

Estudio sobre el aprendizaje basado en instrucción programada

Pablo Lozano
Laura Lobo O.
Alicia Moreno C.
Luis E. Rábago

RESUMEN

El presente artículo muestra los resultados de una investigación que pretendió analizar los efectos del reforzamiento en un proyecto de instrucción programada aplicado en una población de *status* socioeconómico bajo. Se seleccionó una muestra de 72 individuos para el grupo de experimentación y de 46 para el grupo control. El material consistió en una prueba de los algoritmos básicos dispuestos en orden de dificultad creciente. Se empleó un diseño factorial $2 \times 2 \times 2$ con 8 condiciones de tratamiento que combinan las siguientes variables independientes: con instrucción, sin instrucción, disponibilidad inmediata o retardada de respuesta y reforzamiento a razón fija o variable. Los resultados indican que el uso de la instrucción programada incrementa la efectividad en el aprendizaje de los algoritmos básicos y el estudio concluye sugiriendo el traslado de la investigación a otros sectores socioeconómicos.

ABSTRACT

This article shows the results of a study that intended to analyse the effects of reinforcement techniques in a programmed instruction plan applied to a population of low socio-economical status. 72 individuals were chosen for the experimentation group and 46 for the control group. The material consisted of an examination on the basic algorithms placed in an order of increased difficulty.

A factorial $2 \times 2 \times 2$ design was used, consisting of 8 different conditions which combined the following independent variables: with or without instruction, immediate or delayed response and reinforcements at fixed or variable ratios. The results indicate that the use of programmed instruction increases the effectivity of the learning process of basic algorithms and, finally, the authors recommend the application of this kind of research to other socio-economical sectors.

I. INTRODUCCIÓN

La instrucción programada tiene sus orígenes alrededor de 1920. Por estas fechas el psicólogo Sidney Pressey patentó la primera máquina de enseñanza, demostrando que ésta propiciaba el aprendizaje en los educandos. Sin embargo, dado que era una tecnología nueva para las concepciones tradicionales acerca de los factores que originan el aprendizaje, no tuvo el impacto suficiente que impulsara un conjunto de investigaciones para comprobar su eficacia en los ambientes educativos.

No fue sino hasta 1954 cuando esta nueva concepción de la enseñanza recibió la atención que requería por parte de los investigadores educacionales. En el artículo titulado "La ciencia del aprendizaje y el arte de enseñar", Skinner describió técnicas experimentales que, sin ninguna duda, producen modificaciones en la conducta de aprendizaje de los alumnos. A semejanza de Pressey, Skinner diseñó una máquina para enseñar que, aunque difería de la del primero en la mayoría de sus características, coincidía en un factor básico: el estudiante recibía información inmediata de la máquina acerca de lo correcto de cada una de sus respuestas como un modo de reforzamiento. Esta disposición es inherente a todo programa autoinstructivo independientemente de que éste haya sido diseñado para ser usado en máquina o en alguna otra forma de presentación. Lo fundamental de los programas autoinstructivos es que los alumnos aprenden actuando sobre su medio ambiente y a través de los efectos que sobre ellos producen en las consecuencias de sus actos. Técnicamente, a las consecuencias de este tipo de conductas es a lo que se ha llamado reforzamiento, ya que éste aumenta la probabilidad de que la respuesta se produzca de nuevo en el futuro en presencia del mismo estímulo. Son muchos los actos que logran reforzar la conducta humana, por ejemplo, el hecho de recibir una recompensa material, lograr un objetivo, un golpecito en la espalda, un movimiento de afirmación con la cabeza, o sencillamente decirle a alguien "muy bien". Una vez subrayada la importancia del reforzamiento en la adquisición del aprendizaje, Skinner (1958) analizó la situación en el salón de clases en relación con el papel del maestro como agente de refuerzo para sus discípulos. Las conclusiones a las que llegó Skinner parecen ser obvias: en forma general es físicamente imposible para el maestro proporcionar a cada estudiante reforzamiento individual (conocimiento de lo correcto e incorrecto de sus respuestas), lo cual se considera adecuado y necesario. Entre otras cosas, el maestro se ve frente a muchos alumnos y, puesto que una parte considerable del aprendizaje en clase se produce en forma inadvertida por él (ya que no hay manifestaciones externas orales o de otro tipo en los alumnos), difícilmente está en condiciones de afirmar cuándo se ha producido una respuesta correcta.

Al analizar el papel del maestro individual, se observa que éste tiene posibilidades de proporcionar el refuerzo necesario y de adaptarse al

progreso de su alumno, elaborando nuevas ideas, repitiendo, alterando la velocidad, etc. Comparado con el maestro tradicional, que debe tratar con un grupo heterogéneo de alumnos, todos al mismo tiempo, el maestro individual se encuentra en la envidiable situación de regular la velocidad de la enseñanza según la capacidad del alumno.

Los estudios realizados por Skinner (1954, 1958 y 1960) acerca de las restricciones impuestas al maestro por las características propias del salón de clases, por el sistema educativo y por los factores que parecen ser los más conducentes al aprendizaje, lo llevaron a diseñar una técnica autoinstructiva consistente en la acción recíproca establecida entre el alumno y un programa especial. Los programas de Pressey (1932) fueron elaborados originalmente con la finalidad de ser material de verificación y práctica, cuyo empleo debía producirse luego de la terminación del curso normal. Los objetivos de Skinner fueron totalmente distintos: el programa estaba destinado específicamente para funcionar como un maestro para estudiantes que no tenían ningún contacto previo con la materia por enseñar.

Skinner señaló en 1958 que el efecto sobre cada alumno es, por extraño que parezca, muy semejante al producido por un maestro individual: a) existe un intercambio constante entre el programa y el alumno; el programa induce a una actividad sostenida; b) al igual que un buen educador individual, el programa presenta sólo aquel material para el cual el alumno está preparado; c) a igual que un buen maestro individual, el programa insiste en que un punto determinado se comprenda, sin lugar a dudas, antes de que el alumno siga adelante; d) al igual que un educador individual hábil, el programa ayuda al alumno a llegar a la conclusión, y refuerza al estudiante después de cada respuesta acertada mediante el conocimiento inmediato de sus respuestas.

A pesar de esto, difícilmente encontramos en la actualidad una institución educativa que funcione a base de máquinas para enseñar. Quizás algunas de las causas de esta situación sean el costo de las máquinas, o las implicaciones filosóficas sobre su uso, o simplemente desinterés o desconocimiento de la utilidad de éstas. Es por esto que la presentación de la instrucción programada ha variado desde formas especiales para la televisión y cine, hasta lo más común en la actualidad: textos programados, cuya principal ventaja es la accesibilidad económica.

Un texto programado es aquél en que la información se presenta por medio de preguntas cuya respuesta es susceptible de encontrarse. A la unidad que incluye la información y la pregunta se le llama cuadro, y al contenido total del texto se le denomina programa.

La programación de textos tiene varias modalidades (S. Meyer Markle, 1971), pero para nuestro objetivo nos limitaremos sólo a describir la llamada programación lineal.

La programación lineal consiste en un programa de respuestas elaboradas en pasos pequeños, con una tasa de error baja. Este tipo de programación implica el empleo de tres principios fundamentales observados por Skinner (1961):

- 1) Principio de la respuesta activa: significa que el estudiante aprende lo que el programa le induce a hacer. Esta respuesta no es forzosa-mente pequeña, como tampoco (en la versión definitiva del programa) descubierta.
- 2) Principio del mínimo de errores: significa que mediante un buen plan de instrucción y por medio de pruebas y revisiones repetidas de las mismas, se reduce a un mínimo los errores de los estudiantes en sus respuestas a los cuadros y en su demostración de la conducta final deseada.
- 3) Principio del conocimiento de los resultados: significa que se debe proporcionar al estudiante la comprobación inmediata con respecto a lo correcto de su respuesta. Esto aumenta la probabilidad de respuestas futuras correctas y disminuye la probabilidad de respuestas erróneas futuras.

La investigación acerca de la eficacia de la instrucción programada en los ambientes educativos ha abarcado un sinnúmero de variables experimentales. Este tipo de estudios se ha hecho a partir de la comparación entre el uso de la instrucción programada y el de otros métodos de instrucción, como son: uso de reforzamientos positivos, conocimiento de las respuestas correctas, status socioeconómico de la población, respuestas abiertas o encubiertas, tipos de programación, tipo de material, y algunos más.

Schramm (1964) analizó 165 artículos sobre la instrucción programada desde antes de 1955 hasta 1962, considerando principalmente las siguientes preguntas (Hilgard y Bower, 1966): ¿es esencial la secuencia ordenada?, ¿deben preferirse los pasos pequeños?, ¿qué forma de respuesta debe preferirse?, ¿es útil el conocimiento inmediato de los resultados?, ¿debe decidir su propio ritmo de aprendizaje el alumno? En general, Schramm reporta que, de 36 estudios que comparan los programas con la instrucción convencional en el salón de clases, 17 mostraron superioridad de la instrucción programada sobre la instrucción convencional, 18 no mostraron diferencias significativas y sólo uno mostró superioridad del método convencional.

De 5 estudios que compararon los resultados inmediatos y demorados post-examen de una secuencia ordenada, con los de otra secuencia al azar, 3 no mostraron ninguna diferencia, uno mostró una ventaja de la

secuencia ordenada, pero ninguna en un examen demorado y solamente uno demostró una clara ventaja de la secuencia ordenada. En cuanto a los pasos pequeños, los estudios resultaron estar a favor de éstos, aunque se recomiendan diversos tipos de arreglo del programa. La preferencia por un cierto tipo de respuesta no ha quedado suficientemente clara en las diversas investigaciones llevadas a cabo hasta esa fecha. El conocimiento inmediato de los resultados ha sido favorable en la mayoría de las investigaciones, aunque no siempre ha ocurrido así. Los resultados de las investigaciones concuerdan en que es el alumno quien debe decidir su propio ritmo de aprendizaje.

