Un aspecto importante que Skinner recalcó fue que debía garantizarse que la instrucción programada no se reforzara únicamente la conducta de reconocimiento de objetos. Para Skinner el elemento importante era que el alumno construyera la respuesta correcta a partir de la información anterior y no únicamente que seleccionara o memorizara la respuesta correcta (Skinner, 1961/1972).

RULEG

Homme & Glaser (1959) crearon los primeros libros de texto programados comerciales para TMI en 1958 (Kopstein & Shillestad, 1961). Estos textos incorporaron algunas variaciones en la técnica de programación relativas a las ideas de Skinner. Evans, Homme & Glaser (1962) describieron un sistema desarrollado por

TMI para producir material programado conocido como RULEG. RULEG es una manera abreviada de decir regla – ejemplo (*rule – exempli gratia*). La lógica general de esta técnica es que en el aprendizaje programado se divide el contenido en reglas y ejemplos de la regla. La definición de regla, sin embargo, difiere de la definición actual de regla en el análisis de la conducta (Malott, 2008). A diferencia de la definición de regla que involucra la descripción de una contingencia (estímulo discriminativo verbal) o un estímulo alterador del valor (operación de establecimiento), para Evans et al., una regla podía ser una definición, una fórmula, una ley, un principio, un axioma, un postulado o una hipótesis. La característica definitoria es que puede generalizarse. Los ejemplos pueden referirse a la descripción física de eventos, teoremas, deducciones de diferentes tipos, una afirmación de la relación entre objetos ya sean físicos o conceptuales. La característica común de los ejemplos es que se derivan de las reglas y son específicos. Un principio importante de RULEG, que lo distingue de algunas otras técnicas de programación, es que las reglas se enseñan primero y posteriormente se muestran ejemplos de la regla.

Una vez que se define el tema del material, la programación consiste de una serie de 12 pasos. El primer paso es la especificación de la conducta blanco. En este paso debe especificarse claramente cuáles son las respuestas que se esperan de los alumnos al final del curso y cuáles son los estímulos discriminativos que deben controlar dichas respuestas. Dicho de otra forma, ¿qué debe saber? y ¿en qué contexto debe poder decir lo que sabe? En los siguientes tres pasos se especifican y se ordenan las reglas de la materia de estudio (recuérdese la definición de regla en este contexto). Las reglas se escriben primero sin la ayuda de materiales, notas o asesoría. Preferentemente, cada regla debe anotarse en una tarjeta separada para que puedan ordenarse. Posteriormente, se usan ayudas como textos, notas y asesorías para generar más reglas. Una vez que se tienen las reglas, estas se ordenan de manera preliminar. Algunas formas de ordenar las reglas pueden ser de menor a mayor complejidad, por orden cronológico, por arreglo espacial, y por dependencia de unas reglas con otras.

El paso 5 de RULEG involucra el uso de una matriz de reglas y es, probablemente, el paso que tuvo un efecto más notable en estudios posteriores debido a que se considera una herramienta importante en el análisis de tareas (Jonassen, Tessmer & Hannum, 1999). La matriz se crea enlistando las reglas tanto vertical como horizontalmente. De esta forma, tres reglas crean una matriz de 9 celdas y cada celda corresponde a la interrelación de una regla con otras y con ella misma. La matriz se utiliza para diseñar marcos en los cuales se relacione una regla con otra. El uso de la matriz parte de la noción de que un experto en cualquier tema es capaz de interrelacionar los conceptos de su campo de estudio y no sólo de describir los conceptos. La diagonal de la matriz de reglas relaciona a cada regla consigo misma y está reservada para las definiciones de cada regla.

El paso 6 de RULEG involucra la búsqueda de ejemplos para cada regla. Evans et al. (1962) describieron pasos específicos para la creación de ejemplos: 1) Deben usarse un número relativamente grande de ejemplos para cada regla debido a que por medio de los ejemplos los estudiantes interactúan con el tema de estudio; 2) Deben considerarse ejemplos para todo el espectro de la regla. Esto incluye

casos especiales, ejemplos con información limitada o redundante. El primer ejemplo debe ser la aplicación más simple pero sin ser trivial de la regla. Los ejemplos más complejos deben presentarse después; 3) Para facilitar la generalización de la regla, los ejemplos deben ser diversos y para garantizar la discriminación de reglas, los ejemplos entre reglas deben ser similares y diferir únicamente en la regla que ejemplifican. El paso 7 se refiere a numerar las celdas de la matriz de reglas para indicar el orden en el que se presentarán las reglas.

