

# INVESTIGACIONES Y EXPERIENCIAS

## EFICIENCIA DE COSTES DE CUADRO INTERVENCIONES EDUCATIVAS

HENRY M. LEVIN (\*)  
GENE V. GLASS (\*\*)  
GAIL R. MEISTER (\*\*\*)

### I. INTRODUCCION

Las sugerencias para que se reformen la enseñanza básica y la enseñanza media han sido numerosas durante los últimos años en los Estados Unidos. Algunos de los informes sobre esta cuestión formulan recomendaciones generales de mejora, mientras otros centran su atención en intervenciones tan concretas como pueden ser cambios en los programas o en la formación de docentes, aumento del período de aprendizaje e introducción rápida de la informática en las escuelas.

(\*) Henry M. Levin es Profesor de Educación y Profesor Adjunto de Economía, así como Director del Instituto de Investigación sobre Financiación de la Educación, de la Universidad de Stanford.

(\*\*) Gene V. Glass es profesor de Educación y Director del Laboratorio de Investigación Educativa de la Universidad de Colorado, Boulder.

(\*\*\*) Gail R. Meister es candidato Ph. D en la Escuela de Educación y Ayudante de Investigación en IFG, Universidad de Stanford.

La investigación previa a este informe fue financiada con fondos del Instituto Nacional de Educación. Los análisis y conclusiones no reflejan necesariamente los puntos de vista o política de esta entidad.

El Instituto de Investigación sobre Financiación y Gobierno de la Educación es un Centro de Investigación y Desarrollo del Instituto Nacional de Educación (NIE) y está autorizado y financiado en virtud del Apartado 405 de la General Education Provisions Act, enmendada por el Apartado 403 de la Education Amendmen de 1976 (P = L. 94-482). El Instituto es administrado a través de la Escuela de Educación de la Universidad de Stanford y tiene su sede en el Centro de Investigación Educativa en Stanford (CERAS).

Las actividades de investigación del Instituto se dividen en los campos de programa siguientes: Financiación y economía, política, legislación, y organizaciones. Existen, además, una serie de otros proyectos y programas en el área de la financiación y gobierno patrocinados por fundaciones privadas y por organismos oficiales que son ajenas a la relación especial del Centro de Investigación y Desarrollo con el NIE.

El estímulo derivado de estos informes puede parecer evidente, pero no es así. En primer lugar, muchas de esas recomendaciones son tan generales que abarcan en realidad toda una serie de enfoques diferentes. Así, por ejemplo, el período de aprendizaje puede aumentarse mediante diferentes combinaciones, sea ampliando la jornada escolar o el año académico o bien aumentando el tiempo dedicado a materias concretas. Son infinidad también los enfoques posibles para mejorar la formación y el perfeccionamiento de los docentes. Además, una respuesta adecuada en cada uno de esos campos habrá de adaptarse necesariamente a las necesidades particulares de las escuelas y no pensada como un enfoque general de reforma. Es probable que diferentes situaciones educativas requieran prioridades diferentes, y la viabilidad de una aplicación con éxito variará también de un contexto a otro.

Muchas de las reformas propuestas serán probablemente costosas, pero los informes no indican cuanto va a costar ni quien va a costearlas. Es evidente que la adopción de todas las recomendaciones recogidas en el plan de reforma consumirían más recursos de los disponibles por parte de los Estados y escuelas locales; pero los informes no indican como deberían establecerse las prioridades entre esas recomendaciones, ni se conocen sugerencias tampoco respecto de los costes o sobre las contribuciones de los cambios propuestos a la eficiencia educativa del programa escolar.

No es sencillamente que esos datos fundamentales para el programa de reforma se hayan olvidado; es que apenas si se dispone de ellos y que, cuando se tienen, la información concreta no es aplicable de forma inmediata para una valoración de las alternativas de la política educativa. El problema se plantea en parte debido a la falta de evaluaciones de las alternativas educativas, y porque las alternativas más prometedoras son con frecuencia aquellas de las que no se cuenta con experiencia o con muy poca y que no se puede hacer otra cosa que especular sobre su posible eficiencia.

Incluso en aquellos casos en que se ha aplicado una medida educativa concreta, no son tan prototípicos como para que su generalización a otras situaciones no resulte arriesgada. Un proyecto relacionado con alumnos retrasados de tercer grado en un distrito escolar, por ejemplo, sería difícil de aplicar con resultados similares con otros grupos de estudiantes y en otros distritos académicos; pues los grupos de estudiantes concretos difieren entre día de muy diversos modos y, además, son diferentes también las situaciones organizativas y las adaptaciones de intervenciones correspondientes.

Por último, en contadas ocasiones se dispone de información sobre costes, pues la mayor parte de las evaluaciones se olvidan de tener en cuenta los costes de las posibles intervenciones. Quienes realizan las evaluaciones no suelen tener la formación necesaria para realizar análisis de costes y los distritos académicos no cuentan con métodos sistemáticos para calcular los costes de intervenciones concretas. En los casos en que se emplean

los presupuestos escolares para estimar los costes, esas estimaciones tienden a ser incompletas o engañosas (Levin, 1983: 50-51).

El resultado de estas insuficiencias de la información es que son pocos los elementos en que pueden apoyarse los responsables de la política educativa o los distritos académicos a la hora de optar entre reformas de la educación que tengan en cuenta tanto los costes como los efectos de las intervenciones. Consideremos un ejemplo hipotético. Supongamos que un distrito académico quiere mejorar el rendimiento en lectura y matemáticas de los alumnos de enseñanza básica. Entre otras posibilidades, puede optarse por aumentar la jornada escolar, hacer que los docentes aumenten el tiempo de instrucción, introducir instrucción mediante ordenador o reducir el tamaño de la clase. Supongamos, además, que, mediante una reasignación de los recursos y con mayores aportaciones por parte del Estado, ese distrito escolar va a disponer de uno 200 dólares por alumno para gastarse en tales intervenciones. ¿Cómo debe utilizarse esa inversión de 200 dólares por alumno de tal modo que se maximicen los resultados en lectura y matemáticas?.

El distrito escolar desearía obtener el incremento máximo posible en las notas que se consigan en lectura y matemáticas con un gasto adicional de 200 dólares por alumno. Una forma de enfocar el problema sería averiguar tanto el coste como la eficiencia de cada una de las posibles medidas para aumentar las notas en matemáticas y lectura. Los coeficientes de costes-eficiencia que resulten capacitarán al distrito para jerarquizar los programas de matemáticas y lectura en función de su contribución a la mejora de las notas y la correlación con los costes. Las medidas con mayor efecto en relación al coste serán las más eficientes desde el punto de vista de los costes y debe concederselas a prioridad absoluta. Seleccionado las intervenciones con mayores coeficientes coste-eficiencia, el distrito escolar podrá esperar conseguir el máximo efecto posible con los mencionados 200 dólares más por alumno.

El presente informe pretende proporcionar una evaluación costes-eficiencia de cuatro intervenciones educativas destacadas tendentes a mejorar los resultados en lectura y matemáticas. Estas son: reducir el número de alumnos por clase, utilizar la instrucción mediante ordenador, aumentar el tiempo que se dedica a la lectura y a las matemáticas y emplear tutoría interedades. Las escuelas pueden optar por una cualquiera de esas medidas para mejorar el rendimiento de sus alumnos en matemáticas y lectura.

Con un planteamiento ideal, debería llevarse a cabo un estudio en el que se asignara, al azar, un número determinado de alumnos a cada una de esas formas de intervención, para poder averiguar así cómo mejoran sus rendimientos en matemáticas y lectura. Pero una experiencia de este tipo exigiría coordinación y recursos y tiempo en cantidades considerables, aparte de que son considerables los obstáculos que plantea crear una experiencia "limpia" y llegar a generalizaciones tomando como base sus resul-

tados. Un enfoque más viable es anuar el gran número de estudios existentes sobre cada una de las intervenciones en una síntesis de resultados, método con el que podemos estimar los efectos de cada intervención e integrarlos con los costes estimados mediante una metodología uniforme de costes. Este es el enfoque adoptado en el presente estudio.

El meta-análisis es un medio para sintetizar los resultados de varios estudios sobre un tema concreto (Glass, 1976, 1978; Smith and Glass, 1980 y Glass, McGaw y Smith, 1981). Glass, McGaw y Smith (1981), lo definen como sigue: "La característica esencial del meta-análisis es que es un análisis estadístico de los hallazgos resumidos de numerosos estudios empíricos" (p. 21). Referido a cuestiones experimentales, intenta determinar el efecto de un tratamiento concreto, así como la influencia o intervención de una gran variedad de estudios especiales sobre un tema particular.

Para obtener resultados sobre coste-eficiencia, es preciso combinar mediciones de eficiencia con datos sobre costes de las distintas intervenciones. Hasta hace muy poco no han empezado a incluir sistemáticamente análisis de costes en la bibliografía de evaluación. Con frecuencia, incluso cuando se proporciona información sobre costes, no está claro como se obtuvieron los datos pertinentes. En el presente informe, recurriremos al método de los "componentes" para determinar los costes de cada intervención (Levin, 1975, 1983), método que especifica los ingredientes y precios incluidos en las estimaciones de costes. Los datos sobre eficiencia y costes se combinarán para comparar la eficiencia de costes de las cuatro intervenciones de instrucción, a saber, tutoría interredadas, instrucción mediante ordenador, reducción del número de alumnos por clase y aumento del tiempo de aprendizaje.

El apartado siguiente del informe describirá la índole general de las intervenciones consideradas, las características de los modelos concretos y el método por el que fueron elegidos. Seguirán apartados sobre la valoración de eficiencia, estimación de costes y construcción y evaluación de los coeficientes coste-eficiencia.

## II. INTERVENCIONES DE INSTRUCCION

Para seleccionar el conjunto de intervenciones alternativas de instrucción, se utilizaron varios criterios que pueden tenerse en cuenta para el análisis coste-efectividad, a saber: 1) Las intervenciones tenían que estar diseñadas para mejorar la lectura y/o las matemáticas; 2) tenían que ser de índole complementaria; 3) fácilmente repetibles, y 4) debía disponerse de datos estadísticos suficientes para una evaluación aceptable. Más abajo se explicarán cada uno de estos criterios.

Las comparaciones coste-efectividad no son posibles más que entre alternativas con el mismo tipo de resultados (Levin, 1983: Capítulo I). El resultado elegido fue la mejora en las puntuaciones en matemáticas y en lectura, por el lugar destacado que ocupan estas materias en el programa de reforma de la educación y entre las prioridades de las escuelas en general. Una de las principales preocupaciones de nuestro estudio fue la aplicabilidad potencial de los resultados. En este sentido, es más fácil conseguir, en las escuelas, cambios que supongan un aumento de los programas que una reestructuración fundamental. En consecuencia, optamos por considerar solamente aquellas intervenciones que complementan la oferta escolar existente.

La posibilidad de repetir una intervención fue también uno de los criterios de selección aplicados. Puede suceder que algunos programas con alto nivel de éxito sean exclusivos de un conjunto particular de circunstancias y no sea posible duplicarlos con resultados similares en otra situación. Por ejemplo, en nuestros primeros análisis, un estudio específico de instrucción prescrita individual (IPI) (Sinks, 1969) fue el que mejores resultados mostró de todas las intervenciones en relación con el coste. No obstante, en conversaciones sobre esta cuestión con un conocido experto, se puso de manifiesto que esos resultados eran exclusivos de ese estudio y que no podrían repetirse fácilmente en otras circunstancias. Además, el enfoque totalmente individualizado del modelo que examinamos nosotros era de hecho una reestructuración y no un cambio complementario. Por el contrario, las intervenciones por las que nosotros optamos satisfacen nuestro criterio de viabilidad, al ser tanto complementarias como repetibles. Por último, otro de nuestros criterios fue que se requerían datos y pruebas suficientes como para extraer conclusiones sobre la eficiencia de cada enfoque.

