

Programa multimedia de desarrollo de capacidades en alumnos del Primer Ciclo de Educación Primaria

A multimedia programme for the development of capabilities in Primary 1st and 2nd year pupils

Santiago SASTRE, Martiniano ROMÁN y Tomás ORTIZ
Universidad Complutense de Madrid

Recibido: Julio 2009

Aceptado: Enero 2010

Resumen

En este trabajo se reflejan los aspectos, tanto teóricos como prácticos, que envuelven a Supermat, programa de intervención cognitiva con base neuropsicológica y soporte informático, cuyos objetivos por capacidades pueden resumirse así: desarrollar la orientación espacial, la percepción, la memoria y la atención. Utilizamos una muestra de 56 sujetos, alumnos del Primer Ciclo de Educación Primaria. De ellos, 27 formaron el grupo control y otros 29 el grupo experimental. Estos últimos, diariamente y durante dos cursos escolares, utilizaron el programa Supermat. La figura del profesor como mediador fue fundamental durante todo el desarrollo del programa. Con este trabajo se evalúa, por primera vez, un programa con soporte informático de desarrollo de capacidades con una base, además de psicopedagógica y didáctica, neuropsicofisiológica. Los resultados obtenidos son esperanzadores en cuanto a la aproximación del mundo de la neurociencia a la práctica diaria de la educación.

Palabras clave: Inteligencia, Programa Multimedia, Neuropsicología, Dificultades de Aprendizaje, Metodología.

Abstract

In this study we examine the theoretical and practical effects of Supermat, a neuropsychologically-based multimedia software program treating cognitive intervention, whose primary objectives with regard to capabilities development can be abridged as the following: development of spatial orientation, perception, memory and attention. To measure the results of our project, we utilized a sample group consisting of 56 informants from the initial two levels of primary education. Of these, 27 formed our control group while the remaining 29 comprised the test set. The latter were exposed to our focus multimedia program on a daily basis over a two-year span. In line with current studies of this type, the role of the educator as mediator was crucial to the program's progress. One of the upshots of our research is that we are able to evaluate the multimedia program's efficacy with specific regard to capability development from not only a psychopedagogical and didactic framework, but from a neuropsychophysiological foundation as well. The results of our research are encouraging and provoke us to further ponder innovative ways to tighten the gap between the contemporary neuroscience data and practical pedagogical practices.

Key words: Intelligence, Multimedia Program, Neuropsychology, Learning Difficulties, Methodology.

La sociedad del conocimiento supone una gran revolución y requiere unas formas nuevas de pensar y hacer lo educativo, una nueva pedagogía. Ante los importantes y grandes cambios del momento y los que se avecinan, la escuela debe seguir existiendo; es necesaria porque es el lugar donde hoy se socializan mayoritariamente las nuevas generaciones, es el lugar donde se puede acceder de forma “pausada” a la cultura, es el sitio que acoge a las generaciones nuevas para no dejarles sufrir la privación socio-cultural (Román y Márquez, 2002).

Con este trabajo se intenta apoyar la concepción de la escuela como organización inteligente que aprende, para que se tome conciencia de que el triunfo del futuro sólo corresponderá a aquellas organizaciones que descubran la capacidad de aprender de las personas.

Bajo los supuestos de la estructura formal de la inteligencia como conjunto de capacidades, en el marco de la sociedad del conocimiento y con la intención de la Refundación de la Escuela sobre la base de un paradigma sociocognitivo (Bolívar, 2000; Román y Márquez, 2002; Román, 2004). En este nuevo paradigma educativo un gran objetivo de la intervención educativa y didáctica sería la mejora de la cognición, con estrategias de aprendizaje orientadas al desarrollo del sistema cognitivo (capacidades, destrezas y habilidades), y la mejora de la afectividad, con estrategias de aprendizaje orientadas al desarrollo de los sistemas cognitivo y afectivo (valores y actitudes). Así, el mediador del aprendizaje (profesor) tiene en cuenta el potencial de aprendizaje mediante un modelo de “aprender a aprender” que implica el uso adecuado de estrategias de aprendizaje. De este modo, las diferentes estrategias de aprendizaje son el camino para desarrollar destrezas y actitudes por medio de contenidos y métodos que el mediador utiliza eligiendo las capacidades y los valores que quiere desarrollar (Tébar, 2003; Román y Díez, 2001).

Haciendo un recorrido por las diferentes teorías de la inteligencia, de un lado, las teorías que podríamos llamar conductistas, propias de la caduca sociedad industrial; de otro, las teorías socio-cognitivas, propias de la actual sociedad del conocimiento y que en nuestro trabajo ocupan un lugar de referencia. Nos apoyamos, de manera indirecta, en las teorías factorialistas (Hebb, Vernon, Cattell); de una manera más directa, en la teoría estímulo-respuesta (Gagne), en la teoría de los procesos (Hunt, Carroll, Pellegrino y Kail), en la teoría de los parámetros modales (Detterman), y en la zona de desarrollo próximo (Vigotsky); y de manera muy directa, nos apoyamos en la teoría del interaccionismo social (Budoff y Feuerstein), en la teoría del análisis componencial (Sternberg) y en la teoría de las inteligencias múltiples (Gardner) (*Figura 1*). En general, todas las teorías que hemos recorrido comparten un trasfondo común: la inteligencia es mejorable por medio del aprendizaje. Consideramos que la estructura cognitiva constituye una macrocapacidad. Esta estructura cognitiva, a la que llamamos inteligencia, es un conjunto de capacidades organizadas e interrelacionadas. Y estas capacidades son producto, de una parte, de la herencia genética y, de otra, del contexto social. El aprendizaje socializado y la mediación cultural facilitan y potencian el desarrollo y actualización de éstas. Consideramos, así mismo, la inteligencia como una capacidad (conjunto de capacidades) en permanente actividad y movimiento y, por tanto, suscep-

tible de mejora y desarrollo con un entrenamiento adecuado, como una forma de aprendizaje mediado.