El paso 8 es ilustrativo debido a que describe como se arreglan las reglas y los ejemplos en los marcos. Primero hay que describir que existen tres tipos de reglas en los marcos, regla, ~regla y ~~regla. De la misma forma hay tres tipos de ejemplos, ejemplo ~ejemplo y ~~ejemplo. La regla y el ejemplo son descripciones que no involucran una respuesta. La ~regla y el ~ejemplo involucran una respuesta del estudiante pero con una ayuda (*prompt*) lo suficientemente clara para evitar errores. Los ~~regla y ~~ejemplo, son preguntas sin ayudas. Dependiendo del tipo de material que debe incluirse en cada ítem, las diferentes reglas y ejemplos pueden cambiarse. Evans et al. (1962) describieron algunos casos útiles.

- 1) Regla + ejemplo + ~ejemplo. La construcción de estos marcos incluye describir una regla, describir un ejemplo de la regla y usar un ejemplo similar en el cual se pide una respuesta. Por ejemplo, un reforzador es un estímulo que aumenta la frecuencia de la respuesta que lo produce (regla). Si una bolita de comida aumenta la frecuencia de la conducta que la produce como presionar una palanca, la bolita de comida es un reforzador (ejemplo). Si una gota de agua aumenta la frecuencia de la conducta que la produce como picar una tecla, la gota de agua es un _____ (~ejemplo).
- 2) Regla + ~regla. Estos casos se usan cuando la regla se refiere a un término técnico que puede ser difícil de recordar. Por ejemplo, un estímulo discriminativo señala la ocasión para que una respuesta sea reforzada (regla). Si observas que un estímulo señala la ocasión para que una respuesta sea reforzada, este estímulo es un _____ (~regla).
- 3) Regla + ~ejemplo. Cuando se avanza en los programas o cuando las reglas pueden ser relativamente fáciles, puede pedirse la respuesta directamente en el ejemplo.
- 4) Ejemplo + ~regla. Este tipo de construcción junto con otros tipos como ejemplo + ~ejemplo o ejemplo + ejemplo + ~regla, se conocen como marcos de instrucción y debe tenerse cuidado de que no lleven a inducir una regla incorrecta. De acuerdo con Evans et al. este tipo de construcción solo debe usarse cuando la regla es evidente.
- 5) ~regla1 + ~regla2
- 6) ~ejemplo1 + ~ejemplo 2.

Estos son casos de comparación como parte del proceso de discriminación de reglas que siguen la lógica de la matriz de reglas. Una vez que se ha pasado por los tipos de marcos anteriores pueden incluirse marcos sólo con ~~ejemplo o solo con ~~regla. Un último tipo de marco involucra el falso ejemplo que permite detectar y corregir errores.

Los siguientes pasos de RULEG involucran ensamblar los tiempos en el programa, probar con un estudiante paso a paso si el número de ejemplos son suficientes en cada regla, revisar el programa con base en los comentarios del estudiante y repetir la administración y revisión del programa.

Otras técnicas de programación

Aunque el sistema RULEG con la matriz de reglas fue la base de muchos programas diseñados por TMI, en ocasiones la matriz no era la técnica más adecuada. Tosti (1991), jefe de programación de TMI, describió que en algunos casos como en el programa para enseñar Principios del Bridge, que involucra una serie de decisiones complejas, utilizaron diagramas de flujo y tarjetas de decisión como parte del análisis de tareas para especificar la conducta a entrenar. Con la ayuda de Evans, un experto jugador de bridge, pudieron realizar el análisis de tareas de tal forma que hicieron explícita cada una de las decisiones que debían tomarse en el juego frente a cada una de las situaciones que podían enfrentarse. Cada una de las tarjetas de decisión y el propio diagrama de flujo, de acuerdo con Tosti, además de descomponer la tarea compleja, funcionaban como mediadores en el programa. Para Tosti un mediador es cualquier cosa que interviene entre el estímulo y la respuesta y facilita la ocurrencia de la respuesta correcta. Es interesante que la definición de Tosti de mediador no parece diferir significativamente de la definición de ayuda (*prompt*) (Malott, 2008). En este sentido, es el propio diagrama de flujo el que funciona como *prompt*. Otros mediadores que pueden usarse junto con los diagramas de flujo son las imágenes, palabras, símbolos y figuras. Tosti describió algunas guías para mejorar la efectividad de los mediadores: 1) Entre más fuerte sea la relación "natural" entre el mediador y la situación de estímulos, más fácil se recuerda la respuesta correcta; 2) Los mediadores dobles como imágenes con palabras, comúnmente son más efectivos que los mediadores simples; 3) El mediador debe tener una conexión única con la respuesta deseada; 4) Si la respuesta deseada es una secuencia, el mediador debe tener una secuencia natural; 5) Las imágenes son comúnmente muy efectivas para crear un "puente" entre el mediador y la respuesta.

