

Análisis de los Resultados de la Interacción entre Aptitudes Individuales y Tratamientos Educativos en el Aprendizaje de la Matemática

Introducción

Estadísticamente hablando, dos o más variables independientes "interactúan" cuando el efecto combinado de dichas variables en la predicción del comportamiento de la variable dependiente, es más poderoso que el efecto puramente aditivo que cada una aporta a la mencionada predicción. En otras palabras, decimos que existe una "interacción" entre un grupo de variables independientes, cuando la varianza de la variable dependiente puede explicarse mejor en *términos* de la interacción, que en *términos* de la contribución disjunta de cada variable independiente.

La idea de una interacción entre "aptitudes individuales" y "variables pedagógicas", llamada "tratamientos" en el lenguaje del Diseño Experimental —fue propuesta por Cronbach (1957) como un marco de referencia para la investigación de los efectos que diferentes enfoques educativos puedan tener en la naturaleza del conocimiento. Desde entonces, cientos de estudios se han conducido fundamentados en esta idea. Muchas de tales investigaciones han mostrado efectos interactivos que son estadísticamente significativos, en los cuales la variable dependiente ha estado representada por el "conocimiento matemático aprendido".

Carry —coautor de este artículo— ha dirigido una serie de investigaciones en el campo de la enseñanza y el aprendizaje de la matemática, en las que se ha utilizado el instrumento (Operaciones Aritméticas Necesarias) OAN, para

L. Ray Carry, Ph. D.

Profesor de matemáticas y
educación matemática
The University of Texas
Austin, Texas

Nadina M. Durán, Ph. D.

Profesora de matemáticas y estadística
Corpus Christi State University
Corpus Christi, Texas

medir la variable "aptitud individual". OAN evalúa el conocimiento de las operaciones fundamentales de adición, sustracción, multiplicación y división, y su uso en la resolución de problemas escritos en prosa. OAN es uno de varios exámenes diseñados por Ekstrom (1976). La más reciente interpretación que los autores de este artículo han adoptado para explicar la aptitud medida por OAN, se presenta en Durán (1985), y es como sigue:

Es la habilidad de procesar piezas de información que están matemáticamente relacionadas, de manera tal que la naturaleza de la relación, así como la formulación de dicha relación son traídas a un nivel cognoscitivo consciente, como resultado de una meta que el estudiante ha seleccionado consistentemente, y que parece ser la de aprender de una manera que requiere el entender las relaciones matemáticas existentes entre las operaciones aritméticas fundamentales, y la evidencia de que el estudiante ha hecho esto en repetidas oportunidades con gran eficiencia (p. 184).

Aunque las condiciones experimentales en la serie de investigaciones de Carry fueron diferentes en el tópico matemático y en la naturaleza del enfoque metodológico, OAN permaneció presente en todos estos estudios, midiendo la dimensión de aptitud.

La experiencia como investigadores en el campo de la educación matemática de los autores de este artículo, ha sido guiada —desde el principio— por el deseo de aprender acerca de las características propias de los "marcos educativos" que puedan acomodar y facilitar, en un momento dado, un cierto tipo de "proceso informativo". En nuestra necesidad de encontrar marcos teóricos que ayudaran a explicar la naturaleza de las interacciones encontradas en la serie de estudios iniciada por Carry (1968), Duran (1985) utilizó la distinción presentada por Skemp (1978), como un modelo para el tratamiento psicológico de la actividad cognoscitiva que caracteriza diferentes estilos de procesamiento de información. Skemp describe la naturaleza del proceso de aprendizaje de un concepto como "relacionante" o "instrumentativo". Nosotros hemos utilizado el modelo de Skemp para *clasificar y describir* de una forma razonablemente acertada, los diferentes tipos de metodología que han interactuado con la habilidad individual medida por OAN. Los siguientes ejemplos están diseñados y organizados con el fin de ilustrar tipos de "comportamiento matemático" que, según creemos, resultan efectivos para comprender los tipos de conocimiento mencionados por Skemp.

