

Proyecto E.A.O – TOAM Evaluación del rendimiento aritmético

por
Benito Echeverría

CONTEXTO GENERAL

El Departament d'Ensenyament de la Generalitat de Catalunya ha puesto en funcionamiento diversos proyectos de informática aplicada a la educación, especificados en el gráfico 1 con el número de centros que participan.

El *Proyecto EAO* se ha iniciado en el curso 84-85 y al igual que el *Proyecto LOGO* va dirigido a alumnos de EGB

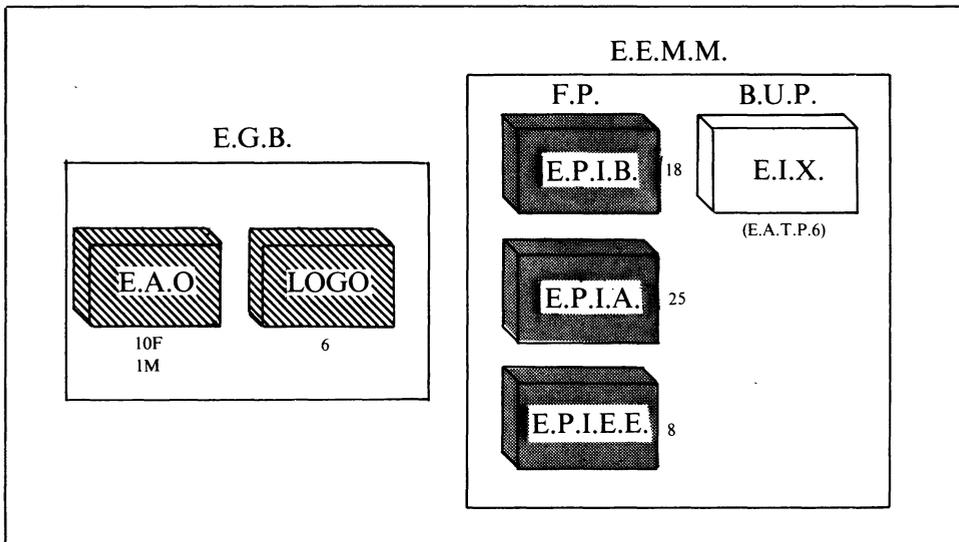


Gráfico 1: Proyectos y experiencias de introducción de la informática en la enseñanza (Generalitat de Catalunya).

Todos están coordinados por la «Comissió d'Informàtica del Departament d'Ensenyament», (Ordre 485; D.O.G 14-XI-84), que trabaja en el diseño de un programa general de actuación y sus tareas prioritarias son las de «coordinación, seguimiento y evaluación de las experiencias que se vienen realizando con el fin de conseguir un conocimiento real tanto en el aspecto estrictamente técnico pedagógico, como en la formación del profesorado en la ciencia informática, ya sea a nivel de contenidos, como de metodología».

De esta Comisión dimana el encargo de un diseño general de investigación y la evaluación de resultados del primer año de experiencia del *Proyecto EAO*, que se nos hizo en Noviembre de 1984.

Sobre este último aspecto centraremos nuestra exposición, tras un breve resumen del origen y características del sistema, sobre el que se sustenta el proyecto.

Orígenes del Proyecto

Los orígenes de este proyecto se remontan a la década de los setenta, cuando el Centro de Tecnología Educativa (CET) de Tel Aviv realiza un exhaustivo análisis sobre la efectividad de los diferentes sistemas CAI, dirigido por el Dr. Y. Peless. De él se deriva que el sistema desarrollado por el equipo de la Universidad de Stanford (Suppes, P, et al. 1972 y Macken, E, et al. 1976) ofrece las máximas garantías para colaborar en la solución de alguno de los grandes problemas que presentan los alumnos asiáticos y africanos, inmigrados a Israel.

Uno de ellos, probablemente el más grave, se producía en el campo de la Aritmética, donde sólo el 25% de los alumnos procedentes de familias socioeconómicamente desfavorecidas lograban pasar de grado, frente al 72,2% de los nacidos en núcleos familiares con un alto nivel socioeconómico, que superaban el curriculum establecido (Minkovich, A, et al. 1977).

Los resultados de este estudio y el carácter básico de la materia condujeron al CET a dirigir sus primeros esfuerzos a la adaptación del programa de Aritmética de Stanford (CCC: Computer Curriculum Corporation). Los mayores cambios se introdujeron en el tema de «problemas verbales», donde la profesora de la Universidad de Haifa -Nesher, P,- ha aportado una valiosa colaboración con estudios sobre la naturaleza de estos problemas (1980), sobre los aspectos verbales (1976) y semánticos (1977 y 1982), relacionados con los mismos y sobre los estilos cognitivos que éstos requieren (1978).

Una vez diseñado y experimentado el «courseware» de Aritmética, elegido porque «los resultados obtenidos con los métodos anteriores no eran satisfactorios, se trataba de un temario obligatorio para todos los escolares y estaba bien definido en cuanto a contenidos y requisitos» (Osin, L, 1981, pág 469), el paso siguiente fue elaborar el «hardware» que sirviese a los fines curriculares y pedagógicos perseguidos. (Véase sus características en *Revista de Investigación Educativa*. Vol 2, N.º 3, págs. 62-64).

Entre estos últimos, el equipo del CET, compuesto en la actualidad por más de cien técnicos con dedicación exclusiva al centro, mantiene una postura claramente a favor de la enseñanza individualizada que resume su director con estos términos: «No todos los niños son capaces de progresar al ritmo requerido» (Osin, L, 1981, pág. 469), pero todos tienen «derecho a que se les provea de la oportunidad y de los medios para desarrollar completamente su potencial» (Osin, L, 1984, pág. 418).

De esta filosofía, mantenida por el CET desde que hizo la primera experiencia en Netivot -1977- con el «courseware» de Aritmética, participan las sucesivas ampliaciones en: a) *Drill and practice* (inglés como segundo idioma); b) *Tutorial* (electricidad); c) *Simulación* (geometría); d) *Problem solving* (LOGO) y e) *Lenguajes informáticos*.

De todos ellos los más experimentados son los de «ejercicio y práctica» y el más elaborado el «courseware» de Aritmética. Con él se ha iniciado el *Proyecto EAO*, tras previo estudio sobre las concordancias y discrepancias con las «Orientaciones i Programes» del Departament d'Ensenyament.

Sistema TOAM

La estructura básica de este sistema, que así se llama respondiendo a las iniciales hebreas de «Test y Ejercitación Ayudado por Computador», engloba en su seno el Modelo de Conocimiento (MC), el Modelo del Estudiante (ME) y el Modelo Pedagógico (MP).

Para facilitar una mejor comprensión del proceso de investigación, que comentaremos después, resumimos sus características y remitimos al artículo de Osin, L, (1984) para una mayor profundización. De él se ha tomado la terminología.

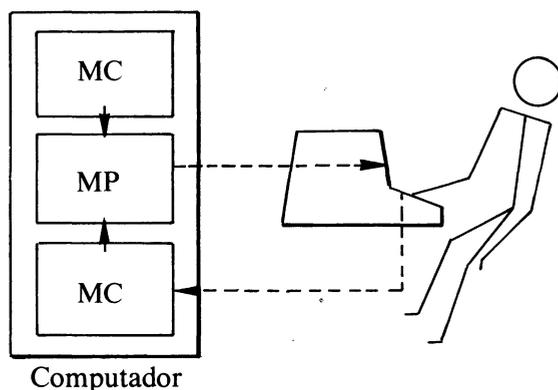


Gráfico 2: Estructura básica del sistema TOAM

En síntesis, podemos describirlo como un proceso en «feed-back» donde el modelo pedagógico (MP) decide qué tipo de información de MC ha de remitirse al estudiante en función de su perfil aptitudinal y ritmo de trabajo. Este procesa la información, contesta y su respuesta pone al día el modelo del estudiante (ME), que a su vez actualiza el modelo pedagógico (MP). A tenor de ella, el MP toma una nueva decisión y se reinicia el diálogo.

a) Modelo de conocimiento (MC)

El modelo básico de casi todos los «courseware» de TOAM, y concretamente el de Aritmética, viene delimitado por tres dimensiones: a) *Los temas*; b) *Los niveles* de cada uno de ellos, y c) *Los ejercicios y secuencias* para cada tema y nivel.

Así, el «courseware» de Aritmética se compone de quince temas con niveles que fluctúan entre 10 y 79 (Véase Gráfico 3). Estos números indican los niveles ideales de curso y mes de trabajo, correspondientes a las orientaciones curriculares. Las decenas sirven para indentificar el curso escolar y las unidades el mes de trabajo, admitiendo años escolares de diez meses de duración. Por ejemplo, el nivel 58 contiene ejercicios que idealmente deberían dominar los alumnos de 5.º de EGB en el 8.º mes de clase.