Estudios posteriores sobre estas y otras variables dejan ver aún ciertas diversidades en las conclusiones de los investigadores. En el caso de la comparación entre instrucción programada e instrucción tradicional, Wiebe (1966), utilizando además conocimiento de los resultados e instrucción previa al uso programado con una muestra de 236 estudiantes de matemáticas generales de 9o. grado, concluyó en la superioridad de la instrucción programada sobre el método convencional. En 1967, tanto Springle, V. Von de Riet y H. Von de Riet, utilizando 24 niños de cinco años de *status* socioeconómico bajo con material sobre planeación y guía de experiencias de aprendizaje; y Armeniu, con estudiantes de *High School* con un material sobre el gobierno americano, igualmente reportan la superioridad de la instrucción programada sobre la tradicional. Radu y Stoian (1967), usando sujetos de 6° y 10° comparados con sujetos de 7° en un curso de álgebra y geometría; y Williams (1972) con estudiantes de comercio, reportan además la efectividad de la programación lineal. Radu comparó la eficacia de la programación con la eficacia de un buen maestro y de una buena técnica. Greatsinger (1968), usando sujetos de 6° con un material de división de fracciones, encontró que no había diferencias entre el método tradicional y el programado a nivel de aprovechamiento, pero sí a nivel del tiempo utilizado para el aprendizaje a favor del método programado. Por otro lado, Eshleman (1967) con 300 estudiantes de 8° en ciencias, en la enseñanza del sistema solar, midió el nivel de retención; y Devine (1967), utilizando un material de álgebra, comparó el uso de la instrucción programada con maestros expertos y no expertos, concluyendo ambos en la mayor efectividad de la instrucción tradicional. Finalmente, Spagnoli (1965), con sujetos de 6°, reportó no haber encontrado diferencias significativas entre el uso de ambos métodos de instrucción.

También el conocimiento de los resultados en la instrucción programada ha sido evaluado en tres diferentes modalidades. Así, Jacobs y

Kulkarni Scharadchandra (1966), utilizando sujetos de tres diferentes escuelas, compararon el uso del conocimiento inmediato de las respuestas correctas con la omisión de éstas y concluyeron que es más efectivo omitirlas. Posteriormente, Rubín (1970), utilizando 40 estudiantes universitarios; Smith (1971), con 48 estudiantes de 1° en un curso de física; y Yorke (1972), manipulando el formato, clase y cantidad de retroalimentación en la enseñanza de reglas para escribir técnicamente ítems correctos de un test, hicieron la misma comparación que Jacobs y Kulkarni Scharadchandra, y concluyeron en el sentido opuesto. Comparando el conocimiento inmediato de los resultados con el conocimiento retrasado de éstos, Kinser y Worcester (1965) habían reportado ya que no había diferencias significativas entre ambas situaciones, mientras que Wiebe (1966); y Leeds (1970), en un estudio con 134 estudiantes de 1° en un curso de introducción a la Psicología, reportan superioridad en el conocimiento inmediato de las respuestas. En un análisis más sistemático sobre el conocimiento retardado de los resultados, Olds (1970), con 12 sujetos con deficiencias en lectura, manipuló la demora a 2 y a 24 min., y reportó que a 12 min. de retraso se obtiene una mejor tasa de respuestas, mientras que a 24 min. el incremento en la ejecución es mayor, pero se observa un decremento en la evaluación.

Se han hecho también estudios con relación al uso de reforzamiento positivo en la instrucción programada, variando su magnitud y forma de presentación, como los realizados por Krumboltz y Kiesler (1965); Richard, Clements y Wellis (1970) con 5 sujetos y un material de matemáticas; Holt (1971), con 21 niños de 1°; Smith (1971); y McMillan (1973), con niños de 6° de un ghetto, concluyeron que es efectivo el uso de reforzamiento positivo en el incremento de respuestas correctas. Sin embargo, Berman (1970), en un estudio con 32 sujetos con un material de lectura y aprendizaje textual, reporta que no hay relación entre la magnitud del reforzamiento y la rapidez en la ejecución del programa.

Ha sido un supuesto en la investigación educativa que utiliza instrucción programada, que impartir instrucción relevante antes de la ejecución de los sujetos en los textos incrementa el número de respuestas correctas en el programa y en la retención. Este supuesto ha sido comprobado en los estudios de Wiebe (1966) y Radu y Stoian (1967).

Con respecto a la historia académica de los educandos Radu y Stoian (1967); y Mueller (1968), utilizando material para niños con problemas de lenguaje, afirman que con el uso de instrucción programada los sujetos que tienen un bajo rendimiento escolar alcanzan un rendimiento promedio, mientras que los estudiantes de rendimiento promedio alcanzan un

rendimiento superior. Finalmente, Herr y Tobias (1970), utilizando 220 sujetos de 5° y 6° con material de geografía, encontraron que la historia académica no es importante para un buen rendimiento en la instrucción programada, sino que lo único relevante es la habilidad de los estudiantes en lectura.

Por otro lado, se ha tratado de encontrar la influencia que ejerce el status socioeconómico en la ejecución de los sujetos en una situación de instrucción programada. Los resultados mostrados por Springle, V. Von de Riet y H. Von de Riet (1967); Armeniu (1967), y McMillan (1973), demuestran que los educandos de poblaciones de nivel socioeconómico bajo ejecutan eficazmente los textos programados. Además, Herr y Tobias (1970), manipulando grupos de diferente status socioeconómico, reportan que no hay diferencias significativas entre la ejecución de éstos.

Con respecto al uso de diferentes programas de reforzamiento en la instrucción programada, Merrill, Yarzan y Mussert (1969), utilizando un grupo de 129 dentistas y 94 médicos, no encontraron diferencias en el aprendizaje y en la retención al usar un programa de razón variable y otro de razón fija a una misma razón.

En resumen, las investigaciones anteriores dejan ver cierta flexibilidad con respecto a los principios 1 y 3 de Skinner mencionados anteriormente (principio de la respuesta activa y principio del conocimiento de los resultados), ya que los datos arrojados por estos estudios son, en cierta medida, contradictorios. Aunque la eficacia de la instrucción programada sobre métodos convencionales, cualquiera que sea el status socioeconómico de la población y la magnitud o modalidad de reforzamiento que se utilice, parece suficientemente clara, se consideró relevante la elaboración de un estudio que incluyera alguna de estas variables experimentales en una nueva forma de interacción, utilizando para ello una población con *status* socioeconómico bajo.

Los objetivos que se plantea esta investigación son: buscar las diferencias de ejecución entre los sujetos al recibir instrucción previa al programa y al no recibirla; buscar el efecto de obtener conocimiento de los resultados en forma inmediata o retardada, dentro del programa, y las posibles diferencias de ejecución si se hace uso de un programa de reforzamiento positivo a la misma razón, en dos modalidades: razón fija y variable. Estas diferencias se buscarán también a nivel de interacción entre variables.

II. MÉTODO

A. Sujetos. De una población con 220 sujetos de ambos sexos que iniciaban el tercero o cuarto grado de enseñanza elemental, y cuyas edades variaban de los 7 a los 13 años, se seleccionó una muestra de 72. El criterio de selección se estableció por las calificaciones menores al 55% en el pre-test. Otros 46 se asignaron a un grupo contrario y recibieron la enseñanza de los algoritmos según el programa y los maestros oficiales del sistema escolar vigente. Todos los sujetos pertenecían a la escuela "Xitle" ubicada en Santo Domingo de los Reyes, Coyoacán, D. F. (México).

B. Material. Una prueba de los algoritmos básicos dispuestos en orden de dificultad creciente, que fue usada como pre-test. Contenía 81 operaciones: 21 sumas, 21 restas, 18 multiplicaciones y 21 divisiones.

Una prueba de seguimiento de instrucciones escritas. Cuatro textos programados linealmente: suma, resta, multiplicación y división. Cuatro pruebas de 21 operaciones cada una que se aplicaron respectiva e inmediatamente a la terminación de cada texto programado. Estas pruebas se denominaron "pruebas de evaluación inmediata". Fichas de póker, plumas, cuadernos, reglas, gomas, colores y dulces.

C. Variables Independientes

1. Con instrucción (CI): 15 minutos de instrucción verbal impartida por los experimentadores antes del inicio de cada sesión. La instrucción se refirió a los algoritmos por aprender en el respectivo texto programado.
2. Sin instrucción (SI): cero minutos de instrucción verbal. Acceso inmediato al texto programado .
3. Disponibilidad inmediata de la respuesta (RI): la respuesta apareció impresa en la parte inferior de cada cuadro, en cada texto programado. Esto dio oportunidad de proporcionar a los sujetos el conocimiento inmediato de los resultados según los lineamientos a seguir por la técnica de programación a pasos pequeños (Meyer, 1971).
4. Disponibilidad retardada de la respuesta (RR): los textos programados empleados en esta condición carecieron de respuesta impresa. Estas fueron proporcionadas por los experimentadores de la siguiente manera: a razón fija 10 (RF-10) o a razón variable 10 (RV-10).
5. Reforzamiento a razón fija 10 (RF-10): a cada 10 cuadros resueltos correctamente, los experimentadores proporcionaron una ficha como reforzador condicionado.

6. Reforzamiento a razón variable 10 (RV-10): se definió como los valores 7-13-9-15-6, ejecutados en forma progresiva. Así, a cada RV-10 realizada correctamente, los experimentadores proporcionaron una ficha como reforzador condicionado.

D. Variables Dependientes:

1. Una medida de ejecución, obtenida a través de la prueba de evaluación inmediata.
2. Una medida de ejecución, obtenida a través del post-test (mismo que sirvió de pre-test) aplicado al finalizar el experimento.
3. Transformación de las calificaciones a la razón G:
 - a) De pre-test a prueba de evaluación inmediata.
 - b) De pre-test a post-test.

E. Variables no Controladas:

1. Calendario escolar y festividades propias de la escuela.
2. El aula experimental, las entradas y salidas aleatorias de los maestros a ésta.
3. Rumor de "vacunación de esterilidad" a la población escolar (Diario Excélsior, 11 de diciembre de 1974), que ocasionó la deserción experimental de 12 sujetos.