Conocimiento relacionante y conocimiento instrumentativo

1. Imagine que pedimos a un estudiante de 13 años que determina el área de un cierto trapecio.
 - El estudiante "A" que conoce la fórmula, examina la información contenida en el problema, determina la longitud de las bases b_1 y b_2 y la altura h , a lo cual aplica la fórmula

$$A = h(b_1 + b_2)/2$$

- El estudiante "B", por otra parte, quien entiende problemas de área como una aplicación del concepto de área de un rectángulo, considera el área del trapecio como la suma del área del rectángulo del centro

y las áreas de los dos triángulos en los extremos; determina las tres áreas por separado y las suma.

Ambos estudiantes "A" y "B" obtienen el resultado correcto, cada uno con su método. La experiencia nos lleva a señalar que hay algunos estudiantes que pueden seguir el camino de "A", o el de "B"; pero otros pueden seguir el método de "A" y no muestran conocer el de "B". Otros estudiantes son incapaces de resolver el problema en lo absoluto.

2. Presentamos este otro ejemplo para estudiantes más avanzados.

$$\text{Resolver: } |x - 2| = 3$$

— El estudiante "A" responde:

"Si $x - 2 > 0$, entonces $x - 2 = 3$ y así $x = 5$

Si $x - 2 < 0$, entonces $-x + 2 = 3$ y $-x = 1$; luego, $x = -1$ "

Otra forma similar es:

"Si $x - 2 < 0$, entonces $|x - 2| = -(x - 2) = -x + 2 = 3$,

entonces, $-x = 1$ y $x = -1$

Si $x - 2 > 0$, entonces $|x - 2| = x - 2 = 3$ luego, $x - 2 = 3$ y $x = 5$ ".

— El estudiante "B" responde:

"La distancia de x a 2 es 3; luego, $x = -1$ o bien $x = 5$ "

La mayoría de nosotros habría estado satisfecho con cualquiera de las dos respuestas, tal como se han presentado en estas páginas. Ciertamente, hubiera sido un estudiante fuera de lo común aquel que hubiera previsto todas las soluciones alternativas. Nuestra preocupación, sin embargo, reside en el proceso cognoscitivo que los estudiantes "A" y "B" han revelado en sus soluciones. Hay muchos estudiantes que pueden aplicar la definición formal: $|x| = x$, si $x > 0$ y $|x| = -x$, si $x < 0$, pero que no procesan cognoscitivamente el símbolo $|x|$ para significar la distancia entre x y 0 en el eje real.

3. Un tercer ejemplo para ilustrar el proceso cognoscitivo a que nos referimos, pudiera ser el siguiente:

$$\text{Resolver: } (x - 2)(x + 4) < 0$$

— El estudiante "A" responde: "Ya que el producto es negativo, un factor es negativo y el otro positivo.

Caso 1. $x - 2 < 0$ y $x + 4 > 0$.

Entonces, $x < 2$ y $x > -4$ Solución: $-4 < x < 2$.

Caso 2. $x - 2 > 0$ y $x + 4 < 0$.

Entonces, $x > 2$ y $x < -4$. Solución: No es posible que esta última solución ocurra".

- El estudiante "B" responde: "Dibujando la gráfica de la parábola, vemos que la solución es: $-4 < x < 2$ ".

Comentarios:

Como vemos, "A" es un buen estudiante, pero su meta es la de adquirir el conocimiento formal apropiado "para un tipo particular" de problemas, mientras que el estudiante "B" está demostrando entender los conceptos matemáticos subyacentes, de manera que le permite "relacionar" los nuevos conceptos adquiridos con aquellos que ya conocía. El primer ejemplo indica que el estudiante "B" cree que el problema radica en encontrar el área de un polígono; mientras que el estudiante "A" calcula el área de un trapecio con una fórmula ajustada al caso. El uso de la estrategia de descomposición por el estudiante "B" señala que él o ella podría generalizar esa metodología para encontrar el área de una variedad de polígonos. Aunque no se comprueba, el estudiante "A" pudiera ser incapaz de determinar el área de un polígono para el cual no le han proporcionado una fórmula.

En el segundo ejemplo, el estudiante "B" refiere el ejercicio al modelo del eje de los reales, lo cual es una poderosa estrategia para una amplia variedad de problemas de medida. Tampoco en este caso hay evidencia de que el estudiante "A" sea incapaz de aplicar el mismo razonamiento, pero su proceso de solución es específico para una limitada clase de problemas.