Aunque estos criterios son útiles para los objetivos presentes, constituyen limitaciones desde un punto de vista más amplio de la reforma de la enseñanza. Nuestros resultados se limitarán a la lectura y las matemáticas, y no hay razón para generalizarlos más allá de esas materias. Además, nuestros criterios excluyen tanto las alternativas que transformarían fundamentalmente la enseñanza como aquellas sobre las que no se dispone de datos o de muy pocos. Es posible, por ejemplo, que una reestructuración fundamental de las escuelas fuera más eficiente que una mejora por aumento; como es posible también que algunas alternativas de instrucción resultan mejores desde la perspectiva efectividad-costes que las incluidas en este estudio, en el caso de que se dispusiera de datos. Naturalmente, esas limitaciones tienen validez en prácticamente todos los estudios de la reforma de educación. A pesar de todo, estimamos que las intervenciones concretas por las que hemos optado son sobresalientes para la política educativa.

Las cuatro intervenciones elegidas para este estudio son las siguientes:

tutoría interedades, instrucción mediante ordenador (CAI), reducción del número de alumnos por clase y aumento de la jornada de instrucción. Se llevó a cabo un meta-análisis respecto de cada una de las intervenciones generales, para estimar el -ambito de los niveles de efecto en los resultados obtenidos en lectura y matemáticas. Para llevar a cabo un análisis de costes, es preciso especificar con exactitud los ingredientes necesarios para una aplicación concreta de una intervención, razón por la cual, a excepción de en el caso de la reducción del número de alumnos por clase, se eligió un estudio concreto representativo del enfoque general de cada intervención y característico de su nivel de efecto. Tanto los niveles de efecto utilizados en este análisis como los costes se han extraído de esos estudios.

Entre los criterios aplicados para elegir un estudio representativo, se tuvieron en cuenta: que su nivel de efecto fuera representativo del efecto típico encontrado en un meta-análisis de muchos estudios sobre esa intervención; que fuera claro su descripción de la intervención y de los ingredientes; la posibilidad de disponer de una evaluación cuidadosa y fiable, y la posibilidad de repetición. A excepción del criterio relativo a reducción del número de alumnos por clase, lo antedicho nos permitió conseguir una visión más precisa de los costes y de otros aspectos condicionantes de la posibilidad de repetición que podrían dar una versión generalizada de una intervención basada únicamente en un meta-análisis. En lo que respecta a la reducción del número de alumnos por clase, el carácter de la intervención y su coste son tan claros que pudimos llegar a los resultados del meta-análisis sin necesidad de recurrir a ningún estudio representativo. Proporcionamos a continuación una descripción de cada una de las intervenciones, así como información sobre el estudio concreto que se utilizó para un análisis más preciso de coste y eficiencia.

### *Tutoría Interedades*

La tutoría interedades cuenta con una larga historia informal en la educación en los Estados Unidos. En las escuelas unitarias, los alumnos de mayor edad ayudaban de forma rutinaria en la enseñanza proporcionada a los estudiantes menores. Las ventajas de este sistema han sido comentados al menos desde el siglo XIX. Así, por ejemplo, Ehly y Larsen citan a Juan Comenio (publicado en 1849) y a Andrew Bell (1832), personalidades ambas que observaron que el que enseña aprende también. Estudios más recientes confirman esta opinión. Un compendio de las ventajas de esfuerzos logrados de tutoría por pares comprende las relativas a mejoras del rendimiento, aumento de la autoestima y aumento de la motivación académica, con frecuencia tanto para los tutores como para los objeto de la tutoría (Ehly & Larsen, pp. 12-17 y pp. 21-23) (algunos de estos informes se basan más en pruebas de carácter anecdótico que en comprobaciones mediante estudios rigurosos). Los investigadores apuntan la hipótesis de que los programas de tutoría por pares funcionan en parte debido a que los

educandos objeto de la tutoría son motivados a seguir el modelo de comportamiento de los tutores, y por que los primeros se sienten más relajados cuando el tutor es otro niño, siendo, por esta causa, más capaces de concentrarse (Ehly y Larse, p. 21).

La necesidad de tutoría surge con frecuencia porque algunos estudiantes no reciben la atención debida mediante los métodos de instrucción en grupo y en principio supone la asignación de un sustituto individual del maestro al alumno objeto de la tutoría. La importancia del sistema de tutoría se basa en el hecho de que cuando un niño o alguien no profesional desempeña la función de un maestro titulado se reducen los costes de instrucción individualizada; y, lo que es más importante quizá, se espera que el tutor se beneficie de la experiencia igual que el niño objeto de la tutoría.

Partiendo de la base de que los niños de mayor edad serán tutores de los más jóvenes, un programa de tutoría por pares implica la necesidad de seleccionar a los tutores y a los alumnos objeto de la tutoría, la de coordinar las actividades de al menos dos clases, proporcionar la formación adecuada y la correspondiente supervisión. El caso de aplicación de tutorías por pares que hemos seleccionado utiliza todos esos componentes. La tutoría por pares, es decir de alumnos de menor edad por otros mayores supuso la formación de estos y su supervisión. El programa de tutoría por parte de adultos paraprofesionales es similar y paralelo a este sistema de tutoría por pares y ayuda particularmente cuando se trata de niños de los cursos superiores.

La experiencia de tutoría interedades utilizada en este estudio se basa en el Programa de Tutoría Estructurada de Edades Cruzadas para Lectura y Matemáticas en las Boise Schools (Idaho) (Distrito Académico de Boise, sin fecha (a) y (b) y en 1983). En una escuela de 300 a 400 alumnos, un adulto responsable de coordinación de tutorías en lectura, otro en matemáticas y un tutor adulto en lectura y otro en matemáticas —todos paraprofesionales— se encargan junto con los tutores de estudiantes de los cursos superiores, de la tutoría a alumnos de segundo y tercer curso que requieren ayuda en la lectura y matemáticas. Los tutores adultos y los coordinadores de tutorías reciben formación y son supervisados por un especialista en Programa de Tutoría, administrador de la oficina central, con responsabilidad sobre 14 escuelas. Los estudiantes tutores de cada centro son formados y supervisados por los coordinadores de tutorías de cada materia. Normalmente, un coordinador de tutoría supervisa a 30 parejas de alumnos —tutor y objeto de la tutoría— y un tutor adulto trabaja habitualmente con doce o trece alumnos objeto de tutoría. Las sesiones de tutoría tanto como los tutores adultos y los estudiantes tutores tienen una duración aproximada de 20 minutos cada día.

Todos los pares de tutoría (adultos y estudiantes) utilizan un curriculum disponible a escala comercial, con un manual para cada adulto en cada

materia (así como una audiocinta para lectura). Los estudiantes tutores son formados con un manual producido a escala local. La distribución de premios y certificados adquiridos en la localidad forma parte de su trabajo con los alumnos objeto de la tutoría. Tanto los estudiantes tutores como los adultos tutores encontraran espacios no utilizados, apropiados para las sesiones de tutoría, como puede ser una clase libre, pasillos, un bar o una oficina pequeña, de tal modo que una escuela de la categoría que estamos considerando albergará a sesenta estudiantes tutores y a sus alumnos, así como a otros 26 alumnos objeto de tutoría que trabajen con tutores adultos, con un total de 146 niños participantes en el programa de tutorías.

Los efectos del programa de tutorías de Boise principalmente son los derivados de las tutorías por partes para estudiantes de los cursos 2 y 3 y las tutorías por adultos para estudiantes de los cursos 4, 5 y 6. Los alumnos de cursos inferiores no son, sin embargo, objeto de tutoría por parte de estudiantes exclusivamente. Cuando un niño no puede trabajar con un estudiante tutor, se le asigna al coordinador de tutorías o a un tutor adulto, algo que sucederá también cuando un estudiante tutor se pone enfermo.

En general, se mantiene la división entre alumnos de los primeros cursos de cuya tutoría se encargan otros alumnos de cursos superiores, y alumnos de cursos superiores de los que se encargan tutores adultos. Los coordinadores de tutorías se dedican la mayor parte de su tiempo (del 85% al 90%) a coordinar las tutorías a cargo de alumnos.

### *Instrucción asistida con Ordenador*

Aún cuando hace al menos dos decenios que viene practicándose la instrucción mediante ordenador (CAI), la enorme reducción de los costes del "hardware" informático y el considerable aumento de la capacidad de los microordenadores han dado lugar a un notable aumento de la utilización de ordenadores para instrucción. El desarrollo de la CAI se debe también a la ubicuidad de los ordenadores en los puestos de trabajo y a la reclamación explícita en muchos informes nacionales sobre educación para que se utilice la informática más como instrumento educativo y para que se fomente la "alfabetización" informática de los estudiantes. Aplicaciones más frecuentes de la CAI son los ejercicios para reforzar la instrucción convencional en las clases y la enseñanza de materias concretas como puede ser programación informática, lenguajes, diseño y cuestiones técnicas (Center for Social Organization of Schools 1983).

La utilización de ordenadores para instrucción está registrando un crecimiento muy rápido, pero son relativamente pocas las evaluaciones sobre los efectos de la CAI a lo largo de un curso completo o en períodos más prolongados, y las evaluaciones de sus efectos en cuanto a los resultados

obtenidos en matemáticas y lectura se limitan por lo general a los ejercicios complementarios al trabajo en clase. El modelo CAI cuyos efectos y coste se evalúan en este estudio se encuentra enmarcado dentro de los límites de un enfoque de ejercicios y prácticas tal y como lo planteó uno de los pioneros en este campo, la Computer Curriculum Corporation (CCC). Este enfoque particular presenta las ventajas de ser una de las aplicaciones más importantes de la CAI, contar con la experiencia más prolongada en cuanto a utilización de la CAI y haber sido objeto de una de las mejores evaluaciones de una intervención a largo plazo (cuatro años).

El enfoque concreto que hemos empleado para obtener datos sobre coste-eficiencia fue patrocinado por Educational Textin Service y los Angeles Unified School District (ETS/LAUSD) en 1976-80, con fondos del Instituto Nacional de Educación (Ragosta, Holanda y Jamison, 1982). Los alumnos de enseñanza básica realizaban cada día sesiones de ejercicios y prácticas en matemáticas, lectura y lenguaje durante diez minutos. Algunos de ellos lo hacían en más de una sesión al día, y las combinaciones de materias asignadas a los distintos estudiantes diferían de tal modo que los que estudiaban lectura y lenguaje mediante ordenador podían servir de control para valorar las ventajas de la instrucción en matemáticas por otro niño que estudiara lectura, lenguaje y matemáticas. Dado que la experiencia duró cuatro años, fue posible también realizar comparaciones entre estudiantes con hasta cuatro años de CAI y con diferentes combinaciones de materias, así como entre alumnos que recibían CAI y los que no.

El enfoque evaluado por el estudio ETS/LAUSD requiere una clase separada con 32 terminales conectados a un miniordenador (un sistema similar puede lograrse utilizando ordenadores personales o microordenadores dispuestos en una red que cuente con un mecanismo de almacenamiento de disco duro). El microordenador contiene todos los currícula informáticos correspondientes a todos los cursos de básica y también las áreas de curriculum, así como datos relativos a los alumnos sobre el número de sesiones en que han participado y sus progresos.

Los alumnos se colocan entre los terminales e inician la sesión en el punto en que dejaron su trabajo en la sesión anterior. Se plantea un problema, habitualmente de opción múltiple o un formato tipo "rellenar los espacios en blanco". Por ejemplo, podría presentarse a un estudiante un problema de operaciones aritméticas como, por ejemplo, una suma o resta verticales y pedirle que teclee la solución. O puede pedírsele también que complete con el verbo correspondiente una frase determinada. El programa informático indicará en la pantalla si la respuesta es correcta o no. En cualquiera de los dos casos, aparecerá en la pantalla un nuevo problema. Cuando un alumno lograra superar una parte concreta de un programa—como se verá si contesta correctamente a una elevada proporción de problemas— el sistema proporcionará, problemas del mismo tipo pero de mayor dificultad o un nuevo tipo de problemas. No se ha diseñado el cu-

rrículo para introducir nuevas materias, aunque sí para que proporcione la oportunidad de aplicar conceptos que se han enseñado ya.