F. Diseño. Se empleó un diseño factorial 2 x 2 x 2. Las ocho condiciones de tratamiento fueron:

Condición A. Con instrucción (CI), disponibilidad inmediata de la respuesta (RI), reforzamiento a razón fija (RF).

Condición B. Sin instrucción (SI), disponibilidad inmediata de la respuesta (RI), reforzamiento a razón fija (RF).

Condición C. Con instrucción (CI), disponibilidad inmediata de la respuesta (RI), reforzamiento a razón variable (RV).

Condición D. Sin instrucción (SI), disponibilidad inmediata de la respuesta (RI), reforzamiento a razón variable (RV).

Condición E. Con instrucción (CI), disponibilidad retardada de la respuesta (RR), reforzamiento a razón fija (RF).

Condición F. Sin instrucción (SI), disponibilidad retardada de la respuesta (RR), reforzamiento a razón fija (RF).

Condición G. Con instrucción (CI), disponibilidad retardada de la respuesta (RR), reforzamiento a razón variable (RV).

Condición H. Sin instrucción (SI), disponibilidad retardada de la respuesta (RR), reforzamiento a razón variable (RV).

Se seleccionaron al azar 9 Sujetos para cada condición experimental. Se aplicó la prueba t de Student para medias independientes, con el fin de verificar que no existieran diferencias significativas entre las medias de las calificaciones del pre-test, para cada condición. Todas las condiciones se compararon entre sí, a un nivel de significancia de $p > 0.05$.

G. Procedimiento. Durante la primera sesión de tratamiento, se instruyó a los participantes sobre la forma correcta de usar los textos programados y se les indicaron las horas durante las cuales trabajarían.

A partir de la segunda sesión, y hasta finalizar el tratamiento, los sujetos siguieron estos pasos: formarse en una sola fila antes de entrar al aula experimental; los de la variable CI entraban al aula para recibir la instrucción y los demás esperaban afuera en la formación descrita. Una vez concluida la instrucción, todos se colocaban en su respectiva mesa de trabajo, recogían la ficha colocada sobre su texto y se sentaban en silencio para comenzar a trabajar cuando se les indicara. A cada experimentador correspondía una mesa de trabajo con 5 sujetos (excepto en la primera hora, en que cada experimentador tenía 3 sujetos).

En cada hoja de registro debía anotarse lo siguiente: nombre de cada sujeto, año que cursaba, texto en que trabajaba, hora inicial y hora final de trabajo, si recibía o no reforzador condicionado en cada razón y los artículos por los cuales cambiaba sus fichas al finalizar la sesión. Las fichas se proporcionaron del siguiente modo: al concluir cada razón, el encargado revisaba sus respuestas; si todas estaban correctas le entregaba una ficha alentándolo a seguir adelante; si había una respuesta errónea, el sujeto tenía una sola oportunidad de modificarla y así poder recibir la ficha. En caso de que no modificara correctamente su respuesta en el primer intento, se le ayudaba a hacerlo, pero perdía la ficha correspondiente a esa razón.

Cuando finalizaba cada sesión, los sujetos cerraban su texto señalando con un tarjetón el cuadro hasta donde hubieran avanzado y se formaba una sola fila por mesa de trabajo, para cambiar las fichas por los artículos que estaban a su disposición. Hecho esto abandonaban el aula experimental.

El número de sesiones efectuadas sumó un total de 42. Todas se realizaron por la mañana.

Cada sesión de tratamiento contenía sujetos de todas las condiciones posibles. Los textos se resolvieron comenzando con el de suma y continuaron con resta, multiplicación y división. Al concluir cada texto, se les aplicó la prueba de evaluación inmediata correspondiente al índice de habilidad operativa adquirida durante su aprendizaje. Esta prueba constaba del mismo número de operaciones que el pre-test, en el algoritmo respectivo. Finalmente, al concluir cada sujeto todos los textos, se le aplicó el post-test.

H. Resultados

1. Calificaciones obtenidas por el grupo experimental en suma, resta y multiplicación.
La ejecución de los sujetos en el pre-test, fue de $X = 29.71$, con una desviación estándar de 11.21. En el post-test obtuvieron una $X = 76.51$, con una desviación estándar de 11.05. Calculando las razones G, del pre-test al post-test, el incremento en el aprendizaje fue de $X = 0.54$. La t calculada para medias dependientes fue de $t = 37.44$; $g1 = 59$; $p > 0.01$; lo cual indica que sí hubo diferencias significativas (Fig. 1).
2. Calificaciones obtenidas por el grupo control en suma, resta y multiplicación.
La ejecución de los sujetos en el pre-test fue de $X = 48.80$, con una desviación estándar de 8.64. En el post-test obtuvieron una $X = 57.86$, con una desviación estándar de 13.68. Calculando las razones G, el incremento en el aprendizaje fue de $X = 0.18$. La t calculada, para medias dependientes, fue de $t = 5.03$; $g1 = 45$; $p > 0.01$; lo cual indica que sí hubo diferencias significativas (Fig. 2).
3. Calificaciones del grupo control VS calificaciones del grupo experimental.
Las calificaciones de ambos grupos se transformaron a razón G y se aplicó una prueba t de Student, para observar las diferencias existentes entre los dos grupos (Fig. 3) La t obtenida fue de $t = 3.60$; $g1 = 104$; $p > 0.01$; lo cual indica que las diferencias entre los grupos fueron favorables al grupo experimental.
4. Calificaciones obtenidas en suma, resta y multiplicación.
Condición A (CI-RI-RF): las calificaciones obtenidas por los sujetos en la prueba de evaluación inmediata fueron de $X = 83.00$, con una desviación estándar de 7.17. Al terminar el experimento se computó una $X = 75.44$ en el post-test, con una desviación estándar de 13.14. El cálculo de las razones G de pre-test a prueba de evaluación inmediata fue de $X = 0.73$; de pre-test fue de $X = 0.65$ (Figs. 4 y 5).

Condición B (SI-RI-RF): los sujetos de esta condición obtuvieron una $X = 75.50$ en la prueba de evaluación inmediata, con una desviación estándar de 5.32. Su calificación en el post-test fue de $X = 80.25$, con una desviación estándar de 8.37. La razón G calculada fue de $X = 0.64$ del pre-test a la prueba de evaluación inmediata, y de $X = 0.73$ del pre-test al post-test (Figs. 6 y 5).

Condición C (CI-RI-RV): la ejecución de los sujetos en la prueba de evaluación inmediata fue de $X = 79.12$, con una desviación estándar de 15.26. En el post-test, el puntaje fue de $X = 79.37$, con una desviación estándar de 6.14. La razón G fue de $X = 0.70$ de pre-test (Figs. 7 y 5).

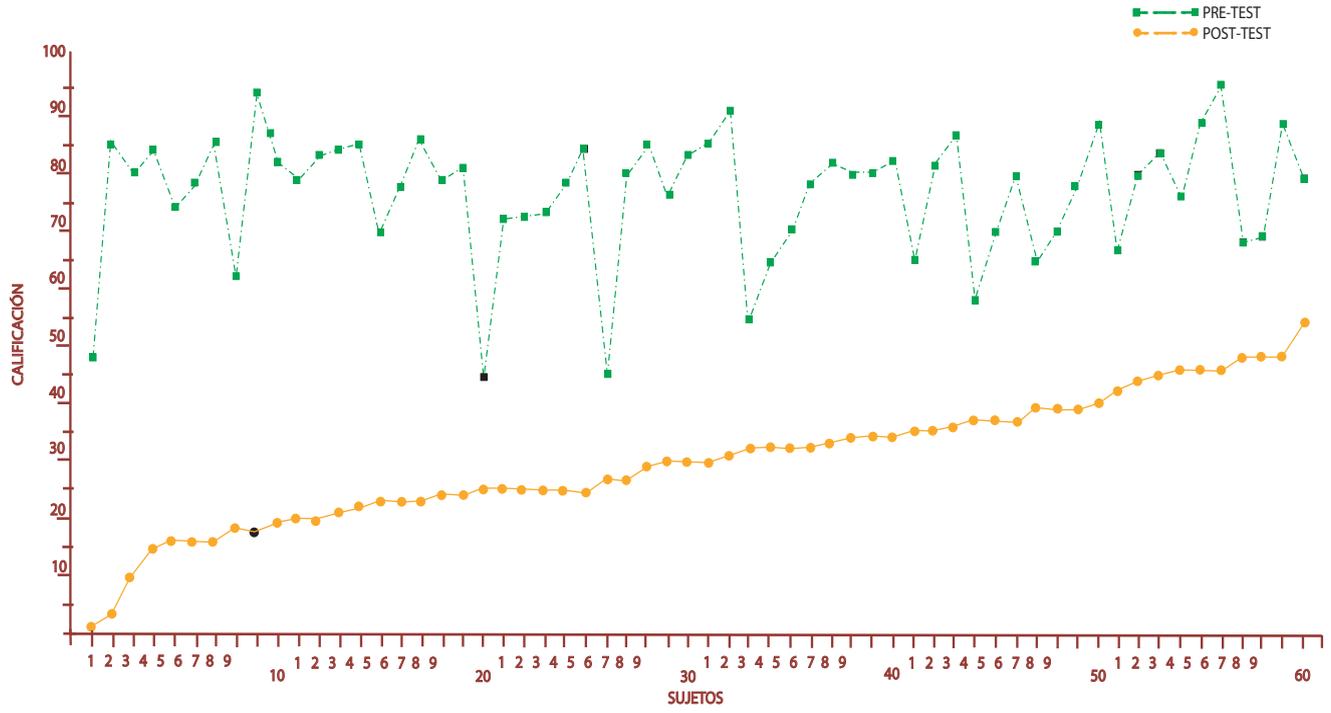


Fig. 1 Comparación de las calificaciones obtenidas por los sujetos del grupo experimental antes y después del experimento (suma, resta y multiplicación)