Finalmente, el tercer ejemplo muestra al estudiante "B" consciente de que el problema guarda relación con una función cuadrática, de que dicha función tiene una gráfica (o gráfico) y de que dicha gráfica organiza la información acerca de las regiones positivas, negativas y los valores "cero" de la función. Debe apuntarse que la estrategia utilizada por el estudiante "A" también tiene potencial para la generalización; pero nuestra investigación señala que la estrategia "B" es más generalizante.

Aun cuando las soluciones de "A" y "B" son ambas correctas en cada caso, el estudiante "B" revela poseer un talento matemático diferente. Su enfoque le permitirá resolver una variedad de problemas relacionados, lo cual potencialmente resultará en una mejor capacidad para resolver problemas. Es nuestra sugerencia que todo profesor de matemáticas que pretenda facilitar a sus estudiantes la adquisición de la habilidad de resolver una variada gama de problemas, debe inculcar en sus alumnos la capacidad de enfocar problemas que posee el estudiante "B".

Esto nos lleva al punto de discutir el marco investigativo conocido como "Interacción de Aptitudes Individuales y Tratamientos Educativos" (IAT), y analizar cómo se ha aplicado en la enseñanza de la matemática.

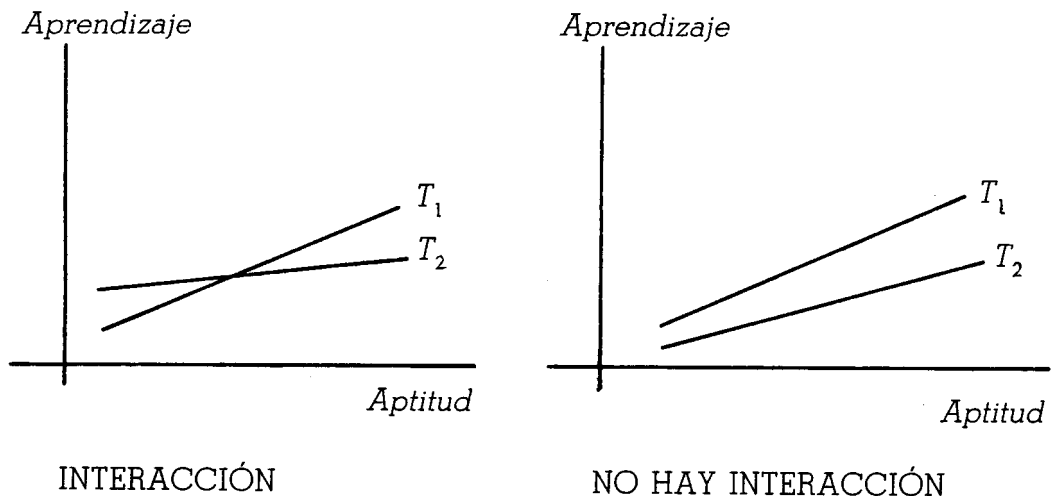
El propósito y la evidencia de IAT

La investigación IAT es la dirigida a determinar cuál es el "mejor método de enseñanza para estudiantes que posean una aptitud cognoscitiva determinada. Cronbach (1957) propuso esta hipótesis motivado en parte por la frustración

que algunos investigadores compartían en relación con los resultados estadísticos de muchos experimentos educativos. Cronbach y otros notaron que las comparaciones tradicionales de métodos de enseñanza habían conducido muy frecuentemente a resultados no significativos; y que aquellos estudios que exhibieron significación estadística, carecían de "validez externa".

Begle (1979) mencionó la IAT en su capítulo sobre Variables Curriculares. Observó que ". . . algunos estudios contradicen los resultados de otros. . ." (p. 62). Cuando, más tarde, se concentró en analizar las variables cognoscitivas disponibles para clasificar a los estudiantes, encontró que no había suficiente información para discutir el "efecto de mediación" que las variables pedagógicas tienen sobre la relación entre aptitud y conocimiento. Sus ejemplos dejan ver claramente su preocupación por factores cognoscitivos tales como la "visualización espacial" y la "dependencia de campo". Desde entonces, el número de investigaciones acerca de estas variables pedagógicas ha aumentado considerablemente (e.g., Mc Leod y Briggs, 1980, y otros).