	Niveles: 10	20	30	40	50	60	70	80	RANGOS
TEMAS	2º EGB 3º EGB 4º EGB 5º BGB 6º BGB 7º BGB								
1	Sistemas numéricos								10-76
2	Adic. y Sust. hasta 20								10-29
3	Suma vertical								25-47
4	Sustracción vertical								26-49
5	Mult. y Div. hasta 100								20-37
6	Multiplicación vertical								33-54
7	División								37-59
8	Operaciones Mentales								25-79
9	Ecuaciones y leyes fundamentales								17-79
10	Pesos y Medidas								40-72
11	Fracciones simples								40-79
12	N.º Decimales y Porcentajes								50-79
13	N.º Enteros (Positivos y Negativos)								50-79
14	Problemas verbales								20-69
15	Divisibilidad, Factorización y Potenciación								44-79

GRÁFICO 3: Courseware de Cálculo Aritmético, dividido en temas y niveles.

b) Modelo del estudiante (ME)

A través de él se puede conocer el bagaje de conocimientos del alumnado y sus respectivos ritmos de trabajo, ya que después de cada sesión los docentes no sólo reciben un informe detallado de aspectos administrativos (nombres del alumnado, clases,...). sino también del:

- a) Número de ejercicios presentados a cada alumno.
- b) Número de los mismos contestados correctamente.
- c) Porcentaje de errores debidos a falta de tiempo.
- d) Número de sesiones de trabajo realizadas.
- e) Nivel alcanzado en cada uno de los temas en los que les corresponde trabajar de acuerdo a su nivel medio.
- f) Temas, niveles y subniveles en los que un alumno no progresa o retrocede con fácil posibilidad de indentificación, bien a través del computador o mediante una guía de patrones de ejercicios que disponen los docentes.

Toda esta información es convenientemente procesada en el modelo pedagógico y, como es patente, facilita la intervención individualizada de los docentes sobre la base de este diagnóstico previo.

c) Modelo pedagógico (MP)

Por razones de brevedad pasamos por alto el detenido y pormenorizado tratamiento que el computador realiza de la información procedente del resto de modelos y sólo esbozamos las fases de test y de ejercitación que definen el modelo.

c1) Test

Este se realiza a lo largo de las doce primeras sesiones de 10 minutos que el alumno trabaja con el computador y se acostumbra a repetir cada inicio de curso, para identificar los niveles de aprendizaje del alumnado en cada uno de los temas.

Funciona como los denominados «tailored testing» (Lord, F.L, 1970 y 1980), de tal forma que en la primera sesión se fija para el alumno un nivel de aprendizaje por debajo del programa que cursa y, a partir de ahí, siempre que éste trabaje por debajo del tanto por cien de éxitos esperados, baja el nivel de los ejercicios que se presentan a continuación. Al revés ocurre, cuando trabaja por encima.

El tanto por ciento de éxitos requeridos entre la sesión primera y cuarta es del 50% y entre la sesión quinta y duodécima del 67%, pero mientras entre la sesión quinta y octava el progreso y retroceso es global, de la sesión novena a la duodécima se realiza independientemente para cada tema del «courseware».

c2) Ejercitación

Acabado el test, comienza esta fase que en Catalunya se realiza en dos períodos semanales de 20 minutos a lo largo de todo el curso. Es decir, cada vez que el alumno asiste a la sala de ordenadores realiza dos sesiones de 10 minutos, habitualmente conocidas con el nombre de «lecciones». En un curso normal el tiempo de ejercitación de estos alumnos vendrá a ser aproximadamente de 20 horas/año.

En esta fase el progreso se valora en términos de dominio y por eso el computador presenta al alumno entre 5 a 8 ejercicios por cada una de las escaleras de niveles-tema, según los criterios que se especifican en Cuadro 1. Siempre que se considere oportuno, se pueden cambiar los requerimientos de dominio que a continuación especificamos.

CRITERIOS DE EXITO				
Grupo de ejercicios	Grupo de 5	%	Grupo de 8	%
1	5/5	100	8/8	100
2	4/5	80	7/8	87,5
3...	3/5	60	6/8	75

Cuadro 1: Criterios de dominio en la fase de ejercitación.

Es importante resaltar que los alumnos difícilmente repiten ejercicios seguidos de un mismo tema, dado el alto número de «patrones» de secuencias por «courseware» (1.400 en Aritmética), que traducidos en términos de ejercicios supone un conglomerado de aproximadamente 10.000 ejercicios diferentes. Su elección es al azar con ponderación correctiva, que tiene en cuenta entre otros aspectos las dificultades presentadas por el alumno y la importancia relativa del tema.

PROCESO DE INVESTIGACIÓN

Objetivos investigación. Curso 84-85.

En la evaluación de este primer curso de experiencia del *Proyecto EAO* se ha pretendido:

- 1) Realizar un extensa *prospección de los dominios de cálculo aritmético* poseídos por los alumnos de 2.º a 8.º de EGB, que participan temporalmente (Aula móvil) o de forma continuada en el Proyecto, *antes de iniciar la fase de ejercitación con el sistema.*

- 2) Inferir a partir de esta prospección los *promedios de progreso en cálculo aritmético*, que lograban habitualmente los alumnos de la población, a la que pertenece la muestra analizada.
- 3) Contrastar en Catalunya la hipótesis que preconizan los creadores del sistema, al preveer un *progreso medio de un nivel por mes de ejercitación* con el «courseware» de cálculo aritmético.
- 4) *Controlar este progreso* mediante un diseño cuasiexperimental en determinados centros de un mismo barrio, en el que unos alumnos actúan como grupos experimentales (Ejercitación *con* el sistema) y otros, de similares características, lo hacen como grupo control (Ejercitación *sin* el sistema).

Para aminorar en la medida de lo posible las fuentes de invalidez del diseño, sobre todo las incontroladas y posibles, (Interacción de variables, interacción de selección, tratamiento experimental, reactividad,...), se ha ejercido un mayor control sobre este último objetivo y se ha creado para ello instrumentos externos de medida.

En el trabajo de la Dra. Inmaculada Bordas se informa más detenidamente sobre las características de las tres pruebas objetivas creadas «ad hoc», para evaluar los conocimientos adquiridos en matemáticas, al final de cada ciclo de la E.G.B. A través de ellas se ha pretendido:

- 5) *Contrastar las diferencias existentes* entre grupos control y experimentales en:
 - Proceso global de aprendizajes matemáticos.
 - Niveles didácticos: «Conceptos», «Habilidades», «Mecánica» y «Razonamiento».
 - Dominios de aprendizajes en las distintas áreas de contenido de la materia de matemáticas.

Muestra

El primer y segundo objetivo de investigación se ha analizado a partir de las observaciones recogidas en el *aula móvil*, itinerante por las comarcas catalanas, y en las nueve *aulas fijas*, asentadas en otros tantos centros de EGB.

a) Aula Móvil

En el curso 84-85 esta aula ha recorrido la comarca de Osona y en ella los alumnos sólo han realizado la fase de test.

Se trata de una típica comarca agropecuaria, con bastante densidad de población y donde la tierra se explota en régimen familiar, siendo muy escasos los asalariados y jornaleros.

Los 6.646 alumnos de 2.º a 8.º de EGB, que pasaron por esta aula, fueron elegidos a través de un muestreo opinático, según criterios fijados por el Departament d'Ensenyament, tras previo informe de la Inspecció d'Educació Bàsica.

Los principales criterios para elección fueron:

- * Territorios *sin aulas fijas* en su demarcación.
- * Mayoría de *alumnos catalano-parlantes*.
- * Posibilidad de realizar la prueba en *centros públicos y privados*.

b) Aulas fijas experimentales

Como se puede derivar de la exposición de objetivos, la investigación para el curso 84-85 se ha centrado fundamentalmente en las observaciones recogidas en estas aulas, a partir de las cuales se describe la situación inicial del Proyecto y se contrastan las hipótesis subyacentes a los objetivos tercero, cuarto y quinto.

Estas aulas, ubicadas en todas las provincias de Catalunya, se asientan en los centros que participan de las dos fases (test y ejercitación) del *Proyecto EAO* y en algún caso su utilización es compartida con otros colegios cercanos.

La elección de los 6.125 alumnos de estas aulas también la realizó el Departament d'Ensenyament con el mismo sistema de muestreo que en el caso anterior, pero dentro de una población, cuya tipología de centros venía definida por las siguientes características:

- * Escuelas *públicas*, situadas normalmente en el extrarradio de ciudades o poblaciones.
Los de la provincia de Barcelona están en un barrio obrero de la capital («La Verneda») y en Terrassa, Hospitalet, Badalona, St. Boi. Los de Tarragona en Reus y en un barrio de la capital de la provincia. El de Lleida es un centro de Acción Especial y el de Girona un colegio recién estrenado.
- * Colegios con mayoría de *alumnos castellano-parlantes*, del orden de un 85% en el Ciclo Inicial, un 81% en el Medio y un 74% en el Superior.
- * Zonas de *bajo rendimiento académico*, especialmente en Matemáticas.
La tendencia de «insuficientes» (Junio) en el último trienio se representa en el Gráfico 4, que muestra los niveles de un mismo año académico (lectura horizontal), el mismo nivel en diferentes años académicos (lectura vertical) y el mismo grupo de alumnos a lo largo de su escolaridad (lectura en diagonal).