### *Reducción del número de alumnos por clase*

Uno de los métodos con más tradición para mejorar los resultados de la enseñanza es reducir el número de alumnos por clase, aunque no es una intervención destinada a aumentar directamente el rendimiento, sino una medida que se espera influya en lo que sucede en la clase, en como los profesores interactúan con los alumnos en lo que hacen o se permiten hacer a los propios alumnos. Partidarios de esta medida son especialmente los maestros y padres que consideran que el hecho de reducir el número de alumnos permitirá prestar más atención a cada uno de ellos. Las diferencias introducidas en los procesos habidos en la clase que derivan a la reducción del número de alumnos influyen en los resultados de los alumnos, en sus actitudes y en la moral de los profesores. De esta forma indirecta, la reducción del número de alumnos por clase proporciona la oportunidad de mejorar los procesos de clase y, en consecuencia el rendimiento. Glass y Smith (1979) intentaron integrar la considerable bibliografía publicada sobre la relación entre número de alumnos por clase y resultados, y sus hallazgos se emplean como base para calcular el efecto de los tamaños de las clases en este estudio. Se realizarán comparaciones de 35 a 30 alumnos, de 30 a 25, de 25 a 20 y de 35 a 20.

### *Aumento del tiempo de instrucción*

Aún cuando la reducción del número de alumnos por clase ha sido la intervención más destacada en el pasado para mejorar los rendimientos de la enseñanza, el aumento del tiempo de instrucción ha pasado a ser recientemente el punto clave para la reforma de la educación. Varios informes de ámbito nacional instan para que se aumente el tiempo dedicado a instrucción, aumentando la jornada escolar o el curso académico, poniendo más deberes y utilizando con mayor eficacia el tiempo disponible (National Commission on Excellence in Education, 1983: 29; Task Force on Education for Economic Growth, 1983: 38).

Los argumentos que sostienen estas propuestas derivan de comparaciones del tiempo dedicado a instrucción en escuelas de los Estados Unidos y en las de otros países industrializados, así como de estudios sobre los resultados del tiempo destinado al aprendizaje. La jornada escolar dura habitualmente entre 5 y 6 horas en los Estados Unidos, mientras que en otros países industrializados, Japón entre ellos, suele ser corriente una jornada de 7 horas. Además mientras, en los Estados Unidos, la norma es un curso

escolar de 180 días, en otros países el curso dura desde 220 a 240 días. Estudios de carácter empírico sugieren que con mayores cantidades de "tiempo de trabajo" o "aprendizaje comprometido" mejorarán los resultados de la educación (Karweit, 1983).

Los datos utilizados aquí para medir la efectividad del aumento del tiempo de aprendizaje proceden de el estudio "Beginning Teacher Evaluation (BTES), la fuente más importante de datos sobre esta cuestión (Fisher et al. 1980; Denham and Liberman, 1980). El equipo de investigadores del BTES observó meticulosamente a una serie de estudiantes previamente seleccionados de clases de segundo y quinto curso en 1976-1977, al tiempo que los profesores de esas mismas clases mantenían datos detallados del contenido de la instrucción en matemáticas y lectura y del tiempo dedicado a esas actividades durante un período de 85 días. Los resultados conseguidos por los alumnos se evaluaron mediante tests especialmente concebidos para la materia concreta enseñada.

Pero, el hecho de disponer de más tiempo no se traduce directamente en contar con más tiempo para el aprendizaje ni en mayor rendimiento. Hay factores extraños, como las tareas burocráticas, la atención a los procesos de grupo y las interrupciones por motivos de disciplina o las excursiones al campo, que exigen parte del tiempo disponible, y otros factores, como la fatiga, que pueden socavar también la efectividad de parte del tiempo adicional disponible. Algo igualmente importante es que los modelos teóricos de aprendizaje sugieren que los procesos instructivos en clase, el medio y las actitudes y comportamiento de los estudiantes influyen en el aprendizaje en clase, aprendizaje inferido del comportamiento del alumno que puede sentirse o no comprometido en el aprendizaje. La idea que subyace a las recomendaciones para que se utilice mejor el tiempo de clase o se amplie es que cuanto más tiempo se dedique a la instrucción y mayor implicación por parte del alumno se dé durante ese tiempo, más se aprenderá.

De este modo, la variable de interés para los responsables de la política educativa sería el tiempo de dedicación o tiempo en la tarea. El tiempo dedicado puede aumentarse reestructurando las actividades de aprendizaje, restringiendo los motivos de distracción y las interrupciones o aumentando la cantidad de tiempo disponible para instrucción. Pero es importante decir una vez más que el tiempo de reloj no es lo mismo que tiempo de aprendizaje. La BTES subrayó la importancia del Tiempo de Aprendizaje Académico. Al aplicar los descubrimientos de BTES a una intervención respecto del tiempo dedicado a lectura y matemáticas en segundo y quinto curso, partimos de la hipótesis de que sólo una parte del tiempo disponible será tiempo de aprendizaje económico real. Estimamos que ampliar el año escolar de 180 días en una hora al día sólo proporciona 150 horas más de instrucción, en lugar de 180 horas.

### III. EFECTOS DE LAS INTERVENCIONES

En esta sección presentaremos los efectos estimados de las cuatro intervenciones. Los detalles sobre el meta-análisis de los efectos para cada intervención están especificadas por separado en Glass (1984), así pues, aquí proporcionaremos únicamente el método básico y los resultados globales. Para cada uno de éstos fue analizado para determinar si reunía las condiciones mínimas para ser incluido en este estudio, como sería tener un diseño de evaluación razonable y resultados que se pudieran situar en una escala común o tipificada.

Los efectos de las intervenciones fueron convertidos en puntuaciones típicas, es decir, la magnitud de los efectos expresada en términos de unidades de desviación típica. Para estudios experimentales éstos fueron estimados generalmente como la diferencia de puntuación en los tests estándar entre los grupos experimental y de control dividido por la desviación típica del grupo de control (Glass, McGaw y Smith, 1981). En el caso de los estudios cuasi-experimentales (estudios en los que los controles estadísticos se utilizaron para especificar la diferencia de los sujetos), la magnitud de los efectos se obtuvieron dividiendo el incremento en las puntuaciones de los tests asociadas con el coeficiente de regresión para la intervención por la desviación típica de las puntuaciones de la muestra. De este modo, la eficacia de una intervención fue considerada como el incremento en las puntuaciones de los tests asociadas con la intervención en unidades de desviación típica.

La estrategia general fue ordenar los diferentes estudios relativos a cada intervención para determinar la gama de resultados y para investigar las razones de las diferencias entre éstos, tales como el formato del test, el nivel del curso, la población de estudiantes o las variaciones de la intervención. Una vez establecida esta gama se eligió un estudio concreto, situado hacia la mitad de esta ordenación, y que también concordaba con los criterios de replicabilidad y, además, detallaba la naturaleza de la intervención y los elementos de que dispone. Muchos estudios carecían de detalles sobre la intervención y, por lo tanto, no cumplían estos criterios. Más aún, estudiamos las evaluaciones en las que se basaban nuestros resultados sobre la eficacia, para asegurar que éstos conseguían unos niveles aceptables. En el caso de la reducción del tamaño de las clases, no fue necesario escoger un estudio en particular para establecer los requisitos de replicabilidad y recursos.

En la Tabla I, se presenta un resumen de los efectos de cada intervención y los resultados alcanzados en matemáticas y lectura. Todos los efectos están basados en la presunción de que las intervenciones se llevan a cabo durante un curso completo. Para un estudio detallado sobre los efectos de las cuatro intervenciones, ver Glass (1984).

Leyenda: a = media cursos 2 y 3  
 b = media cursos 4, 5 y 6  
 c = media cursos desde 2 a 6

TABLA 1.-MAGNITUD DE EFECTOS POR CADA AÑO DE INSTRUCCION PARA CUATRO INTERVENCIONES EDUCATIVAS

Intervención		Matemáticas						Lectura					
		Media	2	3	4	5	6	Media	2	3	4	5	6
Tutorías (modelo Boisel)	Programa de adultos y estudiantes combinado	.79 <sup>c</sup>	1.02	.91	.79	.68	.55	.42 <sup>c</sup>	.50	.46	.42	.39	.35
	Componente estudiante Componente adulto	.97 <sup>a</sup> .67 <sup>b</sup>	1.02	.91	.79	.68	.55	.48 <sup>a</sup> .38 <sup>b</sup>	.50	.46	.42	.39	.35
Instrucción asistida por ordenadores (sesiones diarias de diez minutos en Minordenador)	Global	.12 <sup>c</sup>	.13 <sup>a</sup>	.30 <sup>a</sup>	.00 <sup>a</sup>	.10 <sup>a</sup>	.12 <sup>b</sup>	.23 <sup>c</sup>	.23 <sup>a</sup>	.25 <sup>b</sup>	.25 <sup>b</sup>	.20 <sup>b</sup>	
		Computación Conceptos Aplicación	.30 <sup>a</sup> .00 <sup>a</sup> .10 <sup>a</sup>	Vocabulario Comprensión	.23 <sup>a</sup> .25 <sup>a</sup> .20 <sup>a</sup>	.23 <sup>a</sup> .25 <sup>a</sup> .20 <sup>a</sup>	.25 <sup>b</sup> .25 <sup>b</sup> .20 <sup>b</sup>	.25 <sup>b</sup> .25 <sup>b</sup> .20 <sup>b</sup>	.25 <sup>b</sup> .25 <sup>b</sup> .20 <sup>b</sup>				
Reducción del tamaño de las clases	Desde	.06						.03					
	Hasta	.07						.04					
	35	.09						.05					
	20	.22						.11					
Incremento del tiempo de Instrucción (diez minutos mas diarios para cada tema)	Desde	.03						.07					
	Hasta	.02						.08					
		.04						.07				.07	

### *Efectos de las tutorías con estudiantes de mayor edad*

Este tipo de tutorías utilizada en Boise, Idaho, consiste en que niños de grado superior sean tutores de estudiantes de 2.º y 3.º grado; y que adultos lo sean de estudiantes de 4.º, 5.º y 6.º grado. Otros adultos fueron responsables de la instrucción de los estudiantes tutores y de la coordinación global del programa de tutorías. Los resultados alcanzados fueron comparables tanto para los estudiantes tutores como para los tutelados. En la Tabla I está separado el análisis efectuado para tutores adultos y estudiantes tutores, además de un resumen global del programa combinado.

Los efectos globales de las tutorías fueron sustanciales, con una magnitud de efectos de .97 y .48 para matemáticas y lectura, respectivamente, en la tutoría de estudiantes, y .67 y .38, en la tutoría de adultos. La magnitud media de los efectos en el programa combinado fue de .79 para matemáticas y .42 para lectura. Aunque la magnitud de los efectos es más baja en cada curso sucesivo, no nos es posible asegurar si esto es intrínseco a la intervención de tutorías, si es menos efectiva la tutoría con adultos utilizada en los cursos superiores que la tutoría llevada a cabo por estudiantes en los cursos inferiores, o si la diferencia es debida al "instrumento" de medición.

### *Efectos de una enseñanza asistida con ordenador*

El Computer Curriculum Corporation utiliza en este tipo de intervención el método de ejercitación y práctica, que es el más habitual en estos casos. La magnitud de los efectos se basa en el reanálisis de los resultados de experimentos cuatrienales llevados a cabo por el Educational Testing Service en Los Angeles Unified School District desde 1976 a 1980. Los resultados están relacionados con las sesiones mantenidas diariamente durante 10 minutos por cada sujeto. En la Tabla I aparecen la media estimada de la magnitud de los efectos y los resultados obtenidos en 2.º y 5.º grado: .12 para matemáticas y .23 para lectura. La puntuación media en cada área está basada en una ponderación equitativa de los 3 sub-tests de matemáticas y 2 subtest de lectura. El efecto mayor en matemáticas es en computación con menos incidencia en aplicación y virtualmente nulo en conceptos. Las puntuaciones en vocabulario y comprensión para lectura son muy similares.