La base teórica para la investigación IAT ha sido plenamente elaborada por Cronbach y Snow (1977). En síntesis, la tarea del investigador consiste en *identificar* o *desarrollar* técnicas de enseñanza que establezcan diferentes relaciones lineales entre aptitudes individuales y tipos de conocimiento. Si una técnica "favorece" significativamente a estudiantes que obtienen "bajas" calificaciones en las medidas cognoscitivas, mientras que una técnica diferente "favorece" a estudiantes que obtienen "altas" calificaciones en la misma medida cognoscitiva, la interacción es llamada "disordinal". Los resultados de IAT se describen en función de las rectas o superficies de regresión obtenidas, y se comparan en función del valor numérico de las pendientes de dichas funciones de regresión. Diferencias significativas en el valor de las pendientes, debidas a diferencias en la relación entre "metodología" empleada y "estructura cognoscitiva", representan "interacciones" de valor. La figura que sigue describe en forma gráfica los resultados de una investigación IAT típica.



La vinculación de estos autores con IAT en educación matemática, ocurrió en momentos diferentes. Carry (1968) comenzó con su propia investigación doctoral, en la que diseñó dos técnicas pedagógicas para enseñar "desigualdades cuadráticas". La "técnica gráfica" se basa en interpretar la gráfica de la parábola correspondiente, mientras que la "técnica analítica" se basaba en el estudio de

las propiedades algebraicas de los factores del producto notable correspondiente. Carry hipotéticamente predijo que las técnicas pedagógicas "interactuarían" con la aptitud de "visualización espacial", y que la técnica gráfica sería responsable por la pendiente más pronunciada. Esto significaba que los estudiantes que obtuvieran "altas" calificaciones en la prueba de "visualización espacial", y que fueran enseñados de una manera gráfica, obtendrían mejores calificaciones en el aprendizaje de las desigualdades cuadráticas que si fueran instruidos bajo el tratamiento analítico. La relación opuesta se daba en el caso de los estudiantes que clasifican como "bajos" en la misma medida de visualización. Sin más racionalidad sustantiva que la pura intuición, Carry también midió la habilidad —o aptitud individual— identificada como "razonamiento general", utilizando el instrumento OAN ya mencionado. Carry entonces predijo que la técnica analítica produciría la mayor pendiente. A pesar de que hubo una interacción disordinal estadísticamente significativa, OAN alcanzó la mayor pendiente bajo la técnica gráfica en la porción de la evaluación teniendo que ver con "conocimiento transferido". Como las conclusiones fueron contrarias a lo esperado, Carry investigó posibles explicaciones, concluyendo que la naturaleza anómala de los resultados podía explicarse en términos de la limitada "confianza estadística" del instrumento que medía "aprendizaje transferido". Por "transferencia" entendemos la habilidad de sintetizar conocimiento adquirido para resolver problemas que van más allá de aquellos presentados en clase.

Los dos estudios que siguieron a Carry (1968) utilizaron el mismo tópico matemático, después de mejorar las técnicas metodológicas y los instrumentos de evaluación. El primer estudio (Webb y Carry, 1971) no encontró interacciones significativas. El segundo (Eastman y Carry, 1972) produjo resultados que fueron descritos como confirmatorios de la hipótesis que "visualización espacial" predice mejores calificaciones bajo la técnica gráfica, y que el "razonamiento general" opera de manera semejante bajo el tratamiento analítico.

Salhab (1973) cambió el tema al de "ecuaciones en valor absoluto". Aunque Salhab creó procesos análogos, prefirió llamarlos "geométrico" y "algebraico". Sus resultados coincidieron con los de Eastman y Carry (1972).