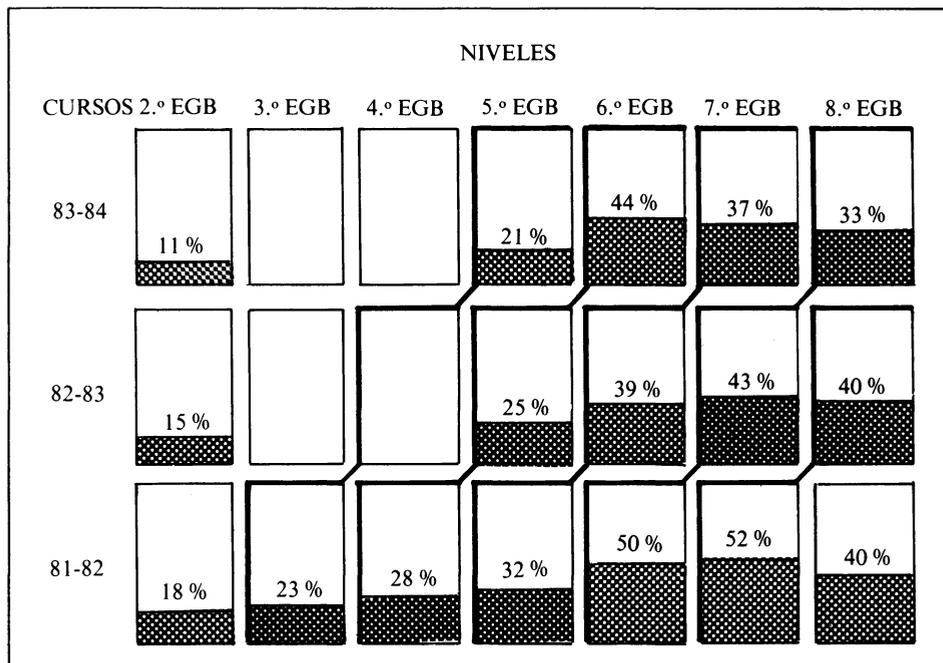


Gráfico 4: Porcentajes de insuficientes en el área de Matemáticas (N.B.: No se computan las tres últimas aulas puestas en funcionamiento).

La mayoría de estos alumnos proceden de familias con un nivel socioeconómico bajo y con estudios de escolarización básica, más bien deficientes.

Los casi 150 profesores que participan directamente en la experiencia llevan un promedio de docencia de 14 años los del C. Inicial, 16 los del Medio y 11 los del Superior. Los primeros tienen un promedio de permanencia en el centro de 5 años, los segundos de 6 años y los terceros de 4 años. Si se exceptúan los profesores de 8.º de EGB, son escasos los que permanecen con el mismo grupo más de dos cursos.

En cuanto a status profesional, la mayoría son propietarios definitivos, con solo un 10% de provisionales y un 5% de interinos, que se concentran en el Ciclo Superior.

c) Aulas fijas control

Los 1.342 alumnos de este grupo fueron elegidos con idéntico sistema al anterior, buscando el máximo de similitudes con aquél y cumpliendo como condición indispensable el pertenecer al mismo barrio. En algún caso, como en Hospitalet, la mitad del centro asociado actúa como control y la otra mitad como experimental.

En resumen, los resultados que a continuación vamos a ofrecer, se han obtenido del número de alumnos que se detallan en el gráfico 5, para cada uno de los objetivos expuestos.

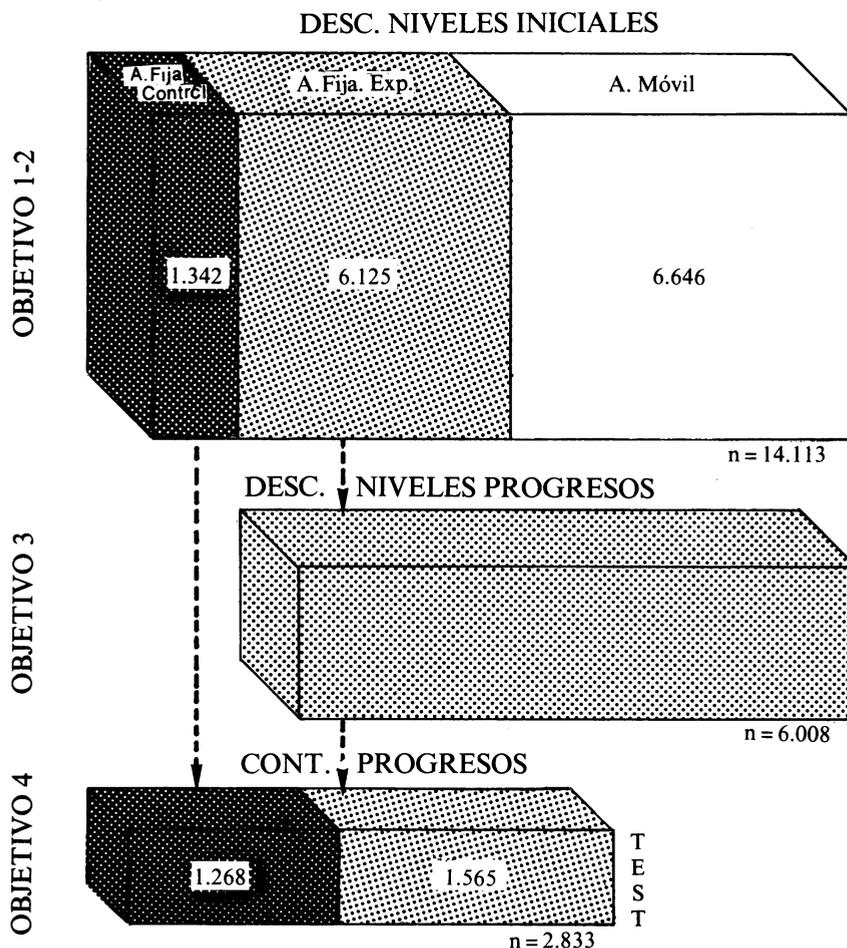


Gráfico 5: Número de alumnos en los que se ha contrastado cada uno de los objetivos de la investigación para el curso 84-85.

OBJETIVO 1.º

A lo largo del curso 84-85, 14.113 alumnos han realizado el test del sistema, que, como ya dijimos, está pensado para identificar los niveles de aprendizaje en cada uno de los temas del «courseware».

Conocíamos las demostraciones del CET (Osin, L, 1981) sobre la consistencia del test, cuando los alumnos son inmediatamente «retestados». Teníamos presentes las correlaciones significativas entre niveles del test y puntuaciones del SAT (Stanford Achievement Test), detectados en el CCC (Macken, E, el alt. 1.976). A pesar de ello, consideramos prudente retomar el estudio de su consistencia, porque de ella podría depender una correcta prospección de conocimientos y el análisis de los progresos esperados en los alumnos del grupo experimental.

Consistencia de la prueba

En nuestro estudio no hemos podido contar con criterios externos de medida independiente y se han utilizado estudios correlaciones entre las valoraciones del profesorado, previas a la ejecución del test, y los resultados del mismo, así como entre los resultados de éste (test) y una segunda ejecución (retest), realizada a continuación por los mismos alumnos.

Las correlaciones entre las valoraciones previas del profesorado y los niveles alcanzados por el alumno son casi todas significativas, pero no podemos asegurar que las primeras se hayan dado antes de conocerse los resultados de las doce sesiones del test, por lo que su validez es relativa.

El estudio correlacional entre test y retest, realizado en el C.P. «Montfalgars» (Girona) entre el 21-II-85 y 12-III-85, mostró en su totalidad relaciones significativas ($\alpha = .05$), tanto entre las medias globales, como entre los temas «abiertos» al conjunto de cada uno de los cursos (Véase Tabla 1).

TABLA 1

Coefficientes de correlación entre test-retest
(C.P. Montfalgars)

<u>CURSOS</u>		<u>Temas</u>				
		<u>Medias</u>	<u>1</u>	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>14</u>
2.º EGB	49	.82	.81	.68	.67	
3.º EGB	52	.87	.71	.82	.82	.81
4.º EGB	58	.92	.85	.80	.88	.86
5.º EGB	27	.88	.77	.77	.90	.93
6.º EGB	19	.85	.73	.72	.79	.65
7.º EGB	8	.95	.93	.95	.88	.96

Resultados de la prospección

Desde que a principios de Noviembre de 1984 se conocen los primeros resultados del test (Véase Tabla 2), hasta obtener los últimos en el mes de Junio de 1.985 (Véase Tabla 3), han pasado ocho meses de curso en los que cabe esperar unos progresos (Gráfico 7), explicables por la acción docente ejercida y la normal ejercitación de los alumnos, al margen del sistema TOAM.

Teóricamente los niveles de aprendizajes que deberían mostrar estos alumnos en cada una de estas épocas habrían de ser los reseñados en ambas tablas en la fila de «Niveles ideales» y en el gráfico con la «Recta ideal».