### *Efectos de la reducción del tamaño de la clase*

El efecto de esta intervención estaba basado en un refinamiento de los resultados de un meta-análisis de 77 informes (Glass y Smith, 1979). Después de evaluados estos estudios y explorar los efectos peculiares de factores mediacionales, se encontró que la relación entre la diferencia en el ta-

maño de las clases y la eficacia del aprendizaje se puede estimar mediante la siguiente relación:

$$\hat{\Delta}_{S-L} = \hat{\beta} \log_e (L/S)$$

donde  $\hat{\Delta}_{S-L}$  es el incremento de los efectos al cambiar de una clase de gran tamaño con L alumnos a una clase de pequeño tamaño con S alumnos, y  $\hat{\beta}$  es una constante determinada mediante el ajuste por mínimos cuadrados del modelo a los datos. El valor de  $\hat{\beta}$  es aproximadamente .40 para matemáticas y .20 para lectura. Basándonos en esto, la magnitud de los efectos por reducción del tamaño de la clase fue estimada, en la Tabla I, mediante sucesivas reducciones de 5 estudiantes, en una clase de 35 estudiantes, hasta alcanzar 20 alumnos. También se obtuvo una estimación para una reducción de 35 a 20 alumnos directamente. Los efectos medios asociados con la reducción de 5 alumnos es .07 para matemáticas y aproximadamente la mitad para lectura. Reduciendo la clase directamente de 35 a 20 alumnos, el incremento esperado de los efectos es de unas .22 unidades de desviación típica para matemáticas y .11 para lectura.

#### *Efectos del incremento del tiempo de instrucción*

Se estimó la eficacia del aumento del tiempo de instrucción añadiendo 1 hora cada día en la escuela elemental, dividiendo este aumento equitativamente entre matemáticas y lectura. Aunque esto incrementaría el año escolar en 180 horas —90 para matemáticas y 90 para lectura— también suponemos que sólo se utilizará un 80% de este incremento para la instrucción. Los resultados fueron extraídos del Beginning Teacher Evaluation Study (BTES), el cual desarrollaba un análisis detallado del tiempo de clase en un período de 56 días. Por ejemplo, extrapolando a un año escolar de 180 días, estimamos que se dedicaron 186.5 horas y 232.6 horas a la lectura, en los niveles 2.º y 5.º respectivamente, en las clases del BTES. Las horas correspondientes a la instrucción en matemáticas fueron 102 en 2.º y 133 en 5.º grado. Un aumento en la instrucción de 75 horas al año en cada materia incrementaría, por lo tanto, el tiempo dedicado a lectura aproximadamente en un 40% en 2.º grado y un 32% en 5.º; también se incrementaría el tiempo de aprendizaje de matemáticas en un 74% en 2.º y 56% en 5.º grado, aproximadamente. Esto representa un aumento sustancial en la instrucción.

La magnitud de los efectos por aumento del tiempo de instrucción están estimados basándose en los datos del BTES. Es importante señalar que los resultados en matemáticas obtenidos de los datos de BTES para 5.º grado eran sospechosos de ser altamente inconsistentes con los otros resultados y esto parecía ser debido a unos efectos anormalmente grandes para un sólo sub-test. De acuerdo con esto, se ajustó el resultado para propor-

cionar uno más consistente con los otros sub-tests, puntuaciones y otros estudios en la literatura (Glass, 1984). Los efectos fueron relativamente pequeños, con un efecto medio estimado de sólo .03 para matemáticas y 0.7 para lectura.

En la Tabla I aparece solamente la magnitud de los efectos, una medida de eficacia, para cada intervención. Antes de establecer el rango de las intervenciones para su posible implantación, necesitamos conocer sus costes. En la siguiente sección presentaremos el coste de cada una de las intervenciones.

#### IV. COSTE DE LAS INTERVENCIONES

El objetivo de este análisis es averiguar los costes para replicar cada intervención y determinar las comparaciones que pueden ser hechas entre las diferentes intervenciones. La replica se refiere a la posibilidad de poder llevar a cabo la misma intervención con efectos similares en ámbitos distintos. Así pues, la replica incluye solamente lo requerido para reproducir la intervención en nuevas situaciones, pero no incluye los costes asociados con las actividades en la primera fase o las evaluaciones que crearon y calcularon la intervención.

El procedimiento para estudiar el coste de una intervención se hizo teniendo en cuenta 3 estadios (Levin, 1983). En primer lugar, los componentes para replicar un programa están especificados detalladamente. En segundo término, se especifica un valor anual o coste anual para cada componente. La suma de estos dos costes proporciona una estimación total del coste anual para cada intervención. Finalmente, el coste por estudiante es calculado dividiendo el total anual por el número de estudiantes atendidos.

Es importante señalar que las cuatro intervenciones presentan un suplemento en la instrucción más que una sustitución de los servicios de instrucción básicos. Por tanto, la estrategia de costes se dirige sólo a los recursos adicionales o los elementos requeridos para replicar estas intervenciones suplementarias. En cada intervención identificamos los componentes consultando documentos y, cuando fue necesario, expertos, para obtener descripciones de las intervenciones lo suficientemente detalladas para permitir una estimación de costes de los recursos requeridos. Se clasificaron de acuerdo con el número y tipo de personal, medios y equipamiento, material y otros elementos requeridos.

El asignar un coste a los componentes conllevaba una serie de pasos. Primero, para obtener un conjunto de costes consistente para un año concreto, 1980, se intentó extraer unos costes "nacionales" medios para ese mismo año. Estos costes aparecen en el Apéndice A-1, con referencia a las

fuentes y, también, el método para calcularlo. Por ejemplo, siempre que se utiliza en una intervención a un profesor con dedicación exclusiva el coste se establece en 21.875 \$ al año, basados en un salario medio para 1980 de 17.500 dólares y unos beneficios de 4.375 dólares. Se hacen cálculos similares para el resto del personal, medios, y todo el equipamiento excepto los ordenadores. En este caso, el rápido descenso de los precios en 1980, hace que nosotros obtengamos una información más reciente de los costes. Así pues, el coste de los ordenadores están basados en los precios para colegios en la primavera de 1980.

Utilizando los datos de costes para el mismo año, es posible obtener una base uniforme para establecer comparaciones. Aunque los costes han subido desde 1980, es improbable que afecte a los modelos relativos de coste, excepción hecha de los ordenadores (que en este estudio están actualizados a 1984). Para obtener el coste por estudiante, se dividió el coste total de cada intervención por el número total de estudiantes. En resumen, todos los costes fueron estimados en base a unas medias nacionales para 1980, menos en el caso de los ordenadores.

Algunos costes en nuestras estimaciones fueron analizados, por ejemplo, convertidos en un coste por año (Levin, 1983, p.p. 67-71). Los costes de personal normalmente se calculan sobre una base anual, por tanto, no es necesario anualizarlos. Por el contrario, el uso de medios o equipamiento normalmente incluye componentes que tienen una vida considerablemente mayor de un año. Para determinar los costes de estos componentes que se deberían incorporar a los programas por cada año de uso, se utilizó una fórmula que tuvo en cuenta la depreciación y el valor de los intereses. Esencialmente, este método considera los costes por sustitución, tiempo de vida y un índice de intereses apropiados como base para calcular una estimación de los costes anuales. El coste de cada elemento y el coste global asignado a cada intervención representa, de este modo, el coste por un año de operación.

Todas las estimaciones de coste aquí utilizadas están basadas en el concepto de "oportunidad", es decir, el valor de los recursos en su mejor alternativa de uso, sin tener en cuenta quién los pagó (Levin 1983, p.p. 48-50). Así pues, se da cuenta de los costes completos de personal y medios, aunque parte del personal fueran voluntarios y los medios cedidos gratis, o sin cargo, por otras unidades del gobierno. Esto es, para poder establecer comparaciones, determinamos el coste total de cada intervención. Ya que los componentes, costes y orígenes de los costes para cada intervención están en las Tablas del apéndice, los analistas en cualquier marco pueden ajustar y actualizar nuestras estimaciones para sacar las suyas propias de su ámbito concreto. Estos ajustes podrían sustituir los precios nacionales por los locales y actualizarlos. Hasta el punto de que cualquier responsable potencial puede reducir costes buscando voluntarios o medios cedidos, equipamiento y material.

En algunos casos identificamos componentes para intervenciones particulares para los cuales no atribuímos costes. Generalmente, estos eran casos donde los componentes eran verdaderamente “sin valor” en el sentido de que eran recursos que no tenían uso alternativo alguno que no fuera en la propia intervención en el momento de ser utilizados. Por ejemplo, el modelo de tutorías impartidas por alumnos de mayor edad, puede utilizar cafeterías, salas, gimnasios, auditorios, aulas vacías, en momentos en los que estos espacios no fueran utilizados para sus funciones normales. En otros casos, aparecían componentes normales cuyo coste era probable que fuera pequeño, pero en los que no se podía identificar el coste exacto. Tomando el ejemplo anterior, vimos que probablemente exigía una dedicación por parte de los profesores para seleccionar y guardar registro de los tutores y tutelados, pero la cantidad precisa no fue documentada en los informes. En este caso, encontramos que la omisión de una pequeña parte—por desconocimiento— del tiempo del profesorado (por ejemplo, probablemente menos del 1% del tiempo para cada profesor afectado) casi no incidiría en la exactitud de las estimaciones.

A continuación detallamos los procesos de coste para cada una de las intervenciones.

### *Costes de las tutorías con estudiantes de mayor edad*

De los diversos informes de evaluación del programa de tutorías, además de investigaciones detalladas e intercambios con la escuela del distrito Boise, identificamos los diversos componentes para este programa de tutorías y sus distintos componentes, adultos y estudiantes. Una escuela típica con sesenta tutores y sesenta tutelados para las tutorías entre estudiantes, y treinta tutorados para cada cada adulto, fué utilizado como unidad de análisis. Las Tablas A-2, A-3 y A-4 del apéndice indican los componentes y costes para el programa combinado de estudiantes y adultos, estudiantes sólo y el de adultos sólo, respectivamente.

Los costes de personal para cada escuela incluye 1/14 de los costes del supervisor de tutorías, que es el responsable de las 14 escuelas en el programa de tutorías; los costes de dos responsables de tutorías, dos tutores adultos, y una estimación del 5% del tiempo del director además de una pequeña cantidad de tiempo del personal de consulta para el adiestramiento. El ordenanza que registra e informa de los datos de las pruebas (una primera forma de determinar la elección de los tutelados) se incluye también en los costes de personal.

Los medios requeridos para replicar el modelo Boise pueden ser separados conceptualmente en espacio de oficina y espacio de tutorías. La plantilla de tutorías de adultos necesita un mínimo espacio de oficina en la escuela para llevar registros (por lo menos una mesa y un archivo para

cada uno) y el especialista del programa de tutorías necesita una oficina en el edificio de la Administración. Además, todos aquellos que llevan una tutoría necesitan un sitio para verse con los tutelados. Como las tutorías se llevan a cabo en los sitios disponibles de la escuela y los adultos no tienen oficinas individuales suponemos que estos dos elementos juntos ocuparían un aula. Sólo una parte apropiada (1/14) del coste de la oficina del especialista se asigna al coste de réplica en esa escuela concreta.

El equipamiento y materiales incluye material de enseñanza y mobiliario. Incluimos la compra de curriculum y suministros, pero excluimos los materiales requeridos para la prueba de selección (excepto para el informe adicional que está relacionado con el programa de tutorías) porque es parte del programa escolar. Como hemos partido la asignación de costes por espacio, también hemos partido la asignación de costes por mobiliario. Sin embargo, asumimos que habría disponible mobiliario durante las sesiones de tutoría.

No se han tomado en cuenta los gastos de capacitación, menos en el caso de los instructores. Suponemos que los adultos tutores serán pagados por el adiestramiento de los tutelados como parte de su salario, y; también, que no tenía un valor de mercado o coste monetario el tiempo de los estudiantes tutores. Tampoco hemos asignado un coste para la capacitación y viajes de los padres de los tutelados de una a tres noches al año para reuniones. Asumimos que las reuniones voluntarias de padres sustituyen a las conferencias de padres ya establecidas.

Los costes totales de un programa completo de tutorías (estudiantes y adultos combinados) fueron estimados en 41.433 \$ para los 150 tutelados o un coste por estudiante de 276 \$ aproximadamente. Ya que los estudiantes tutores considerados para el primer y segundo grado y los adultos considerados para cuarto, quinto y sexto eran separables, las estimaciones fueron hechas para cada componente por separado, basándose en los modelos que aparecen en las Tablas A-3 y A-4 del apéndice. La tutorías con estudiantes daba un coste de 212 \$ por estudiante participante (incluidos tutores y tutelados), y para los tutores adultos el coste es de 827 \$ por estudiante aproximadamente.