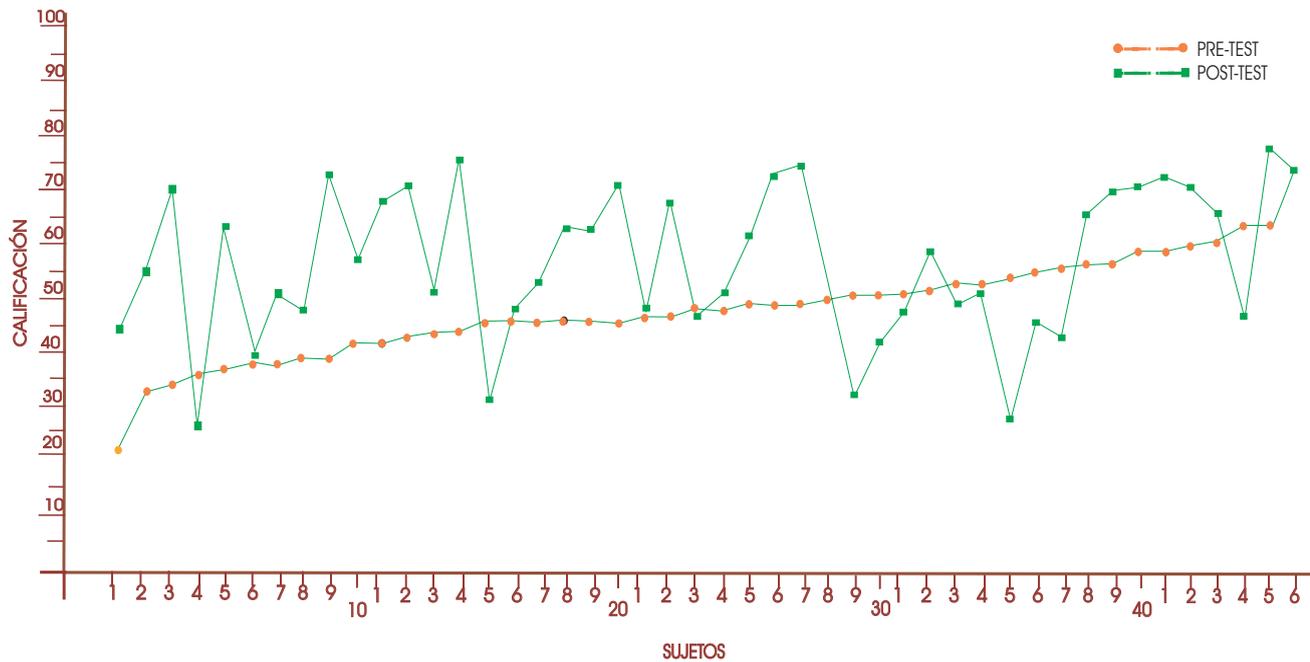


Fig. 2 Comparación de las calificaciones obtenidas por los sujetos del grupo experimental antes y después del experimento (suma, resta y multiplicación)

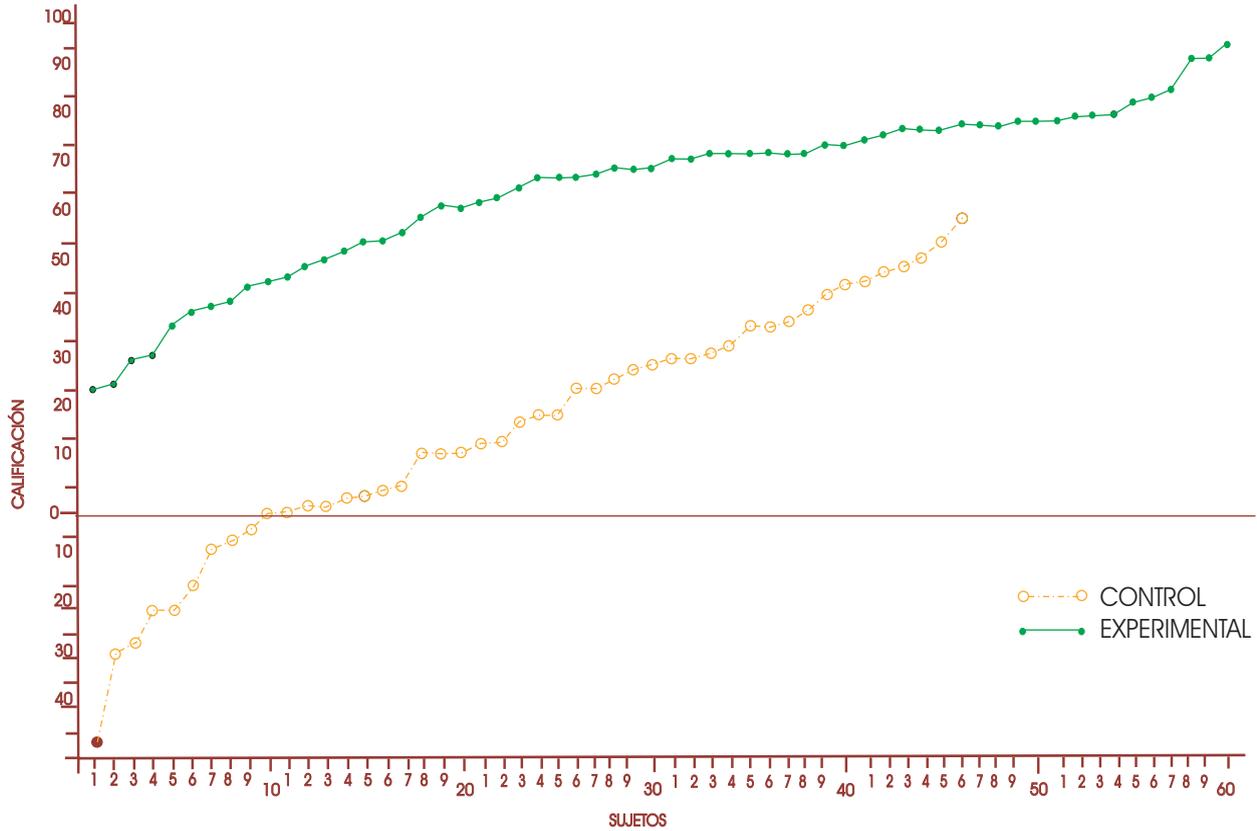


Fig. 3 Comparación del grupo experimental VS grupo de control, en razón G

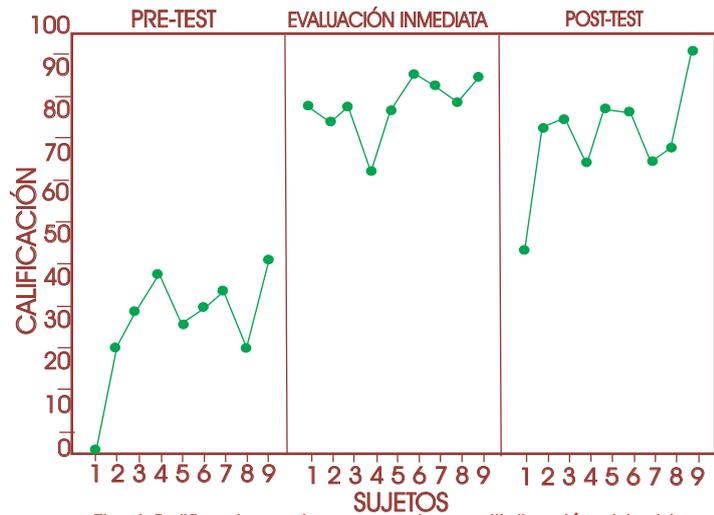


Fig. 4 Calificaciones de suma, resta y multiplicación obtenidos por los Ss. de la condición 'A' (CI-RI-RF).

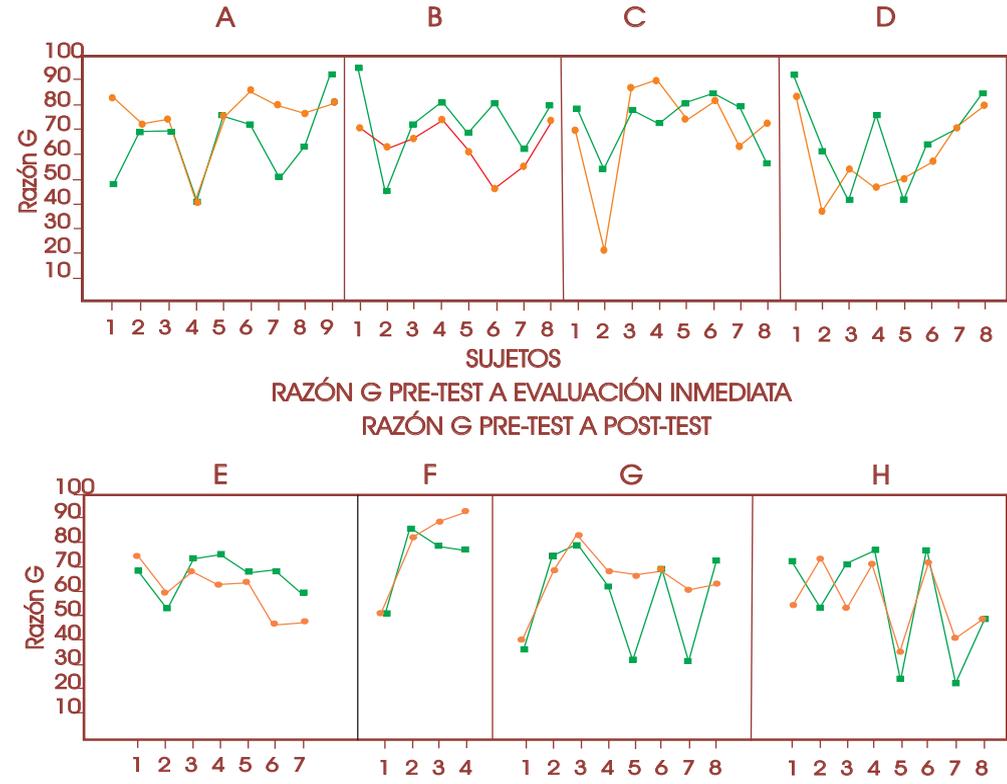


Fig. 5 Razones G obtenidas por los grupos experimentales, en suma, resta y multiplicación.