TABLA 2
Niveles de aprendizajes aritméticos reales e ideales (NOVIEMBRE 84)

A. FIJAS	E S t	CURSOS						
		2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
ZONAS								
Barcelona	\bar{X}	23.5	29.4	36.1	41.2	44.5	47.4	49.7
Terrassa	s	5.0	5.5	7.2	6.7	5.9	8.1	9.5
Hospitalet	n	244	237	250	235	234	231	215

N. IDEALES		23	33	43	53	63	73	

A. MOVIL								
ZONAS								
Vic	\bar{X}	20.7	28.9	34.8	39.5	42.1	45.2	51.4
	s	4.0	6.5	6.7	6.7	5.9	6.8	9.5
	n	161	174	159	161	229	232	191

N. IDEALES		23	33	43	53	63	73	

TABLA 3
Niveles de aprendizajes aritméticas reales e ideales (JUNIO 85)

A. MOVIL	E S T	CURSOS						
		2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º
ZONA								
S. HIPOLIT	\bar{X}	29.0	33.5	40.0	43.1	44.8	47.9	54.1
	s	6.6	7.5	6.8	6.7	6.9	9.0	11.9
	n	102	115	124	121	112	133	82

N. IDEALES		30	40	50	60	70		

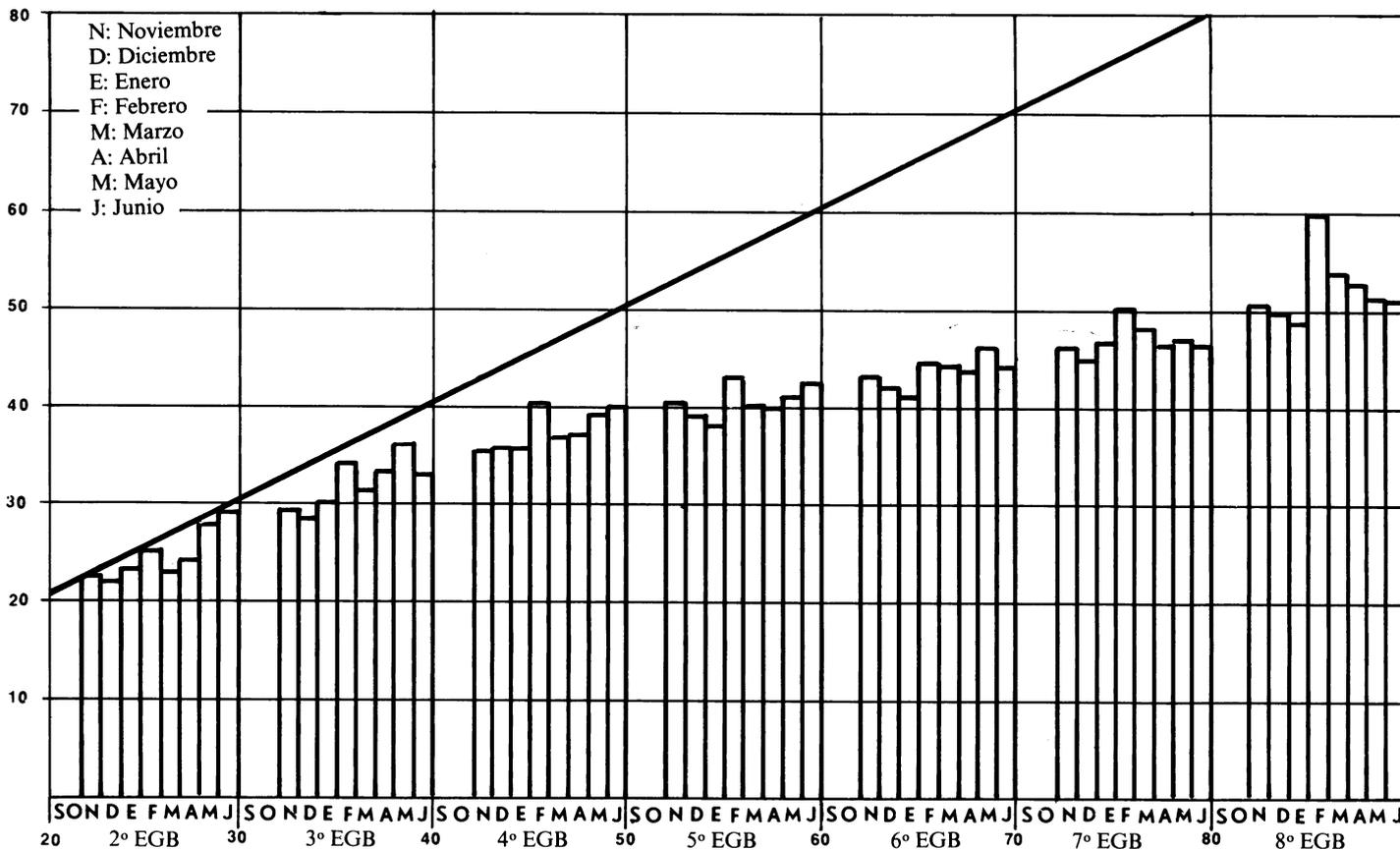


Gráfico 7: Evolución de niveles promedios en los ocho meses de ejecución del test.

El gráfico refleja una tendencia de niveles bastante uniforme que prácticamente sólo se rompe en el mes de febrero. Estos corresponden a la zona de Manlleu y por el momento no contamos con razones suficientemente contrastadas que expliquen esta separación con respecto a la norma.

Pero más allá de este hecho, se observan fenómenos de gran importancia como es la notable discrepancia entre los niveles empíricos y los criterios (recta del gráfico 7), que se hace más patente conforme avanzan los cursos:

- * Sólo los alumnos de 2.º de EBG mantienen en la primera mitad de curso concordancia entre ambos niveles. Después, éstas dejan de presentarse en la mayoría de los grupos analizados.
- * En 3.º y 4.º de EGB los retrasos comienzan a perfilarse con más claridad y al final del Ciclo Medio (5.º de EGB) son ya más de un año.
- * En el Ciclo Superior, los alumnos de 6.º muestran retrasos de aproximadamente dos años, los de 7.º de dos años y medio y los de 8.º, que teóricamente deberían superar el nivel máximo del «courseware» (79), mantienen en general niveles de dominio propios de los inicios de un 5.º de EGB.

Esta situación ha venido a corroborar una de las conclusiones del Informe del M.E.C. (1.984) sobre la *Evaluación de las Enseñanzas Mínimas, Ciclo Inicial de la EGB*. En este estudio se afirma que «la acumulación de fallos, lagunas y, en definitiva, la falta de dominio necesario para seguir aprendizajes posteriores,... pueden originar retrasos permanentes».

OBJETIVO 2.º

Resulta curioso observar que este panorama últimamente descrito sobrepasa las fronteras nacionales, y, según la experiencia acumulada por el CET, se repite prácticamente en todos los entornos por ellos estudiados. Los resultados de sus investigaciones sitúan alrededor de cuatro niveles los progresos entre cursos, lo que supone un dominio medio de sólo el 40% de los requerimientos del programa de trabajo.

El dato era suficientemente grave como para darlo por válido sin más y además, necesitábamos contar con niveles iniciales de referencia contrastables con ese 100% de progreso, que los promotores del sistema auguraban, tras la fase de ejercitación con el mismo. Estos motivos nos llevaron a replicar el estudio en Catalunya y se ha utilizado el mismo sistema de cómputo empleado por ellos.

Este se basa en dividir la diferencia entre el curso más alto y más bajo, que participan en la experiencia, por el número de cursos que median entre ambos. En nuestro caso: $\bar{X}_p = \bar{X}_{8.ºEGB} - \bar{X}_{2.ºEGB} / 6$

Como en el *Proyecto EAO* el test, que se utiliza como prueba de referencia, no lo han realizado este curso todos los alumnos al mismo tiempo, se ha tenido

en cuenta esta variable, tal y como se recoge en el Gráfico 8. Como se puede observar, el promedio de progresos aritméticos entre 2.º y 8.º de EGB es en la muestra analizada siete décimas superior al identificado por el CET.

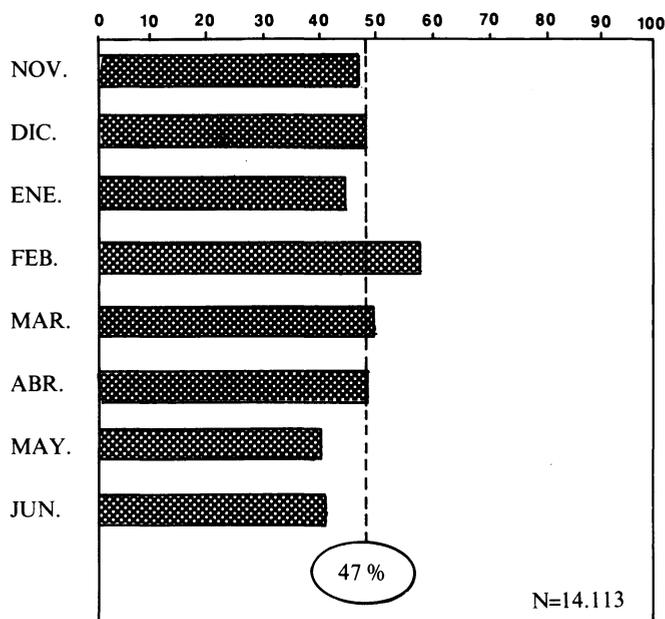


Gráfico 8: Porcentaje de progresos medios de niveles en función de los meses de realización del test.