Existen, desde luego, otras técnicas de programación desarrolladas por otras compañías o por otros investigadores que no estuvieron relacionados directamente con TMI. Muchas de estas técnicas permitieron mejorar algunos procedimientos para adaptarlos a situaciones específicas. Algunos ejemplos son la programación ramificada (Crowder, 1960) que difiere de la programación lineal que propuso Skinner, la técnica de programación EGRUL que, proponía que el alumno construyera la regla a partir de ejemplos y podía ser útil con conceptos abstractos o difíciles de definir (Mechner, 1967), *mathetics* (Gilbert, 1962) proponía, entre otras cosas, una secuencia en la presentación de los materiales basada en el encadenamiento hacia atrás. Aunque algunas de estas técnicas fueron importantes en el desarrollo de la instrucción programada, su descripción excede el propósito del presente trabajo.

¿Qué aprendimos de las máquinas de enseñanza y la instrucción programada?

Durante la década de 1950 y 1960 se realizaron numerosos estudios para determinar la efectividad de la instrucción programada. No todos los estudios generaron datos confiables debido a que las pruebas muchas veces involucraban niños en salones de clases expuestos a contextos complejos. El hallazgo común fue que las máquinas de enseñanza con programas de auto-instrucción aceleraban el aprendizaje de diversos temas, desde aprender a leer hasta matemáticas (véase e.g. Fine, 1962, para un análisis de estos

hallazgos). Sin embargo, algunos de los estudios mostraron que no todos los aspectos que se creían importantes en la instrucción programada realmente lo eran. Uno de los aspectos que se investigó fue si realmente era necesario emitir una respuesta ostensible (e.g. escribir una respuesta en el ítem) para que ocurriera el aprendizaje del material (e.g. Evans et al., 1959). Miller & Malott (1997) realizaron una revisión de la literatura y concluyeron que no hay muchos beneficios al requerir la respuesta ostensible relativo a que ocurra solamente una respuesta encubierta cuando hay incentivos adicionales presentes. En contraste, en situaciones en las cuales no hay incentivos presentes, la ocurrencia de la respuesta ostensible mejora el aprendizaje.

El tamaño de los pasos era otro aspecto importante en la instrucción programada. Esta variable está relacionada con la dificultad de cada uno de los marcos. Skinner (1958) había sugerido aumentar la dificultad gradualmente para evitar los errores. Evans et al. (1959) reportaron que, efectivamente, aumentar el tamaño de los pasos (reducir la dificultad de los marcos) disminuye los errores. Sin embargo, aumentar el tamaño de los pasos también aumenta el tiempo dedicado al programa (Coulson & Silberman, 1960). Rigney & Fry (1961) reportaron que usar pasos pequeños aumenta el aburrimiento al trabajar con el material, especialmente con los estudiantes "brillantes".

Skinner (1958) había sugerido que las respuestas con opción múltiples podían aumentar los errores y disminuir el aprendizaje de una nueva tarea. Sin embargo, en la mayoría de los estudios se reportó que el aprendizaje con respuestas construidas no era diferente del aprendizaje con respuestas de opción múltiple (e.g. Coulson & Silberman, 1960). Solamente en un estudio Fry (1960) reportó que las respuestas construidas por los alumnos eran mejores que las respuestas de opción múltiple. Holland (1965) concluyó que las respuestas con opción múltiple son efectivas si se recibe retroalimentación inmediata porque se elimina la conducta indeseable. En este sentido, para Holland la parte importante en la instrucción programada es la retroalimentación inmediata y no el tipo de respuesta. Una de las críticas más importantes a la instrucción programada desde otras perspectivas en psicología y educación surgieron de las diferencias en la interpretación de la confirmación de la respuestas correcta como reforzamiento (Smith & Smith, 1966) y de que algunos autores reportaron que el reforzamiento en términos de confirmación de la respuesta no es necesario para que ocurra el aprendizaje (e.g. Feldhusen & Brit, 1962; MacDonald & Allen, 1962). Hartley (1974) realizó una revisión de la literatura sobre confirmación de resultados y reportó que la confirmación afecta más la conducta de unas personas que de otras y este efecto depende de la dificultad del programa. Por ejemplo, en estudiantes con pocas habilidades y con programas con tasas altas de errores, la confirmación de la respuesta produce una mejora sustancial en el aprendizaje.