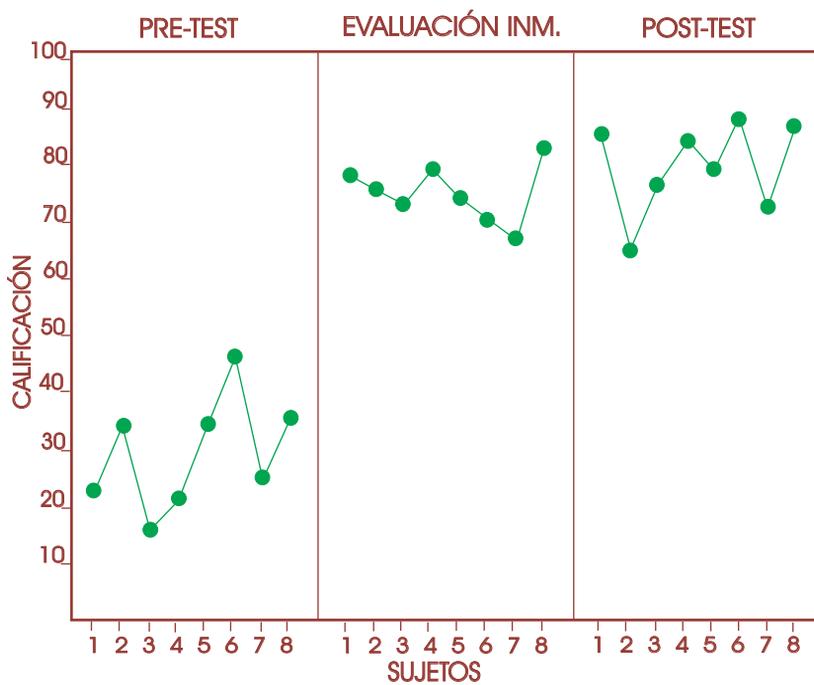
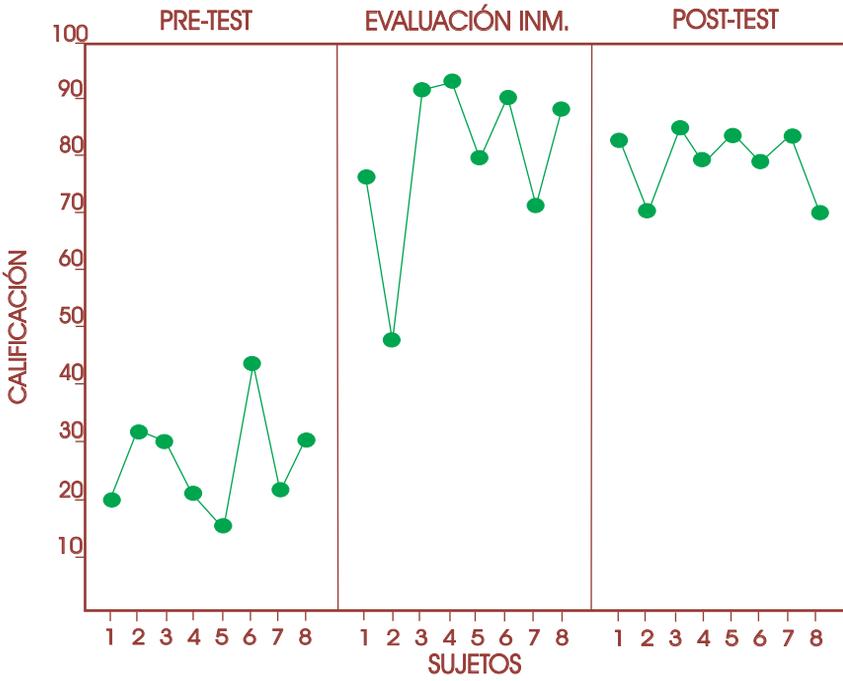


Fig. 6 Calificaciones de suma, resta y multiplicación obtenidas por los Ss. de la condición D (SI-RI-RF).



Condición D (SI-RI-RV): los sujetos lograron una $X = 73.62$, con una desviación estándar de 12.57 en la evaluación inmediata. Su calificación en el post-test fue de $X = 79.12$, con una desviación estándar de 10.20. La transformación de las calificaciones a razón G en la evaluación inmediata fue de $X = 0.61$, y la razón G en el post-test fue de $X = 0.68$ (Fig. 8 y 5).

Condición E (CI-RR-RF): las calificaciones obtenidas por los sujetos en la prueba de evaluación inmediata fueron de $X=71.14$, con una desviación estándar de 7.40 en el post-test, con una desviación estándar de 7.23.

El cálculo de las razones G de la prueba de evaluación inmediata fue de $X = 0.60$ y las razones G del post-test fueron de $X = 0.66$ (Figs. 9 y 5).

Condición F (SI-RR-RF): los sujetos de esta condición obtuvieron una $X = 84.25$ en la evaluación inmediata, con una desviación estándar de 12.68. Su medida en el post-test fue de $X = 80$, con una desviación estándar de 11.04. La razón G calculada en la evaluación inmediata fue de $X = 0.78$ y la razón G del post-test fue de $X = 0.72$ (Figs. 10 y 5).

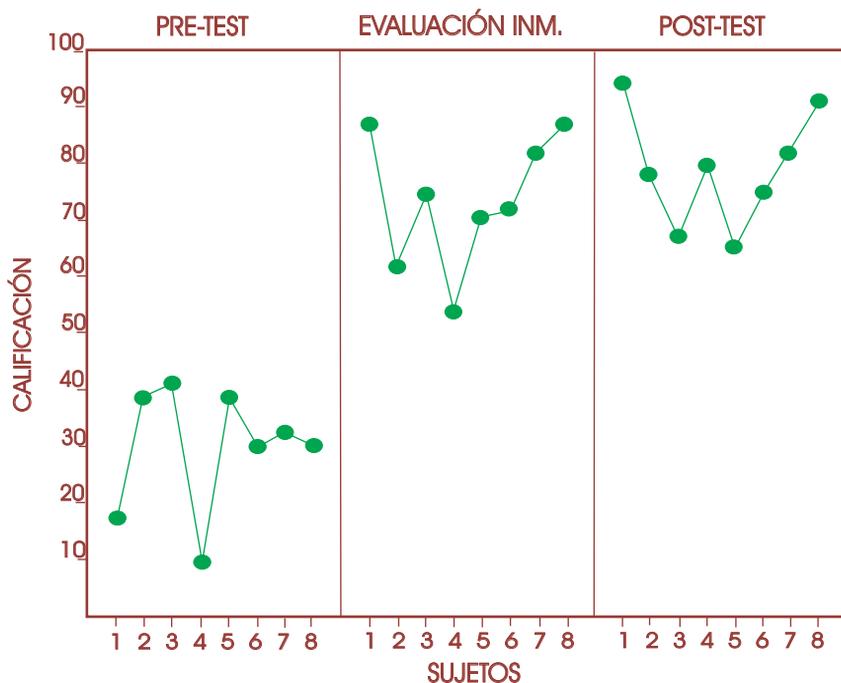


Fig. 8 Calificaciones de suma, resta y multiplicación obtenidas por los Ss. de la condición 'D' (SI-RI-RV).

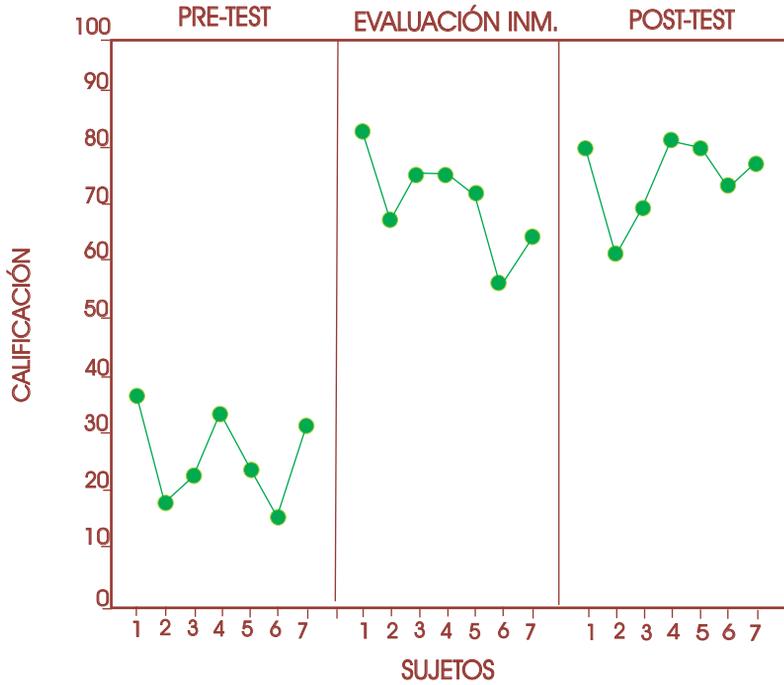


Fig. 9 Calificaciones de suma, resta y multiplicación obtenidas por los sujetos de la condición 'E' (CI_RR_RF).