A pesar de ello, el estado de la cuestión sigue siendo preocupante, puesto que sólo se cubre el 47% de los requerimientos del programa y además este porcentaje no se distribuye de manera uniforme entre los cursos, como se observa en el Gráfico 9

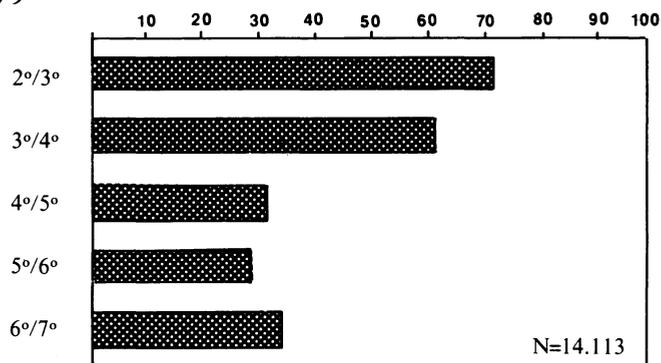


Gráfico 9: Porcentaje de progresos medios de niveles entre cursos.

Ante estos datos permítasenos dejar en el aire algunos interrogantes, que ya han sonado en la reunión de investigadores educativos del «Conseil de l'Europe» sobre la Renovación de la Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Primaria (DECS, 1.984): ¿La acción docente se olvida del cálculo aritmético a partir de los primeros cursos de la educación primaria?, ¿Sigue aún en pie la falsa oposición entre las llamadas «antigua» y «moderna» matemáticas?

OBJETIVO 3.º

Acabamos de describir los niveles de aprendizaje y promedios de progreso que muestran los alumnos, antes de entrar en la fase de ejercitación. Queda por comprobar la incidencia de esta fase en el grupo de alumnos (n = 6.008) que la han realizado.

De acuerdo a los promotores del sistema, si todos ellos hubiesen ejercitado durante los diez meses de curso, cabría esperar un progreso de diez niveles por año –100 % de progreso– o lo que es lo mismo un nivel por mes. Como la experiencia comenzó iniciado el curso y no todos ellos han trabajado el mismo tiempo, debemos esperar unos progresos medios similares a los reseñados en la última fila de la Tabla 4.

TABLA 4
Esperanzas de progreso en función del tiempo
que media entre test inicial y final

Meses entre tests:	7	6	5.5	5	4	3	2.5
Horas de ejercitac./ alumno entre tests	11,30	10	8	10,4	8	2,4	4,2
Número de alumnos	1.640	1.064	1.110	692	662	573	267
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Esperanza niveles Progreso	7	6	5.5	5	4	3	2.5

Nota: El tiempo de realización de cada test es de 2 horas no computadas en esta Tabla.

Para comprobar la hipótesis planteada se han contrastado los resultados de los tests que se realizaron antes y después de la fase de ejercitación. La evolución de los mismos se puede observar en el Gráfico 10 con los perfiles medios que corresponden a cada curso, teniendo en cuenta los meses que han mediado entre ambas pruebas. Los principales estadísticos de las mismas se recogen en la Tabla 5.

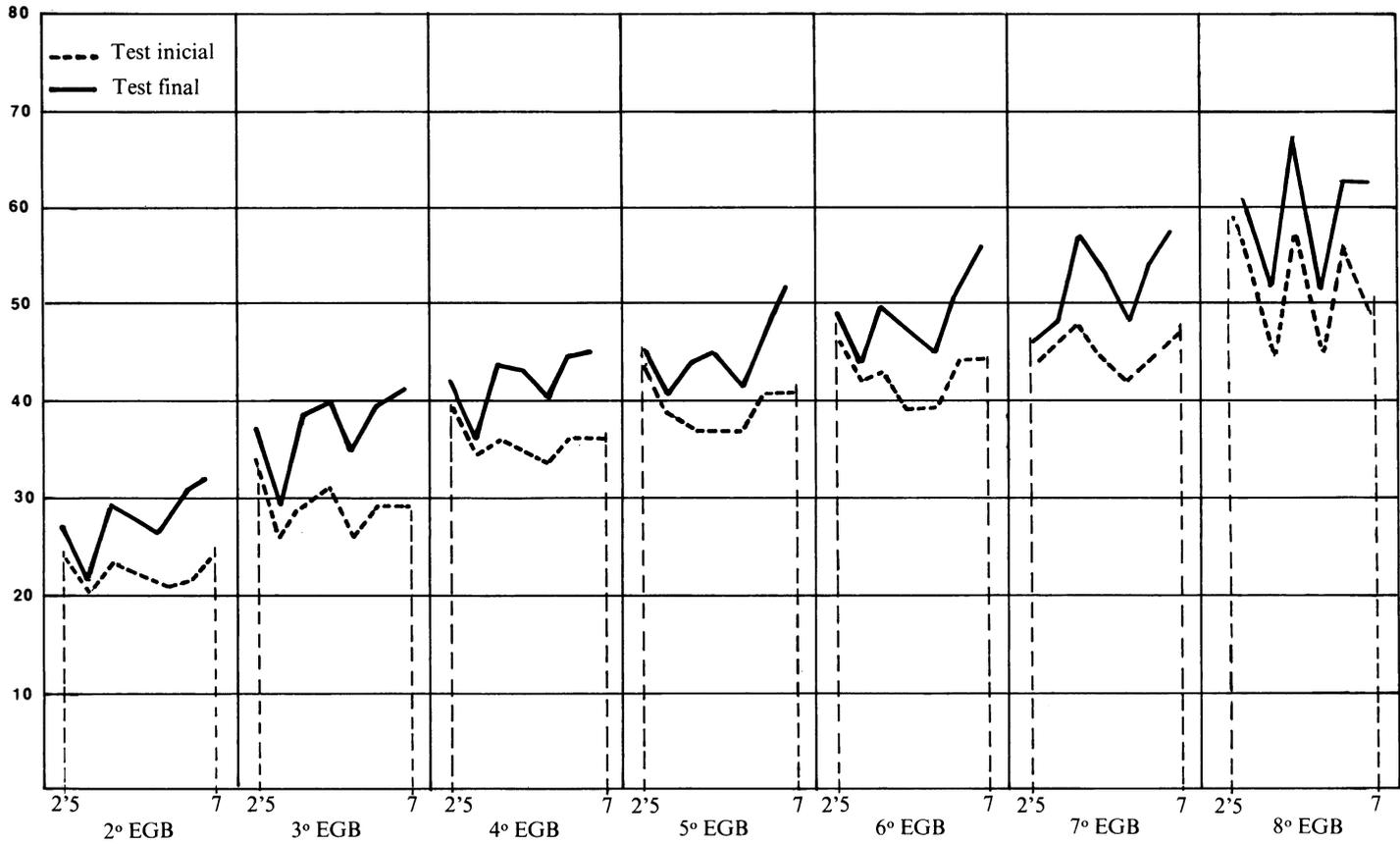


Gráfico 10: Evolución de los niveles promedios en función de meses que median entre el test inicial y final.

TABLA 5
Principales estadísticos del test inicial y final en función de los meses que median entre ambos

		CURSOS								
		2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	Tot.	
7 M E S E S	Inic.	} X s n	23.5	29.4	36.1	41.2	44.5	47.4	49.7	1.646
			5.0	5.5	7.2	6.7	5.9	8.1	9.5	
			244	237	250	235	234	231	215	
	Final	} X s n	32.0	41.0	45.5	52.0	56.1	58.2	62.0	1.640
			7.0	6.1	7.5	9.7	10.3	12.3	12.0	
			243	235	249	236	233	230	214	
-----		PROGRESOS	8.5	11.6	9.4	10.8	11.6	10.8	12.3	
6 M E S E S	Inic.	} X s n	22.3	29.5	36.5	39.8	43.4	44.1	53.1	1.032
			4.2	6.2	6.6	6.6	6.2	5.7	10.4	
			152	161	160	168	132	135	124	
	Final	} X s n	30.5	39.4	45.3	46.8	51.2	53.8	62.7	1.062
			6.9	5.9	7.0	7.1	10.1	9.7	15.5	
			156	160	158	168	164	135	123	
-----		PROGRESOS	8.2	9.9	8.8	7.0	7.8	9.7	9.6	
5,5 M E S E S	Inic.	} X s n	20.9	26.1	33.7	37.5	39.4	42.4	45.6	1.160
			4.0	5.9	7.0	7.2	7.0	7.5	9.0	
			202	207	169	203	137	135	107	
	Final	} X s n	26.6	34.6	40.4	41.7	44.9	48.1	51.7	1.110
			6.3	7.2	7.4	8.9	8.7	8.8	9.2	
			195	193	161	200	135	127	99	
-----		PROGRESOS	5.7	8.5	6.7	4.2	5.5	5.7	6.1	
5 M E S E S	Inic.	} X s n	21.7	30.7	34.7	36.9	39.4	45.1	55.5	694
			4.3	6.2	7.2	7.3	7.0	6.5	10.1	
			92	94	125	134	102	100	47	
	Final	} X s n	28.2	40.0	43.2	45.0	47.4	53.2	67.4	692
			5.5	6.9	7.4	8.7	9.5	10.1	11.7	
			93	94	123	134	101	100	47	
-----		PROGRESOS	6.5	9.3	8.5	8.1	8.0	8.1	11.9	