Estaba surgiendo un cuadro verdaderamente confuso. En cuatro estudios sucesivos, una diferencia de naturaleza pedagógica había sido construida en torno al uso de técnicas algebraico-analíticas, frente a técnicas gráfico-geométricas. En tres ocasiones, sin embargo, se había obtenido una interacción disordinal significativa. En cada uno de estos casos, la formulación teórica se concentró en la "visualización espacial" como la aptitud más destacada. Sin embargo, la prueba no espacial OAN fue la medida que contribuyó más decididamente al hallazgo de interacciones. En los dos últimos de estos estudios la medida usada para la visualización espacial fue la Prueba de Razonamiento Abstracto (DAT). Esta prueba, que es puramente a base de figuras, implica razonamiento de inferencia para reconocer patrones en figuras complejas. Posteriormente, cuando las interacciones fueron analizadas en términos de simples aptitudes, encontramos que éstas iban en la misma dirección, indistintamente, en la presencia de OAN y de DAT. Esto indica que OAN y DAT posiblemente medían aspectos cognoscitivos similares, pero Carry en aquel momento no estaba consciente de esa posibilidad.

El resultado más desconcertante de todo este análisis fue el siguiente: el hallazgo de Carry (1967) mostraba que el tratamiento gráfico producía la mayor pendiente en presencia de OAN; el de Salhab (1972) exhibía que el tratamiento geométrico (de naturaleza gráfica) producía la mayor pendiente con OAN; pero

Eastman y Carry (1972) habían encontrado que el tratamiento analítico, i.e. no gráfico, producía la pendiente más pronunciada con OAN. Aun cuando todavía no era posible una generalización de los resultados, algunas conclusiones estaban garantizadas. Primero, los resultados obtenidos por Carry (1968), combinados con los hallazgos reportados en el estudio de Webb y Carry (1971), sugerían claramente que la variable dependiente definida por los investigadores como "aprendizaje inmediato" no era una variable útil en estudios de esta naturaleza, ya que se manifestaba significativamente insensible a las interacciones. El aprendizaje inmediato difiere del aprendizaje transferido, en que el primero es evaluado como la habilidad de utilizar con éxito algoritmos explícitamente aprendidos, y en que su aplicación no requiere de una generalización de la metodología aprendida. Por el contrario, los efectos cognoscitivos asociados a la variable medida por OAN, aparecían estadísticamente relacionados con medidas de "razonamiento general", y con un pensamiento de orden más global. Segundo, los cuatro estudios combinados parecían demostrar que descripciones de las diferencias en metodología —formuladas en lenguaje puramente estadístico— no ayudaban a caracterizar la naturaleza de las interacciones encontradas. Estas conclusiones han sido apoyadas por Cronbach y Snow (1977, p. 510, 514).

Como resultado del análisis anterior, Carry se concentró más seriamente en un informe sobre IAT presentado por Cronbach y Snow (1969), y que había tenido muy limitada circulación. Una proposición afirmaba: "Quien encuentre metodologías que produzcan una pendiente notable y otra corresponda a nivel horizontal usando solamente una habilidad general, o algún aspecto de esa habilidad, se encuentra en una posición privilegiada para capitalizar el fenómeno IAT (p. 189).

Hasta ese momento, los hallazgos en esta serie parecían coincidir con la opinión de muchos psicólogos que consideran la prueba OAN de "razonamiento general", y la prueba DAT de "razonamiento abstracto", como segmentos de una habilidad más general. La idea de que el relacionar gráficas y conceptos geométricos con símbolos algebraicos produciría un fortalecimiento de la correlación entre "pruebas espaciales" y "aprendizaje matemático", todavía parecía bastante lógica, pero los resultados no brindaban soporte a dicha conjetura. Por otra parte, los descubrimientos con respecto a OAN reforzaban el énfasis que Cronbach y Snow hacían sobre el uso de una "habilidad general" en lugar de aptitudes específicas.