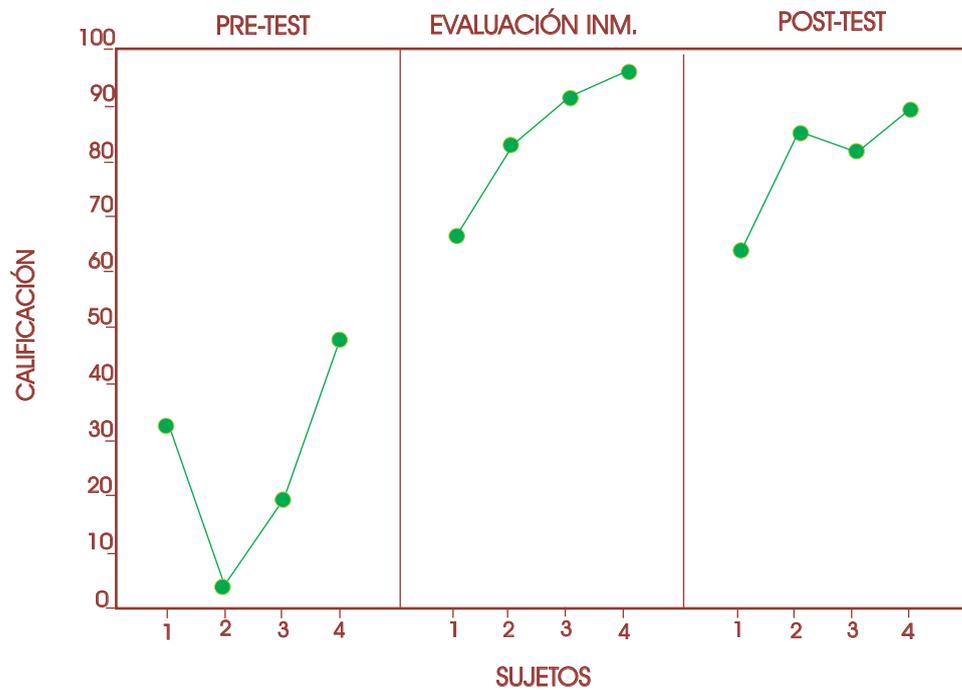


Fig. 10 Calificaciones de suma, resta y multiplicación obtenidas por los sujetos de la condición 'E' (CI-RR-RF).

Condición G (CI-RR-RV): la calificación de los sujetos en la prueba de evaluación inmediata fue de $X = 77.37$, con una desviación estándar de 6.76 en el post-test la medida fue de $X = 73.00$, con una desviación estándar de 12.38. La razón G fue de $X = 0.65$ en la evaluación inmediata, y de $X = 0.58$ en el post test (Figs. 11 y 5).

Condición H (SI-RR-RV): los Ss lograron una $X = 71.62$, con una desviación estándar de 12.72 en la prueba de evaluación inmediata. Su medición en el post-test fue de $X = 71.37$, con una desviación estándar de 16.85. La transformación de las calificaciones a razón G fue de $X = 0.57$ en la evaluación inmediata y de $X = 0.57$ en el post-test (Fig. 12 y 5).

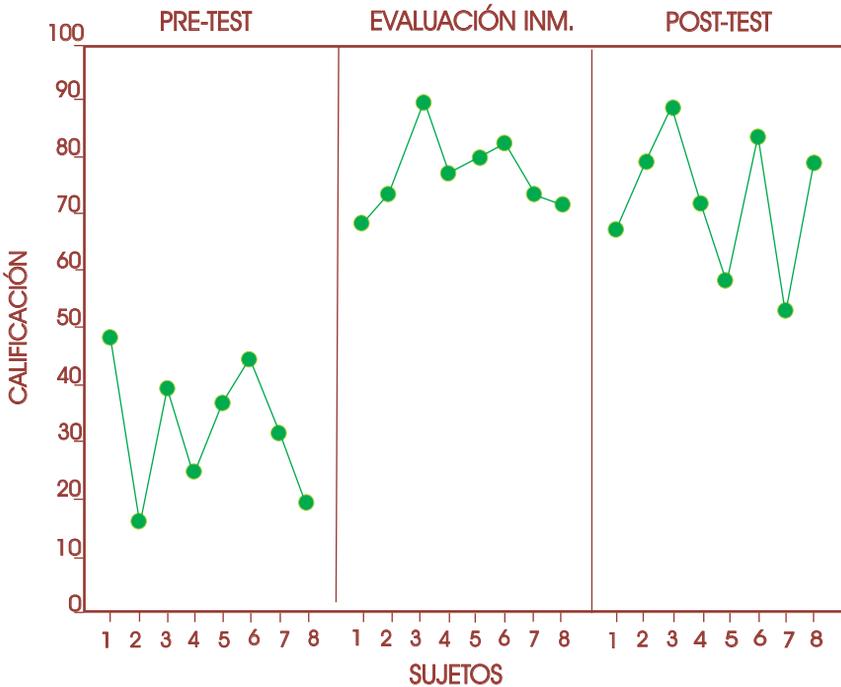


Fig. 11 Calificaciones de suma, resta y multiplicación obtenidas por los sujetos de la condición 'G' (CI-RR-RV).

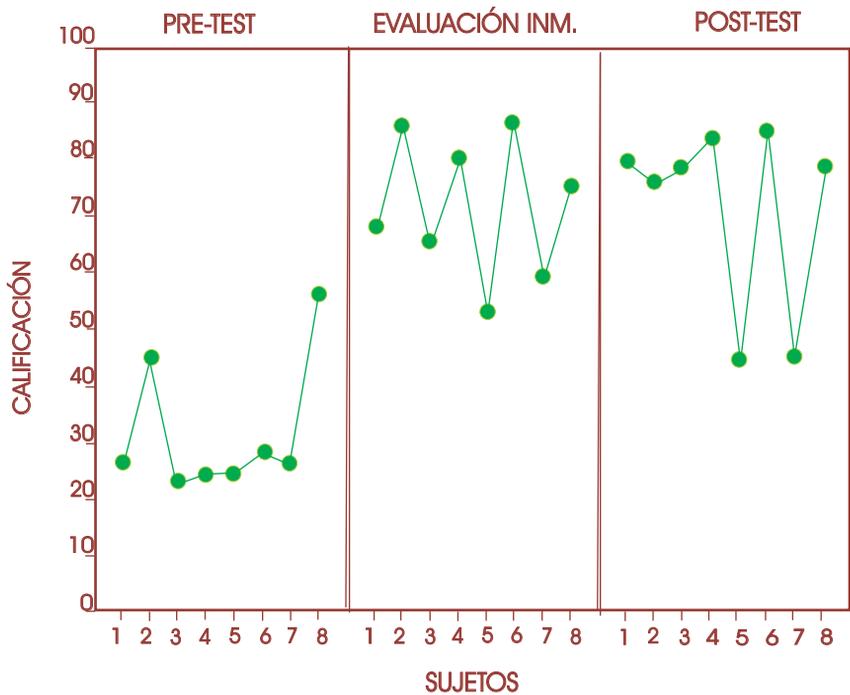


Fig. 12 Calificaciones de suma, resta y multiplicación obtenidas por sujetos de la condición 'G' (CI-RR-RV).

5. Análisis de varianza para tres factores, de evaluación inmediata y post-test en suma, resta y multiplicación.

Los análisis de varianza para tres factores efectuados con las razones G en la prueba de evaluación inmediata y el post-test, muestran ambos un valor de F significativo al nivel de $p > 0.01$ en la triple interacción. En las restantes fuentes de variación no se obtuvo ninguna diferencia significativa (Cuadros I y II).

Se usó la prueba U de Mann Whitney para localizar los factores responsables de la significancia de la triple interacción. Las diferencias encontradas en la prueba de evaluación inmediata fueron entre los siguientes grupos:

Grupo A > Grupo B, a un nivel de $p < 0.025$

Grupo A > Grupo E, a un nivel de $p < 0.01$

Grupo A > Grupo G, a un nivel de $p < 0.025$

Grupo A > Grupo H, a un nivel de $p < 0.01$

Grupo C > Grupo B, a un nivel de $p < 0.25$

Grupo C > Grupo E, a un nivel de $p < 0.02$

Grupo F > Grupo E, a un nivel de $p < 0.05$

Grupo F > Grupo H, a un nivel de $p < 0.03$

Las diferencias encontradas en el post-test fueron:

Grupo B > Grupo H, a un nivel de $p < 0.05$

Grupo C > Grupo H, a un nivel de $p < 0.03$

6. Calificaciones de la prueba de evaluación inmediata VS calificaciones del post-test del grupo experimental.

Se aplicó una prueba t para medias dependientes, con objeto de observar las diferencias entre las calificaciones obtenidas en las dos pruebas. Únicamente se observaron diferencias significativas en el texto de suma ($t_s = 6.77$; $gl = 59$; $p < 0.01$). En los textos de resta, multiplicación y división no se encontraron diferencias significativas a nivel de $p < 0.05$ ($t_r = 1.50$ $gl = 59$; $t_m = 0.50$, $gl = 59$; $t_d = 0.71$, $gl = 8$). La prueba t efectuada con las calificaciones totales, sin incluir división, de la prueba de evaluación y el post-test indica que no hubo diferencias significativas ($t = 0.11$; $gl = 59$; $p < 0.05$).

7. Calificaciones obtenidas en el texto de división. Debido a que el periodo de vacaciones escolares interrumpió la investigación, sólo 9 sujetos concluyeron el texto de división:

CUADRO I
Resumen del análisis de varianza para la evaluación inmediata

<i>Fuentes de variación</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>S²</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Programas de razón	.06	1	.06	2.60	NS
Disponibilidad de Rs	.01	1	.01	.43	NS
Instrucción previa	.009	1	.009	.39	NS
Programas por disponibilidad	.01	1	.01	.43	NS
Programas por instrucción	.04	1	.04	1.73	NS
Disponibilidad por instrucción	.09	1	.09	3.91	NS
Programas por disponibilidad y por instrucción	.40	1	.4	17.39	<.01
Intragrupos	1.23	52	.023		
Total	1.84				

Cuadro I. Resumen del análisis de varianza para la evaluación inmediata.