			CURSOS								
			2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	tot.	
4	M E S E S	Inic.	} \bar{X} s n	23.3	30.3	36.3	37.5	42.9	48.0	45.0	660
				4.4	6.4	6.0	7.0	7.7	8.7	9.4	
				78	99	99	92	92	98	102	
		Final	} \bar{X} s n	29.5	39.0	44.0	44.2	50.1	57.0	51.9	662
				7.0	6.4	5.4	7.1	9.5	11.0	12.0	
				79	99	99	93	92	98	102	

PROGRESOS				6.2	8.7	7.7	6.7	7.2	9.0	6.9	
3	M E S E S	Inic.	} \bar{X} s n	20.5	25.8	34.8	39.0	42.3	46.2	55.4	556
				5.3	7.2	8.4	8.2	7.0	7.0	8.3	
				94	75	91	110	87	52	47	
		Final	} \bar{X} s n	21.4	28.6	35.9	40.7	43.7	47.7	59.8	573
				6.0	9.1	9.8	8.4	10.2	8.9	10.9	
				99	75	94	116	90	52	47	

PROGRESOS				0.9	2.8	1.1	1.7	1.4	1.5	4.4	
2,5	M E S E S	Inic.	} \bar{X} s n	23.7	33.8	39.4	43.6	46.5	43.6		267
				5.4	6.1	7.8	5.3	5.4	10.1		
				71	69	65	33	21	8		
		Final	} \bar{X} s n	27.1	37.1	42.3	44.8	48.7	46.1		267
				6.9	7.4	7.6	6.0	6.9	7.6		
				70	69	65	33	21	9		

PROGRESOS				3.4	3.3	2.9	1.2	2.2	2.5		

Una simple comparación entre los niveles de progresos alcanzados (Tabla 5) y los esperados para cada uno de los meses que median entre el test inicial y final (última fila Tabla 4), evidencia que los primeros han superado a los segundos en todos los casos excepto en las clases de 2.º a 7.º del centro de Acción Especial «St. M.^a Gardeny» (3 meses entre ambos), en 5.º de EGB con un intermedio de cinco meses y medios y en 5.º y 6.º con dos meses y medio.

Tras realizar los contrastes pertinentes de medias, se puede concluir que prácticamente en todos los casos se observan diferencias significativas al final de curso, que son más ostensibles conforme aumenta el número de horas dedicado a la ejercitación.

En este contexto cabe resaltar que los 1.640 alumnos que han realizado aproximadamente 11,30 horas/ curso de ejercitación han conseguido un progreso medio *de once niveles frente a los siete esperados*, lo que supone una supera-

ción media del 153% de los requerimientos del programa, que han repercutido en que los niños que en el curso 84-85 cursaban:

- * 2.º y 3.º de EGB, emprenderán los cursos siguientes con niveles de aprendizaje superiores a los niveles ideales.
- * 4.º y 5.º de EGB, comenzarán sus nuevos cursos con una reducción de discrepancias sobre la tendencia general de cinco y ocho niveles respectivamente.
- * 6.º de EGB, ya no iniciarán séptimo con dos cursos de retraso, sino con curso y medio.
- * 7.º y 8.º, probablemente terminarán la EGB o iniciarán las Enseñanzas Medias con serios déficits aritméticos, pero no tan graves como al inicio de la experiencia.

Similar tendencia se observa en los alumnos del C. Inicial y Medio con seis meses entre pruebas, aunque los retrasos, siguen siendo graves en el C. Superior. En este grupo se ha conseguido un promedio de progreso de *nueve niveles frente a los seis esperados*.

Conforme disminuye el número de horas de ejercitación, la incidencia del sistema no es tan significativa, pero se percibe su influencia.

OBJETIVO 4.º

Para un mayor control de la incidencia del *Proyecto*, se ha llevado a término el diseño cuasi-experimental, reflejado en el Gráfico 11.

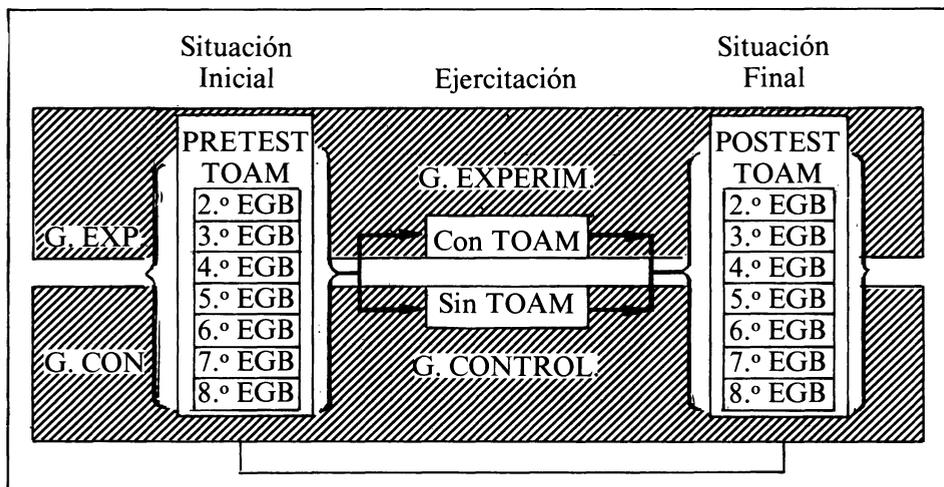


Gráfico 11: Diseño cuasi-experimental de los resultados.

Los alumnos de dos centros públicos de Barcelona y Terrassa, situados en el mismo barrio en el que se ubican aulas fijas experimentales, actúan como grupo control. Y en Hospitalet, la mitad de los alumnos de los centros «Milagros Consarnau» y «Bernat Desclot» actúan como grupo control y la otra mitad como experimental.

Por cuestiones de organización ni todos los grupos experimentales han dispuesto de las mismas horas de ejercitación (Véase segundo columna Tabla 8), ni el período que medió entre el pretest y el postest fue similar para los grupos control y experimental (Véase primera columna Tabla 8).

Situación inicial

Los resultados del pretest se recogen en la Tabla 6, diferenciados por ciudades y en el caso de Hospitalet por centros.

Al no poder elegir grupos homogéneos por razones deontológicas, nos encontramos en esta situación inicial con diferencias significativas de medias a favor del grupo experimental en los cursos 2.º, 4.º, 5.º, 6.º y 7.º de Barcelona y 3.º, 5.º, 6.º, 7.º y 8.º de Terrassa. A su vez, la diferencia de medias es significativa a favor del grupo control en 5.º del «M. Consarnau» y 3.º del «B. Desclot».

Situación final

Los resultados del postest se recogen en la Tabla 7, de idéntica forma a como se hizo en la situación inicial.

Los contrastes de medias pretest-postest arrojan en su mayoría diferencias significativas ($\alpha = .05$) a favor de la situación final tanto en los grupos control como experimentales, como cabía esperar por la labor normalmente realizada a lo largo de un curso con o sin ayuda tecnológica. Sin embargo, los niveles de progreso son marcadamente diferentes para ambos grupos, como se puede observar en la Tabla 8.

Si se exceptúa el grupo de 8.º de EGB del «M. Consarnau», en todas las demás clases los mayores niveles de progreso se dan en los grupos experimentales. Prácticamente en todos ellos, menos en 5.º y 8.º del «M. Consarnau» y 6.º del «B. Desclot», se superan los niveles esperados de progreso, mientras que en los del control todas las clases quedan por debajo de los mismos con la excepción de 2.º de EGB del «M. Consarnau».

Esta situación ventajosa de los grupos experimentales se ve más clara a medida que aumenta el número de horas de ejercitación y de meses entre ambas pruebas. Así los grupos de Barcelona y Terrassa logran superar en un 170% la esperanza de progreso y sus grupos parejos de control sólo alcanzan el 57% y 70% respectivamente.