Esta diferencia sustancial en los costes se debía a dos factores. Primero, los dos componentes de la pareja tutorial de estudiantes, tutor y tutelado, logran beneficios, y ambos son contabilizados como estudiantes participantes, mientras que de los componentes de la tutoría con adultos sólo los tutelados obtienen beneficios, y por tanto, los costes son divididos por un menor número de estudiantes afectados por la tutoría de adultos. Así pues, en la tutoría de estudiantes los costes se distribuyen entre el doble de alumnos que la tutoría de adultos. Segundo, el modelo de tutoría de estudiantes no asume ningún coste por el tiempo de los estudiantes de la escuela elemental en términos de mercado de oportunidades o aprendizaje

perdido. Las actividades en las tutorías no compiten con otras oportunidades de matemáticas y lectura. En contraste, el tiempo de los tutores adultos es costoso, y cada adulto puede tutelar a un número limitado de estudiantes. De este modo el coste de personal para el modelo de tutorías de adultos es más alto, y está distribuido entre un menor número de estudiantes participantes, resultando un coste superior por estudiante para cada tutor adulto.

### *Costes de la instrucción asistida por ordenador*

Los componentes para abordar el CAI (Computer Assited Instruction) están extraídos de la aplicación en el Los Angeles Unified School District bajo la evaluación ETS/LAUSD (Levin y Woo, 1981). Sin embargo los costes del ordenador (Hardware, software y mantenimiento) fueron actualizados a Marzo de 1984; los restantes costes están basados en datos de 1980 para poder hacerlos consistentes con las demás intervenciones. La decisión de proporcionar los costes más recientes del Hardware fue tomada dado el drástico decremento en tales costes en los últimos años.

En el modelo básico hya un microordenador Microhost y 32 terminales dentro de un laboratorio en una habitación. El microordenador sirve como unidad central de procesos (CTU), los terminales son utilizados para interactuar con él, pero sin capacidad de procesamiento y memoria independientes. Los estudiantes tienen en cada sesión diez minutos de ejercitación y práctica en matemáticas y lectura, aunque otras materias pueden ser incorporadas a este sistema. La experiencia de Los Angeles sugiere que cada terminal puede ser utilizado 23 sesiones/día teniendo el laboratorio de ordenadores una capacidad de 736 sesiones/día.

Los costes del personal para replicar la intervención CAI, incluyendo un coordinador, dos profesores ayudantes, y una pequeña parte del tiempo del director. El coordinador es responsable de todo el funcionamiento del CAI incluyendo la programación y coordinación de la instrucción, informando a los profesores del progreso de los estudiantes, y supervisando el funcionamiento y mantenimiento del equipo. El coordinador es ayudado por un profesor de aula que es instruido en un programa intensivo de día y medio. Los profesores ayudantes supervisan los resultados de los estudiantes y les asisten para entender y resolver los problemas del CAI.

Los medios incluyen un aula para el laboratorio CAI, reforma para instalar mesas empotradas para los ordenadores, sillas y otro mobiliario, aire acondicionado y dispositivos de seguridad. El equipamiento y materiales incluyen el microordenador, 32 terminales, una impresora, un curriculum alquilado, y respuestos. Todos los costes del hardware y el software están basados en precios señalados por el suministrador, Computer Curriculum Corporation, en Marzo de 1984. Finalmente hay costes de ejercita-

ción, mantenimiento y seguros. Los detalles sobre los costes de estos elementos se pueden encontrar en Levin y Woo (1981), pero están resumidos en la Tabla A-5 del apéndice.

El coste total por escuela para un laboratorio de ordenadores plenamente equipado, personal y otros requisitos (basados en las 736 sesiones/día durante un año) son de 87.000 \$ al año para un coste anual por estudiante, por diez minutos diarios, de 189 \$, con precios de 1980. En 1978 el coste de un sistema similar fue estimado en 136 \$ por estudiante (Levin y Woo, 1981), así pues, el coste del hardware y el software para 1984 y el de los demás componentes para 1980 combinados reducen el coste total en sólo un 12% por estudiante, a pesar del abaratamiento del coste del hardware. Algunos analistas consideran que la reducción en el coste del hardware reducirá sustancialmente los costes del CAI. Pero el coste del hardware representa tan sólo el 25% del coste total estimado de nuestra intervención CAI. Esto es, las tres cuartas partes de los costes repartidos en el servicio CAI, no están relacionados con el hardware, por tanto, incluso una rebaja drástica de los precios del hardware no reducen sustancialmente el coste total por estudiante. Por ejemplo, aún si el coste del hardware se reduce en un 50%, el coste por estudiante se reducirá tan solo en un 13%, suponiendo que el coste de los demás componentes permanece inalterado; ya que éstos aumentan constantemente, es fácil suponer que la reducción total por este concepto se vea al menos, parcialmente compensado por el mayor coste de personal y otros componentes. Es importante tener en cuenta que en la intervención CAI se requiere bastante más que el hardware para proporcionar este servicio.

Desde 1978, muchas escuelas han adquirido microordenadores. Así pues, decidimos determinar el coste del hardware de un programa con microordenador, y comparar con el programa de miniordenadores utilizado en esta evaluación. Esta comparación es especialmente relevante ya que se afirma que un cambio en la tecnología, pasando de un sistema centralizado basado en miniordenadores a uno descentralizado basado en microordenadores, resulta una reducción de dos tercios en los costes (Pogrow, 1983, p.p. 80-81). Aunque el software utilizado en la intervención CAI no está actualmente disponible para microordenadores, pensamos que sería útil comparar los costes requeridos del hardware para impartir una instrucción similar con un sistema de microordenadores interconectados en red.

Una revisión de los recientes estudios y discusiones con expertos sugiere que una configuración común sería el uso de microordenadores Apple IIe ligados a un sistema de interconexión tipo Corbus conocida como Omninet (Piele, 1984). Básicamente, tal sistema debe proporcionar la oportunidad tanto para instrucción como para el almacenamiento e información de los programas de alumnos. Esta configuración requiere 32 Apple IIe para los estudiantes y uno a través del cual el profesor pueda supervisar el sistema. Además de la capacidad de almacenamiento de cada uno de los mi-

croordenadores, se obtiene más memoria a través de un diskete duro de 18.4 megabytes ideado para programas de sistemas y archivo de estudiantes. A diferencia del sistema con miniordenadores con su central de almacenamiento de curriculum, en éste cada estudiante recibe un diskete que contiene el curriculum y un registro de los progresos que se inserta en un diskdrive para "cargar" la información en el microordenador al principio de cada sesión. Periodicamente (por ejemplo, cada semana) el coordinador transferirá estos registros al diskdrive duro (tambor de discos) para preparar los informes de los estudiantes para los profesores de aula.

En las Tablas A-6.1 y A-6.2 del apéndice, mostramos los costes del hardware y mantenimiento del sistema de miniordenadores y microordenadores, respectivamente. Se supuso que la duración del equipo eran idénticos en ambos casos aunque nuestro conocimiento de los mismos sugiere que un fuerte uso de los microordenadores y una red de interconexión local puede limitar su vida a un período menor de los seis años sobre el cual anaulizamos los costes. De especial importancia, es la durabilidad de los terminales. Los utilizados en la configuración de microordenadores normalmente son utilizados en oficinas para introducir datos y procesar, y están diseñados para resistir una utilización intensa. El Apple IIe no fue diseñado para tal uso, y hay problemas, especialmente con el teclado y el disk-drive, que aparecen cuando son fuertemente usados.

En la primavera de 1984, los costes de dos sistemas fueron, más o menos, similares, con una pequeña ventaja para el sistema de miniordenadores. Esta pequeña ventaja de la configuración de hardware de los miniordenadores sobre los microordenadores conectados en una red local probablemente aumentaría considerablemente si se diera cuenta de todos los elementos y sus costes, y, especialmente, en las necesidades de personal. La experiencia con ambos sistemas sugiere que la red de micros actualmente en funcionamiento es lo suficientemente compleja e impredecible para requerir bastante más supervisión y conocimiento del sistema por parte del coordinador que en el sistema de minis; los costes de personal también serían más elevados. Esta diferencia puede disminuir en el futuro cuando las redes de interconexión locales sean más sencillas y más fiables, pero es una consideración que en el presente se incorporará a la comparación de costes.

Además, el hecho de que los estudiantes de la escuela elemental deben "cargar" sus propios disketes para cada sesión sugiere una intervención mayor de los profesores ayudantes que en el sistema de minis, donde cada alumno sólo tiene que "conectar" tecleando su nombre para comenzar una sesión. Finalmente, el hecho de que el Apple IIe es relativamente lento para cargar un programa, significa que una sesión de instrucción de 10 minutos puede durar en realidad 12 minutos o más, disminuyendo la capacidad de cada terminal de las 23 sesiones diarias del sistema de minis. Aun-

que todos estos problemas se puedan solucionar con una red más sofisticada y un aumento de la capacidad de almacenamiento, estos cambios elevarían bastante el coste de la red de microordenadores. Juzgamos que cuando se toman en cuenta todos estos factores, el sistema de micros sería más caro que el miniordenador usado actualmente.

### *Costes de la reducción del tamaño de la clase*

Una reducción en el tamaño de la clase requiere la disponibilidad de más profesores con aula y mobiliarios adicional. Así pues, el coste por estudiante se eleva con cualquier reducción de la clase porque el coste total de un aula, mobiliario y profesores debe ser dividido por un número menor de estudiantes. Empezamos con los costes fijos de una clase y luego mostramos cómo los costes cambian cuando el número total de estudiantes disminuye. Un aula para nuestro propósito incluye el espacio físico, mobiliario, necesidades energéticas, seguros, mantenimiento y un profesor. El coste de cualquier reducción de una clase puede ser calculado simplemente determinando cuantas clases adicionales con profesores y mobiliario serían necesarias. Como muestra la Tabla A-7 del apéndice, un aula en este modelo cuesta 28.138 \$, es decir, un coste por estudiante de 804 \$ cuando hay 35 alumnos por clase.

Disminuyendo de 35 a 30 en cada clase requerirá un incremento de 135 \$, un 14% aproximadamente, en costes por estudiantes para este aula. Del mismo modo, reduciendo de 30 a 25 alumnos se elevan los costes en 118 \$ por estudiante, el 17% aproximadamente. Sin embargo, cada una de estas figuras representa el total estimado de un coste adicional por estudiante al reducir el tamaño de la clase, no el coste adicional por materias. Esto es, la reducción global en una clase es una intervención educativa que afectaría a todas las actividades educativas, no sólo a la enseñanza de las matemáticas o la lectura. Por consiguiente, sólo una parte del coste adicional sería visto como una intervención educativa para mejorar las matemáticas y la lectura. Nosotros, por tanto, asumimos que una tercera parte, aproximadamente, de la jornada escolar está dedicada, directa o indirectamente, a matemáticas en el nivel elemental y un tercio a lectura, con el restante  $1/3$  dedicado a otras materias. Aunque nuestro análisis de los tiempos de aprendizaje indicó que la instrucción formal en matemáticas y lectura ocupa menos de los  $2/3$  de la jornada escolar, nosotros asumimos que los beneficios de clases más pequeñas para matemáticas y lectura serían también compartidos por otras actividades, tales como las Ciencias Sociales, Escritura y Ciencias. Así pues, el coste total adicional por estudiante para una reducción en el tamaño de la clase fue dividido por 3 para obtener un coste estimado por materia.

## *Costes del incremento del tiempo de instrucción*

El coste al incrementar la duración de la jornada escolar es estimado de forma clara y sencilla. Asumimos que el único coste adicional deriva de los salarios más altos y beneficios al margen asociados con un tiempo mayor de dedicación del profesorado. Este coste adicional fue calculado incrementando los salarios del profesor y los beneficios al margen en 1/6 para acomodar una hora adicional de instrucción más allá de las seis horas requeridas. Hemos supuesto que esta intervención no conllevaría costes adicionales para administración, biblioteca, mantenimiento o materiales de curriculum y repuestos. También supusimos que no serían necesarios más medios (y que ninguna actividad sería desplazada). Dado un tamaño medio de 30 alumnos por clase el coste anual de esta intervención es estimado en 61 \$ por estudiante y por materia, como muestra la Tabla A-8 del apéndice. Para aulas más pequeñas los costes serán proporcionalmente más altos.