Existen programas de entrenamiento cognitivo que persiguen este fin, programas de mejora de la inteligencia que hemos estudiado, tan relevantes como son el Programa de Enriquecimiento Instrumental, de Feuerstein, y el de Inteligencia Aplicada, de Sternberg. También, y teniendo en cuenta que en nuestra investigación nos centramos en sujetos con una edad aproximada a los seis, siete y ocho años, revisamos, deteniéndonos especialmente en la etapa correspondiente, programas como Spectrum, de Gardner, Progresint, de Yuste, y “Filosofía para niños”, de Lipman. Destacamos, además, los programas desarrollados en nuestro país PAR y REID, de Román y Díez. Todos estos trabajos coinciden en la concepción de la inteligencia como algo mejorable por medio de la intervención en lo cual se basa nuestra investigación.

Con este trabajo pretendemos probar cómo, de una manera real, y a través de un programa de intervención cognitiva con base neuropsicológica (teniendo en cuenta los modelos neurofisiológicos de adaptabilidad neural, eficiencia neural y velocidad de conducción nerviosa) y soporte informático (Supermat), desarrollamos capacidades cognitivas, capacidades éstas que de forma habitual se relacionan con la inteligencia y que, por tanto, al desarrollar éstas, incrementamos esa macrocapacidad a la que llamamos inteligencia.

Entre otros, destacamos los siguientes supuestos teóricos en los que se basa el programa Supermat: la inteligencia como capacidad o potencia a modificar; el aprendizaje cognitivo como modificador del Cociente Intelectual; la relación con las diversas teorías de la inteligencia; la relación con otros programas de intervención cognitiva; la relación con la neuropsicología.

TEORÍAS DE LA INTELIGENCIA EN LAS QUE NOS APOYAMOS		
Nos apoyamos de manera...	Teorías Propias de la Sociedad Industrial (Teorías <i>Conductistas</i>)	Teorías propias de la Sociedad del Conocimiento (Teorías <i>Socio-Cognitivas</i>)
...Indirecta	<ul style="list-style-type: none"> • TEORÍAS FACTORIALISTAS <ul style="list-style-type: none"> – Hebb (A, B) – Vernon (A, B, C) – Catell (fluida y cristalizada) 	
...Directa	<ul style="list-style-type: none"> • TEORÍAS ESTÍMULO-RESPUESTA <ul style="list-style-type: none"> – Gagne 	<ul style="list-style-type: none"> • TEORÍA DE LOS PROCESOS <ul style="list-style-type: none"> – Hunt – Carroll – Pellegrino y Keyl • TERÍA DE LOS PARÁMETROS MODALES <ul style="list-style-type: none"> – Detterman

		<ul style="list-style-type: none"> • ZONA DE DESARROLLO PRÓXIMO – Vygotsky
...Muy directa		<ul style="list-style-type: none"> • TEORÍA DEL INTERACCIONISMO SOCIAL – Budoff – Feuerstein • TEORÍA DEL ANÁLISIS COMPONENTIAL – Sternberg • TEORÍA DE LAS INTELIGENCIAS MÚLTIPLES – Gardner

Fig. 1. Teorías de las inteligencias en las que apoyamos nuestro trabajo

Material y Métodos

Material

Como programa de intervención cognitiva utilizamos Supermat (programa multimedia diseñado bajo la dirección científica del Profesor Dr. Tomás Ortiz Alonso, doctorado en Medicina y Psicología, Catedrático de Psicología Médica del Departamento de Psiquiatría y Psicología Médica de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid, y Director del Centro de Magnetoencefalografía de la citada Universidad). Para su desarrollo, se precisa un ordenador personal, la tarjeta de cada alumno y el software propio del programa.

El profesor utilizó hojas de control de resultados y el “diario del tutor” donde anotaba aspectos cualitativos que iba observando conforme se desarrollaba el programa, centrándose fundamentalmente en su papel como mediador y en los momentos finales de cada sesión en la que mediador y mediados comentaban en voz alta diferentes cuestiones de ésta.

Además, fueron aplicados una serie de tests. Para el trabajo experimental, el RAVEN (Matrices progresivas, Escala CPM color) y DÍGITOS (subprueba del WISC-R). Y para el trabajo pre-experimental el MY (Test de Memoria), Factor “g” (Test de Inteligencia General) y el IGF (Test de Inteligencia General y Factorial).

Estructura de Supermat

a) *Dimensiones pedagógicas*

Supermat es un programa multimedia con el que se pretende poner a punto los mecanismos precisos para facilitar un buen desarrollo y el aprendizaje escolar. A lo largo de cada sesión el programa presenta series de estímulos visuales, que se realizan a través de la pantalla del ordenador, y auditivos, mediante unos

auriculares. Se utilizan distintos rangos de estímulos (colores, imágenes, figuras geométricas, símbolos e ideogramas, sonidos, frecuencias, números, sumas y restas, sílabas, inversión de series numéricas y silábicas, palabras comunes, palabras raras, pseudopalabras y palabras de otros idiomas, nombres propios de personas y localidades, oraciones simples y complejas, etc.). A estos estímulos debe responder el alumno por medio del teclado o del ratón. Simultáneamente el programa controla y evalúa la realización de los ejercicios y su progreso. En función de los resultados obtenidos incrementa, de forma individual para cada alumno, la dificultad de los ejercicios, y facilita o no el acceso a ejercicios de nivel superior. El método está estructurado en sesiones diarias de ejercicios regulares y sistemáticos, con un nivel creciente de dificultad automático, acorde con las capacidades y progreso individual del alumno.