No obstante, en la lectura de todos estos resultados hay que tener en cuenta

TABLA 6
Principales estadísticos del Pretest
en grupos experimentales y de control

		CURSOS							Tot.	
		2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°		
B A R C E L O N A	G. EXP.	\bar{X}	25.9	29.9	35.9	44.5	45.4	49.3	49.2	474
		s	5.8	5.7	6.9	6.8	5.7	10.3	11.5	
		n	66	69	69	68	69	70	63	
	G. CON.	\bar{X}	21.7	29.3	37.6	38.9	41.7	44.5	46.9	442
		s	4.0	6.9	7.0	6.4	7.8	7.0	11.0	
		n	63	65	56	62	69	66	61	
Dif. sig.:			&		&		&			
T E R R A S A	G. EXP.	\bar{X}	22.0	28.8	35.9	39.4	44.1	47.7	50.5	728
		s	3.6	5.1	7.0	6.5	4.8	6.6	7.1	
		n	113	108	118	108	98	94	89	
	G. CON.	\bar{X}	21.9	27.0	35.6	36.5	41.2	43.3	45.9	462
		s	3.5	5.5	7.5	7.7	5.7	6.1	7.8	
		n	64	64	68	68	67	67	64	
Dif. sig.:				&		&		&		
M C O N S A R N	G. EXP.	\bar{X}	23.3	33.1	36.4	36.8	42.1	42.3	47.3	220
		s	5.0	5.6	6.9	8.7	7.3	6.2	8.9	
		n	31	29	30	33	31	33	33	
	G. CON.	\bar{X}	23.2	33.1	37.1	42.7	39.1	42.8	46.5	222
		s	5.0	5.6	5.8	4.3	6.4	4.9	8.0	
		n	32	30	33	33	32	32	30	
Dif. sig.:						&				
B D E S C L O T	G. EXP.	\bar{X}	24.4	26.2	38.0	38.8	41.0			146
		3.8	7.0	6.4	5.9	6.4				
		n	27	30	29	29	31			
	G. CON.	\bar{X}	22.8	29.2	35.9	40.6	43.6			151
		s	4.6	4.6	6.3	9.2	5.0			
		n	27	32	30	31	31			
DIF SIG.						&				

(&) = Diferencia significativa ($\alpha = .05$) entre medias

TABLA 7
Principales estadísticos del postest
en grupos experimentales y de control

		CURSOS							Tot.		
		2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°			
B A R C E L O N A	G. EXP.	\bar{X} s n	32.7 6.2 66	41.9 6.5 68	45.9 7.3 69	59.6 9.5 68	58.1 9.0 68	65.0 12.4 69	59.9 14.0 63	471	
	G. CON.	\bar{X} s n	26.7 6.2 59	33.8 7.1 65	41.2 7.0 56	40.7 7.0 62	44.3 8.0 69	47.5 8.8 66	51.1 12.3 61		438
	Dif. sig.:		&	&	&	&	&	&	&		
T E R R A S A	G. EXP.	\bar{X} s n	32.6 6.8 113	40.6 5.4 108	44.5 6.7 118	49.0 7.6 108	54.1 10.2 98	56.8 11.3 94	62.9 10.3 89	728	
	G. CON.	\bar{X} s n	25.0 4.4 64	32.6 6.9 64	39.8 7.0 68	39.5 7.4 68	43.2 5.6 67	46.2 6.8 67	49.4 9.7 64		462
	Dif. sig.:		&	&	&	&	&	&	&		
M. C O N S A R R O	G. EXP.	\bar{X} s n	33.7 5.7 31	42.4 4.1 30	43.9 7.9 30	46.0 10.0 33	46.6 8.5 32	48.8 7.7 33	47.4 14.4 33	222	
	G. CON.	\bar{X} s n	29.5 7.3 32	36.4 7.1 29	40.0 6.4 32	46.2 4.5 33	41.4 6.6 32	46.2 4.7 32	46.6 8.9 29		219
	Dif. sig.:		&	&	&	&	&	&	&		
B. D E S C L O T	G. EXP.	\bar{X} s n	33.7 5.6 28	36.1 7.2 29	46.1 7.0 27	45.7 6.5 29	46.3 8.4 31			144	
	G. CON.	\bar{X} s n	27.1 6.5 27	35.1 5.8 31	40.2 6.8 30	45.4 10.6 31	47.7 7.7 30				149
	DIF. SIG.		&	&	&	&	&	&	&		

TABLA 8
Niveles de progresos medios entre pretest
y postests en grupos experimentales y control

	Mes. int. Test	Horas Ejerc Toam	Cursos								Nivel progr	
			2.º	3.º	4.º	5.º	6.º	7.º	8.º	Gral.	Porcn.	
BARC. { G. EX. G. CO.	7	13.2	6.8	12.0	10.0	15.1	12.7	15.7	10.7	11.9	170%	
	6	—	5.0	4.5	3.6	1.8	2.6	2.0	4.7	3.4	57%	
TERR. { G. EX. G. CO.	7	10.4	10.6	11.8	8.6	9.6	10.0	9.1	12.4	10.3	171%	
	5	—	3.1	5.6	4.2	3.0	2.0	2.9	3.5	3.5	70%	
M. CO. { G. EX. G. CO.	6	10.4	10.4	9.3	7.5	9.2	4.5	6.5	0.1	6.8	113%	
	6	—	6.3	3.3	2.9	3.5	2.3	3.4	0.1	3.4	57%	
B. DE. { G. EX. G. CO.	6	8	9.3	9.9	8.1	6.9	5.3			7.9	132%	
	6	—	4.3	5.9	4.3	4.8	4.1			4.7	78%	

la deficiente homogeneidad de la situación de partida, cuyas diferencias han sido siempre favorables a los grupos experimentales.

Esta circunstancia se ha paliado en los otros dos centros, cuyos grupos control y experimental pertenecen al mismo colegio y el tiempo transcurrido entre el pretest y postest es el mismo. En este caso los alumnos que actuaban como grupo experimental han superado la esperanza de progreso en un 113% y 132%, mientras que sus compañeros del control lo han hecho en un 57% y 78% respectivamente.

Por la forma en que se ha llevado a término este último análisis, puede resultar prematuro asegurar que se ha comprobado la eficacia del *Proyecto EAO* en este su primer año de experiencia y que los progresos observados en los grupos experimentales se deban únicamente a la introducción del soporte informático. Lo que si es evidente una serie de hechos que antes de ponerse en práctica no se daban, y al final de curso se producen:

- Todos los grupos experimentales de 2.º de EGB parten hacia tercero con un promedio de niveles por encima de los requeridos por el programa, hecho que no se presenta en ninguno de los grupos control.
- De similar situación gozarán todos los grupos experimentales de 3.º de EGB que pasen a cuarto, menos los del «B. Desclo». Por el contrario todos los grupos control empezarán el curso siguiente por debajo de los niveles requeridos.
- A partir de 4.º de EGB, los demás cursos de los grupos experimentales han reducido sus iniciales discrepancias entre niveles ideales y reales, mientras que en los grupos control vuelve a repetirse similar tendencia a la mostrada en la prospección de niveles de aprendizaje.

CONCLUSIONES

Existe una tendencia de glorificar las nuevas tecnologías de la información y de casi convertirlas en la panacea que resuelve todos los problemas de la enseñanza-aprendizaje por sí solas. Antes ocurrió con las otras «nuevas» tecnologías y el riesgo no ha desaparecido.

Quisieramos huir de este vicio y simplemente reconocer que «el empleo de los ordenadores en la educación... es un fenómeno imparables». De lo que se trata es de obtener de ellos el mejor rendimiento posible, de tal forma «que se conviertan en un elemento innovador y no que sirvan para vestir con mismos ropajes las mismas prácticas escolares que se realizan hace siglos y que no satisfacen a las necesidades de los escolares» (Del Val, J, 1.985).

Con este espíritu asumimos la investigación y al poco tiempo de trabajar en ella empezamos a compartirlo con un buen grupo de docentes, miembros activos en el Proyecto. Ellos, más que nadie, viven de cerca la grave situación, detectada en la proyección de niveles de aprendizajes aritméticos con alumnos del:

- *Ciclo Inicial* que pronto quedan rezagados en los rudimentos básicos del cálculo aritmético.
- *Ciclo Medio* que muestran al final del mismo un retraso de un curso escolar con respecto a los niveles requeridos.
- *Ciclo Superior* con un promedio de superación de cálculos aritméticos que corresponden por curriculum a un 5.º de EGB, porque en 7.º llevaban casi dos cursos y medio de retraso en 6.º de dos años.

En casi todos los centros donde estos niños estudian, se disponen de recursos tecnológicos, más o menos «nuevos», que cuando aparecieron se mal presentaron como el remedio total a los problemas de aprendizaje. Por lo que se ve, esto no ha sido así y por prudencia cabe pensar que el computador por sí solo tampoco va a hacer milagros.

Tras los resultados de este primer año de experiencia, que hemos venido comentando, existe la acción de unos docentes que desde los primeros momentos se han percatado de los servicios ofrecidos por el *Proyecto EAO*, pero que pronto han descubierto que el sistema con sus detenidos y continuados diagnósticos les estaba exigiendo actividades compensatorias, cambios metodológicos,... etc, que en el desempeño anterior de su función no se presentaban tan urgentes, quizás por desconocimiento de la realidad de sus alumnos.