## V. RESULTADOS DE LA RELACION COSTE-EFICACIA

De los datos de efectos y costes, es posible calcular la relación coste-eficacia para establecer un rango de las diferentes intervenciones. La Tabla 2 proporciona el coste estimado por un estudiante por materia cada una de las intervenciones, además del efecto del tamaño por cada 100 \$ de coste por alumno. Esta es la relación coste-eficacia utilizada por nosotros. Esto es computado dividiendo cada magnitud de efectos por el coste necesario por estudiante y multiplicando por 100. Los 100 \$ sirven como una unidad típica de gastos, lo cual nos permite comparar la relación coste-eficacia de todas las intervenciones. Claramente, cuanto mayor en la magnitud de los efectos sobre este nivel de gastos, mayor es el impacto educativo de estas intervenciones sobre los rendimientos. Vamos a considerar los resultados para lectura y matemáticas.

### *Intervención para elevar el rendimiento en matemáticas*

Entre las diferentes alternativas para mejorar el rendimiento en matemáticas, dos intervenciones del tipo de tutorías —el método de tutorías con alumnos de mayor edad y el programa combinado— muestran los mayores efectos por cada 100 \$ de coste por alumno; con un .46 para el de estudiantes tutores y .29 para el programa combinado.

Esto significa que el programa de tutorías combinadas de Boise da lugar a un aumento de casi la tercera parte de la desviación típica en las puntuaciones de los tests obtenidos por cada 100 \$ por alumno, mientras que el componente estudiantes provoca un aumento de casi la mitad de una

**TABLA 2.—COSTE POR ESTUDIANTE POR MATERIA Y RELACION COSTE-EFECTIVIDAD DE CUATRO INTERVENCIONES**  
(Magnitud de efectos por cada 100 dólares de coste por estudiante)

Intervención		Coste por estudiante (por cada materia)		Relaciones coste-efectividad													
				Matemáticas						Lectura							
		Media	Curso			Media	Curso			Media	Curso						
			2	3	4	5	6	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
Tutorías (Modelo Boise)	Progra de adu- tos y estudiantes combinado	\$276	.29 <sup>c</sup>	.37	.33	.28	.25	.20	.15 <sup>c</sup>	.18	.16	.15	.14	.13			
	Componente es- tudiante	\$212	.46 <sup>a</sup>	.48	.43				.22 <sup>a</sup>	.23	.21						
	Componente adulto	\$827	.08 <sup>b</sup>			.09	.08	.07	.05 <sup>b</sup>			.05	.05	.04			
Intrucción asisti- da por ordenado- res (sesiones dia- rias de diez mi- nutos en un mi- niordenador)	Global	\$119	.010 <sup>c</sup>	.11 <sup>a</sup>		.10 <sup>b</sup>			.19 <sup>c</sup>	.19 <sup>a</sup>		.19 <sup>b</sup>					
	Computación		.25 <sup>a</sup>			.21 <sup>b</sup>		Vocabulario	.21 <sup>a</sup>			.21 <sup>b</sup>					
	Conceptos		.00 <sup>a</sup>			.00 <sup>b</sup>		Comprensión	.17 <sup>a</sup>			.17 <sup>b</sup>					
Reducción del tamaño de las clases	Desde					.08 <sup>b</sup>											
	Hasta		.14						.07								
	35	\$ 45 <sup>d</sup>	.12						.06								
Incremento del tiempo de instrucción (diez minutos más diarios para cada materia)	30	\$ 63 <sup>d</sup>	.10						.05								
	25	\$ 94 <sup>d</sup>	.11						.06								
	20	\$201 <sup>d</sup>							.06								
Incremento del tiempo de instrucción		\$ 61	.05	.04		.06			.12			.11					

Leyenda: a = media para cursos 2 y 3

b = media para cursos 4, 5 y 6

c = media para cursos de 2 a 6

d = el coste por estudiante por materia es un tercio de la reducción de  
clases en todas las materias.

desviación típica por cada 100 \$. El componente adulto, con sus costes más altos y sus efectos menores, proporciona unos efectos mucho más pequeños en relación al coste.

El programa de intervención CAI y la reducción del tamaño de las clases muestran una relación coste-eficacia similar para las matemáticas, aunque la reducción inicial de (35 a 30 alumnos) muestra una relación algo más alta que las posteriores reducciones. Sin embargo, en ambos casos la magnitud de los efectos respecto al coste son tan sólo una cuarta parte que las de estudiantes tutores y menos de la mitad que el sistema de tutorías combinadas. Finalmente, el incremento del tiempo de instrucción en media hora diaria en matemáticas, tiene el efecto más pequeño por unidad de coste: más o menos la mitad que el CAI y reducción del tamaño de la clase, 1/6 del método combinado de tutorías, y sólo 1/9 del componente de estudiantes tutores.

De este modo, la alternativa preferible de las cuatro para incrementar el rendimiento en matemáticas es el modelo de tutorías de estudiantes, seguido del modelo de tutorías combinadas, CAI, reducción del tamaño de la clase e incremento del tiempo de instrucción. Es interesante comparar estos resultados con los obtenidos para lectura.

#### *Intervenciones para elevar el rendimiento en lectura*

Con respecto a los logros en lectura, las tutorías de estudiantes y el CAI muestran una relación coste-eficacia similar. En aquél, con .22, aparece algo mayor la relación que en el CAI, con .19, aunque el programa de tutorías combinadas, con .15, es estimado un poco menos efectiva. El modelo de tutorías de adultos, relativamente más caro, es el que presenta menor relación coste-eficacia de todas las alternativas en lectura, junto con la reducción del tamaño de la clase. El incrementar el tiempo de instrucción para lectura es aproximadamente dos veces la relación coste-efectividad de la reducción del tamaño de la clase, al contrario de los resultados para matemáticas.

En resumen, los resultados para lectura sugieren que el modelo que mejor optimiza la relación, es también el de tutorías de estudiantes, seguida de cerca por el CAI. El incremento del tiempo de instrucción y la reducción del tamaño de la clase son las que menor relación coste-eficacia presentan para elevar el rendimiento en lectura.

#### *Relación coste-eficacia para ambas materias*

Dado que el rango del coste-eficacia para las cuatro intervenciones difieren en cada materia, el responsable en decidir puede verse enfrentado con un dilema. En algunos casos, alternativas diferentes pueden ser utiliza-

das para diferentes materias. Un ejemplo puede ser utilizar tutorías de estudiantes para matemáticas y CAI para lectura. Sin embargo, en otros casos tales como la reducción del tamaño de la clase, puede ser más difícil mezclar intervenciones. Es decir, una reducción del tamaño de la clase es difícil de implantar para una sola materia, así que se deba considerar las implicaciones de cada intervención en ambas materias. Es útil por este motivo promediar la relación coste-eficacia para las dos materias para ver si resulta una escala clara que combine ambas materias.

La Tabla 3 muestra las relaciones coste-eficacia promediada para cada intervención en matemáticas y lectura. La tutoría de estudiantes y las tutorías combinadas muestran el mejor resultado, mientras que la reducción del tamaño de la clase, el incremento del tiempo de instrucción y la tutoría de adultos muestran las relaciones coste-eficacia más pobres.

Las diferencias en coste-eficacia son sustanciales. Por ejemplo, con los mismos costes tendríamos una efectividad casi cuatro veces mayor en matemáticas y lectura con las tutorías de estudiantes que reduciendo el tamaño de la clase o aumentando el tiempo de instrucción. Más aún, aunque el método de tutorías con adultos en sí tiene el resultado de la relación coste-eficacia más pobre de todas las intervenciones la mayor relación coste-eficacia de la tutoría de estudiantes contribuye a una relación coste-eficacia combinada que excede considerablemente la segunda mejor alternativa, el CAI.

## VI. RESUMEN

El propósito de este informe era señalar la relación coste-eficacia de cuatro importantes intervenciones para mejorar el rendimiento en matemáticas y lectura en la escuela elemental. Tutorías, instrucción asistida por ordenador, reducción del tamaño de la clase, e incremento del tiempo de instrucción fueron evaluados de acuerdo a sus costes y a la eficacia para mejorar el rendimiento en matemáticas y lectura. Por ejemplo, un modelo tradicional basado en la labor intensiva como es el de tutorías de estudiantes, parece ser más efectivo que el modelo CAI, ampliamente utilizado hoy día. Más aún, el punto central de muchas propuestas para la reforma de la educación, incrementando el tiempo de instrucción, parece ser relativamente peor elección para matemáticas y lectura desde la perspectiva de la relación coste-eficacia.

También es interesante el contraste entre el análisis de los efectos sólo y los resultados coste-eficacia. La Tabla 3 muestra que el modelo de tutoría con adultos tiene asociado uno de los mayores efectos, en matemáticas .67 y en lectura, .38. Sin embargo, los costes del modelo de tutorías son tan elevados que proporcionan una de las relaciones coste-eficacia más bajas en matemáticas, y la más baja en lectura. Más aún, como muestra la Tabla 3, la tutoría de adultos tiene el peor promedio coste-eficacia

**TABLA 3.—MEDIA DE LA RELACION COSTE-EFICACIA DE CUATRO INTER-  
VENCIONES PARA DOS MATERIAS.**

(Media de la magnitud de efectos en matemáticas y lectura por cada \$100 de  
coste por estudiante por materia)

			<u>RELACION COSTE-EFICACIA</u>
Tutorías	Programa de adultos y estudiantes combinados		.22
	Componente estudiante		.34
	Componente adulto		.07
Instrucción asistida por ordenadores			.15
Reducción del tamaño de la clase	Desde	Hasta	
	35	30	.11
	30	25	.09
	25	20	.08
	35	20	.09
Incremento del tiempo de instrucción			.09

entre ambas materias. Así pues, una evaluación de la efectividad sólo puede dar unas guías muy erróneas sobre los métodos más eficaces para mejorar las matemáticas y la lectura. Para mantener las ventajas de coste-efectividad en las tutorías en los cursos superiores, quizá fuera ventajoso considerar el uso de alumnos de 7 y 8 curso de las escuelas locales en vez de tutores adultos.

Al utilizar los resultados de estas computaciones, debe tomarse en cuenta una serie de precauciones. En primer lugar, cada uno de los resultados es extraído de una versión particular y aplicación de un tipo general de intervención, es decir, los resultados no pueden utilizarse para diseñar unas conclusiones generales para todas las posibles versiones de intervención. Mientras intentamos seleccionar formas específicas de intervención que fueron probadas, replicadas, basadas en una experiencia amplia y que tenía efectos representativos de este tipo de intervenciones, puede haber ejemplos que tengan una mejor relación coste-efectividad. Hay muchos sistemas y formas de implantar el CAI. Nuestras pruebas de uno destacado para ejercitación y práctica no tendría una base para valorar el coste-efectividad de otras aplicaciones CAI. Nuestras pruebas de uno destacado para ejercitación y práctica no tendría una base para valorar el coste-efectividad de otras aplicaciones CAI. Más aún el futuro decremento de los costes del CAI y el incremento de su efectividad puede hacerlo razonable. Debe ser anotado, sin embargo, que la más grande proporción de los costes del material no-hardware en el CAI sugiere que el decremento en los costes del hardware solamente puede no tener incidencia en la reducción de los costes de servicio CAI. Este caso ilustra que no se debería usar los resultados de nuestro análisis para hacer una generalización sobre todas las posibles versiones de cada una de las intervenciones. Segundo, nuestros resultados relacionados con los logros en matemáticas y lectura, no deberían ser aplicadas a otros resultados.

Tercero, tanto los costes como los efectos de la intervención pueden variar de una escuela a otra, dependiendo de las variaciones en las condiciones que no ha sido estudiada aquí. Por ejemplo, en algunas escuelas y para algunas intervenciones, es posible obtener voluntarios y donaciones de equipos y facilidades. En esos casos los costes para el patrocinador pueden ser reducidos y la relación coste-eficacia local alterada en favor de esa intervención. En otros casos, una gran tradición de trabajo con un tipo particular de intervención puede optimizar la relación coste-eficacia.

El uso más apropiado de estos resultados es proporcionar una guía para considerar las diferentes intervenciones para aumentar el rendimiento en matemáticas y lectura en la escuela elemental. Cuatro tipos de intervención han sido comparados de acuerdo con la relación coste-eficacia. Tanto los métodos como los resultados de este análisis comparativo, proporcionan un esqueleto para valorar intervenciones específicas que una agencia de educación local o estatal encontraría útil.