b) *Población*

Aunque en nuestro estudio participaron alumnos del Primer Ciclo de Educación Primaria, Supermat puede aplicarse a diversas muestras de sujetos:

- Preescolares menores de 6 años que deseen realizar una estimulación temprana de sus capacidades cognitivas.
- Escolares entre 6 y 17 años con los que se pretenda mejorar la atención, memoria y otras capacidades cognitivas; que inicien su alfabetización; con problemas de aprendizaje; con déficits de atención; con dislexia u otras disfunciones lectoescritoras.

c) *Motivación*

Para el correcto desarrollo del programa Supermat debe utilizarse, dependiendo de la edad de los sujetos, la motivación intrínseca o bien tanto la motivación intrínseca como la extrínseca a la vez. En este último caso, la motivación extrínseca debe ser subsidiaria y estar subordinada a la intrínseca, de manera que, a medida que aumenta ésta, aquélla disminuye. Como motivación extrínseca se utilizó en nuestra investigación un programa de economía de fichas, referido a recompensas externas. La motivación intrínseca quiso centrarse, entre otros aspectos, en la vivencia personal del alumno del “mejoramiento del yo” y en la satisfacción por la tarea bien hecha y los objetivos conseguidos.

d) *Ritmo de trabajo*

El ritmo de trabajo es de una sesión diaria con una duración de dieciocho minutos y medio, aproximadamente. Se desarrolla en grupos de 14 ó 15 alumnos. Cada sesión consta de diferentes ejercicios, Estos ejercicios se repiten de forma idéntica durante un número mínimo de días y, tras demostrar un porcentaje de aciertos predeterminado, se pasa al siguiente nivel o módulo superior.

e) *Lugar de aplicación*

Es adecuada un aula que disponga de un número determinado de ordenadores con los cuales pueda ejecutarse el programa Supermat. El aula debe permitir este tipo de actividad y debe facilitar el clima adecuado de trabajo: debe ser luminosa, ventilada y tranquila.

f) *Funciones y estrategias del profesor:*

El profesor (experimentador, mediador y entrenador) debe tener conocimientos de las diversas teorías subyacentes en cada uno de los niveles que presenta Supermat, de los procesos implicados en cada ejercicio, de los diversos tipos y formas de motivación, de la interacción en el aula, de los distintos programas de entrenamiento cognitivo... De una manera flexible y adaptada el profesor desarrollará las tareas propias del programa Supermat centrándose más en los procesos que en los propios resultados y utilizando la motivación extrínseca para ir logrando de forma progresiva la intrínseca. Facilitará, asimismo, la búsqueda de las soluciones correctas. Observará los errores de los alumnos para detectar su causa, sabiendo que éstos, a menudo, son indicadores del potencial de aprendizaje.

g) *Duración del programa*

La duración del programa Supermat va a depender, sobre todo, de la edad del sujeto que lo ejecuta. Centrándonos en la edad de seis, siete y ocho años, que es la que nos ocupa, señalamos como una duración mínima de cinco meses escolares, y una duración media de un curso escolar, con un entrenamiento diario real de aproximadamente dieciocho minutos y medio. Pero ha de tenerse en cuenta que, en general, Supermat tiene una duración variable y que ésta puede ser de varios años.

*Método*a) *Muestra*

Se utilizó una muestra de 56 sujetos, alumnos de un colegio de la comunidad autónoma de Madrid, estudiantes del Primer Ciclo de Educación Primaria. Todos ellos pertenecen a un nivel socio- económico medio, y a un nivel cultural, en el núcleo familiar, medio-alto.

En el nivel de 1º de Primaria existen 6 líneas (A, B, C, D, E, F), cada una de ellas con un número de alumnos que oscila entre 26 y 29.

Por sorteo, se determinó que el grupo experimental lo compusieran la totalidad de los alumnos del grupo A (29), y el grupo control los alumnos cuyo número de lista fuera 1, 6, 11, 16, 21 y 26 de las otras cinco líneas (30 en total, si bien, durante el transcurso del tratamiento, se perderían 3 sujetos).

b) *Diseño y análisis de datos*

El diseño empleado es el de test–entrenamiento–test (diseño experimental), es decir, aplicación de diversos tests para medir el CI y otras capacidades y des-

trezas (RAVEN y DÍGITOS), entrenamiento en el programa y aplicación de los mismos tests. Se establece así una medida pre-test, un entrenamiento en el programa al grupo experimental y una medida post-test. Asimismo, también se empleó el diseño entrenamiento-test (diseño pre-experimental), utilizando otras pruebas, como son MY, FACTOR G e IGF.

Antes de comenzar tratamiento alguno, para comprobar que existía homogeneidad entre los grupos experimental y control, se realizó un ANOVA con las puntuaciones de la medida pre-test del RAVEN. Ninguna de las F resultó significativa, por lo que concluimos que la formación de estos dos grupos era la correcta y que se podía iniciar la investigación.

Se realiza un entrenamiento en las tareas que componen el programa Supermat sólo a aquellos sujetos del grupo experimental. La duración del tratamiento fue de doscientas sesenta sesiones de veinte minutos, aproximadamente, cada una, y esto para cada subgrupo de entrenamiento que se formó (hubo dos subgrupos: uno de 14 y otro de 15 alumnos). El entrenamiento se produjo entre los meses escolares de dos cursos consecutivos.

Al término del tratamiento fueron administrados, en el caso del diseño pre-experimental, unos tests por primera vez a todos los sujetos de la muestra (MY, FACTOR G e IGF). Por su parte, en el caso del diseño experimental, fueron de nuevo administrados los tests RAVEN y DÍGITOS a todos los sujetos con el fin de hallar tanto los cambios producidos por el entrenamiento en los sujetos del grupo experimental, como de ver los efectos de la práctica en el grupo control. Se tiene, así, en este caso, un diseño factorial 2 x 2 con medidas repetidas en uno de los factores, las aplicaciones pretest y posttest, siendo independientes los otros dos factores: tratamiento (grupo experimental y grupo control) y las capacidades que son medidas por cada uno de los tests.