Los estudios que bajo la dirección de Carry se llevaron a cabo en los años subsiguientes a la producción de las primeras interacciones, también confirmaron la hipótesis IAT. Durapau y Carry (1979), introdujeron la distinción "transformativo" y "no transformativo" para describir tratamientos interactivos en la enseñanza del concepto de "simetría con respecto a un punto y con respecto a una recta". Los investigadores encontraron que el tratamiento "transformativo" producía una regresión en el aprendizaje, con la mayor pendiente en presencia de OAN. Bajo la dirección de Carry, Hickey (1980) condujo un estudio IAT que se llevó a cabo en una universidad, durante un curso introductorio de matemática de un semestre de duración. Las calificaciones en el examen a mitad del término escolar evidenciaron una interacción disordinal de la misma naturaleza que las anteriormente descubiertas. La interacción falló en alcanzar significación estadística en el examen final, lo cual pudo explicarse en el contexto de que el tema examinado —álgebra de matrices— demanda, por regla general, el uso de algoritmos aprendidos. La investigación había avanzado un peldaño;

por segunda vez —con Durapau primero— y ahora con Hickey, las interacciones habían ocurrido en la dirección predicha. Investigaciones posteriores realizadas por Thompson (1982), Friske (1982), y Johnson (1982) contribuyeron a mejorar el marco de referencia para la información acumulada hasta ese momento.

Parecía pertinente, en este punto, intentar una descripción de las características de los "tratamientos" que eran responsables de las interacciones con OAN. Una descripción que ha sido útil a estos investigadores se encuentra en Durán (1985), quien teorizó acerca de la naturaleza de los tratamientos que reflejan las interacciones encontradas, así como también elaboró la definición más detallada de OAN que aparece al principio de este artículo, ya que la evidencia acumulada sugería que considerar la prueba OAN como una medida de "razonamiento general" era, tal vez, simplista.

El excelente artículo de Skemp titulado *Entendimiento Relacionante y Entendimiento Instrumentativo* (1978), proporcionó la primera indicación de la presencia de una distinción que pudiera describir las diferencias de metodología responsables por los efectos IAT observados a través de estos estudios. Instrucción diseñada para producir un "uso eficiente e inmediato" del material aprendido, cuando el énfasis se coloca en "la memorización y la práctica repetida" de algoritmos, es descrita por Skemp como "instrucción instrumentativa". Skemp expresa: "Si lo que se desea es una página de respuestas correctas, la matemática instrumentativa puede proporcionarla más rápida y fácilmente" (p. 12).

Por otra parte, Skemp argumenta que la matemática relacionante es "más fácil de recordar" (p. 12), lo cual, según Skemp, significa una mejor habilidad para *transferir tareas* y para *generalizar ideas relacionadas*. Durán (1985), al reflejar sobre las metodologías utilizadas en los estudios —donde se encontró una interacción significativa— observó que la pendiente mayor estaba asociada al tratamiento más "relacionante", en el sentido de Skemp.

Dos estudios de la serie presentaron una mayor atención a la característica "relacionante" o "instrumentativa" de materiales educativos usados en la enseñanza de la matemática en la escuela secundaria. Payne (1983) y Klespis (1984), reportaron análisis descriptivos de una colección de textos de álgebra. Los dos investigadores utilizaron la misma plantilla clasificadora en la identificación de textos escolares en los cuales los modos de presentación reflejaran interacciones en la forma establecida anteriormente.

Es una investigación totalmente independiente, McLeod y Briggs (1980) reportaron un efecto IAT con la prueba OAN en el aprendizaje del concepto de "relación de equivalencia". El hallazgo fue interpretado de manera similar a la de Eastman y Carry (1972), pero discrepando con la posición de Cronbach y Snow relativa a la necesidad de tratar con una habilidad general. Las diferencias en metodología fueron expresadas como "inductiva-deductiva". Cuando Durán (1985) exploró los tratamientos a la luz del modelo de Skemp, encontró que los resultados de este estudio coincidieron con los descritos anteriormente. De la misma manera, Anglin y otros (1985) estudiaron de modo minucioso los resultados de Eastman y Carry (1972), hallando los resultados del estudio congruentes con la hipótesis IAT.

Tratamientos tipo IAT

Un análisis extensivo de la obra IAT en el campo del aprendizaje de la matemática, fue realizado en la Universidad de Texas por Durán (1985), coautora de este artículo. Durán estudió cuidadosamente cada uno de los estudios men-

cionados a la luz de la posición teórica de Cronbach; intercambió ideas directamente con Skemp, y sintetizó los resultados empíricos de estudios anteriores, utilizando el modelo de "aprendizaje inteligente" descrito en Skemp (1979). Con todos estos medios disponibles, Durán (1985) articuló las características propias de los tratamientos diseñados para producir interacciones con OAN y con el continuo "relacionante-instrumentativo".