A pesar de que las máquinas de enseñanza como se usaron inicialmente en las décadas de 1950 y 1960 han desaparecido, las lecciones impartidas por estas máquinas junto con los programas que utilizaban siguen vigentes. Muchas de estas lecciones pueden aplicarse a ambientes educativos y no simplemente al diseño de materiales programados. En este sentido algunas lecciones importantes son:

- 1) El énfasis en el análisis de tareas que debe descomponer el proceso de aprendizaje en pasos que puedan entrenarse fácilmente (e.g. Evans et al., 1962).

2) El uso de ayudas (*prompts*) o mediadores para inducir la ocurrencia de la respuesta correcta. Estas ayudas deben ser lo suficientemente claras para producir la respuesta correcta pero no deben hacer trivial la ocurrencia de la respuesta (Skinner, 1958).

3) El énfasis en la retroalimentación inmediata. Tosti (1978), por ejemplo, señaló algunas características que debe tener la retroalimentación para ser eficiente en el cambio conductual: a) debe dirigirse a la conducta y no al individuo; b) no deben mezclarse los mensajes; c) debe ser corta y enfocada a un solo tema; d) debe ser clara para no dar lugar a ambigüedades; y, e) debe dirigirse a la conducta de una persona y no de un grupo para evitar difusión.

4) La gestión o manejo de contingencias y los contratos conductuales en ambientes educativos (Homme, 1973; Homme & Tosti, 1965). Una buena gestión de las contingencias auxiliadas con reglas que describan los requisitos de las respuestas y las consecuencias puede ser muy efectiva para mejorar el aprendizaje en el salón de clases incluso sin materiales programados.

5) El aprendizaje ocurre de manera individual y deben considerarse las diferencias individuales. Curiosamente este punto lo destacó Skinner (1954) desde su primer trabajo acerca de instrucción programada y, sin embargo, las máquinas de enseñanza en parte derrotaron el propósito al presentar un programa con un tamaño de pasos fijo para diferentes individuos.

6) Con matrices de reglas se aprenden hechos, conceptos y principios. Con los diagramas de flujo y las tarjetas de decisión se aprende a tomar decisiones y resolver problemas. Aunque se ha criticado que la instrucción programada debido a su origen en la psicología conductual no hace una diferencia entre el aprender qué y el aprender cómo (e.g. Silber, 2002), existen programas dirigidos al aprendizaje de hechos, conceptos y principios (e.g. programas de auto-instrucción de disciplinas científicas) y programas dirigidos al aprendizaje de habilidades (e.g. programas de auto-instrucción de idiomas). Un aspecto que es importante señalar es que, como Gilbert (1962) lo señaló, las máquinas de enseñanza, debido a que usaban una tecnología limitada, impedían la presentación de material diferente al diseñado originalmente con marcos para escribir la respuesta correcta. Algunos de los programas requerían de la presentación del material auditivo o visual fuera de la máquina de enseñanza en discos de acetato o folletos (véase e.g. Tosti, 1991).

7) Al enseñar hechos, conceptos, o principios es importante describir primero la regla, posteriormente describir ejemplos de la regla y después pedir a los estudiantes que completen un ejemplo de la regla. Si este paso se realiza sin errores puede entonces pedirse a los estudiantes que generen un ejemplo completo y que enuncien la regla completa (Evans et al., 1962). Si los conceptos son abstractos es más fácil empezar con ejemplos y seguir con las reglas (Mechner, 1967).