En el análisis de los datos, se utilizaron como procedimientos estadísticos los siguientes:

- en el trabajo experimental, un análisis de la varianza (ANOVA) para comprobar la acción de las variables independientes (tratamiento y fases pretest y posttest) sobre las variables dependientes (puntuaciones de los test aplicados).
- en el trabajo pre-experimental, mediante la t de Student se realizaron comparaciones pareadas de las medias obtenidas en los distintos tests aplicados, entre el grupo control y el grupo experimental

El nivel de significación para todas las pruebas estadísticas realizadas en este trabajo se estableció en $p < 0.05$.

c) *Procedimiento*

El lugar de entrenamiento fue un aula luminosa que disponía de quince ordenadores conectados en red. La duración fue de aproximadamente dos cursos escolares, por lo que realizaron alrededor de doscientas sesenta sesiones de trabajo.

Cada sesión tenía una duración aproximada de veinte minutos, realizándose, en todos los casos, a la una y media de la tarde, con cinco sesiones semanales.

Con el fin de evitar el “efecto del experimentador” en cuanto a una directa influencia, los profesores que realizaron el entrenamiento no aplicaron los tests en ninguno de los casos. Además, se quiso que ninguno de los psicopedagogos que aplicaron los tests coincidieran en la aplicación del pre y post al mismo sujeto. Además, en ningún momento estuvieron informados del objeto final de la investigación.

Se consideró como refuerzo más apropiado y motivante, teniendo en cuenta las características propias de esta edad, el de la economía de fichas. Al término de cada sesión, el propio programa, teniendo en cuenta los aciertos y errores del alumno, otorga un número determinado de estrellas (entre una y veinte) que aparecen en la pantalla. Las estrellas las iba contabilizando el profesor, quien utilizaba un programa de razón fija (por cada veinte estrellas, se ganaba un punto). Además de esta motivación extrínseca se utilizó la intrínseca (ambas formas de motivación se complementaban).

Para el diseño de nuestra investigación tuvimos en cuenta, basándonos en lo que defienden Román y Díez (1999), que los componentes cognitivos de un aprendiz capaz de aprender son sus capacidades, destrezas y habilidades. Entendemos por capacidad una habilidad general que utiliza o puede utilizar un aprendiz para aprender, cuyo componente fundamental es cognitivo. La inteligencia es la “gran capacidad” que consta de un conjunto de capacidades. Las principales capacidades que encontramos que desarrolla el programa Supermat son estas cuatro: orientación espacial (psicomotricidad), percepción, memoria y atención. Por otra parte, por destreza entendemos una habilidad específica que utiliza o puede utilizar un aprendiz para aprender, cuyo componente fundamental es cognitivo. Un conjunto de destrezas forma una capacidad (si la capacidad es el metro mental, la destreza es el decímetro mental). La habilidad es un paso o componente mental, cuya estructura básica es cognitiva. Un conjunto de habilidades constituye una destreza. Además, en cada uno de los ejercicios de Supermat intervienen numerosas habilidades (como pueden ser la identificación del estímulo, el cambio de respuesta de una mano a otra, la motilidad ocular, la amplitud del campo visual, la localización del estímulo, la respuesta motora conforme a un parámetro, la distinción auditiva de timbre, frecuencias, volumen, la distinción de formas, sombreados, relleno, brillo...). Un conjunto de todas estas habilidades forma una destreza. Hemos pretendido clasificar una serie de destrezas que desarrolla el programa Supermat relacionándolas con una de las capacidades susodichas. No obstante, téngase en cuenta que existe la posibilidad, en bastantes de estas destrezas, de relacionarlas con varias capacidades. Nuestra pretensión ha sido relacionar cada una de las destrezas con la capacidad que nos pareció era más representativa.

Los objetivos por capacidades de Supermat pueden resumirse en los siguientes: desarrollar la orientación espacial (psicomotricidad) a partir de la discriminación de formas, discriminación de tamaños, discriminación de detalles, dis-

criminación direccional, coordinación visomotora, coordinación bimanual y esquema corporal; desarrollar la percepción a partir de la concentración perceptiva, la discriminación figura-fondo, las relaciones espaciales, la posición espacial, la constancia perceptual y la discriminación temporal; desarrollar la memoria a partir de la memoria visual inmediata y la memoria auditiva inmediata; y desarrollar la atención a partir de la rapidez de respuesta y la perseveración (*Figura 2*).

CAPACIDADES	DESTREZAS
Orientación espacial (psicomotricidad)	<ul style="list-style-type: none"> - Discriminación de formas. - Discriminación de tamaños. - Discriminación de detalles. - Discriminación direccional. - Coordinación visomotora. - Coordinación bimanual. - Esquema corporal.
Percepción	<ul style="list-style-type: none"> - Concentración perceptiva. - Discriminación figura-fondo. - Relaciones espaciales. - Posición espacial. - Constancia perceptual. - Discriminación temporal.
Memoria	<ul style="list-style-type: none"> - Memoria visual inmediata. - Memoria auditiva inmediata.
Atención	<ul style="list-style-type: none"> - Rapidez de respuesta. - Perseveración.

Fig. 2. Capacidades y destrezas desarrolladas por el programa Supermat

Las “Variables Independientes” fueron:

- a) Tratamiento.
 - Con tratamiento.
 - Sin tratamiento.
- b) Fases de las aplicaciones.
 - Fase pre-test.
 - Fase pos-test.

La “Variable Dependiente” sería la puntuación obtenida en los diferentes tests aplicados.