Basándose en las ideas de Skemp (1982) acerca de la "estructura profunda" y la "estructura superficial" de los conceptos, la investigadora construyó definiciones operativas que aplican a los tratamientos educativos de naturaleza IAT. "Estructura profunda" —eslabones de tipo C— es una manera de referirse a la forma en que las estructuras de conceptos aparecen conectadas. "Estructura superficial" —eslabones de tipo A— se refiere al sistema de símbolos utilizados para referirnos a los conceptos. Hacemos notar entonces, que durante la enseñanza relacionante, el "lenguaje" utilizado para comunicar los conceptos intenta facilitar la comprensión del concepto, mediante el uso de un "modelo" que sintetiza las ideas presentes en la información matemática. Con la enseñanza instrumentativa, sin embargo, el "lenguaje" se concentra en símbolos, y en la manipulación simbólica de las ideas matemáticas que se están comunicando. A continuación presentamos una síntesis del modelo que estos investigadores han desarrollado con el fin de poner en evidencia las diferencias entre dos modos de enseñanza:

<i>Tratamiento Relacionante</i>	<i>Tratamiento Instrumentativo</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. La información está organizada enfatizando los aspectos comunes a nivel de "estructura profunda". 2. Los escenarios contextuales utilizados son generalmente de tipo visual —gráficas, tablas, diagramas. Algunos escenarios están diseñados con la intención de facilitar conexiones de tipo lógico, entre lo conocido y el nuevo concepto. 3. El tipo de comprensión promovida se basa en la cualidad y generalidad del aprendizaje presente y futuro. 4. El aprendizaje se considera exitoso cuando el estudiante puede extrapolar procedimientos de solución para resolver nuevos problemas. 5. El tratamiento deja al sujeto encargado de entender el contexto presentado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. La información está organizada alrededor de aspectos comunes a nivel de "estructura superficial". 2. Los escenarios son, por lo general, verbales y algebraicos. El énfasis radica en mostrar soluciones detalladas de problemas de naturaleza análoga. 3. El tipo de comprensión promovida se manifiesta en el escoger y el usar apropiadamente algoritmos algebraicos ya conocidos. 4. El aprendizaje se considera un éxito cuando el sujeto muestra un uso preciso y eficiente de los algoritmos disponibles. 5. El tratamiento deja al sujeto encargado de sugerir, paso a paso, una serie de instrucciones detalladas.

Los autores de este trabajo se sienten relativamente confiados en haber desarrollado una habilidad subjetiva para aplicar correctamente las etiquetas de "relacionante" o "instrumentativo", a tratamientos que interactúan con OAN; aunque todavía la diferencia entre los procesos requiere una mejor distinción operacional. También confiamos en que el aprendizaje que es más sensitivo al efecto IAT es aquel que corresponde a los niveles más elevados de "aplicación" y "análisis" en una jerarquía del conocimiento, tal como —por ejemplo— la del modelo NLSMA propuesta por Romberg y Wilson (1969).

Conclusión general

Es esperanza de estos investigadores que la discusión anterior brinde apoyo a la mención que Cronbach y Snow (1977, pp. 492-494) hacen de la complejidad del problema AIT, y de la importancia de continuar con esfuerzos persistentes, no sólo para descubrir efectos IAT, sino para obtener una comprensión más profunda de las características de dicho fenómeno. Es opinión de los autores de este artículo, que la mayor recompensa asociada a la investigación IAT, se manifiesta en términos del conocimiento que los educadores puedan obtener acerca del fenómeno del aprendizaje, así como las implicaciones que dichos resultados puedan tener en la toma de decisiones relativas a diseño curricular.