CUADRO II
Resumen del análisis de varianza para el post-test

<i>Fuentes de variación</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>S²</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Programas de razón	.05	1	0.05	1.85	NS
Disponibilidad de Rs.	.05	1	0.05	1.85	NS
Instrucción previa	.009	1	0.009	.36	NS
Programas por instrucción	.03	1	0.03	1.11	NS
Programas por disponibilidad	.05	1	0.05	1.85	NS
Disponibilidad por instrucción	.006	1	0.006	.22	NS
Programas por disponibilidad y por instrucción	.29	1	0.29	10.74	<.01
Intragrupos	1.45	52	0.027		
Total	1.35				

Cuadro I. Resumen del análisis de varianza para la evaluación inmediata

- 1 de la condición A (CI-RI-RF)
- 1 de la condición C (CI-RI-RV)
- 1 de la condición D (CI-RI-RF)
- 2 de la condición E (CI-RR-RF)
- 1 de la condición F (SI-RR-RF)
- 1 de la condición G (CI-RR-RV)
- 2 de la condición H (CI-RR-RV)

Las calificaciones obtenidas en la prueba de evaluación inmediata fueron de $X = 86.66$ con una desviación estándar de 14.70. En el post-test la medición fue de $X = 90.00$, con una desviación estándar de 12.74 (Fig. 13). El cálculo de las razones G de la evaluación inmediata fue de $X = 0.86$; del post-test fue de $X = 0.89$. La t calculada para medias dependientes, de pre-test a la prueba de evaluación inmediata fue diferentemente significativa ($t = 20.40$; $gl = 8$; $p < 0.001$).

Los datos fueron analizados en términos de razón G^* para medir el aprendizaje de los alumnos. Se encontraron diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo control, tanto a nivel de aprendizaje de los algoritmos, como en el tiempo requerido para este aprendizaje. Esto nos indica que el uso del texto programado fue superior a la instrucción tradicional, ya que sujetos seleccionados con base en el pre-test eran

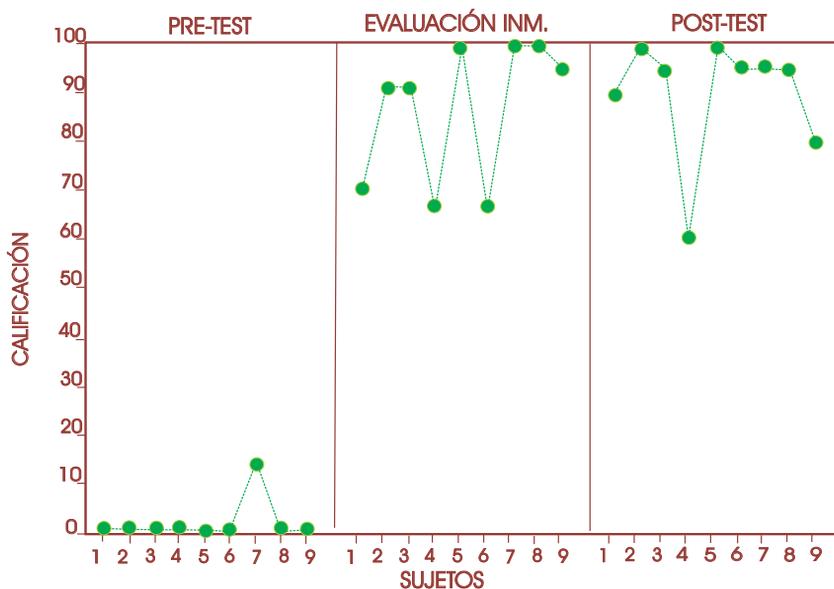


Fig. 13 Calificaciones obtenidas por los Ss. Del grupo experimental que concluyeron el texto de división

*La razón G proporciona una medida del incremento real del nivel operativo de cada uno de los sujetos (McGuipán y Peters, 1965).

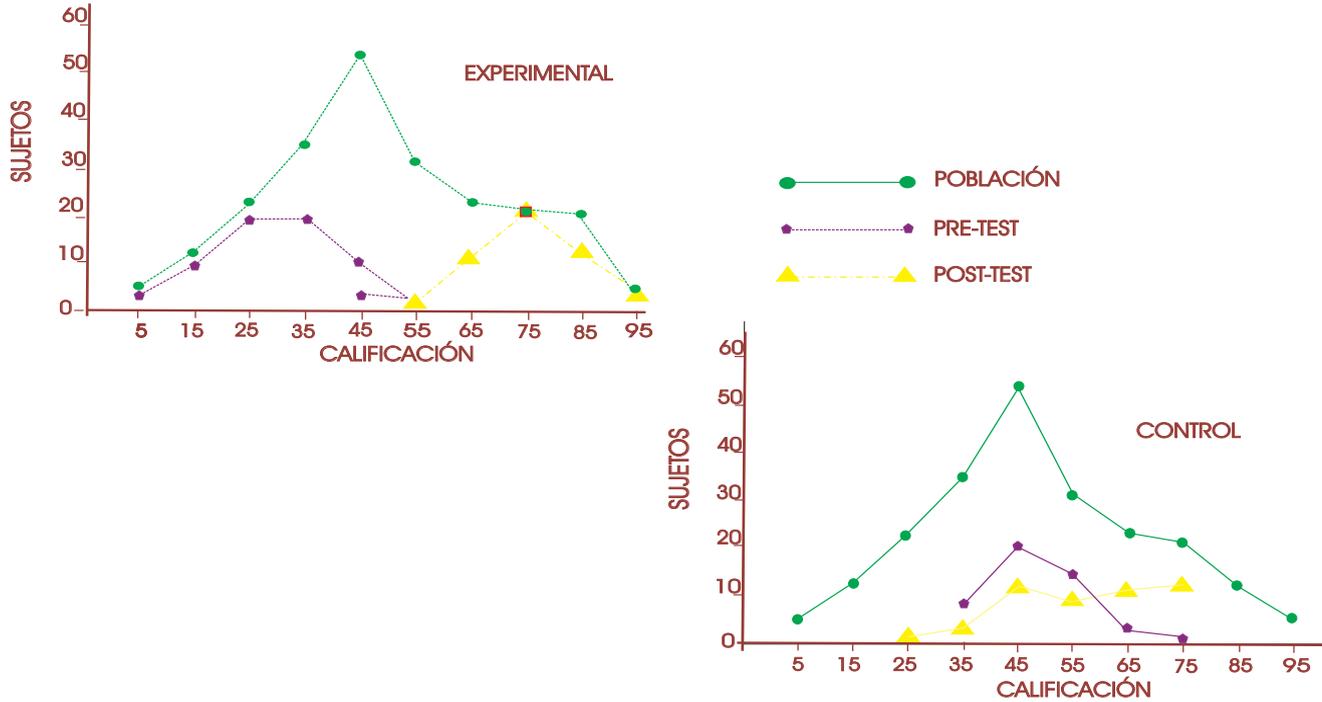


Fig. 14 Composición de los grupos experimental y control, antes y después de dos experimentos respecto a la población.

aquellos que formaban el extremo negativo de la curva de distribución de la población, y al final del experimento —después de dos meses con la medida del post-test— pasaron a formar parte del extremo positivo de esta curva (Fig. 14). Estos datos concuerdan con los obtenidos previamente por Wiebe (1966); Springle, V. Von de Riet y H. Von de Riet (1967); Armeniu (1967); Radu y Stoian (1967); Williams (1972) y con 17 de los 36 estudios revisados por Scharamm (1964) sobre estas variables. También concuerdan con un estudio hecho por Greatsenger (1968), quien reporta estas diferencias pero sólo a nivel de tiempo.

Con respecto al nivel socioeconómico de la población, Springle, V. Von de Riet y H. Von de Riet (1967); Armeniu (1967); McMillan (1967) y Herr y Tobias (1970), habían reportado que éste no afectaba el nivel de ejecución en material programado. Esto puede ser debido —como afirman Herr y Tobias en su estudio (1970)— a que el único factor importante es la habilidad de los sujetos en lectura, objetivo que en este estudio se cumplió midiéndolo a través de un pre-test de seguimiento de instrucciones verbales escritas.

En los estudios realizados por Krumboltz y Kiesler (1965); Richard, Clements y Wellis (1970); Holt (1971) y Mc Millan (1973) se manipuló también, como estímulo reforzador, artículos tangibles, haciendo énfasis en su efectividad para el incremento de respuestas correctas. Mckeachie (1974), en su revisión sobre este tema, afirma que el reforzador tangible es más efectivo cuando se usa con niños que no pertenecen a la clase media o con niños de rendimiento académico bajo, y concluye que la diferencia en aprovechamiento entre clases sociales puede deberse en parte a la falta de recompensas efectivas para el aprendizaje.

Los datos obtenidos en el grupo experimental en sus ocho condiciones, fueron sometidos a un análisis de varianza (tres factores) para encontrar las posibles diferencias entre sí, tanto a nivel de evaluación inmediata como a nivel de la medida del post-test. Las diferencias encontradas en la evaluación inmediata son favorables para el grupo de condición A (con instrucción, disponibilidad inmediata de la respuesta, reforzamiento a razón fija) puesto que difiere significativamente de las condiciones B (sin instrucción disponibilidad inmediata de la respuesta, reforzamiento a razón fija), E (con instrucción, disponibilidad retardada de la respuesta, reforzamiento a razón fija), G (con instrucción, disponibilidad retardada de la respuesta, reforzamiento a razón variable) y H (sin instrucción, disponibilidad retardada de la respuesta, reforzamiento a razón variable). En las demás condiciones en que también se encontraron diferencias significativas, predomina alguna de estas variables: con instrucción, disponibilidad inmediata de la respuesta o reforzamiento a razón fija. Del hecho que hayan diferido sistemáticamente los grupos de las condiciones

E (con instrucción, disponibilidad retardada de la respuesta, reforzamiento a razón fija) y H (sin instrucción, disponibilidad retardada de la respuesta, reforzamiento a razón variable), cuyas medias fueron las más bajas, se sugiere como causa posible la presencia de la variable disponibilidad retardada de la respuesta ya que en la condición E se presentaban también las variables con instrucción y reforzamiento a razón fija; esto parece indicar que la variación de los resultados puede deberse a las variables R (disponibilidad inmediata de la respuesta) y RR (disponibilidad retardada de la respuesta).