Resultados

- a) Mediante la aplicación del análisis de la varianza (ANOVA), se observa una diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo control en los resul-

tados obtenidos en dos momentos, antes y después del desarrollo del programa Supermat, a partir del test RAVEN, con puntuaciones en C. I., donde $p=0.0478$. (Figuras 3, 4 y 5).

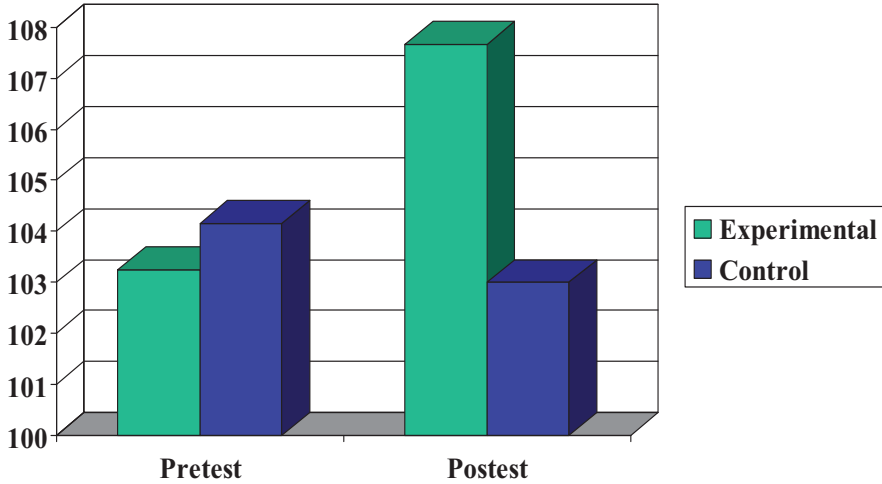


Fig. 3 Medias de las puntuaciones en C. I. obtenidas en el test RAVEN por ambos grupos en el pretest y en el posttest.

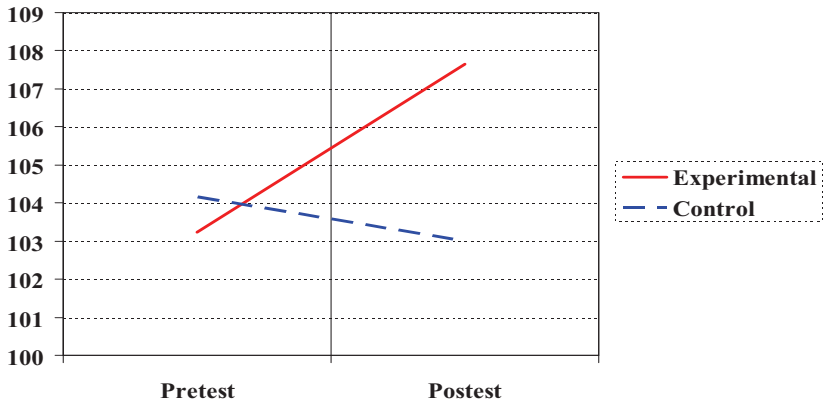


Fig. 4. Test RAVEN. Representación gráfica de la interacción (en puntuaciones en C. I.): Tratamiento (experimental-control), Aplicaciones (pretest-posttest).

	RAVEN, P. D.		RAVEN, C. I.	
	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>	<i>Experimental</i>	<i>Control</i>
Pretest	20.76	20.96	103.24	104.15
Posttest	27.48	25.89	107.66	103.00
Diferencia entre pretest y posttest	6.72	4.93	4.42	-1.15
Diferencias de mejora	1.79		5,57	

Fig. 5. Diferencias en la mejora de las medias de las Puntuaciones Directas (P. D.) y el Cociente Intelectual (C. I.) entre los grupos experimental y control, con el test Raven.

- b) A partir de la *t* de Student observamos una diferencia significativa entre el grupo experimental y el grupo control en los resultados obtenidos a partir del test MY (MEMORIA), con puntuaciones en CI, donde $p=0.046$. (Figura 6).

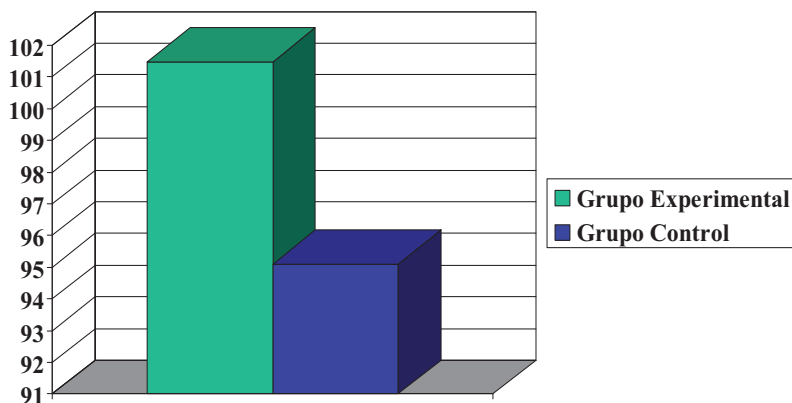


Fig. 6 Medias de las puntuaciones en C. I. obtenidas en el test MY (MEMORIA) por ambos grupos en el periodo final.

- c) A partir de la *t* de Student observamos una diferencia muy importante, aunque no estadísticamente significativa, entre el grupo experimental y el grupo control en los resultados obtenidos a partir del test IGF (RAZONAMIENTO ABSTRACTO), con puntuaciones en CI, donde $p=0.085$. (Figura 7).