A lo largo de esta exposición no hemos hablado de este fenómeno, que en la actualidad está en fase de estudio, pero que es un hecho que hemos vivido de cerca, sobre todo en aquellos centros que llevan más tiempo en el Proyecto.

Su acción, a lo largo de siete meses de trabajo, junto a los efectos derivados del sistema han hecho posible que alumnos de:

- *Segundo y tercero* de EGB pasen al curso siguiente con niveles acordes a los requerimientos curriculares, hecho que al inicio de la experiencia no se presentaba, sobre todo en el último de ellos.
- *Del resto del Ciclo Medio* hayan aminorado sus discrepancias con respecto a los niveles ideales de aprendizaje, de tal forma que puedan iniciar 5.º de EGB con cinco niveles de retraso y 6.º con ocho.
- *Ciclo Superior* también hayan rebajado sus discrepancias entre niveles ideales y reales, aunque es poco probable que superen los requisitos curriculares de Aritmética dentro de su escolarización en la EGB.

Es en este tipo de centros donde mejor se percibe la incidencia del *Proyecto EAO*, pero no ha sido menor en el resto de centros, si se pone en relación el tiempo de participación en el mismo con los resultados alcanzados. Prácticamente en todos los centros experimentales se han superado los niveles de progresos esperados y en algunos de ellos ostensiblemente, circunstancia ésta que contrasta con los progresos de los grupos control, que se mantienen entre la mitad y tres cuartos por debajo de los progresos esperados para los alumnos que se ejercitan con el sistema.

Es pronto para evaluar todo el alcance el *Proyecto EAO*, pero estos primeros resultados apuntan una serie de efectos positivos, para compensar los déficits aritméticos que sufren los alumnos del tipo de población estudiada. Va a ser necesario, por tanto, seguir de cerca el Proyecto con investigaciones más pormenorizadas y con ese espíritu comienza a gestarse en estos momentos lo que en un futuro puede llegar a ser una línea de investigación.

PROSPECTIVA

Las necesidades descubiertas a lo largo del curso 84-85 nos han ido fijando próximos objetivos de investigación o de desarrollo, que en algunos casos ya están en fase de estudio. Así para el curso 85-86 se pretende:

- a) Realizar un análisis más profundo de la adecuación entre el sistema TOAM y las «Orientacions i Programes» del Departament d'Ensenyament y sobre el índice de dificultad que presentan los ejercicios (ítems) del «courseware» a la muestra catalana. A su vez se piensa relacionar este estudio con datos similares de otros países donde se utiliza el mismo sistema.
- b) Analizar las principales variables *psicopedagógicas, matemáticas e informáticas* implicadas en el Proyecto.
- c) Controlar los efectos del Proyecto en *discentes, docentes y entidades escolares*.
- d) Colaborar en la elaboración de nuevos programas de EAO, de acuerdo a las necesidades descubiertas.

Serán éstos probablemente los primeros trabajos con los que se iniciará la línea de investigación, que cuenta ya con un círculo de trabajo en torno al Gabinete de Ordenación Educativa de E. Primaria. Este ha puesto su fondo documental al servicio de las personas, que presentan anteproyectos de investigación razonables y viables, con el único compromiso de retornar al círculo una copia de la misma. A esta posibilidad ya se han unido alumnos de la especialidad de Pedagogía con vistas a elaborar sus Memorias de Licenciaturas y profesores ligados o no a la experiencia, pero que están interesados por el tema.

Para conjuntar todos estos esfuerzos se ha buscado un marco teórico que tuviese en cuenta los principales centros de interés que pueden acompañar al Proyecto y en principio se ha optado por un modelo interrelacionado similar al propuesto por Centra, J.A y Potter, D, A, (1980), pero sin perder de vista el efecto de «feedback» que los «resultados de aprendizaje» han de tener sobre el resto de «conductas», «características», «actividades» y «condiciones». (Véase Gráfico 12).

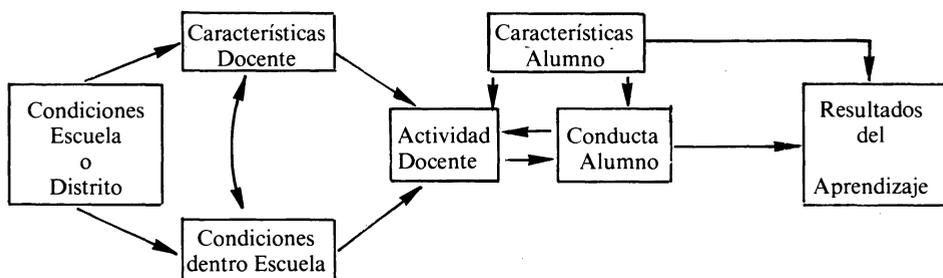


Gráfico 12: Modelo interaccional de análisis del rendimiento (Centra J.A. y Potter, D, A.).

Tal y como proponíamos en el II Seminario sobre Modelos de Investigación Educativa» (Echeverría, B, 1.983), en los primeros momentos se ha seguido una metodología de trabajo eminentemente descriptiva, a la vez que se han iniciado algunas investigaciones piloto de carácter explicativo y predictivo, centradas en las variables psicopedagógicas relacionadas con los resultados del aprendizaje. Sobre ellas se va a insistir, para facilitar la intervención docente que se presenta urgente en cuanto a didáctica de las Matemáticas se refiere.

Por otra parte, van a ser necesarias investigaciones longitudinales, cercanas a la línea desarrollada por Ragosta, M (1983), que permitan comprobar la eficacia del Proyecto EAO a lo largo de varios años y desvelar la existencia o no del efecto Hawthorne, tan ligado a veces a las nuevas tecnologías educativas.

Cabe esperar que, si el proyecto de investigación continúa con el necesario apoyo institucional, vayan apareciendo nuevos interrogantes a responder, como por ejemplo el estilo cognitivo o estrategias que utilizan los usuarios del Proyecto o los hábitos que se desarrollan en concomitancia con las estructuras motivacionales de docentes, discentes y entidades escolares.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CENTRA, J. A. y POTTER, D. A. (1980): «School and teachers effects: an interrelational model». *Rev. of Educational Research*, 50, 273-291.
- DESC/Rech (1984): *Educational Research Workshop on the Renewal of Mathematics Teaching in Primary Education*. Conseil de l'Europe (Doc. policop.), Puidoux-Chevbres (Switzerland) 1-4 May 1984.
- ECHEVERRIA, B. (1983): «La investigación empírica de carácter educativo en las universidades españolas (1980-1983)». *Revista de Investigación Educativa*, Vol. 1, N.º 2, 144-204.
- LORD, F. M. (1970): «Some test theory for tailored testing» en HOLTZ MANN, W. H. (Ed.): *Computer-Assisted Instruction. Testing and Guidance*. Harper & Row, New York, 139-183.
- LORD, F.M. (1980): *Applications of item response theory to practical testing problems*. Lawrence Erlbaum, Associates, Pub. New York, 150-160.
- MACKEN, E. y SUPPES, P. (1976): *Evaluation Studies of CCC Elementary-School Curriculum: 1971-1975*. Computer Curriculum Corporation, Palo Alto.
- M.E.C. (1984): *Evaluación de Enseñanzas Mínimas. Ciclo Inicial de la EGB*. Dirección Gral. de Educación Básica, Madrid.
- MINKOVICH, A., DAVIS, D. y BASHI, J. (1977): *An evaluation of Israeli Elementary Schools*. The Hebrew University Of Jerusalem, Jerusalem.
- NESHER, P. (1976): «Three determinants of difficulty in verbal arithmetic problems». *Educational Studies in Mathematics*, 7, 369-388.
- NESHER, P. y KATRIEL, T. (1977): «A semantic analysis of addition and subtraction word problems in arithmetic». *Educational Studies in Mathematics*, 8, 251-269.
- NESHER, P. y KATRIEL, T. (1978): «Two cognitive modes in arithmetic word problem solving». En *2nd Annual Meeting of the IGPME Osnabruck*, 226-241.
- NESHER, P. (1980): «The stereotyped nature of school word problems» *For the Learning of Mathematics*, 1, 41-48.
- NESHER, P., GREENO, J. G y RILEY, M. S. (1982): «The development of semantic categories of addition and subtraction». *Educational Studies in Mathematics*, 13, 373-394.
- OSIN, L. (1981) «Computer-Assisted instruction in arithmetic in Israeli disadvantaged elementary schools». En LEWIS, R & TAGG, D. (Ed) *Computers in education*. North-Holland, Pub., IFIP, 469-475.
- OSIN, L. (1984): *TOAM: CAI on a national scale*. IEEE, 418-424.
- RAGOSTA, M. (1983): «Computer-Assisted Instruction and compensatory Education». *Machine-Mediated Learning*, Vol 1, N.º 1, 97-127.
- SUPPES, P. y MORNINGSTAR, M. (1972): *Computer Assisted Instruction at Stanford (1966-1968)*. Academic Press, New York.
- DEL VAL, J. (1985): «Para qué vale un ordenador en la escuela». *Cuadernos de Educación y Nuevas Tecnologías de la Información*. 1. 4-9.