Las diferencias significativas obtenidas mediante el análisis de varianza para la medida del post-test, muestran una persistencia de la diferencia entre los grupos de las condiciones C (con instrucción, disponibilidad inmediata de la respuesta, reforzamiento a razón variable) y H (sin instrucción, disponibilidad retardada de la respuesta, reforzamiento a razón variable), diferencia encontrada anteriormente en el análisis de la medida de evaluación inmediata. Otra diferencia encontrada es la correspondiente al grupo B con respecto al grupo H. Ambas diferencias nos sugieren dos puntos importantes: a) la condición H se mantuvo por debajo de las demás condiciones, tanto en la evaluación inmediata como en el post-test, haciendo notar sus variables correspondientes; b) una vez más se observa que la variable disponibilidad inmediata de la respuesta puede ser la responsable de los resultados obtenidos en el post-test ya que, a pesar de que la variable disponibilidad retardada de la respuesta se presentó también como favorable al hacer la evaluación inmediata (condición F—sin instrucción, disponibilidad retardada de la respuesta, reforzamiento a razón fija—), no se repitió en el post-test. Estos datos corroboraron los obtenidos por Rubín (1970); Smith (1971); Yorke (1972); Wiebe (1966; Leeds (1970), y otros citados por Schramm (1964).

Un comentario sobre el uso de diferentes programas de reforzamiento (razón fija y razón variable) es el hecho de que implica diferencias a nivel de evaluación inmediata mas no a nivel del post-test. Merrill, Yaryan y Musser (1969) obtuvieron datos semejantes en este último aspecto.

A pesar de que sólo 9 sujetos terminaron el programa de división, los datos obtenidos muestran un alto incremento en el aprendizaje. Un dato interesante es que cuatro de estos sujetos pertenecían a las condiciones E y H (dos de cada condición) lo que sugiere que aquellos que se encontraban bajo esas condiciones ejecutaron con más rapidez que exactitud los programas de suma, resta y multiplicación. Esto puede ser un indicador de su menor rendimiento con respecto al resto de la población. En 1970, Berman reportó datos contrarios, concluyendo que los sujetos prefieren trabajar con más exactitud que con rapidez.

III. IMPLICACIONES

Uno de los más grandes problemas que enfrenta nuestro país es proporcionar enseñanza elemental a la cada vez más creciente población en edad de instrucción. Ante este panorama, el uso de textos programados surge como una herramienta útil que permite hacer llegar a un gran número de gente los beneficios de una atención individualizada y un asesoramiento directo acerca del material que se está aprendiendo. Es indispensable hacer notar que los textos programados no funcionan por sí mismos, sino que requieren de la presencia de un supervisor apto, el cual guía la instrucción para hacerla cada vez más exitosa.

En México, las poblaciones de nivel socioeconómico bajo requieren de la urgente ejecución de métodos instruccionales que les permitan integrarse adecuadamente al medio social.

Uno de los objetivos del presente estudio era lograr que un gran número de sujetos aprendiera las operaciones de los algoritmos básicos en el menor tiempo posible. Además, había un gran interés por parte de los experimentadores en observar los resultados de este tipo de instrucción en una comunidad de nivel socioeconómico bajo, ya que a estas poblaciones se les ha adjudicado adjetivos tales como "subalimentados", "retrasados intelectualmente", "sin capacidad de aprendizaje", "carentes de motivación", etcétera. Los resultados obtenidos nos permiten inferir que los textos programados pueden llegar a considerarse materiales útiles en la enseñanza de los algoritmos básicos a nivel masivo. Por otra parte, si consideramos que en el medio oficial de educación los alumnos cubren los cuatro algoritmos básicos a lo largo de cuatro años, es importante observar que los sujetos participantes en esta investigación obtuvieron las habilidades para ejecutar los algoritmos en un periodo de dos meses, y a un costo educativo relativamente económico.

Es necesario subrayar que este ha sido el primer estudio experimental de estos textos, por lo que se sugiere se pruebe su efectividad en otro tipo de poblaciones: rurales, de diferentes niveles socioeconómicos, adultos no escolarizados a nivel elemental y así sucesivamente. Asimismo, se sugiere la investigación sobre la lógica intrínseca de los programas (secuenciación de los temas, ordenamiento de los cuadros, tipo de estímulos visuales).

BIBLIOGRAFÍA

- ARMENIU J.**
1967 "Effectiveness of programmed learning as homework for culturally deprived high school students" *Psychological Reports.*, 20, pp. 785-785.
- AYLLON, T. & Azrin, N.**
1974 Economía de Fichas. Ed. Trillas, México.
- BERMAN, M. L.**
1970 "Effects of response cost and reinforcement magnitude on performance on programmed materials". *Psychological Reports.*, (Aug), Vol. 27 (1), pp. 17-18.
- DETERLINE, W. A.**
1962 An introduction to programmed instruction. Englewood Cliffer, Prentice Hal.
- DEVINE, F. D.**
1967 "Student attitudes and achievement: a comparison between the effects of programmed instruction and conventional classroom approach in teaching algebra I at rich township high schools". *Dissertation Abstracts international.*
- ESHLEMAN, H. W.**
1967 "A comparison of programmed instruction with conventional methoas for teaching two units of eight grade science" *Dissertation Abstracts International.*
- EXCELSIOR.**
1974 Diario, 11 de Diciembre de México, D. F.
- CREATSENGER, J.**
1968 "An experimental study of programmed instruction in division of fractions". *Av. Communication Review.*, 6 (1), pp. 87-90.
- HERR A. & Tobias, S.**
1970 "Achievement via programmed instruction and socioeconomic status". *Psychology in the schools.*, 7 (1), pp. 53-56.
- HILGARD, E. R. & Bower, G.H.**
1975 Teoría del Aprendizaje, Ed. Trillas, México.
- HOLT, G. L.**
1971 "Effect of reinforcement contingencies in increasing programmed reading and math. Behaviors in firts grade children", *Journal of Experimental Child Psychology* 12 (3), pp. 362-369.
- JACOBS, P. & Kulkarni, S.**
1966 "A test of some assumptions underlying programmed instructions." *Psychological Reports* 18 (1), pp. 103-110.
- KINZER J. & Worcester, D. A.**
1965 "The effectiveness of adjunct auto instruction". *Cooperative Research Project.*, No. 2761, 141 pp.
- KRUMBOLTZ, J. D. & Kieser, Ch. A.**
1965 "The partial reünforcement paradigm and programmed instruction." *Journal Programmed Instruction*, 3 (2), 9-14.
- LEEDS, R. D.**
1970 "The effects of immediate and delayed knowledge of results on immeddiate and delayed retention", *Dissertation Abstracts International.*
- MERRIL, I. R.: Yaryan, R. B. & Musser, T. S.**
1969 "The effec of effort and reinforcement on retention and enjoyment of programmed instruction". *Journal of Medical Education*, 44 (3), pp. 184-192.
- MEYER, M. S.**
1971 Instrucción Programada. Ed. Limusa Willey, México.
- MUELLER, T. H.**
1968 "Programmed language instruction: help for the linguistically under-privileged". *Modern Languaje Journal*, 52 (2), pp. 79-84.
- MICGUIGAN, F. J.**
1971 Psicología Experimental, Ed. Trillas, México.

- MCGUIGAN, F. J. & Peters, R.J. Jr.**
1965 "Assessing the effectiveness of programmed text: methodology and some findings", *Journal of Programmed instruction*, 3, pp. 23-34.
- MCKEACHIE, W. J.**
1974 "Instructional Psychology". *Annual Review of Psychology*, 25, 161, 193.
- MCMILLAN, W. B.**
1973 "The effectiveness of tangible reward systems with sixth-grade ghetto children in a regular classroom situation: an experimental investigation". *Psychology in the Schools*, Vol. 10 (3), 373-378.
- OLDS R. E.**
1970 "Response frequency in reading task under two schedules of information feedback". *Dissertation Abstracts International*.
- RADU, I. & Stoian, I.**
1967 "L'aquisition de certaines connaissances de mathématiques par l'apprentissage programme". *Revue des Sciences Sociales, Serie de Psychologie*, 11 (2), 1967, pp. 129-142.
- RIBES, I. E.**
1972 *Técnicas de Modificación de Conducta*. Ed. Trillas, México.
- RICHARD, H. C., Clements, C.B. & Wellis, S.**
1970 "Effects of contingent and non-contingent token reinforcement upon classroom performance". *Psychological Reports*. 27 (3), pp. 903-908.
- RUBIN, E. D.**
1971 "Answer availability and answer observing in programmed instruction". *Dissertation Abstracts International*.
- RUBBENS, F.M. y Moreno, J. M.**
1971 *Enseñanza Programada*. Ed. Philips. Orientación Educativa, Madrid.
- SIEGEL, S.**
1970 *Diseño Experimental no Paramétrico*. Ed. Trillas, México.
- SMITH, Ch. W.**
1971 "Confirmations and consequence management in programmed instruction". *Dissertation Abstracts International*.
- TORRES, J.**
1970 *Tecnología de la Enseñanza*. Ed. Labor, Barcelona.
- SKINNER, B. F.**
1957 "The science of learning and the art of teaching". *Harvard Educational Review*. Primavera.
- SKINNER, B. F.**
1957 "Reinforcement today". *American Psychologist* 13 (3).
- SKINNER, B. F.**
1961 "Why we need teaching machines", *Harvard Educational Review*, 31, pp. 377-398.
- SPAGNOLI, J.**
1965 "An experience with programmed materials". *Journal of Educational Research*, 58 (10), 447-448.
- SPRIGLE, H. A.: Von de Riet, V. & Von de Riet, H.**
1967 "A sequential learning program for preschool children and an evaluation of its effectiveness with culturally disadvantaged children". *American journal of Orthopsychiatry*, 37 (2), pp. 332-333.
- WEBER, W. I.**
1971 "A comparative study of the effectiveness of two methods of instruction utilizing programmed materials in college remedial mathematics course". *Dissertation Abstracts International*.
- WIEBE, A. J.**
1966 "The comparative effects of the methods of utilizing programmed mathematics material with low-achievers", *Dissertation Abstracts*.
- WILLIAM, H. H.**
1972 "An experiment of programmed instruction".
- YORKE, D. B.**
1972 "Effects of feedback in programmed instruction". *Dissertation Abstracts International*.