Como se mencionó anteriormente, de acuerdo con algunos autores la instrucción programada nunca desapareció sino que se integró en las áreas conocidas como diseño instruccional y en la instrucción asistida por computadora (Lockee et al., 2004). Actualmente el énfasis que se ha hecho en los modelos constructivistas del aprendizaje parece haber dejado al análisis de la conducta fuera del diseño de los

programas educativos y de cursos de instrucción. Una de las críticas a las máquinas de enseñanza recopilada por Boroff (1960), a pesar de tener más de 50 años, es curiosamente similar al ambiente actual que descarta la incorporación de un enfoque científico en la educación:

En su nivel actual, las máquinas están equipadas admirablemente para enseñar hechos y habilidades y, tan humildemente como pueda pensarse, parecen hacerlo de manera más eficiente que los seres humanos.

Pero hay un área inmensa en la educación —tal vez el área crucial— en la cual los hechos por sí solos son inútiles. Los valores, sentimientos, convicciones, las mismas cosas por las cuales vivimos —estas no se pueden analizar de manera precisa o programarse (p. 70).

No obstante estas críticas, solo es necesario echar un vistazo a la historia de la tecnología de la enseñanza, que involucró materiales programados y máquinas de enseñanza, para encontrar que la sistematicidad con la cual se elaboraron dichos materiales y la efectividad demostrada de algunas aplicaciones de esta tecnología, nos ha legado un arsenal de elementos que podrían explorarse y eventualmente integrarse exitosamente en el diseño de sistemas educativos evitando los errores del pasado. Desde luego que los valores, sentimientos y convicciones son importantes, pero estos son conductas y como tales pueden entrenarse y modificarse. Actualmente, la combinación de los principios del condicionamiento operante y la tecnología disponible nos permitiría mostrar materiales, registrar respuestas y presentar retroalimentación de una forma que los programadores de TMI probablemente ni siquiera imaginaban.

Referencias

- Aircrib by TMI (Cedric Larson Papers). (circa 1963). Akron, OH: Archives of the History of American Psychology, University of Akron.
- Benjamin, L. T., Jr. (1988). A history of teaching machines. *American Psychologist*, 43, 703–712.
- Benjamin, L. T., Jr. & Nielsen-Gammon, E. (1999). B. F. Skinner and psychotechnology: The case of the heir conditioner. *Review of General Psychology*, 3, 155-167.
- Bjork, D. W. (1996). *B. F. Skinner: A life*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Boroff, D. (Septiembre 25, 1960). The three R's and pushbuttons. *New York Times*, pp. 36, 66, 68, 70, 72.
- Carrascoza-Venegas, C. A. (2003). Rogelio Díaz-Guerrero: Pionero de la psicología experimental en México. *Psicología y Ciencia Social*, 5, 3-22.
- Carrascoza-Venegas, C. A. (2005). Serafín Mercado: Padre de la psicología ambiental en México. *Psicología y Ciencia Social*, 7, 92-106.
- Cornell, D. E., III. (1963). *U.S. Patent No. 3,105,307*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Cornell, D. E., III. & O'Connell, R. A. (1966). *U.S. Patent No. 3,274,704*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Cornell, D. E., III. & O'Connell, R. A. (1969). *U.S. Patent No. 3,477,142*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Coulson, J. E. & Silberman, H. F. (1960). Effects of three variables in a teaching machine. *Journal of Educational Psychology*, 51, 135-143.
- Crowder, N. A. (1960). Automatic tutoring by intrinsic programming. En A. A. Lumsdaine & R. Glaser, (Eds.), *Teaching machines and programmed learning* (pp. 286–298). Washington, DC: National Education Association.