## BIBLIOGRAFIA

- Center for Social Organization of Schools, The Johns Hopkins University. 1983. *School Uses of Microcomputers* Issue N.º 2 (June).
- Denhan, C. and A. Lieberman. 1980. *Time to Learn* (Washington, D. C.: National Institute of Education).
- Ehly, Stewart W. and Stephen C. Larsen. 1980. *Peer Tutoring for Individualized Instruction* (Boston: Allyn and Bacon).
- Fisher, Charles W., *et al.* 1980. "Teaching Behaviours, Academic Learning Time, and Student Achievement: An Overview" *Time to Learn*, Carolyn Denham and Ann Lieberman (eds.) (Washington, D. C.: National Institute of Education), pp. 7-32.
- Glass, Gene V. 1984. "A Meta-Analysis of Effectiveness of Four Educational Interventions". IFG Project Paper (Stanford, CA.: Institute for Research on Educational Finance and Governance, Stanford University).
- ..... 1978. "Integrated Findings: The Meta-Analysis of Research", *Review of Research in Education*, Vol. 48, N.º 5, pp. 351-379.
- ..... 1976. "Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research", *Educational Researcher*, Vol. 6, N.º 9, pp. 3-8.
- Glass, Gene V. and Smith, M. L. 1979. "Meta-Analysis of Research on Class Size and Achievement". *Educational Evaluation and Policy Analysis*, Vol. 1, pp. 2-26.
- Glass, Gene V., *et al.* 1981. *Meta-Analysis in Social Research* (Beverly Hills, CA.: Sage Publications).
- The Independent School District of Boise City. 1983. "1982-83 Evaluation Report, PROJECT INSTRUCT, Chapter 1 Program" (July).
- ..... (a). "Submission to Joint Dissemination-Review Panel (J. D. R. P.), Cross-Age Structured Tutoring Program in Math", mimeo.
- ..... (b). "Submission to Joint Dissemination-Review Panel (J. D. R. P.), Cross-Age Structured Tutoring Program in Reading" mimeo.
- Karweit, Nancy. 1983. "Time-On-Task: A Research Review", Report N.º 332 (Baltimore, MD.: Center for Social Organization of Schools, The Johns Hopkins University).
- Levin, Henry M. 1983. *Cost-Effectiveness: A Primer* (Beverly Hills, CA.: Sage Publications).
- ..... 1975. "Cost-Effectiveness Analysis in Evaluation Research" in *Handbook of Evaluation Research*, M. Guttentag and E. Struening (eds), Vol. 2 (Beverly Hills, CA.: Sage Publications), pp. 89-122.
- Levin, Henry M. and Louis Woo. 1981. "An Evaluation of the Costs of Computer-Assisted Instruction", *Economics of Education Review*, Vol. 1, N.º 1 (Winter), pp. 1-26.
- National Commission on Excellence in Education. 1983. *A Nation at Risk: The Imperative for Educational Reform* (Washington, D. C.: U. S. Department of Education).
- Piele, Philip K. 1984. "Local Area Networks for Microcomputers in Education", presented at Third Annual Conference on the Computer: Extension of the Human Mind, Center for Advanced Technology in Education (Eugene, OR.: University of Oregon, August).
- Pogrow, Stanley. 1983. *Education in the Computer Age*. (Beverly Hills, CA.: Sage Publications).

- Ragosta, Marjorie, *et al.* 1982. *Computer-Assisted Instruction and Compensatory Education: The ETS/LAUSD Study Final Report*, Project Report Number 19 (Princeton, N. J.: Educational Testing Service, April).
- Sinks, T. A. 1969. "How Individualized Instruction in Junior High School Science, Math, Language Arts and Social Studies Affects Achievement", Ph. D. thesis, University of Illinois. (University Microfilms N.º 69-10, 849).
- Smith, Mary Lee and Gene V. Glass. 1977. "Meta-Analysis of Psychotherapy Outcome Studies", *American Psychologist*, Vol. 32, pp. 752-760.
- Task Force on Education for Economic Growth. 1983. *Action for Excellence* (Denver, CO.: Education Commission of the States).

APENDICE TABLA A-1; COSTES MEDIOS 1980

Elementos	Descripción	Componentes	Coste
<b>PERSONAL</b>			
Profesor	Servicio regular en elemental y secundaria	Salario <sup>a</sup> y beneficios al margen <sup>b</sup> \$17,500 + \$4,375	\$21,875/año
Profesor	servicio extra en elemental y secundaria	Precio/hora <sup>c</sup>	\$ 20.25/hora
Profesor suplente	Observador en elemental y secundaria	Precio/día <sup>d</sup>	\$ 50/día
Director	Elemental	Salario <sup>e</sup> y beneficios al margen <sup>b</sup> \$28.000 + \$7.000	\$35,000/año
Supervisor	Oficina central en elemental y secundaria	Salario <sup>f</sup> y beneficios al margen <sup>b</sup> \$20.000 + \$5.000	\$25,000/año
Consultor	Instructores en servicio	Precio/día <sup>d</sup>	\$ 100/día
Paraprofesional	Ayudante de profesor, jefe de tutores, ordenanza	Precio/hora <sup>d</sup>	\$ 5/hora
Paraprofesional	Tutor adulto	Precio/hora <sup>g</sup>	\$ 4.25/hora
Estudiante	Elemental	Precio/hora <sup>h</sup>	\$ 0 hora
<b>MEDIOS</b>			
Construcción de aulas	Elemental y secundaria	Coste por pie cuadrado <sup>j</sup> para espacio de clase <sup>j</sup> \$50 x 900 pies <sup>2</sup> anualizado en un 10% de interés en 30 años <sup>k</sup>	\$45,000/aula \$ 4,775/año
Renovación de aulas	En elemental y secundaria para laboratorio de ordenadores	Costes actuales anualizados en un 10% de interés en 30 años <sup>k</sup>	\$18,500/aula \$ 3,010/año
Espacio de oficinas	Oficina Central (equivalente a medio aula)	1/2 coste por espacio de aula <sup>ij</sup> anualizado en un 10% de interés en 30 años <sup>k</sup>	\$ 2,388/año

APENDICE TABLA A-1: COSTES MEDIOS 1980 (Continuación)

EQUIPAMIENTO			
Mobiliario de las	30 pupitres de estudiante 1 pupitre y una silla de profesor 2 mesas plegables de 30" x 72" 2 Librerías	Precio de mercado <sup>l</sup> \$3,000 anualizados en un 10% de interés en 10 años <sup>k</sup>	\$ 488/año
Mobiliario de las oficinas	1 pupitre y una silla, archivo y teléfono	Precio <sup>d</sup> \$500 500 anualizados en un 10% de interés en 10 años <sup>k</sup>	\$ 82/año
OTROS			
Mantenimiento de aulas y utilidades	Mantenimiento rutinario utilidades y seguros	Coste anual <sup>d</sup>	\$ 1,000/año

a 'Media estimada del salario anual de profesores en escuela secundaria y elemental: United States 1959-60 y 1980-81'. *Digest of Education Statistics 1982*, p. 56; y Education Research service, *ERS Report: Salaries Paid Professional Personnel in the Public Schools 1980-81*.

b Asumimos el 25 % de los salarios en base a un examen de los costes representativos en 1980.

c Computado del salario medio de los profesores, asumiendo un año de 180 días y 6 horas diarias.

d Coste representativo utilizado en muestra de distritos escolares en 1980.

e Basado en Servicio de investigación educativa, *ERS Report: Salaries Paid Professional Personnel in the Public Schools 1980-81*.

f Basado en: "Average annual salary of instructional staff", *Digest of Education Statistics*, p. 58; e información del salario medio de los asistentes listadas en "Salaries of Assistant Principales per pupil expenditure for 1979-1980, *Standar Education Almanac 1980-81*, p. 64-65. Se supone que el salario del supervisor es un promedio de ambos.

g Basado en los costes actuales del modelo Boise, donde los tutores adultos son pagados en menor proporción que los tutores directores.

h No asume la oportunidad del coste.

i Paul Abramson, "Educational Construction: Seventh Annual Cost Report", *American School and University*, Abril 1981, p. 54.

j Estimado del American Registry of Architects, exclusivo para el espacio del hall.

k Louis Woo "Tabla 4.1: Annualization Factors for Determinig Annual Cost of Facilities and Equipment for Different Periods Of Depreciation and Interest Rates", en Henry M. Levin, *Cost-Effectiveness: A Primer*, Beverly Hills Sage, 1983, p. 70.

l Basado en las estimaciones del Palo Alto School Distict, deflactado para 1980.

APENDICE TABLA A-2:

COMPONENTES Y COSTES DEL MODELO DE TUTORIAS.  
PROGRAMA DE ESTUDIANTES, ADULTOS Y COMBINADO

Número de estudiantes: 150 (incluidas 30 parejas de tutorías para cada tutor director, 13 tutelados para cada tutor adulto y 2 tutelados adicionales para cada tutor director).

COSTE ANUAL COMPONENTES

PERSONAL <sup>a</sup>	
1.800 \$	1 Supervisor tutorial (con 14 escuelas) a 20.000 más una franja de beneficios por año (1/14 por cada escuela).
16.500 \$	2 directores tutores para cada pareja tutorial y 2 tutelados individuales por cada una a 5.000/hora por 6 horas/día por 22 días/mes por 10 meses = 13.200 dólares más una franja de de beneficios por año.
14.025 \$	Dos tutores adultos con 13 tutelados cada uno a 4.25 \$/hora por 6 horas/día por 22 días/mes por 10 meses = 11.220 más una franja de beneficios por año.
1.750 \$	1 Director al 5% del tiempo a 28.000 \$ más franja de beneficios por año.
21 S	6 consultores instructores en servicio (con 14 escuelas) 1/2 días a 100 \$/día.
548 \$	1 ordenanza al 5% del tiempo para identificar a los tutelados.
Medios	
171 \$	Espacio de oficina para supervisor tutorial (equivalente a 1/2 aulas; coste repartido entre 14 escuelas).
5.775 <sup>b</sup>	Espacio de oficina para tutor director y tutores adultos <sup>b</sup> . Espacio de tutorías <sup>b</sup> . Espacio de instrucción para los tutores directores, tutores y parientes <sup>b</sup> .
EQUIPAMIENTO Y MATERIALES	
120	Tutoría de curriculum a 30 \$/adulto.
300	Manual de tutorías de estudiantes, producido localmente, a 5.00 el manual.
100	Archivos y repuestos
325	Equipamiento de oficina para supervisor tutorial (a coste repartido entre las 14 escuelas).

## OTROS

en nómina Instrucción de tutores directores y adultos

41.433 \$ COSTE TOTAL POR AÑO  
276 \$ COSTE POR ESTUDIANTE

---

<sup>a</sup> Es posible que parte del tiempo de los profesores de aula sea necesario para comunicaciones con los tutores, directores y adultos. Sin embargo, no ofrecemos información de este componente, ya que no ha sido incluido en la intervención.

<sup>b</sup> Se supone que el espacio de oficina, de tutorías y de instrucción juntos equivale a un aula. El coste por espacio de un aula incluyó 1,000 \$ para las rutinas de mantenimiento.

### APENDICE TABLA A-3:

#### COMPONENTES Y COSTES DE LAS TUTORIAS INTEREDADES. COMPONENTE ESTUDIANTE

Número de estudiantes: 120, incluidos 60 tutores y 60 tutelados.

#### COSTE ANUAL COMPONENTES

---

##### PERSONAL<sup>a</sup>

1,800 \$	1 supervisor tutorial (con 14 escuelas) a 20,000 \$ más una franja de beneficios por año (1/14 por cada escuela).
14,850\$	2 tutores directores, 90% del tiempo, para tutores 30 tutores y 30 tutelados a 5 \$/hora por 6 horas/día por 22 días/mes = 13,200 \$, más una franja de beneficio por año.
1.750	Un director el 5% del tiempo a 28.000 \$ más una franja de beneficios por año.
21	6 consultores instructores en servicio (entre 14 escuelas) durante 1/2 días a 100 \$/día.
540	1 ordenanza el 5% del tiempo para identificar tutelados (equivalente a medio mes por año).