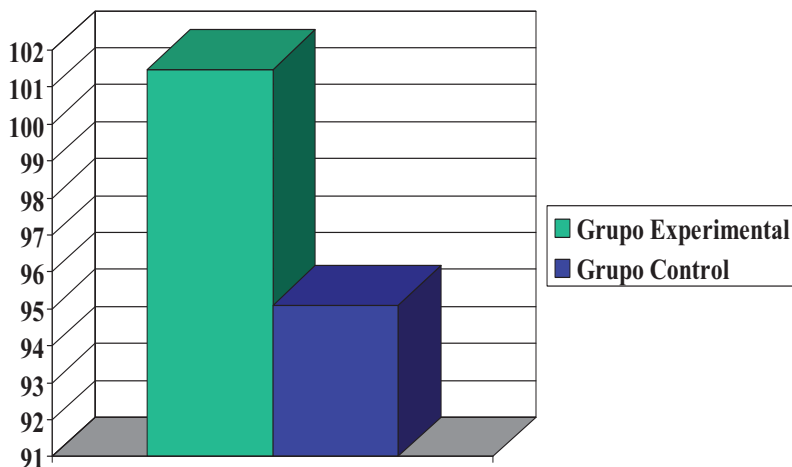


Fig. 7 Medias de las puntuaciones en C. I. obtenidas en el test IGF (RAZONAMIENTO ABSTRACTO) por ambos grupos en el periodo final.

- d) Mediante la aplicación del análisis de la varianza (ANOVA), se observa una diferencia relevante, aunque no estadísticamente significativa, entre el grupo experimental y el grupo control en los resultados obtenidos en dos momentos, antes y después del desarrollo del programa Supermat, a partir del test DÍGITOS, con puntuaciones en CI, donde $p=0.539$.
- e) A partir de la t de Student observamos una diferencia muy relevante (y más teniendo en cuenta el tamaño de la muestra), aunque no estadísticamente significativa, entre el grupo experimental y el grupo control en los resultados obtenidos a partir del test
- FACTOR G, con puntuaciones en CI, donde $p=0.148$.
 - IGF (INTELIGENCIA GENERAL), con puntuaciones en CI, donde $p=0.154$.
 - IGF (INTELIGENCIA NO VERBAL), con puntuaciones en CI, donde $p=0.136$.
- f) A partir de la t de Student observamos una diferencia relevante, aunque no estadísticamente significativa, entre el grupo experimental y el grupo control en los resultados obtenidos a partir del test
- IGF (INTELIGENCIA VERBAL), con puntuaciones en CI, donde $p=0.426$.
 - IGF (APTITUD ESPACIAL), con puntuaciones en CI, donde $p=0.507$.

- IGF (RAZONAMIENTO VERBAL), con puntuaciones en CI, donde $p=0.932$.
- IGF (APTITUD NUMÉRICA), con puntuaciones en CI, donde $p=0.853$.

Conclusiones

Hasta la fecha, no existía ningún trabajo en el que se realizara con población escolar un estudio cuantitativo y cualitativo con un programa de las características de Supermat. Por lo tanto, podemos concluir que, por primera vez se evalúa de forma rigurosa un programa con soporte informático de desarrollo de capacidades con una base, además de psicopedagógica y didáctica, neuropsicofisiológica.

Aunque en la investigación no se hizo uso de técnicas neurofuncionales que lo corroboren, con los resultados de este estudio y lo publicado hasta ahora en el ámbito neuropsicobiológico, podemos aseverar lo beneficioso e importante que resulta la estimulación sistemática, en tanto que facilita el desarrollo de circuitos neurofuncionales estables y, con ello, una elaboración cognitiva posterior, con la velocidad y precisión que exige cualquier proceso de aprendizaje.

En nuestro estudio experimental del programa Supermat, los resultados revelan que la inteligencia general (medida con el test RAVEN), la memoria (medida con el test MY) y el razonamiento abstracto (medido con el test IGF) de los escolares del primer ciclo de Educación Primaria sometidos a entrenamiento (grupo experimental), frente a los no entrenados (grupo control), mejoran de una forma estadísticamente significativa.

Otros resultados del estudio muestran una manifiesta tendencia de mejora de los sujetos del grupo experimental con respecto al grupo control. Aunque esta mejora no es estadísticamente significativa, dichos resultados constatan, y más teniendo en cuenta el tamaño de la muestra, una mejora muy relevante en la inteligencia general (medida con los tests FACTOR G e IGF) y en la inteligencia no verbal (medida con el test IGF). Además, se produce una mejora relevante en la memoria auditiva inmediata, la atención y la resistencia a la distracción (medidas con el test DÍGITOS) y la inteligencia verbal, la aptitud espacial, el razonamiento verbal y la aptitud numérica (medidos con el test IGF).

Podemos explicar todo esto si tenemos en cuenta que la inteligencia, conjunto de capacidades organizadas e interrelacionadas, es mejorable por medio del aprendizaje. Estamos persuadidos de la existencia de apertura de toda persona a la modificabilidad estructural cognitiva. La inteligencia, macrocapacidad en continuo movimiento y en permanente actividad, puede desarrollarse y mejorar mediante un entrenamiento adecuado, como una forma de aprendizaje mediado. Si, como ocurre con el programa Supermat, al mejorar cognitivamente destrezas de algunas capacidades conseguimos modificar la propia estructura de dichas capacidades, modificaremos, consecuentemente, la estructura misma de la inteligencia.