-
- Dinsmoor, J. A. (1987). A visit to Bloomington: The first Conference on the Experimental Analysis of Behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 48, 441–445.
- Escobar, R. & Lattal, K. A. (2011). Observing Ben Wyckoff: From basic research to programmed instruction and social issues. *The Behavior Analyst*, 34, 149-170.
- Evans, J. L., Glaser, R. & Homme, L. E. (1959). *A preliminary investigation of variation in properties of verbal learning sequences of the teaching machine type*. Paper presented at the meeting of the Eastern Psychological Association, Atlantic City, NJ.
- Evans, J. L., Glaser, R. & Homme, L. E. (1960). A preliminary investigation of variation in properties of verbal learning sequences of the “teaching machine” type. In A. A. Lumsdaine & R. Glaser (Eds.), *Teaching machines and programmed learning: A source book* (pp. 446–451). Washington, DC: National Education Association of the United States.
- 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, 513-518.
- Feldhusen, J. F. & Brit, A. (1962). A study of nine methods of presentation of programmed learning materials. *Journal of Educational Research*, 55, 461–465.
- Fine, B. (1962). *Teaching machines*. New York: Sterling.
- Fry, E. B. (1960). A study of teaching–machine response modes. En A. A. Lumsdaine & R. Glaser (Eds.), *Teaching machines and programmed learning* (pp. 469–474). Washington, DC: National Education Association.
- Fuller, P. R. (1949). Operant conditioning of a vegetative human organism. *American Journal of Psychology*, 62, 587–590.
- Fuller, P. R. (1973). Professors Kantor and Skinner- The “Grand Alliance” of the 40s. *Psychological Record*, 23, 318-324.
- Gilbert, T. A. (1960). On the relevance of laboratory investigation of learning to self-instructional programming. En A. A. Lumsdaine & R. Glaser (Eds.), *Teaching machines and programmed learning: A source book* (pp. 475–485). Washington, DC: National Education Association of the United States.

CAPÍTULO I

- Gilbert, T. F. (1962). Mathematics: The technology of education. *Journal of Mathetics*, 1, 7-73.
- Gilmore, K. (1961). Teaching machines –Blessing or curse? *Science Digest*, 49, 76–80.
- Glaser, R., Homme, L. E. & Evans, J. L. (Febrero 1959). *An evaluation of textbooks in terms of learning principles*. Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association, Atlantic City, NJ.
- Glaser, R., Homme, L. E. & Evans, J. L. (1960). An evaluation of textbooks in terms of learning principles. In A. A. Lumsdaine & R. Glaser (Eds.), *Teaching machines and programmed learning: A source book* (pp. 437–445). Washington, DC: National Education Association of the United States.
- Hartley, J. (1974). Programmed Instruction 1954–1974: A review. *Programmed Learning and Educational Technology*, 11, 278–291.
- Hearst, E. & Capshew, J. H. (1988). *Psychology at Indiana: A centennial review and compendium*. Bloomington: Indiana University, Department of Psychology.
- Holland, J. G. (1965). Research on programming variables. In R. Glaser (Ed.), *Teaching machines and programmed learning, II* (pp. 66-177). Washington, DC: National Education Association.
- Holland, J. G. & Skinner, B. F. (1961). *The analysis of behavior: A program for self-instruction*. New York: McGraw-Hill.
- Homme, L. E. (1956). *Spontaneous recovery from extinction in relation to number of reinforcements, spacing of acquisition, and duration of initial extinction period*. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University, Bloomington.
- Homme, L. E. (1960). The rationale of teaching by Skinner's machines. En A. A. Lumsdaine & R. Glaser (Eds.), *Teaching machines and programmed learning: A source book* (pp. 133–136). Washington, DC: National Education Association of the United States.
- Homme, L. E. (1965). Perspective in psychology: XXIV control of coverants, the operants of the mind. *Psychological Record*, 15, 501–511.

-
- Homme, L. E. (1973). *How to use contingency contracting in the classroom*. Champaign, IL: Research Press.
- Homme, L. E., Csanyi, A. P., Gonzales, M. A. & Rechs, J. R. (1969). *How to use contingency contracting in the classroom*. Champaign, IL: Research Press.
- Homme, L. E. & Glaser, R. (1959). Relationships between the programmed textbook and teaching machines. En E. H. Galanter (Ed.). *Automatic teaching: The state of the art* (pp. 103-108). New York: John Wiley and Sons.
- Homme, L. E. & Tosti, D. T. (1965). Contingency management and motivation. *Journal of the National Society for Programmed Instruction*, 4, 14–16.
- Jackson, M. L., Merlin, P. & Cameron, J. S. (1963). *U.S. Patent No. 3,106,026*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Jonassen, D. H., Tessmer, M. & Hannum, W. H. (1999). *Task analysis methods for instruction* (pp. 215-221). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Klaw, S. (Julio 19, 1962). What can we learn from teaching machines? *The Reporter*, 27 (2), 19–26.
- 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.
- 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). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Macdonald, N. (1963). Teaching machines and programmed learning – Roster of organizations: and what they are doing. *Computers and automation*, 12(3), 19-27.
- McDonald, F. J. & Allen, D. (1962). An investigation of presentation response and correction factors in Programmed Instruction. *Journal of Educational Research*, 55, 502-507.
- MacGovern, P. J. (1962). Teaching machines and programmed learning – Roster of organizations: and what they are doing. *Computers and automation*, 11(2), 33-40.
- Malott R. W. (2008). *Principles of behavior analysis*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