##### MEDIOS

171	Espacio de oficina para supervisor tutorial (equivalente media aula; coste distribuído entre las 14 escuelas).
5.775 <sup>b</sup>	Espacio de oficina para tutores directores <sup>b</sup> Espacio de tutorías <sup>b</sup> Espacio de instrucción para tutores directores, tutores y padres <sup>b</sup>

##### EQUIPAMIENTO Y MATERIALES

60	Tutoría de curriculum a 30\$ por tutor manager.
----	---

300	Manual de tutorías para estudiantes, producido localmente, a 5 \$ el manual.
100	Archivos y repuestos.
<b>EQUIPAMIENTOS Y MATERIALES</b>	
163	Equipamiento de oficina para tutores directores.
6	Equipamiento de oficina para supervisor tutorial (coste distribuido entre las 14 escuelas).
<b>OTROS</b>	
en nómina	Instrucción de tutores directores
25.356 \$	<b>COSTE TOTAL POR AÑO</b>
212 \$	<b>COSTE POR ESTUDIANTE</b>

---

<sup>a</sup>Es posible que parte del tiempo de los profesores de aula sea necesario para comunicaciones con los tutores, directores y adultos. Sin embargo, no ofrecemos información de este componente, ya que no ha sido incluido en la intervención.

<sup>b</sup>Se supone que el espacio de oficina, de tutorías y de instrucción juntos equivale a un aula. El coste por espacio de un aula incluye 1.000 \$ para las rutinas de mantenimiento.

#### APENDICE TABLA A-4:

#### COMPONENTES Y COSTES DE LAS TUTORIAS INTEREDADES CON COMPONENTE ADULTO

Número de estudiantes: 30 (incluidos 13 para cada Tutor Adulto y 2 para cada Tutor Director).

#### COSTE ANUAL COMPONENTES

---

PERSONAL <sup>a</sup>	
1,800 \$	1 Supervisor tutorial (para 14 escuelas) a 20.000 \$ más una franja de beneficios por año (1/14 para cada escuela).
1.650	2 tutores directores al 10% del tiempo para dirección ocasional de tutorías a 5 \$/hora por 6 horas/día por 22 días/mes por 10 meses = 1.320 \$ más una franja de beneficios por año.
14.025	2 tutores adultos para 13 estudiantes cada uno a 4.25 \$/hora por 6 horas/día por 22 días/mes por 10 meses = 11.220 \$ más una franja de beneficios por año.
700	1 Director el 2% del tiempo a 28.000 por año más una franja de beneficios.
21	6 consultores instructores en servicio (para 14 escuelas) durante 1/2 día a 100 \$ día.
216	Un ordenanza el 2% del tiempo para identificar tutelados.

## MEDIOS

171	Espacio de oficina para supervisor tutorial (equivalente a 1/2 aula; coste distribuido entre las 14 escuelas).
5,775 <sup>b</sup>	Espacio de oficina para tutores managers y adultos <sup>b</sup> . Espacio para tutorías <sup>b</sup> . Espacio de instrucción para tutores directores y parientes <sup>b</sup> .

## EQUIPAMIENTO Y MATERIALES

120 \$	Tutoría de curriculum a 30 \$/adulto.
20	Archivos y repuestos.
325	Equipamiento de oficina para Tutores, directores y adultos a 500 \$, anualizado.
6	Equipamiento de oficina para supervisor tutorial (coste repartido entre las 14 escuelas).

## OTROS

en nómina Instrucción para tutores, directores y adultos.

24,829 \$	<b>COSTE TOTAL POR AÑO</b>
827 \$	<b>COSTE POR ESTUDIANTE</b>

---

<sup>a</sup>Es posible que parte del tiempo de los profesores de aula sea necesario para comunicaciones con los tutores, directores y adultos. Sin embargo, no ofrecemos información de este componente, ya que no ha sido incluido en la intervención.

<sup>b</sup>Se supone que el espacio de oficina, de tutorías y de instrucción juntos equivale a un aula. El coste por espacio de un aula incluye 1.000 \$ para las rutinas de mantenimiento.

## APENDICE TABLA A-5:

### COMPONENTES Y COSTES DE LA INSTRUCCION ASISTIDA POR ORDENADOR. SISTEMA DE MINIORDENADOR

Número de estudiantes: 736 (incluidas 23 sesiones por terminal por día por 32 terminales).

## COSTE ANUAL COMPONENTES

---

### PERSONAL

25.000 \$	1 Coordinador CAI a 20.000 \$ más una franja de beneficios por año.
6.000	2 profesores ayudantes durante 600 horas a 5\$/hora.
1.750	1 director el 5% del tiempo a 28.000 \$ más una franja de beneficios por año.

## MEDIOS

5.775	Aula para el laboratorio CAI (incluido 1.000 \$ para mantenimiento y conservación).
3.010	Renovación del aula para el CAI
244	Mobiliario (Incluidos mesa de despacho y silla para el profesor y silla solamente para estudiantes).

## EQUIPAMIENTO Y MATERIALES

4.982 <sup>a</sup>	1 Microhost (CPU) con 1 Mb de memoria y 40 Mb para almacenamiento a 21.700 \$, anualizado al 10% de intereses durante 6 años <sup>a</sup> .
4.857 <sup>a</sup>	32 terminales Computer Curriculum Corporation a 21,152, anualizado al 10% de interés durante 6 años <sup>a</sup> .
207 <sup>a</sup>	1 impresora (120 cps), anualizado al 10% de interés durante 6 años <sup>a</sup> .
11.434 <sup>a</sup>	Software a 49.800 \$, anualizado al 10% de interés durante 6 años <sup>a</sup> .
1.102 <sup>a</sup>	Instalación a 4.800 \$, anualizado al 10% de interés durante 6 años (Incluido CPU a 1.500 \$, terminales 3.200 \$, e impresora a 100 \$) <sup>a</sup> .
6.400	Alquiler de curriculum por año
3.000	Repuestos

## OTROS

40	Tiempo de instrucción para el coordinador durante 1 día y medio por 100 \$/día, anualizando al 10% de interés durante 5 años.
855	Tiempo de instrucción para 40 profesores durante 4 horas por 20.25 \$/hora, anualizando al 10% de interés durante 5 años.
9.720	Mantenimiento (incluido el CPU a 3,600, terminales a 5,760, e impresora a 360 \$).
3.000	Seguros
87.376 \$	<b>COSTE TOTAL POR AÑO</b>
119	<b>COSTE POR ESTUDIANTE</b>

---

a Costes señalados por el Computer Curriculum Corporation el 3/6/84.

APENDICE TABLA A-6.1 :

INSTRUCCION ASISTIDA POR ORDENADOR  
 SISTEMA DE MINIORDENADOR  
 SOLAMENTE HARDWARE Y MANTENIMIENTO

Número de estudiantes: 736 (supuestas 23 sesiones por terminal por día para 32 terminales).

COSTE ANUAL COMPONENTES

---

EQUIPAMIENTO (Hardware solamente)	
4.982 <sup>a</sup> \$	1 Microhost (CPU) con 1 Mb de memoria y 40 Mb de almacenamiento a 21,700 \$, anualizando al 10% de interés durante 6 años <sup>a</sup>
4,857 <sup>a</sup>	32 terminales CCC a 21.152 \$, anualizado al 10%de interés durante 6 años <sup>a</sup>
207 <sup>a</sup>	1 impresora (120 cps) a 900 \$, anualizado al 10%de interés durante 6 años <sup>a</sup>
1.102 <sup>a</sup>	Instalación a 4.800 \$, anualizado al 10% de interés durante 6 años (Incluido la CPU a 1.500 \$, terminales a 3,200 y la impresora 100 \$) <sup>a</sup> .
OTROS (mantenimiento sólo)	
9,720 <sup>a</sup>	Mantenimiento (incluído la CPU a 3,600 \$, terminales a 5,760, e impresora a 360 \$) <sup>a</sup> .
20.860	COSTE SUBTOTAL POR AÑO
28	COSTE SUBTOTAL POR ESTUDIANTE

---

<sup>a</sup> Hardware solamente, excluído el software. Precios señalados por C. C. C. al 3/6/84.

APENDICE TABLA A-6.2:

INSTRUCCION ASISTIDA POR ORDENADOR  
 SISTEMA DE MICROORDENADORES  
 HADWARE Y MANTENIMIENTO SOLO

Número de estudiantes: 736 (supuestas 23 sesiones por estudiante por microordenador por día para 32 microordenadores).

COSTE ANUAL COMPONENTES

---

EQUIPAMIENTO (Hardware solamente)	
3,813 <sup>a</sup> \$	Red de interconexión local Corvus OMNINET con 18.4 Mb de almacenamiento con video para registro, servicio de diskete, servicio de impresora (para 3 impresoras), 33 transportadores, cables, etc, a 16,605 \$ (incluido el 30% de descuento de la lista de precios), anualizado al 10% de interés durante 6 años.
7,539 <sup>a</sup>	33 Apple IIe (32 estudiantes y 1 profesor) con 64 K de memoria disk drive, monitor verde de 80 columnas a 32,835 \$ (descontado) anualizado al 10% de interés durante 6 años.
184 <sup>a</sup>	1 impresora Epson FX-100 (220 cps) con cables a 800 \$ (descontado), anualizado al 10% de interés durante 6 años.
1,061 <sup>a</sup>	Equipo de protección a 4,620 \$, anualizado al 10% de interés durante 6 años.
OTROS (mantenimiento sólo)	
9,432	Mantenimiento (incluidas la red a 3,311 \$ y microordenadores a 5,621, computado al 18%); impresora a 500 \$ (computado a 43 \$ por mes).
22,029	COSTE TOTAL POR AÑO
30	COSTE TOTAL POR ESTUDIANTE

---

<sup>a</sup> Hardware solamente, excluido el software.

APENDICE TABLA A-7:

REDUCCION DEL TAMAÑO DE LA CLASE.  
COMPONENTES Y COSTES

Número de estudiantes: De 35 a 30; de 30 a 25; de 25 a 20; y de 35 a 20 por aula

COSTE ANUAL COMPONENTES

PERSONAL	
21,875 \$	1 profesor de aula a 17,500 \$ más una franja de beneficios por año.
MEDIOS	
5,775	1 aula (incluidos, 1,000 \$ para mantenimiento y conservación).
EQUIPAMIENTO	
488	Mobiliario del aula
28,138	COSTE TOTAL POR CLASE POR AÑO
804	COSTE TOTAL POR ESTUDIANTE PARA 35 ESTUDIANTES
260 <sup>a</sup>	POR MATERIA <sup>a</sup>
134	Incremento del coste al reducir de 35 a 30 estudiantes
45 <sup>a</sup>	por materia <sup>a</sup> .
938	COSTE POR ESTUDIANTE PARA 30 ESTUDIANTES
313 <sup>a</sup>	POR MATERIA <sup>a</sup>
188	Incremento del coste al reducir de 30 a 25 alumnos
63 <sup>a</sup>	por materia <sup>a</sup> .
1,126	COSTE POR ESTUDIANTE PARA 25 ESTUDIANTES
375 <sup>a</sup>	POR MATERIA <sup>a</sup>
281	Incremento del coste al reducir de 25 a 20 estudiantes
94 <sup>a</sup>	por materia <sup>a</sup> .
1,407	COSTE POR ESTUDIANTE PARA 20 ESTUDIANTES
469 <sup>a</sup>	POR MATERIA <sup>a</sup>
603	Incremento del coste al reducir de 35 a 20 estudiantes
201 <sup>a</sup>	por materia <sup>a</sup> .

<sup>a</sup> Coste por materia, estimado en la tercera parte del coste anual para todas las materias.

APENDICE TABLA A-8:

COMPONENTES Y COSTE DEL INCREMENTO  
DEL TIEMPO DE INSTRUCCION

Número de estudiantes: 30

COSTE ANUAL COMPONENTES

---

PERSONAL	
3.645 \$	Incremento del tiempo del profesor en 180 horas/año (equivalente a 1 hora/día).
3.645	COSTE TOTAL POR AÑO
122	COSTE POR ESTUDIANTE
61	COSTE POR ESTUDIANTE POR MATERIA

---