Referencias bibliográficas

- ANDERSON, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skills, *Psychological review*, 89, 369 – 406.
- BLAKEMORE, S. J. y FRITH, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro. Las claves de la educación*. Barcelona: Ariel.
- BOLÍVAR, A. (2000). *Los centros educativos como organizaciones que aprenden*. Madrid: La Muralla.
- CALERO, M. D. (coord.) (1995). *Modificación de la inteligencia. Sistemas de evaluación e intervención*. Madrid: Pirámide.
- CAPILLA GONZÁLEZ, A. et al. (2004). La magnetoencefalografía en los trastornos cognitivos del lóbulo frontal. *Revista de Neurología*, 39 (2), 183 – 188.
- ETCHEPAREBORDA, M. C. et al. (2004). Sustrato neurofuncional de la rigidez cognitiva en el trastorno por déficit de atención con hiperactividad: resultados preliminares. *Revista Neurología*, 38 (1), 145 – 148.
- FONSECA, V. D. (1996). *Aprender a aprender: la educabilidad cognitiva*. Lisboa: Notícias.
- GARDNER, H., FELDMAN, D.H. y KRECHEVSKY, M. (Comps.) (2000). *El Proyecto Spectrum. Tomo I: construir sobre las capacidades infantiles*. Madrid: Morata.
- GARDNER, H., FELDMAN, D.H. y KRECHEVSKY, M. (Comps.) (2001). *El Proyecto Spectrum. Tomo II: Actividades de aprendizaje en la educación infantil*. Madrid: Morata.
- GARDNER, H., FELDMAN, D.H. y KRECHEVSKY, M. (Comps.) (2001). *El Proyecto Spectrum. Tomo III: Manual de evaluación para la educación infantil*. Madrid: Morata.
- GARDNER, H. (2001). *La inteligencia reformulada*. Barcelona: Paidós.
- FERNÁNDEZ, A., ORTIZ, T., MAESTU, F., MARTÍNEZ, E., ROBLES, J. I. y GARCÍA DE LEÓN, M. (1999). Diferencias en potenciales evocados de larga latencia y respuesta motriz en sujetos con alto y bajo CI, *Psicothema*, 11, 1, 53-63.
- FEUERSTEIN, R.; RAND, Y. y HOFFMAN, M.D. (1979). *The dynamic assessment of retarder performers: The learning potencial assessment device. Theory, instruments and techniques*. Baltimore. Univ. Press.
- FEUERSTEIN, R.; RAND, Y. y HOFFMAN, M.D. (1980). *Instrument Enrichment. An intervention program for the cognitive modifiability*. Baltimore. Univ. Press.
- FEUERSTEIN, R. (1986). Experiencia del aprendizaje mediado, *Siglo Cero*, 28 – 32.
- FEUERSTEIN, R. (1988). *Programa de Enriquecimiento Instrumental*. Madrid. Instituto Superior San Pío X.
- GOODIN, D. S., AMINOFF, M. J. y ORTIZ, T. A. (1993). Expectancy and responses strategy to sensory stimuli, *Neurology*, 43, 2139-2142.
- GOODIN, D. S., AMINOFF, M. J., CHEQUER, R. S. y ORTIZ, T. A. (1996). Response compatibility and the relationship between event-related potentials and the timing of a motor response, *Journal of Neurophysiology*, 76, 6, 3705-3713.

- GOODIN, D. S., AMINOFF, M. J., ORTIZ, T. A. y CHEQUER, R. S. (1996). Response times and handedness in simple reaction time task, *Experimental Brain Research*, 109, 117-126.
- LIPMAN, M. (1976). *Programa de Filosofía para niños*. Madrid: Eumo.
- LIPMAN, M. (1997). *Pensamiento complejo y educación*. Madrid: La Torre.
- MARTÍNEZ, J. M. (1997). *Enseño a pensar*. Madrid: Bruño.
- NICKERSON, R. S. et al. (1987). *Enseñar a pensar. Aspectos de la aptitud intelectual*. Barcelona: Paidós.
- NORMAN, D. A. (1985). *Aprendizaje y memoria*: Madrid. Alianza.
- NOVAK, J. D. (1985). *Teoría y práctica de la educación*. Madrid: Alianza.
- NOVAK, J. D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- OLLER, L. y ORTIZ, T. (1987). Mapas de actividad eléctrica cerebral en trastornos de aprendizaje y del lenguaje, en Narbona, J. y Poch, M. L.: *Neuropsychologie infantile*. Pamplona: Científiques.
- ORTIZ, T. (1985). Hemisfericidad cerebral en psicología de la educación, *Papeles del Colegio Oficial de Psicólogos*, 4, 6, 39-52.
- ORTIZ, T. y ESCALERA, M. E. (1986). Déficits neuropsicológicos y aprendizaje escolar, *Revista de Ciencias de la Educación*, 127, 325-333.
- ORTIZ, T. y VILA, E. (1986). Lóbulos frontales y procesos cognitivos, *Revista de Psicología General y Aplicada*, 41, 3, 585-599.
- ORTIZ, T., FERNÁNDEZ, A. y GARCÍA DE LEÓN, M. (1990). Diferencias sexuales hemisféricas en potenciales evocados visuales durante la discriminación de vocales y consonantes, *Revista de Neurofisiología clínica*, 3 (1-2), 57-62.
- ORTIZ, T., FERNÁNDEZ, A. y GARCÍA DE LEÓN, M. (1990). Diferencias hemisféricas en potenciales evocados visuales durante la discriminación de vocales y consonantes, *Revista de Neurofisiología clínica*, 3 (3-4), 12-16.
- ORTIZ, T., NAVARRO, M. y VILA, E. (1990). P300 component of the auditory event-related potentials and dyslexia, *Functional Neurology*, 5(4), 333-338.
- ORTIZ, T., NAVARRO, M. y VILA, E. (1991). Diferencias topográficas en la banda alfa durante la discriminación fonémica, *Revista de Psicología General y Aplicada*, 44, 285-290.
- ORTIZ, T., FERNÁNDEZ, A. y GARCÍA DE LEÓN, M. (1991). Diferencias hemisféricas en potenciales evocados visuales durante la discriminación deconsonantes y símbolos, *Archivos de Neurobiología*, 51, 5, 223-228.
- ORTIZ, T., ROBLES, J. I., FERNÁNDEZ, A. y GARCÍA DE LEÓN, M. (1992). Discriminación sensorial y respuesta motora en sujetos con alto y bajo cociente intelectual: un estudio con potenciales evocados y EMG, *Revista de Neurofisiología Clínica*, 5, 2, 83-90.
- ORTIZ, T., EXPÓSITO, J., MIGUEL, J., MARTÍN-LOECHES, M. y RUBIA, F. (1992). Brain mapping in dysphonemic dyslexia: in resting and phonemic discrimination conditions, *Brain and Language*, 42, 270-285.