CAPÍTULO I

- Mechner, F. (1967). Behavioral analysis and instructional sequencing. En P. C. Lange (Ed.), *Programed Instruction: The sixty-sixth yearbook of the National Society for the Study of Education* (pp. 81–103). Chicago: National Society for the Study of Education.
- Miller, M. L. & Malott, R. W. (1997). The importance of overt responding in Programmed Instruction even with added incentives for learning. *Journal of Behavioral Education*, 7, 497–503.
- Morris, E. K. (1982). Some relationships between interbehavioral psychology and radical behaviorism. *Behaviorism*, 10, 187-216.
- Pressey, S. L. (1926). A simple apparatus which gives tests and scores and teaches. *School & Society*, 23, 373–376.
- Pressey, S. L. (1927). A machine for automatic teaching of drill material. *School & Society*, 25, 549–552.
- Rigney, J. W. & Fry, E. B. (1961). Current teaching–machine programs and programming techniques. *Audiovisual Communication Review*, 9(3), Supplement 3, 7–121.
- Shwisha, H. J. & Nisenson, J. (1964). *U.S. Patent No. 3,146,532*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Silber, K. H. (2002). Using the cognitive approach to improve problem–solving training. *Performance Improvement*, 41, 28–36.
- Skinner, B. F. (1945/1972). Baby in a box. En *Cumulative record: A selection of papers* (pp. 567–573). New York: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1948). *Walden two*. New York: Macmillan
- Skinner, B. F. (1954). The science of learning and the art of teaching. *Harvard Educational Review*, 24, 99–113.
- Skinner, B. F. (1957). *Verbal behavior*. New York, NY: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1958). *Teaching machines*. *Science*, 128, 969-977.
- Skinner, B. F. (1968). *The technology of teaching*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Skinner, B. F. (1961/1972). Why we need teaching machines. En B. F. Skinner, *Cumulative record: A selection of papers* (pp. 171-193). New York: Appleton-Century-Crofts.

- Skinner, B. F. (1983). *A matter of consequences*. New York: New York University Press.
- Skinner-Buzan, D. (Marzo 12, 2004). I was not a lab rat. *Guardian*. Descargado de <http://www.guardian.co.uk/education/2004/mar/12/highereducation.uk>
- Skinner, H. (1866). *U.S. Patent No. 52758*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Smith, K. U. & Smith, M. F. (1966). *Cybernetic principles of learning and educational design*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Teaching Machines Inc.* (William S. Verplanck Papers). (circa 1960). Akron, OH: Archives of the History of American Psychology, University of Akron.
- The truth about those teaching machines. (Febrero, 1962). *Changing Times*, 16 (2), 15–18.
- Tosti, D. T. (1978). Formative feedback. *Journal of the National Society for Programmed Instruction*, 17, 19–21.
- Tosti, D. T. (1991). The World's first job aid and how it came about. *Journal of the National Society for Programmed Instruction*, 30, 8–10.
- Valderrama, P. (2004). Evolución de la enseñanza de la psicología en la Universidad Nacional Autónoma de México (1910-1973). En L. M. Reidl-Martinez y M. L. Echeveste-García (Eds.), *Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México: Treinta años a la vanguardia* (pp. 1-58). México: UNAM.
- Valero, L. (s. f.). Máquinas de enseñanza de Skinner. *Grupo Contextos*. Descargado de http://www.conducta.org/articulos/maquinas_ens.htm
- Vitello, P. (Febrero 15, 2012). Robert Glaser, Who Shaped the Science of Student Testing, Dies at 91. *The New York Times*. Descargado de http://www.nytimes.com/2012/02/16/us/robert-glaser-cognitive-psychologist-and-expert-on-student-testing-dies-at-91.html?_r=0
- Wyckoff, L. B., Jr. (1951). *The role of observing responses in discrimination learning*. Unpublished doctoral dissertation, Indiana University, Bloomington.
- Wyckoff, L. B., Jr. (1964). *U.S. Patent No. 3,137,948*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.