Bibliografía

- Anglin, G.J., Schwen, T.M., y Anglin, G.B.** "The interaction of learner aptitudes with instructional treatments in quadratic inequalities". *Educational Communications and Technology Journal* (1985), Vol. 30, 3, 131-140.
- Begle, E.G.** *Critical variables in mathematics education*. Washington: Mathematics Association of America, y National Council of Teachers of Mathematics, 1979.
- Carry, L.R.** *Interaction of visualization and general abilities with instructional treatment in algebra*. Disertación doctoral, Stanford University (1968).
- Cronbach, L.J.** "The two disciplines of scientific psychology." *American Psychologist*, 1957, 12, 671-682.
- Cronbach, L.J., y Snow, R.E.** Individual differences in learning ability as a function of instructional variables. Reporte inédito, Escuela de Educación, Stanford University, ED 029021, 1969.
- Cronbach, L.J., y Snow, R.E.** *Aptitudes and instructional methods: A handbook for research on interactions*. Nueva York: Irvington, 1977.
- Durán, N.M.** *A theoretical unification of selected aptitude-treatment interaction results*. Disertación doctoral. The University of Texas at Austin, 1985.
- DuRapau, V.J.** *Interaction of general reasoning ability and gestalt and analitic strategies of processing spatial tasks with transformational and non-transformational treatment in secondary school geometry*. Disertación doctoral, The University of Texas at Austin, 1979.
- Eastman, P.M.** *Interaction of spatial visualization and general reasoning abilities with instructional treatment in quadratic inequalities*. Disertación doctoral. The University of Texas at Austin, 1972.
- Ekstrom, R.B., et. al.** *Manual for kit of factor-reference cognitive test*. Educational Testing Service, 1976.
- Friske, J.S.** *Interaction of general reasoning ability and selected affective variables with instrumental and re-*

lational treatments in junior high mathematics. Disertación doctoral, The University of Texas at Austin, 1982.

Hickey, P.S. *A long range test of the aptitude treatment interaction hypothesis in college level mathematics.* Disertación doctoral, The University of Texas at Austin, 1980.

Johnston, G.V. *Interaction of general reasoning ability and locus of control with instructional treatments in algebra I.* Disertación doctoral, The University of Texas at Austin, 1982.

Klespis, M.L. *A model for assessing the instrumental/relational characteristics of algebra textbooks.* Disertación doctoral, The University of Texas at Austin, 1984.

McLeod, D.B. y Briggs J.T. "Aptitude-treatment interaction with inductive instruction in mathematics". *Journal for Research in Mathematics Education*, 1980, 11, 94-103.

Payne, V.B. *A theoretical evaluation of two algebra textbooks.* Tesis de maestría, The University of Texas at Austin, 1983.

Romberg, T.A., y Wilson, J.W. *The Development of Tests.* NLSMA Reports, No. 7. Dirección editorial:

Wilson, J.W., Cahen, L.S., y Begle, E.G. Stanford University, 1969.

Salhab, M.T. *The interaction between selected cognitive abilities and instructional treatments on absolute value equations.* Disertación doctoral, The University of Texas at Austin, 1973

Skemp, R.R. "Relational understanding and instrumental understanding" *Arithmetic Teacher*, 1978, 26, 9-15.

Skemp, R.R. *Intelligence, Learning and Action.* Nueva York: John Wiley and Sons, 1979.

Skemp, R.R. "Communicating mathematics: Surface structures and deep structures". *Visible Language*, XVI, 1982, 3, 281-288.

Thompson, T.J. *Interaction of general reasoning ability and locus of control as predictors of achievement in college algebra.* Disertación doctoral, The University of Texas at Austin, 1982.

Webb, L.F. *Interaction of spatial visualization and general reasoning abilities with instructional treatments.* Disertación doctoral, The University of Texas at Austin, 1971.

Educación Matemática

es una publicación que surge de la necesidad y el interés de varios sectores de la comunidad educativa de México, por tener un medio de comunicación adecuado y continuo para difundir ampliamente reflexiones, sugerencias didácticas, ensayos y reportes de investigación en torno a los aspectos de la Educación Matemática, propiciando su conocimiento, discusión y estudio para contribuir así, en forma significativa, al mejoramiento de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en los diferentes niveles educativos, tanto de nuestro país como del resto de Latinoamérica.

■ NO SE PIERDA DE NINGÚN NÚMERO DE LA REVISTA ■