- ORTIZ, T. y EXPÓSITO, J. (1992). EEG topography during letters discrimination in normal and dyslexic children, *European Journal of Applied Psychology*, 42, 3, 199-206.
- ORTIZ, T., FERNÁNDEZ, A., MARTÍNEZ, A. M., ROBLES, J. I. y GARCÍA DE LEÓN, M. (1993). Potenciales evocados y discriminación sensorial con y sin respuesta motora, *Revista de Neurofisiología Clínica*, 6, 2, 1-9.
- ORTIZ, T., GOODIN, D. S. y AMINOFF, M. J. (1993). Neural processing in a Three-choice Reaction-time Task: A study using cerebral-evoked Potentials and Single Trial Analysis in Normal Humans, *Journal of Neurophysiology*, 69, 5, 1499, 1512.
- ORTIZ, T. and MAOJO, V. (1993). Comparison of the P300 wave in introverts and extraverts, *Personality and Individual Differences*, 15, 1, 109-112.
- ORTIZ, T., MAOJO, V., MARTÍNEZ, R. y OLIVEROS, J. C. (1993). EEG alpha asymmetry during phonemic discrimination, *Journal of Psychophysiology*, 7, 4, 308-314.
- ORTIZ, T. y VILA, E. (1994). Asimetría de los potenciales evocados tardíos (P300 y P400) en niños disléxicos, *Revista de Psicología General y Aplicada*, 47, 65-69.
- ORTIZ, T. (1994). Cuantificación de las señales bioeléctricas cerebrales y dificultad de aprendizaje, en *Dislexia y dificultades de aprendizaje*, Madrid: CEPE.
- ORTIZ, T., MAESTU, F., FERNÁNDEZ, A. (1996). Expectancy and response strategy in a three-choice visual task, *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.*, 99, 491-493.
- ORTIZ, T. (1996). Cerebro y música, *Revista de Música Doce Notas*, 2, 61-63.
- ORTIZ, T. (2000). Temporalidad, cerebro y música, en M. Betes de Toto (ed). *Fundamentos de musicoterapia*.
- ORTIZ, T. et al. (2001). *Magnetoencefalografía*. Madrid: Longares.
- ORTIZ, T. (2007). *Envejecer con salud*. Planeta. Barcelona.
- ORTIZ, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Alianza Editorial. Madrid.
- PINILLOS, J. L. (1998). *La mente humana*. Madrid: Temas de hoy.
- PORTELLANO, J. A. (2005). *Introducción a la Neuropsicología*. Madrid: McGraw-Hill.
- PORTELLANO, J. A. (2008). *Neuropsicología infantil*. Madrid: Síntesis.
- PRIETO, M. D. (1992). *Modificabilidad cognitiva y PEI*. Madrid: Bruño.
- ROMÁN, M. y DÍEZ, E. (1988). *Inteligencia y potencial de aprendizaje*. Madrid: Cincel.
- ROMÁN, M. y DÍEZ, E. (1994). *Currículum y enseñanza. Una didáctica centrada en procesos*. Madrid: EOS.
- ROMÁN, M. y DÍEZ, E. (1994). *Currículum y programación. Diseños curriculares de aula*. Madrid: EOS.
- ROMÁN, M. y DÍEZ, E. (1999). *Aprendizaje y currículum: didáctica socio-cognitiva aplicada*. Madrid: EOS.
- ROMÁN, M. y DÍEZ, E.. (2001). *Diseños curriculares de Aula: un modelo de planificación como aprendizaje-enseñanza*. Buenos Aires: Novedades Educativas.

- ROMÁN, M. y MÁRQUEZ, J. (2002). *Organizaciones creadoras del conocimiento y cambio institucional*. Magister en currículum, evaluación e innovación educativa. Madrid: UCM.
- ROMÁN, M. (2004). *Sociedad del conocimiento y Refundación de la Escuela desde el aula*. Lima: Libro Amigo.
- STERNBERG, R. J. (1982). *Handbook of human intelligence*. Cambridge: Univ. Press.
- STERNBERG, R. J. (1997). *Inteligencia exitosa*. Barcelona: Paidós.
- STERNBERG, R.J. (1999): *Enseñar a pensar*. Madrid: Santillana.
- STEVEN, A. L. y COLLINS, A. (1980). Multiple conceptual models of a complex system, en E. R. Snow *Aptitude, learning and instruction*, V. 2., Hillsdale. LEA.
- TAPIA, M. C., ORTIZ, T., CAMPOS, J. y OLAIZOLA, F. (1989). Potenciales evocados auditivos corticales, P300, en niños con alteraciones del lenguaje. *Acta ORL Española*, 40, 121-125.
- TÉBAR, L. (2003). *El perfil del profesor mediador*. Madrid: Santillana.
- VYGOTSKY, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.
- YUSTE HERNANZ, C. y QUIRÓS, J. S. (1991). *Progresint: Programa para la estimulación de las habilidades de la inteligencia: PROGRESINT*. Madrid: CEPE.

Correspondencia con los autores

Santiago Sastre Llorente.

Centro Universitario Villanueva (Universidad Complutense de Madrid). Colegio Retamar.

santisastre92@yahoo.es

Martiniano Román Pérez.

Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid.

Tomás Ortiz Alonso.

Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid.