

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CENTRO DE INVESTIGACIONES EDUCATIVAS  
CIED

ENSEÑANZA BASADA EN COMPUTADOR:

Efectos diferenciales de Software educativo con diversos tipos de refuerzo y condiciones motivacionales,  
sobre el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias Naturales en niños de Enseñanza Básica Primaria

Investigador Principal: BERNARDO RESTREPO G.

Coinvestigadoras:

MARTHA GALEANO G.

FATIMA GARCIA S.

AMANDA RESTREPO D.

BERTHA TORO DE P.

Universidad de Antioquia

Facultad de Educación

Medellín, Enero de 1987

## ACTA DE APROBACION DE TESIS

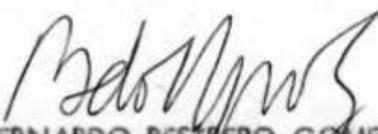
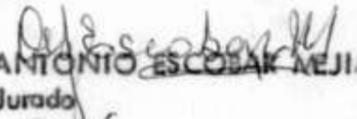
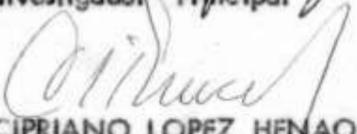
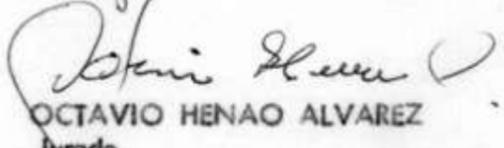
Los suscritos investigador Principal y jurados del Trabajo "ENSEÑANZA BASADA EN COMPUTADOR: Efectos diferenciales de Software educativo con diversos tipos de refuerzo y condiciones motivacionales, sobre el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias en niños de enseñanza básica Primaria", presentado por; Martha Galeano G., Fátima García S., Amanda del Socorro Ras trepo D. y Berta de J. Toro Vallejo, como tesis para optar al título de Magister en Educación: Orientación y Consejería, nos permití nos conceptuar que éste cumple con los criterios teóricos y metodológicos exigidos por la Facultad y por tanto decidimos aprobarla.

El Jurado destacó el Proyecto como pionero en esta área en la Facultad y solicitó su publicación.

Abril 3 de 1987



The image shows four handwritten signatures and their corresponding printed names and titles. On the left side, the signatures are for Bernardo Restrepo Gomez and Cipriano Lopez Henao. On the right side, the signatures are for Antonio Escobar Mejia and Octavio Henao Alvarez.

 BERNARDO RESTREPO GOMEZ Investigador Principal	 ANTONIO ESCOBAR MEJIA Jurado
 CIPRIANO LOPEZ HENAO Jurado	 OCTAVIO HENAO ALVAREZ Jurado

## RECONOCIMIENTO

Expresamos sincero agradecimiento a las instituciones y personas que hicieron posible este proyecto experimental

Comité Central de Investigaciones de la Universidad de Antioquia

ICFES (División de Fomento Investigativo)

Centro de Investigaciones Educativas, CIED.

Presidencia de la República

Centro Latinoamericano de Informática y Recursos Humanos

Instituto de Educación Rondinela

Profesores Egidio Lopera y Orlando Mesa (Controladores de calidad de los programas)

Teresita Hoyos y Beatriz Echeverri (apoyo secretarial)

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
0. INTRODUCCION	
1 . MARCO TEORICO	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2 ANTECEDENTES DEL EXPERIMENTO Y CAMPOS QUE SE ABREN A LA INVESTIGACION	6
1.3 COMPONENTES TEORICOS	11
1.4 OBJETO DE ESTUDIO	22
1.5 SISTEMA DE HIPOTESIS	23
1.6 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	26
1.6.1 Objetivos generales	26
1.6.2 Objetivos Específicos	26
2. DISEÑO METODOLOGICO Y EJECUCION DEL EXPERIMENTO	28
2.1 VARIABLES	28
2.1.1 Variables Independientes	28
2.1.1.1 Tipo de refuerzo	28
2.1.1.2 Tipo de presentación de la instrucción por computador	29
2.1.2 Variables Dependientes	29
2.1.3 Variable de Control	30
2.2 MUESTRAS	30
2.3 ELABORACION Y REFINAMIENTO DE PROGRAMAS	34
2.4 ASIGNACION DE TRATAMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS	35
2.4. 1 Asignación de tratamientos	35
2.4.2 Procedimiento Operativo	36
2.5 INSTRUMENTOS	37
2.5. 1 Prueba cognoscitiva en Matemáticas y Ciencias Naturales para medir conducta de entrada y resultados del experimento y derivar puntajes de ganancias	37
2.5.2 Escala Likert de actitud hacia el sistema de instrucción ayudada por computador y la motivación en las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales.	38
2.5.3 Pauta de registro del nivel de motivación por sesión, a partir de indicadores concretos	38
2.5.4 Observación del comportamiento social de los niños en el grupo por parte de la maestra y observación de la actitud de los mismos por parte de los padres.	38
2.5.5 Test de Raven para registrar niveles de inteligencia.	38
2.6 ALCANCE Y DESARROLLO DEL PROYECTO	39
3. RESULTADOS DEL EXPERIMENTO	43
3.1 EFECTOS SOBRE EL APRENDIZAJE	44

3.1.1	Homogeneidad inicial de los grupos	45
3.1.2	Rendimiento en Matemáticas	46
3.1.2.1	Ganancia relativa pretest-postest, por nivel de inteligencia y tipo de tratamiento	46
3.1.2.2	Efectos de tipo de refuerzo y de condiciones motivacionales generadas en la máquina, sobre la ganancia en Matemáticas .	51
3.1.2.3	Retención en Matemáticas	53
3.1.3	Rendimiento en Ciencias Naturales	57
3.1.3.1	Ganancia relativa pr etest-postest, por inteligencia y tratamiento	57
3.1.3.2	Retención en Ciencias Naturales	61
3.1.3.3	Efectos del tipo de refuerzo y de condiciones motivacionales asociadas con la máquina sobre la ganancia en Ciencias Naturales	64
3.2	EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA MOTIVACION	67
3.2.1	Efecto sobre la intensidad dialogal y manifestaciones extralingüísticas	68
3.2.2	Efecto sobre solicitud de ayuda	71
3.2.3	Efecto sobre interacción con la máquina	72
3.2.4	Fatiga en las sesiones	73
		Pág.
3.2.5	La motivación vista por la maestra titular del grupo	74
3.3	EFFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO SOCIAL DEL NIÑO EN EL AULA	75
3.4	EFFECTOS SOBRE LAS ACTITUDES DE LOS NIÑOS	80
3.5	LA OPINION DE LOS PADRES	
3.6	CONCLUSIONES Y GENERALIZACIONES	83
3.7	REFERENCIAS	99
3.8	ANEXOS	103

## LISTA DE TABLAS

TABLA		Pág.
1	Prueba F resultante del Análisis de Varianza de un factor aplicado a los puntajes de Pretests en Matemáticas y Ciencias Naturales, y medias de los grupos experimentales y control.	46
2	Análisis de Varianza del efecto de dos factores, nivel de inteligencia y tipo de refuerzo y condiciones motivacionales, sobre la ganancia de rendimiento en Matemáticas, a nivel de cuarto de primaria .	47
3	Medias de ganancias en Matemáticas por inteligencia y tipos de tratamiento	48
4	Análisis de varianza del efecto de dos factores, inteligencia y tipo de refuerzo y condiciones motivacionales, sobre la retención de aprendizaje en Matemáticas	54
5	Medias de retención del aprendizaje de Matemáticas, por inteligencia, y tipo de tratamiento, en niños de cuarto (4o.) de primaria	55
6	Análisis de varianza del efecto de dos factores, inteligencia y tratamientos, sobre la ganancia (pretest-postest) en Ciencias Naturales, a nivel de cuarto (4o.) de primaria.	58
7	Medias de ganancias en Ciencias Naturales, por inteligencia y tipo de tratamiento.	59
8	Análisis de Varianza del efecto de dos factores sobre la retención del aprendizaje de Ciencias Naturales en niños de cuarto (4o.) de primaria.	62
9	Medias de retención del aprendizaje en Ciencias Naturales, por inteligencia y tratamiento, en niños de cuarto (4o.) de primaria.	63
10	Asociación entre tipo de refuerzo (contingente o generico) y la intensidad dialogal y manifestaciones estralingüísticas en las sesiones de aprendizaje por computador.	70
11	Asociación entre tipo de refuerzo (contingente o generico) y la solicitud de ayuda en las sesiones de aprendizaje por computador.	72
12	Asociación entre el tipo de refuerzo (contingente y generico) y la actividad restringida o fatiga en las sesiones de aprendizaje por computador.	74
13	Asociación entre el tipo de refuerzo y el aislamiento de los estudiantes como efecto de la experimentación	77
14	Asociación entre el tipo de refuerzo (contingente alto y contingente bajo) y la agresividad que presentaron los niños durante el período de experimentación	78
15	Asociación entre el tipo de refuerzo (contingente alto y contingente bajo) y la seguridad que presentaron los niños durante el período de experimentación.	80

	LISTA DE GRAFICAS GRAFICA	Pag.
1	Interacción entre los factores de inteligencia y tratamiento con respecto al rendimiento en Matemáticas.	50
2	Interacción entre los factores de inteligencia y tratamiento con respecto a la retención en Matemáticas	57
3	Comportamiento de las medias de rendimiento en Ciencias Naturales en la interacción de inteligencia y tratamiento	60

#### LISTA DE ANEXOS

ANEXO		Pag.
1	Instrumentos	102
	- Prueba de conocimientos en Matemáticas	103
	- Prueba de conocimientos en Ciencias Naturales	106
	- Escala de actitudes hacia el sistema de instrucción ayudada por computador y la motivación en las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales.	110
	- Encuesta a los padres de familia de los alumnos de Cuarto Grado.	114
2	Modelo de Programas	117
	- Programa de Ciencias Naturales: La Fotosíntesis.	118
	- Programa de Matemáticas: El Producto Cartesiano	126

## 0. INTRODUCCION

El auge de los computadores , y más particularmente el de los microcomputadores, así como la adquisición de estos por las instituciones educativas con propósitos concretamente instruccionales, demanda de los centros de investigación educativa incluir, entre sus programas de investigación sicopedagógica y tecnológica, el área de los computadores y la enseñanza. Las incógnitas que presenta a la educación esta nueva herramienta tecnológica son múltiples y ya están siendo formuladas por los estudiosos de la relación educación-informática.

Entre los campos de investigación que se insinúan, hay que señalar:

El análisis de metodologías relacionadas con la individualización de la enseñanza; el refinamiento de mecanismos para diagnosticar el aprendizaje durante el proceso mismo de implementación de este; el estudio de la efectividad relativa de diferentes modalidades de enseñanza por computador; aplicación del microcomputador a la investigación sobre el conocimiento humano y sobre el aprendizaje; efecto del computador sobre la motivación y sobre el clima social del aula; desarrollo y experimentación de software educativo y adaptación del producido en otros medios culturales.

Este proyecto, que es el primero en un programa amplio de investigación sobre estos campos, se centró en los tres últimos de los mencionados. Buscó, en efecto, basándose en aspectos de la teoría conductista del aprendizaje, desarrollar software educativo para Matemáticas y Ciencias Naturales de cuarto año de enseñanza básica primaria, construyendo tratamientos que permitieran comparar efectos diferenciales de diversos tipos de refuerzo (genérico y contingente) y de diversas condiciones motivacionales (gráfica, sonido y movimiento), sobre el aprendizaje, la actitud y el comportamiento social de los niños en el aula.

Las unidades, elaboradas por maestras de primaria e investigadoras, fueron sometidas a control de calidad por parte de expertos de la Universidad de Antioquia y programadas luego en lenguaje Super-Pilot, produciendo cuatro versiones de cada unidad, según diversas combinaciones de los tratamientos experimentales, refuerzo y condiciones motivacionales. El experimento se aplicó durante tres meses, previa selección aleatoria de los sujetos de la muestra y asignación, también aleatoria de estos, a los tratamientos. La inteligencia fue controlada en el diseño y en el análisis de resultados.

Entre los hallazgos más destacados, es menester señalar la validación de la hipótesis según la cual el refuerzo contingente a la conducta que se desea moldear es superior al refuerzo genérico de responder simplemente "bien" o "mal", "correcto" o "incorrecto", o algo por el estilo. Estos refuerzos se prodigaron no sólo en las evaluaciones de las unidades, sino a lo largo de la presentación de los contenidos de instrucción.

Un segundo hallazgo, no congruente con la hipótesis respectiva, mas no por ello menos importante, tiene que ver con las condiciones motivacionales ligadas al tipo de refuerzo. Contrariamente a lo predicho, el grupo con refuerzo contingente y gráfica y sonido bajos rindió mejor que el grupo con refuerzo contingente y gráfica y sonido intensos, sugiriendo que el sonido, sobre todo, debe dosificarse apropiadamente, utilizando melodías completas sólo al comienzo y fin de una lección y sonidos breves, a manera de refuerzos o signos de alerta, en el curso del programa.

Se ratificó, una vez más, el efecto de diferentes niveles de inteligencia sobre el aprendizaje y se halló interacción entre inteligencia y tipo de refuerzo y condiciones motivacionales. Si los sujetos con inteligencia superior se desempeñan bien sean cuales sean el tipo de refuerzo y las condiciones motivacionales, los sujetos con niveles de inteligencia más bajos se desempeñan comparativamente mal en grupos grandes y en enseñanza por computador cuando se les aplica refuerzo genérico y aún frente a refuerzo contingente, si el

sonido es intenso; en cambio, elevan su rendimiento cuando se les presenta software con refuerzo contingente y gráfica y sonido moderados.

Con respecto a la motivación estudiantil esta se sostuvo más en presencia de refuerzo contingente y gráfica y sonido moderados. No se encontró evidencia de que la enseñanza por computador afectara el comportamiento social del estudiante en el aula incrementando la agresividad, el aislamiento y la inseguridad, observaciones hechas por otros investigadores.

En suma, puede concluirse que el software educativo para niños de enseñanza primaria debe privilegiar el refuerzo contingente y debe dosificar el sonido a lo largo de la presentación de contenidos, evitando melodías completas y atractivos que la enseñanza basada en computador, de tipo tutorial, es un apoyo benéfico para niños de inteligencia promedio, por debajo de los niveles brillante y superior; que sesiones de 25 minutos son asimiladas sin fatiga por niños de 9 años; y que no se encontró evidencia de que la enseñanza por computador afecte negativamente a los niños con respecto a comportamientos de agresividad, aislamiento e inseguridad.

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El primer computador personal salió al mercado en Estados Unidos en 1975 con el nombre de Altair 8800. En 1976 apareció el Apple I, en 1977 aparecen el PET Comodore y el radio Shack TRS - 80. En 1979 irrumpen los atari 400 y 800 y el Texas Instruments. A partir de 1980 comienzan a aparecer versiones nuevas de las anteriores marcas de microcomputadores y nuevas marcas con lo cual se logra rápidamente el paso de su utilización en juegos y entretenimiento al uso de esta tecnología como herramienta educativa (Cansado, 1985).

El computador, en su versión<sup>V</sup> de los microprocesadores, está aquí, ha llegado a la escuela y esta se vuelve a él con cierta perplejidad, con presiones diversas para asimilarlo, pero sin suficiente claridad sobre cómo debe utilizarlo y para qué exactamente. Sus posibilidades cualificadoras del aprendizaje dependen tanto de que se precisen las funciones instruccionales en las que la máquina puede complementar con ventajas la acción del docente, como las modalidades y estilos de organización y presentación de contenidos con los cuales puede alimentarse al computador para que la comunicación entre este y el estudiante sea oportuna y eficaz en vez de rutinaria e inocua. No debe pensarse que el computador, al menos en su estado actual, remplace total y eficientemente al docente en la función instructiva, sino que le apoye en la atención particular de los alumnos o de algunos alumnos cuando estos requieren bien sea de ejercitación y práctica de reglas, bien de remediación en ciertos procesos y contenidos o bien de enriquecimiento de algunos de estos últimos. Estas funciones puede cumplirlas el computador con base en programas sosos, rutinarios o a partir de un Software creativo y dinámico que tenga en cuenta los aportes de las teorías del aprendizaje a la instrucción. Cómo incide la inteligencia en el aprendizaje y retención de los niños y en consecuencia cómo deben elaborarse los programas para responder a diferentes niveles de inteligencia; que tipo de refuerzo hace más significativo el aprendizaje y que efecto tiene el tiempo de presentación del primero sobre este último; cómo se afecta el aprendizaje por la información inmediata sobre el propio desempeño, no sólo en cada unidad de instrucción, sino sesión por sesión o clase por clase; producen el sonido, el movimiento, las gráficas y el color de los programas alteraciones significativas en la motivación, capaces a su vez de producir cambios importantes en el aprendizaje? Sobre todas estas preguntas la psicología del aprendizaje ha hecho elaboraciones y sobre ellas también se conoce investigación empírica. Lo que el computador permite es mejorar el control de estos factores en el ambiente de la investigación y enriquecer la presentación de algunos, como los relativos a la promoción y sostenimiento de la motivación, con miras no solo a facilitar la validación de la teoría, sino para arrojar luz sobre las posibilidades mismas de la enseñanza basada en microprocesador, estén ellas relacionadas con la máquina y su manejo, o con la naturaleza del software, particularmente el relativo a los programas de enseñanza, simulación y, juego.

Para buscar respuestas a las preguntas planteadas y a otras que pueden hacerse en el vasto campo del aprendizaje humano, es menester propiciar la instrucción a través de la máquina, o sea mediatizar la enseñanza utilizando como medio maestro el computador. Este esfuerzo ha cristalizado en varios enfoques y modalidades de enseñanza basada en computador. Los enfoques son el CAI o EAC, enseñanza ayudada por computador y el CMI, enseñanza manejada o administrada por computador. La diferencia básica radica en que en el primer enfoque el computador presenta y desarrolla todos los procesos de la instrucción, desde los objetivos, la presentación de contenidos y la ejercitación, hasta la evaluación final, mientras que en el segundo enfoque el computador sirve de apoyo en algunos de los procesos instructivos, principalmente en la evaluación del aprendizaje.

En cada enfoque se han desarrollado modalidades. Es así como dentro del sistema CAI se habla de programas de "Ejercitación y práctica" o ejercicios de aplicación; programas "tutoriales", modalidad en la

cual se presenta instrucción con pistas, información ramificada a partir del tipo de respuestas generadas por el estudiante y sesiones de revisión de preguntas y respuestas; programas de "Simulación", modalidad en la cual, a partir de modelos de sistemas reales, se trata de entender el sistema real o de experimentar alternativas; y programas de "juegos", modalidad similar a la simulación, pero más cerrada, menos propicia a la experimentación y al cambio de variables.

En el enfoque CMI se han desarrollado dos modalidades principales, a saber: el sistema Batch, utilizado para calificar pruebas sin que el estudiante tenga acceso a la máquina, y el sistema interactivo en el cual se da tal acceso, lográndose interacción entre estudiante y computador a niveles variados, pero sin llegar a la presentación total de la instrucción (Dick, W. y Callagher, P. 1971; Baker, 1971).

Naturalmente el enfoque CAI es el que más se presta para someter a estudio las preguntas enunciadas antes en torno a la incidencia de variables internas y externas al aprendizaje sobre el aprovechamiento académico; y dentro de este enfoque la modalidad que facilita mejor el desarrollo de unidades completas de instrucción es la "tutorial", aunque para determinados aspectos pueden combinarse con ésta la "simulación" y la "ejercitación y práctica" de reglas y principios. El presente estudio utilizó básicamente la modalidad tutorial para buscar respuestas a algunas de las preguntas formuladas, y contribuir así, en alguna medida, a enriquecer el conocimiento en torno a cómo debe utilizarse el computador en la enseñanza, y más particularmente en torno a los atributos que deben tener los programas para mejorar su eficacia como factor de aprendizaje. No se trató simplemente de sondear la efectividad del computador, como medio de instrucción, sino de determinar como la enseñanza basada en computador puede hacerse ella misma más efectiva en los casos y oportunidades en que se decida acudir a este medio. La incorporación de un grupo de aula como grupo testigo se efectuó más como índice de calidad normal o media de aprovechamiento y de posibilidad de control de algunos factores, que como punto de referencia a remontar para probar la efectividad relativamente superior del medio computarizado, puesto que no se ha partido en ningún momento del supuesto de que la instrucción es un proceso, meramente técnico carente de elementos afectivos y relaciona-, les (Henaó, 1985). La máquina es más una ayuda para comprender mejor, practicar y retener, pero no un sustituto de la relación pedagógica fundamental de ayudar a crecer.

## 1.2 ANTECEDENTES DEL EXPERIMENTO Y CAMPOS QUE SE ABREN A LA INVESTIGACION

El computador se ha erigido como medio maestro para lograr la cristalización de la instrucción individualizada en la plenitud de sus elementos teóricamente más poderosos como son la medición de conductas de entrada, la implementación de diferentes ramales o avenidas de instrucción a tono con las necesidades diferentes de los estudiantes, la aplicación inmediata de refuerzos de diversa índole, la retroalimentación asimismo inmediata, el manejo del medio según el ritmo de aprendizaje de cada estudiante y el diagnóstico permanente de las dificultades de aprendizaje que presentan los sujetos del proceso de instrucción y que permite una prescripción diferenciada de elementos de remediación o de enriquecimiento. El trabajo en grupos o clases convencionales había establecido barreras a la operacionalización de esta estrategia en toda su magnitud. El computador, y mejor aún el advenimiento de los microprocesadores, abrió nuevas posibilidades a esta estrategia, no solo desde el punto de vista de la tecnología educativa, sino " también como campo de investigación de todos los supuestos subyacentes en la problemática de la instrucción individualizada.

En nuestro medio apenas se inicia el proceso instruccional basado en computador. La Universidad de Antioquia es pionera en ello y la Facultad de Educación, fiel a su espíritu innovador, ha emprendido con seriedad el ensayo de la estrategia de instrucción individualizada vía computador. Al igual que en otras innovaciones, no se contenta con la innovación en sí, sino que la acompaña con investigación sobre su desempeño y efectos. Asume este nuevo campo como un campo pedagógico, la pedagogía cibernética, que es menester entrar a estudiar seriamente. Si la enseñanza basada en computador está en su etapa inicial en el medio, la investigación apenas si se insinúa. Puede decirse que más que proyectos concretos y bien definidos, el proceso investigativo se halla en un momento de identificación y definición de objetos por

investigar en este nuevo campo que se abre a la educación y que presenta expectativas de mejoramiento de su calidad y de cubrimiento eficiente de las diferencias que los seres humanos experimentan frente al aprendizaje.

Consecuente con su política de someter las innovaciones a seguimiento y verificación de efectos, la Facultad de Educación inició en 1984 su labor en el campo de la aplicación de los computadores a la educación. Obtuvo sus primeros microcomputadores y ofreció cursos introductorios sobre su manejo, lenguajes prácticos y posibles usos en educación. En este mismo año se desarrolló software para primaria, básica secundaria y media vocacional, consistente en cortas unidades de ejercitación y práctica en Matemáticas, Ciencias Naturales, Aptitud Yerbales y Sociales, y una corta unidad para complementar la instrucción modular de los estudiantes del programa de educación a distancia. Estos programas fueron experimentados en dos colegios de Medellín y con estudiantes de la Universidad en 1984 y comienzos de 1985. Aunque la aplicación no se realizó a partir de diseños sistemáticos de investigación sí produjo observaciones útiles que se aprovecharon luego en el diseño del presente estudio.

Estas observaciones fueron complementadas con la revisión de la literatura existente en el medio sobre el tema, con la revisión de algunas publicaciones -resumen del estado del arte de la investigación sobre el uso de los computadores en la educación en los Estados Unidos-, el conocimiento de algunas experiencias de España y la revisión de material producido en la Consulta Regional sobre Aplicación de la Informática en la Educación, organizada por la Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, celebrada en Caracas en 1985 (Cansado, 1985). De este trabajo documental se extrajo información sobre algunos campos o líneas de investigación en el área, líneas que pueden sintetizarse así:

Análisis de problemas de tipo metodológico - educativo, relacionados con la individualización de la enseñanza.

Diagnóstico de aprendizaje: fuentes de error, dificultades en objetivos de instrucción determinados o en preguntas individuales, estilos de aprendizaje, conductas de entrada carenciales, conductas de entrada conaturales al sujeto que aprende, como la inteligencia y su relación con la enseñanza basada en computador, etc.

Efectos diferenciales de las modalidades del enfoque CAI, principalmente la tutorial, la dialogal y la simulación de ambientes de aprendizaje (laboratorios con reducción de riesgos y costos...) y validez de los enfoques utilizados en la aplicación de la informática en la enseñanza.

Investigación sobre el conocimiento humano y su proceso; efectos del refuerzo y la realimentación; efectos de modos de comunicación o enseñanza de conceptos, principios, solución de problemas, pensamiento creativo, juicio crítico, es decir la relación entre la naturaleza de la destreza o tipo de conocimiento por enseñar y el tipo de aprendizaje congruente por promover (Simón, 1983; Cansado, 1985).

Investigación sobre motivación para el aprendizaje activo y el impacto del computador en esta área. Además, el efecto de éste sobre el clima social del aula y del grupo de estudio y el efecto de la característica lúdica del microcomputador sobre el interés por la materia y el aprendizaje.

Desarrollo y experimentación de software educativo de alta calidad y evaluación y adaptación de materiales provenientes de otros ámbitos culturales.

Los objetivos del experimento plantean concretamente qué aspectos de cada categoría fueron abordados en esta primera investigación.

### 1.3 COMPONENTES TEORICOS

Retomando los conceptos enunciados en el planteamiento del problema, puede decirse que uno de los efectos del uso del computador en la instrucción es que despierta y sostiene la motivación, bien por el hecho de mantener activo al estudiante en el manejo de su proceso auto-instructivo o bien en razón de la

combinación de elementos dinámicos que un programa puede presentar a través de la máquina. Entre estos últimos elementos los hay relativos al aprendizaje mismo y los hay relacionados con el ambiente de presentación de la instrucción.

A los primeros, relativos al aprendizaje, corresponde en primer lugar la correlación entre inteligencia y aprovechamiento académico. Ausubel (1980) sostiene que la baja inteligencia puede compensarse, en parte, graduando las tareas de aprendizaje conforme a los niveles de aprovechamiento ordinario de los alumnos. Cuando esto se hace no se hallan diferencias importantes en el aprendizaje, retención y transferencia de niños con CI bajo (Klausmeier y Check, 1962; Klausmeier y Feldhusen, 1959).

Los tiempos más largos de exposición, continúa Ausubel, pueden compensar los efectos de la inteligencia baja en el nivel de la organización perceptual. Así mismo, plantea cómo las discrepancias entre niveles de aprovechamiento de alumnos más y menos inteligentes no prevalecen siempre que se les permita aprender a su propio ritmo.

Pues bien, la enseñanza basada en computador es quizás el medio más rico para graduar las tareas de aprendizaje según niveles de aprovechamiento de los alumnos, para crear intensidad de refuerzos y propiciar ritmos diferenciados de aprendizaje. El computador, manejado por el estudiante al ritmo del aprendizaje de éste es, con un buen programa que permita cierto nivel interactivo o dialogal, el medio más expedito para lograr la instrucción individualizada total, esto es, operacionalizadora de los elementos teóricos de esta estrategia instruccional. Se espera de esta manera reducir considerablemente las diferencias de aprendizaje provenientes de diferentes niveles de inteligencia. El carácter dialogal se obtiene en cierta medida, facilitando al estudiante la oportunidad de regresar sobre aspectos difíciles de la unidad, de intentar nuevas respuestas a preguntas complejas y aun de recorrer de nuevo toda la unidad cuando la asimilación es poco satisfactoria.

A los elementos dinámicos procedentes de la máquina y relativos al aprendizaje mismo, corresponde, también, el poder presentar los refuerzos inmediatamente a la presentación de las conductas para afirmar o cambiar éstas; corresponde, además, la inmediatez de la retroalimentación o información sobre su desempeño, pues si el estudiante conoce pronto este nivel de desempeño puede mejorar su motivación intrínseca en torno al objeto de estudio y puede reorientar su acción en concordancia con la información que recibe. En cambio, si el refuerzo y la retroalimentación llegan retardados, puede suceder que ya se haya afirmado el desempeño inicial o se haya olvidado su contenido. Bloom (1977), después de revisar varios microestudios sobre calidad de la enseñanza, reporta la existencia de una correlación de .47 entre refuerzo y retroalimentación por un lado y aprendizaje por otro.

Asimismo es procedente, utilizando la versatilidad de la máquina, tratar de obtener información sobre la diferencia entre tipos de refuerzo, específicamente entre refuerzo a través de gratificaciones no relacionadas directamente con el hecho de aprender, por ejemplo el puntaje obtenido en las pruebas de las unidades de estudio o el ofrecimiento y presentación de un juego cuando se demuestra un desempeño sobresaliente (Lesgold, 1983), y el refuerzo proveniente de la satisfacción misma de aprender un objeto de conocimiento.

También es pertinente estudiar el efecto de modalidades de refuerzo vistas bajo el criterio de contingencia de éste en relación con la conducta del estudiante. El refuerzo, en efecto, puede estar íntimamente relacionado o ser contingente con la conducta expresada por el niño en un contexto de aprendizaje dado, o puede ser un refuerzo genérico no contingente, no referido a tal conducta particular. De esta modalidad suelen ser los términos "bien", "excelente", "exacto", "correcto", en contraposición a comentarios contingentes a lo que el

sujeto acaba de realizar, por ejemplo "Está bien tu decisión porque..." Estos últimos no sólo motivan e informan sobre el desempeño, sino que al asociarse en cierta forma con reforzadores naturales, no mecánicos, de lo que se viene aprendiendo, tienden a moldear la conducta produciendo un aprendizaje más sólido y una retención mayor (Skinner, 1977). La explicación o comentario de las razones de la acción (respuesta) tienden a incrementar el aprendizaje relacionado con la respuesta misma afianzando ésta, sirviendo de contingencia moldeadora de un conocimiento.

La idea del refuerzo contingente o asociado con el discurso que trae el aprendizaje data desde el asociacionismo aristotélico, según el cual los conocimientos se constituyen a partir de sensaciones unidas entre sí" mediante asociaciones. Esta idea del gran filósofo, como muchas suyas, fue retomada por el asociacionismo británico entre los siglos XVIII y XIX (Locke, Mill, Hartley) y por el americano a fines del siglo XIX, combinado ya con los métodos experimentales establecidos en Alemania por Wundt y Miller (Hulse, et al, 1982). Este desarrollo culminó en las teorías conductistas de Watson y Skinner, exponentes más conocidos e influyentes de esta corriente.

Características por resaltar en el asociacionismo, importantes en el presente estudio, como elementos relativos al aprendizaje mismo, son el aprendizaje por asociación y el conexionismo y contigüidad. Según el primero, ciertos hechos periféricos, como reflejos, sensaciones y respuestas primitivas, son componentes fundamentales del aprendizaje. "De la gran cantidad de estímulos potenciales para la percepción, la acción y la asociación, sólo algunos resultan eficaces para moldear la conducta" (Gilson, en Hulse et al, 1982). Según el segundo elemento, conexionismo, las asociaciones se desarrollan mecánicamente por medio de conexión o emparejamiento contiguo de sensaciones, ideas u otros componentes de la conducta. Esta contigüidad puede ser en el tiempo (relación temporal estrecha entre las ideas por asociar) o en el espacio (las ideas se disponen unas junto a otras).

Pues bien, el computador facilita eficazmente la cercanía temporal y espacial de las ideas por asociar, a través precisamente del refuerzo contingente que relaciona la respuesta del estudiante con el texto previamente presentado, potenciando las consecuencias de la respuesta misma. El refuerzo contingente, presentado a veces en forma fija y a veces en razón variable, va moldeando paulatina y consistentemente el aprendizaje esperado. El computador posibilita así" la conformación de un modelo cibernético para la influencia del reforzamiento sobre el desempeño, sobre la conducta dirigida hacia metas mediante retroalimentación positiva o negativa, tal como lo plantea la teoría de Estes (en Hulse et al, 1982). Y como afirma Skinner (1977), "todo el comportamiento está determinado directa o indirectamente por las consecuencias, y lo que realmente está ahí moldea los comportamientos". El refuerzo es más efectivo si de alguna manera se conecta con el objeto de aprendizaje que está siendo abordado.

Estudios realizados por Sullivan, Baker y Shutz (1967) sugieren que la realimentación inmediata por sí misma no es garantía de mejor rendimiento (Sullivan et al, 1971). Las ventajas de la realimentación inmediata como información de desempeño, dependen más bien de un mayor control del texto presentado a las respuestas del estudiante, o sea de una realimentación contingente a la conducta o desempeño de éste en las preguntas que se hagan a lo largo del material de instrucción.

Otro estudio realizado por Sullivan, Shutz y Baker (1971), demostró que la realimentación inmediata sobre el propio desempeño arrojaba resultados más efectivos que la realimentación diferida a la sesión siguiente o a la clase siguiente. La mayor efectividad estuvo asociada también con el tipo de refuerzo utilizado, reducir periodos de ejercitación, refuerzo más significativo para el grupo que el utilizado en el estudio de 1967, consistente en pequeñas cantidades de dinero. El poder de este refuerzo demostró ser de importancia para mantener control de la conducta de estudio y asimilación del material. No basta la cantidad de éste como tal, si no se acompaña de realimentación y refuerzo adecuados y no genéricos, sino asociados con la conducta específica desempeñada por el estudiante. Un estudio realizado por Reynolds y Risley en 1968 demostró que el refuerzo contingente a la conducta desempeñada tendía a incrementar tal conducta y viceversa (Lipe y Jung, 1971).

El computador presenta la ventaja de información inmediata sobre el desempeño y puede así mismo proveer refuerzo de gran significado o de alta probabilidad de respuesta (Premack, 1965) para el niño. Ambas variables pueden ser controladas empíricamente por este medio, además de que pueden acompañarse en el computador de una presentación grácil, dinámica, cautivadora para el niño. El elemento lúdico de la máquina, en efecto, despierta y sostiene el interés del estudiante tanto más cuanto más variada sea la forma de reforzar las respuestas que éste ensaye dentro del programa tutorial.

Como se ha venido diciendo, se supone que estas modalidades de refuerzo, contingente o no contingente, es decir, que relacionen o no la respuesta con la conducta que ella encierra, afectan diferencialmente tanto la motivación como el rendimiento mismo. Para evaluar aún mejor su efectividad relativa, se repitió la evaluación final, comprensiva de todo lo enseñado, un mes después de realizado el postest, para detectar el efecto de dichas modalidades o tipos de refuerzo sobre el afianzamiento y recuerdo comparativo de lo aprendido, esto es, sobre la retención del aprendizaje. Esta retención se refiere "al proceso de mantener en existencia una reproducción de los nuevos significados" originalmente aprendidos, es decir, la capacidad de evocarlos o recuperarlos prontamente (Ausubel, 1980), mientras que el olvido es un descenso de disponibilidad de estos, de su reproducción después del aprendizaje original, sin que entre éste y aquella medie práctica intermedia. Era de esperarse que el refuerzo contingente a la conducta de respuesta del niño produjera una retención diferente a la del refuerzo genérico.

A los elementos dinámicos de un programa de instrucción relacionados no va con el aprendizaje mismo, sino con el ambiente del aprendizaje, corresponden el efecto que sobre el aprendizaje mismo tienen el sonido, las gráficas, el movimiento y el manejo individual de la máquina. Se esperaba que programas con sonido intenso, graficación y movimiento, asimismo intensos, incidiesen positivamente en el aprendizaje y la retención, dado que estas características son las que justifican el uso de la máquina como medio más poderoso que la sola palabra. El uso del texto escrito en pantalla equivale a replicar el texto escolar o la exposición del maestro en un ambiente quizás más tedioso. Sonido, gráfica y movimiento despertarían la motivación. Podía ocurrir, sin embargo, que exageración de estos elementos ofuscasen el objeto de aprendizaje distrayendo la atención del estudiante y que fuese conveniente, por ello, moderar su intensidad. Se buscó, igualmente, observar el efecto de la experiencia de aprendizaje por computador sobre el comportamiento del niño, ya que quienes afirman que este puede experimentar aumento de agresividad, aislamiento e inseguridad (Escorcía, 1984).

Para ello se efectuó un seguimiento riguroso del comportamiento de los niños en el aula.

Todos estos elementos, internos o externos al aprendizaje» esenciales o circunstanciales, fueron objetivos de búsqueda a través de este experimento CAI que pretendió dilucidar efectos del uso del computador (microcomputador) sobre la relación de dichos elementos con el aprendizaje. Las afirmaciones hechas previamente sobre esta relación no eran definitivas, sino apenas hipótesis de trabajo para orientar la observación.

Varios de estos elementos, por otra parte, son difíciles de constatar, pues el mismo estudiante tiene dificultades para percibirlos. El progreso académico real, por ejemplo, no es tan visible y evidente como lo son las notas y las gratificaciones externas (Lesgold, 1983). Con todo, se encuentran en la literatura informes sobre progresos relativos.

Un programa CAI evaluado en el Distrito Escolar Independiente de Houston, Texas, en 1978 - 1979, encontró ganancias de 1.1 meses en lectura y 1.2 meses en matemáticas, comparado con la instrucción convencional en grados 2 a 6. En los grados 3 a 7 hubo ganancias de 1.1 meses en lectura y 1.4 meses en matemáticas. El 93% de maestros atribuyeron esta ganancia al sistema CAI y 6 3% opinaron que el desempeño era mejor que el esperado en una clase tradicional (office of Technology Assessment, 1982).

Para que los programas motiven intrínsecamente, es decir, produzcan una satisfacción connatural al acto de aprender placenteramente, tienen que ser elaborados agudamente y con creatividad. Diseños rutinarios con mucho texto, poca gráfica, poca dinámica y poco ingenio, crean sopor, aburrimiento, distracción mental (office of Technology Assessment, 1982). El computador no debe ser simplemente un sustituto de la clase

magistral ni del texto escrito convencional. Se tuvo presente la necesidad de asesoría y control de calidad sobre los programas o unidades de instrucción para asegurar un buen nivel en este sentido.

#### 1.4 OBJETO DE ESTUDIO

El propósito de este experimento fue estudiar el efecto diferencial de la aplicación de programas tutoriales por computador, con diversos tratamientos de refuerzo y de realimentación combinados con varios tratamientos motivacionales, sobre el rendimiento, la motivación y la actitud de niños de cuarto de enseñanza básica primaria, en las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales.

En el estudio se investigaron variaciones del tratamiento experimental, así; un programa o tratamiento presentó refuerzo genérico con gráfica, movimiento y sonido intensos; otro programa presentó el mismo refuerzo genérico, pero con movimiento y sonido bajos; un tercer programa contó con refuerzo contingente o moldeador acompañado de movimiento y sonido intensos; y un cuarto programa o tratamiento presentó refuerzo contingente y movimiento y sonido bajos.

#### 1.5 SISTEMA DE HIPOTESIS

Las siguientes hipótesis fueron sometidas a prueba:

Ha1: El rendimiento académico, la motivación y la actitud hacia el aprendizaje por computador al término del experimento, así como la retención del aprendizaje un mes después del postest, será en promedio igual para los grupos que reciban las cuatro variantes del tratamiento y para el grupo control o de referencia.

Ho2: No se producirá interacción significativa ni entre las variaciones del tratamiento y el factor de inteligencia, ni entre las primeras y el comportamiento en el aula.

Ha1: A mayor graficación, sonido y movimiento, el rendimiento y la motivación promedio serán también más altos.

Ha2: El puntaje promedio del rendimiento y la motivación de los grupos con refuerzo contingente serán superiores al puntaje promedio de los grupos sometidos a refuerzo genérico.

Ha3: El rendimiento y la motivación promedio del grupo con refuerzo contingente y graficación, movimiento y sonido intensos, serán superiores al rendimiento y motivación promedio de los grupos sometidos a las otras tres variantes del tratamiento de enseñanza basada en computador. Así mismo el rendimiento promedio del primer grupo será superior al rendimiento del grupo control.

Ha4: La actitud de los grupos hacia la enseñanza por computador será diferente según las variantes del tratamiento aplicadas en el experimento.

Ha5: Los puntajes promedios en una prueba de retención (pretest) del aprendizaje serán diferentes para las diversas variantes del tratamiento y para el grupo control.

Ha6: El comportamiento en el aula (agresividad, aislamiento e inseguridad) será diferente para los grupos experimentales y de control.

Ha7: La interacción entre el tratamiento en sus diversas variantes y el grupo control, por un lado, y el factor de inteligencia, por otro, producirá diferencias de rendimiento estadísticamente significativas. Se espera, entre otras cosas, que el efecto del nivel de inteligencia inferior sobre el aprendizaje tienda a reducirse en los grupos experimentales, si se gradúa el ritmo de instrucción y se refuerza intensamente el aprendizaje a través del medio computarizado.

## 1.6 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

### 1.6.1 Objetivos generales

Como propósitos globales se pretendió;

- Someter a verificación experimental algunos efectos diferenciales de programas de enseñanza tutorial basada en computador.
- Desarrollar y depurar, a partir de ensayo experimental, unidades de instrucción basadas en tecnología computacional, teniendo en cuenta postulados de la teoría del aprendizaje.

### 1.6.2 Objetivos Específicos

El experimento buscó más concretamente:

- Determinar el efecto de programas tutoriales de computador en las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales preparados según diversas variantes de refuerzo y motivación y la actitud hacia el aprendizaje por computador, y comparar estos comportamientos con los de un grupo control que no recibe tratamiento basado en computador.
- Detectar la relación que se presenta entre aprovechamiento académico e inteligencia cuando se introducen diversas variantes de enseñanza basada en computador y comparar estos resultados con los observados en un grupo de control no sometido al tratamiento computarizado.
- Detectar efectos diferenciales de programas tutoriales con modalidades diversas de refuerzo y motivación, sobre la retención del aprendizaje y correlacionar niveles de retención e inteligencia cuando ha mediado aprendizaje por computador.
- Detectar el efecto de la instrucción basada en computador sobre el comportamiento social de los niños en su grupo escolar (agresividad, aislamiento, inseguridad).

## 2. DISEÑO METODOLOGICO Y EJECUCION DEL EXPERIMENTO

### 2.1 VARIABLES

#### 2.1.1 Variables Independientes

El tratamiento experimental fue múltiple. En efecto, puede hablarse de las siguientes variables independientes, como aplicaciones del tratamiento común, enseñanza por computador, variables que se aplicaron fusionadas dentro del respectivo tratamiento, según se explicará más adelante;

2.1.1.1 Tipo de refuerzo. El grupo experimental se sub-dividió en dos grupos. Al primero de ellos se aplicó refuerzo genérico y al segundo un refuerzo particular relacionado con la conducta desempeñada por el estudiante en forma de comentario sobre el contenido y corrección de las respuestas. Ambos grupos tuvieron realimentación inmediata a éstas.

2.1.1.2 Tipo de presentación de la instrucción por computador. Un subgrupo fue tratado con programas dotados intensamente de sonido, mientras otro fue expuesto a programas sin intensidad de sonido, o mejor con intensidad baja.

La variable experimental común a todos los grupos experimentales, como ya se dijo, fue la instrucción basada en computador. Paralelo a estos grupos hubo un grupo de control que no recibió el tratamiento de enseñanza por computador.

### 2.1.2 Variable Dependientes

Los fenómenos por observar y medir, como efectos de los tratamientos mencionados, fueron los siguientes:

El rendimiento cognoscitivo en los temas de Matemáticas y Ciencias Naturales desarrollados durante el experimento, esto es, las ganancias comparativas entre pretest y pos- test y las logradas en el retest.

La motivación derivada de la interacción con los programas y del tratamiento con diferentes tipos de refuerzo y de presentación de la instrucción.

La actitud de los grupos experimentales hacia las materias y hacia el aprendizaje por computador.

El efecto social sobre el grupo o la clase.

### 2. 1. 3 Variable de Control

Como variable moderadora se controló la inteligencia, la cual se operacionalizó, a través del test de Raven, en tres niveles: superior, intermedio y promedio.

## 2. 2 MUESTRAS

Se tomó un grupo intacto de 4 de Primaria del Instituto de Educación Rondinela de Medellín. Este grupo, integrado por 40 estudiantes, fue sometido a la prueba Raven de inteligencia. Se formaron luego tres subgrupos, a saber: los de inteligencia superior, los de inteligencia intermedia y los de inteligencia promedio. No resultaron estudiantes de inteligencia inferior.

De estos tres grupos se sacaron al azar los subgrupos para cada tratamiento controlando que en cada uno estuviesen representados los tres niveles de inteligencia.

Dado que el experimento se inició a mediados del año, los grupos resultaron bastante aparejados en conocimientos y otros atributos que podían incidir en la varianza final.

Se utilizó el test de matrices progresivas de Raven por recomendación de sicólogos que lo han utilizado en establecimientos de enseñanza primaria y secundaria precisamente para formar grupos homogéneos según capacidad intelectual de los estudiantes.

Este test está clasificado entre los tests factoriales de inteligencia. Mide potencial de inteligencia global, no afectado por escolaridad y está altamente saturado de factor G. El factor G es un factor cuantitativo de la inteligencia. Sólo un factor, pero el común y fundamental de todas las funciones cognoscitivas del mismo individuo. G es lo que en la práctica se llama inteligencia general. Es un test gráfico (no verbal) y se utiliza para determinar en forma fácil y rápida la capacidad mental de poblaciones numerosas, manteniendo al mismo tiempo una elevada precisión en los resultados.

Los materiales utilizados constan de unas "matrices progresivas que en número de 60 se hallan dispuestas en cinco series de doce matrices cada una. Constituyen problemas en los que hay que completar algo y el sujeto debe resolver eligiendo la respuesta apropiada entre seis alternativas en las series A y B y entre ocho en las series C, D, y E. Las dos primeras series examinan los recursos predominantemente perceptivos y las tres restantes, las operaciones predominantemente reflexivas de la inteligencia" (Bernstein, 1957).

Para evaluar el test, se siguieron estos pasos;

Corrección de la prueba: evaluación del acierto o error en la solución propuesta por el sujeto para cada problema.

Obtención del puntaje: se contabilizaron las soluciones acertadas.

Verificación de la consistencia del puntaje. Se comprobó si la composición del puntaje del sujeto se ajustaba al esperado.

Conversión del puntaje obtenido por el sujeto (puntaje bruto) en el puntaje medio o típico.

Conversión del puntaje medio en percentil.

Conversión del percentil en rango; se calificó con un índice ordinal la capacidad intelectual del sujeto.

Según el puntaje obtenido por cada sujeto, se hizo la clasificación en los siguientes rangos;

RANGO I o " intelectualmente superior"; si su puntaje iguala o sobrepasa el percentil 95 para los sujetos de su edad.

RANGO II " definitivamente superior en capacidad intelectual al término medio'<sup>1</sup>: si iguala o sobrepasa el percentil 75.

II +: si su porcentaje iguala o sobrepasa el percentil 90.

RANGO III "intelectualmente término medid'; si el puntaje cae entre los percentiles 25 y 75.

III +: si su porcentaje sobrepasa la mediana, es decir, el percentil 50 de su edad.

III -: si es menor que la mediana.

RANGO IV "definitivamente inferior en capacidad intelectual al término medid': si su puntaje es igual o menor al percentil 25.

IV -; si es igual o menor al percentil 5 de su mismo grupo de edad.

RANGO V. "deficiente mental": si es igual o menor al percentil 5 de su mismo grupo de edad.

Sólo aparecieron niños clasificados en los niveles I, II y III (superior, intermedio y promedio) y con ellos se llevó a cabo el experimento.

## 2.3 ELABORACION Y REFINAMIENTO DE PROGRAMAS

Los programas elaborados para ser suministrados por computador fueron realizados teniendo en cuenta la programación del Ministerio de Educación Nacional, particularmente la parte del programa que se estaba desarrollando según la época del año en que fueron aplicados. Los temas fueron seleccionados y suministrados por la profesora titular del grupo.

Los programas elaborados según la modalidad tutorial del enfoque CAI y montados en lenguaje super-Pilot, incluyeron los siguientes elementos;

Objetivos de comportamiento observable en cada sesión. Presentación de la información correspondiente a cada lección.

Formulación de preguntas sobre el contenido. Evaluación inmediata.

Retroalimentación inmediata a las respuestas y en caso necesario devolución a etapas previas del programa.

Terminada la sesión de aprendizaje se les presentó a los niños el puntaje obtenido y así" cada alumno pudo constatar su desempeño en la sesión.

En cuanto al refinamiento de los programas, se contó con la colaboración de profesores de 3o. y 4o. de primaria y de expertos de la Universidad de Antioquia quienes hicieron observaciones que fueron tenidas en cuenta en la depuración definitiva de los programas.

## 2.4 ASIGNACION DE TRATAMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS

### 2.4.1 Asignación de tratamientos

Los cinco subgrupos resultantes de la división aleatoria de los estudiantes fueron asignados también al azar a los cuatro tratamientos planteados en la sección de variables independientes, es decir, a los dos tipos de refuerzo y a los dos de presentación de la instrucción. Igual procedimiento se siguió para designación de los grupos de control.

Cada uno de los subgrupos experimentales tuvo 7 estudiantes, lo mismo que el grupo control. En síntesis, se organizaron cinco grupos, así:

Grupo 1: Refuerzo contingente, gráfica y sonido intensos.

Grupo 2: Refuerzo contingente, gráfica y sonido bajos.

Grupo 3: Refuerzo genérico, gráfica y sonido intensos.

Grupo 4: Refuerzo genérico, baja intensidad de gráfica y sonido.

Grupo 5: Control

### 2.4.2 Procedimiento Operativo

Los grupos experimentales fueron sometidos a dos sesiones de tratamiento de 25 minutos cada una en la semana, durante diez semanas.

Una sesión se dedicaba a Matemáticas y la otra a Ciencias Naturales, presentando las lecciones preparadas en lenguaje Superpilot y en Basic para cada área de aprendizaje.

Los estudiantes asistieron a las sesiones de computador en grupitos de dos o tres y todos tuvieron manejo de la máquina. Las respuestas fueron responsabilidad grupal, pudiendo establecerse diálogo entre los tres participantes. Las respuestas por ítem se registraron por grupo, pero la motivación fue monitorizada individualmente. La información sobre motivación fue resultado de observación directa registrada en instrumento elaborado para tal fin. Este registro se anotaba cada tres minutos a través de todas las sesiones desde sitios que no interfirieran el trabajo de los niños.

Los instrumentos relacionados con prepruebas, pruebas sumativas y prueba de retención, cuatro semanas después del postest de rendimiento, se aplicaron individualmente.

El grupo control tuvo también sesiones de veinticinco minutos, en promedio, en las cuales la titular del grupo explicaba el tema visto por los grupos experimentales.

## 2.5 INSTRUMENTOS

La medición de conductas de entrada, procesos y resultados se hizo a través de los siguientes instrumentos:

2.5.1 Prueba cognoscitiva en Matemáticas y Ciencias Naturales para medir conducta de entrada y resultados del experimento y derivar puntajes de ganancias.

2.5.2 Escala Likert de actitud hacia el sistema de instrucción ayudada por computador y la motivación en las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales, escala que después de refinada constó de 11 ítems con tres opciones (Ver Anexo 1).

2.5.3 Pauta de registro del nivel de motivación por sesión, a partir de indicadores concretos.

2.5.4 Observación del comportamiento social de los niños en el grupo por parte de la maestra y observación de la actitud de los mismos por parte de los padres. A estos últimos se preguntó si conocían la experiencia, qué importancia le daban, qué comentarios habían hecho los hijos y si estaban de acuerdo con la continuación de este tipo de enseñanza.

2.5.5 Test de Raven para registrar niveles de inteligencia

Tanto las pruebas de rendimiento académico, como la escala Likert y el cuestionario para padres, fueron sometidos a validación lógica a través de jurados. A la escala de actitudes, además, se le aplicó el criterio de consistencia interna ideado por Likert, y a los ítems resultantes se les buscó el grado de confiabilidad a partir del método de división por mitades, lográndose un coeficiente Spearman Brown de .82.

## 2.6 ALCANCE Y DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto incluyó, en primer lugar, la programación académica, entendiendo por ésta el diseño de las unidades de instrucción y su desarrollo, y en segundo lugar la programación técnica, esto es la traducción de las unidades a los lenguajes BASIC y súper-PILOT, su adecuada documentación, depuración y ajustes sugeridos por la aplicación misma de las unidades. Se desarrollaron 10 unidades así: 5 en Matemáticas y 5 en Ciencias Naturales para 4- de Primaria.

Como segundo paso, se extrajeron las muestras experimentales y de control, según el diseño elaborado para el experimento. Definidas las muestras finales y la asignación aleatoria de tratamientos, se inició la aplicación de estos, según el plan ya mencionado, por un período mínimo de diez semanas, ocho de las cuales se utilizaron para entrega de instrucción nueva y dos para repaso y afianzamiento. Durante este tiempo se llevaron registros de todos los eventos, conductas, actitudes previstas y no previstas en el diseño del proyecto. Estos registros y observaciones fueron elaborados tanto por los investigadores en las sesiones experimentales, como por las maestras en Las sesiones mixtas de las muestras experimentales y de control y en entrevistas con padres de familia.

Siempre dentro de un enfoque CAI (EAC), enseñanza asistida por computador, en el cual éste presenta toda la instrucción, el computador (micro) se utilizó en el experimento para los siguientes objetivos:

Presentación de programas tutoriales en Matemáticas y Ciencias Naturales.

Programas de afianzamiento de destrezas en Matemáticas, esto es de ejercitación y práctica, en los cuales no se presenta instrucción nueva sino que se trabaja sobre información ya asimilada para reforzarla y aplicarla.

En cuanto a la estrategia instruccional o plan de instrucción escogido para intentar resultados óptimos, se basó en los siguientes elementos:

Medición y análisis de la conducta de entrada de los sujetos tanto de los grupos experimentales como de control.

Elaboración de una estructura curricular orientada a producir pensamiento cualitativo (análisis, reto a la curiosidad del niño, creatividad. . . ). Los diversos programas fueron trabajados académicamente pensando en esta opción.

Agradabilidad de la forma de presentación. Uso de gráficas, movimiento y sonido.

Interacción personal con la máquina y manejo total de ella por cada uno de los estudiantes.

Sesiones de 25 minutos de enfoque tutorial en el computador y 90 minutos de ejercitación por fuera de la máquina. En el grupo control, 25 minutos tutoría de la maestra y 90 de ejercitación individual. Estos tiempos fueron ampliados según las necesidades individuales. Hay que recordar que el computador mediatiza la enseñanza y para que el aprendizaje sea efectivo y se alcance siquiera el 80% de los objetivos, debe proveer oportunidades de regresar sobre cierta información y de acometer por segunda y tercera vez ciertas preguntas.

El análisis, tercer paso normal en toda investigación, se hizo en ésta paralelamente a la aplicación de los tratamientos.

Cada dos sesiones de tratamiento, se llevó a cabo una de discusión e interpretación de las observaciones y registros logrados por los investigadores con miras a convalidar las observaciones particulares de estos.

Al término de las diez semanas de experimentación se aplicaron el postest de rendimiento y la escala de actitud hacia las materias y la instrucción por computador. Se hicieron las reducciones estadísticas pertinentes y se detectaron las ganancias reales logradas entre el pretest y el postest en los grupos experimentales y de control. Así mismo se llevaron a cabo los demás análisis e interpretaciones no relacionados con ganancias en rendimiento.

### 3. RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

Los resultados del experimento se presentan en varias secciones relativas a rendimiento o desempeño académico, motivación del estudiante en las sesiones tutoriales, comportamiento en el aula, actitudes hacia el aprendizaje por computador y actitudes de los padres. En cuanto a motivación, es menester diferenciar los dos tipos manejados en el análisis. En efecto, esta variable se maneja primeramente como independiente bajo el nombre de condiciones motivacionales generadas en la máquina, es decir, como componente del tratamiento experimental y será abordada conjuntamente con los tipos de refuerzo en la sección de efectos de los tratamientos sobre el aprendizaje. La motivación se maneja también como variable dependiente, tomada en este caso como estado psicológico del estudiante durante las sesiones tutoriales y en tal sentido será abordada bajo el título de: Efectos sobre la motivación. Esta motivación se desagrega en varios indicadores.

#### 3.1 EFECTOS SOBRE EL APRENDIZAJE

En esta primera sección de resultados se analizará la variable rendimiento, esto es, los efectos de los diferentes tratamientos sobre el aprendizaje de Matemáticas y Ciencias Naturales. Este análisis se hará mediante la técnica de análisis de varianza múltiple para detectar efectos de factores principales y efectos de interacciones entre los mismos. Los factores principales destacados en el marco conceptual son la inteligencia, categorizada en tres niveles, y el sistema CAI o enseñanza tutorial por computador, categorizada en cuatro niveles o combinaciones de tipo de refuerzo (contingente y genérico) y tipo de circunstancia motivacional adicional (gráfica y sonido).

El análisis de varianza se aplicó a los pretests, a la ganancia entre pretest y postest en Matemáticas y Ciencias Naturales, y a pruebas de retención aplicadas un mes después del pos-test respectivo, mes durante el cual los estudiantes no fueron expuestos a aprendizaje formal, ya que se hizo coincidir con el mes de vacaciones intermedias o de mitad del año escolar.

### 3. 1. 1 Homogeneidad inicial de los grupos

Antes de iniciar el experimento, y dados los tamaños relativamente bajos de las submuestras de los grupos experimentales y control, siete sujetos por grupo, se procedió a realizar un análisis de varianza con los puntajes logrados en los pretests de Matemáticas y Ciencias Naturales, con el fin de garantizar la homogeneidad de varianzas en el momento de comenzar la aplicación de los tratamientos y garantizar la validez de los hallazgos finales. Previamente, como se consignó en el diseño, los sujetos habían sido asignados al azar a cada grupo, cuidando que en cada uno de ellos quedasen representados los tres niveles de inteligencia definidos para el experimento.

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis de varianza aplicado a los pretests en las dos áreas estudiadas. Como puede observarse, las medias de los diversos grupos son bastante parecidas y la prueba F ostenta valores inferiores a la unidad, es decir, no significativos, lo cual asegura la homogeneidad de varianzas, en lo atinente a conocimientos al inicio del experimento.

TABLA 1. Valor F resultante del análisis de varianza de un factor aplicado a los puntajes de pretests en Matemáticas y Ciencias Naturales, y medias de los grupos experimentales y control.

Matemáticas (Pretest)				Ciencias Naturales (Pretest)		
Trata- mientos	Medias	F.	p.	Medias	F.	p.
1	7.0	.87	ns*	7.71	.51	ns
2	8.0			6.57		
3	8.7			8.71		
4	7.4			7.0		
Control	6.5			7.14		

\*ns: No significativo

### 3.1.2 Rendimiento en Matemáticas

#### 3.1.2.1 Ganancia relativa pretest-postest, por nivel de inteligencia y tipo de tratamiento

El análisis de varianza de la Tabla 2 muestra efectos significativos debidos a los factores de inteligencia y tratamiento, así como a la interacción entre estos factores principales. Los valores F resultaron significativos a niveles inferiores al .01 para inteligencia e interacción de esta con tratamiento y al nivel de .05 para la variable tratamiento.

La prueba Scheffé para contraste de medias múltiples resultó así mismo significativa para el factor de inteligencia señalando un rendimiento mejor ( $p: .05$ ) del nivel superior sobre los otros dos y del nivel intermedio sobre el grupo de inteligencia promedio. Las medias de estos grupos pueden observarse en la Tabla 3.

TABLA 2. Análisis de varianza del efecto de dos factores, nivel de inteligencia y tipo de refuerzo y condiciones motivacionales, sobre la ganancia de rendimiento en Matemáticas, a nivel de cuarto de

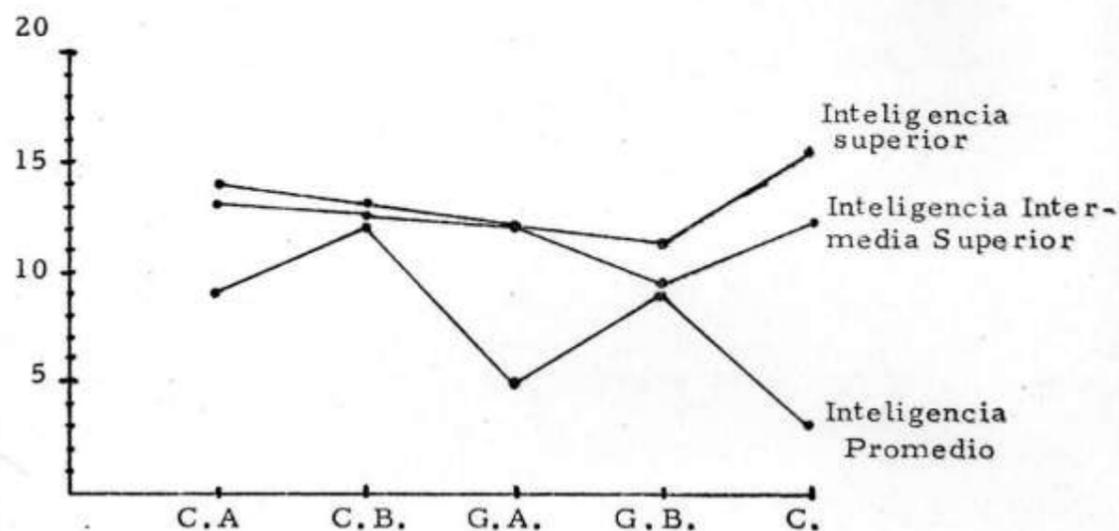
TABLA 3. Medias de ganancias en Matemáticas, por inteligencia y tipo de tratamiento

Tratamiento \ Inteligencia	Contingente alto	Contingente bajo	Genérico alto	Genérico bajo	Grupo control	Totales por inteligencia
Nivel superior	14.0	13.0	12.0	11.5	15.75	13.17
Nivel intermedio	9.0	12.66	12.0	9.5	12.5	11.08
Nivel promedio	13.0	12.0	5.0	9.0	3.0	9.16
Medias Totales por tratamiento	11.57	12.71	11.0	10.57	13.0	

Al analizar los contrastes de medias correspondientes a las combinaciones de tipos de refuerzo y condiciones de motivación, no se halló diferencia significativa alguna al nivel del .05 entre los cuatro tratamientos ni entre los tres primeros y el grupo control, pero sí" entre éste y la combinación de refuerzo genérico con gráfica y sonido bajo. A un nivel de .10 ( $p < .10$ ) el tratamiento de refuerzo contingente y condiciones motivacionales bajas ( $X = 12.71$ ) resultó superior al de refuerzo genérico con similares condiciones motivacionales ( $X = 10.57$ ).

En cuanto a la interacción de inteligencia por tratamiento, se observan varios hechos (tendencias) bien marcados. En primer lugar es visible la estabilidad del rendimiento en los tratamientos de refuerzo contingente con condición de gráfica y sonidos bajos y refuerzo genérico con gráfica y sonido también bajos, aunque el rendimiento comparativo es mayor y más estable en el primer tratamiento que en el segundo. Pero los niveles de la variable inteligencia no afectaron el desempeño dentro de estos dos tratamientos que se conserva bastante homogéneo a través de aquellos, sobre todo en la combinación de refuerzo contingente con condiciones motivacionales moderadas. En segundo lugar, es notable la disminución del rendimiento en el tratamiento genérico alto y en el grupo control a medida que baja el nivel de inteligencia. Y en cuanto a diferencias estadísticamente significativas, un primer análisis vertical muestra que en el tratamiento 1 (contingente-Alto) el grupo de inteligencia superior ( $X = 14.0$ ) rinde más que el de inteligencia intermedia ( $X = 9.0$ ); en el tratamiento 2 (contingente - Bajo) no se dan diferencias; en el tratamiento 3 (Genérico-Alto) los grupos de inteligencia superior e intermedia ( $X = 12.0$ ) rinden por encima del grupo de inteligencia promedio ( $X = 5.0$ ); en el tratamiento 4 (Genérico-bajo) no se presentan diferencias; y en el grupo control los estudiantes de inteligencia superior ( $X = 15.75$ ) rinden mejor que los de inteligencia promedio ( $X = 3.0$ ), que los de nivel intermedio ( $X = 12.5$ ), y estos a su vez se desempeñan mejor que los de inteligencia promedio ( $X = 3.0$ ).

GRAFICA 1. Interacción entre los factores de inteligencia y tratamiento con respecto al rendimiento en Matemáticas



Al mirar el desempeño de los tratamientos en cada nivel de inteligencia (análisis horizontal de la Tabla 3), no se encontró diferencia significativa en los niveles superior e intermedio, pero si" en el nivel de inteligencia promedio en favor del grupo de refuerzo contingente alto sobre los grupos de refuerzo genérico-alto, genérico bajo y control; del grupo de refuerzo contingente-bajo sobre el genérico-alto y el de control; y del grupo de refuerzo genérico-bajo sobre el genérico -alto y el de control. Se destaca de nuevo en este análisis cierta tendencia, avalada por análisis inferenciales, en favor de las condiciones motivacionales denominadas "bajas", esto es, en las que gráfica, y sobre todo sonido, no se prodigan intensamente.

### 3.1.2.2 Efectos del tipo de refuerzo y de condiciones motivacionales generadas en la máquina, sobre la ganancia en Matemáticas

3.1.2.2.1 Efecto del tipo de refuerzo. En este análisis se fusionaron los tipos de refuerzo y las condiciones motivacionales para detectar si existían diferencias entre refuerzo contingente y refuerzo genérico, por un lado, y entre condiciones de gráfica y sonido intenso y gráfica y sonido bajos, por otro, en cuanto a logros académicos.

El análisis de varianza de dos factores, inteligencia y tipo de refuerzo, arrojó valores F significativos para el factor de inteligencia ( $F(2, 26) = 8.02; p < .01$ ) y para la interacción de inteligencia con refuerzo ( $F(4, 26) = 3.34; p < .05$ ). La prueba de medias múltiples, realizada a través de la técnica Scheffé, indicó diferencias significativas en favor del nivel superior de inteligencia ( $X = 13.17$ ) sobre los niveles intermedios ( $X = 11.08$ ) y promedio ( $X = 9.16$ ).

Con respecto a la interacción de inteligencia con tipo de refuerzo (contingente, genérico, o personal (grupo control)), se encontró que en el nivel superior de inteligencia el refuerzo personal del grupo control ( $X = 15.7$ ) generó aprendizaje significativamente superior al del refuerzo genérico ( $X = 11.75$ ) en CAI, pero igual al del refuerzo contingente ( $X = 13.4$ ) a un nivel menor de .05. En el nivel intermedio de inteligencia no hubo diferencias de rendimiento debidas a tipo de refuerzo; pero en el nivel básico o de inteligencia promedio, las diferencias se invirtieron siendo superior el desempeño del grupo con refuerzo contingente ( $X = 12.66$ ) a los grupos de refuerzo genérico ( $X = 7.0$ ) y de control ( $X = 3.0$ ), a un nivel menor del .05.

### 3.1.2.2.2 Efecto del tipo de condiciones motivacionales generadas en la máquina

Los resultados del tipo de graficación y sonido fueron bastante similares a los de tipo de refuerzo. En efecto, el análisis de varianza de dos factores (inteligencia y condiciones motivacionales) indicó efectos significativos sobre el aprendizaje debidos a inteligencia y a la interacción de ésta con las condiciones motivacionales (gráfica y sonido), a un nivel  $\alpha: < .05$ .

En la prueba de medias múltiples, por su parte, el nivel de inteligencia superior obtuvo un desempeño más alto que el de los niveles intermedio y básico o promedio ( $p < .05$ ).

Con respecto a la interacción de inteligencia con las condiciones de motivación generadas en la máquina o microcomputador, se detectaron diferencias significativas ( $p < .05$ ) en el nivel superior de inteligencia en favor de las condiciones del grupo control, sobre las de los otros dos, invirtiéndose la relación en el nivel de inteligencia promedio en favor del rendimiento de los grupos experimentales sobre el del grupo control (medias de 10.3, 10.5 y 3 respectivamente), con lo cual se insinúan de nuevo las bondades de utilizar la enseñanza basada en computador como apoyo para el aprendizaje de niños cuyo nivel de inteligencia no es alto.

### 3.1.2.3 Retención en matemáticas

Como se indicó en el diseño del experimento, un mes después de aplicado el postest, y sin haber mediado en este lapso aprendizaje formal alguno, por ser período de vacaciones, se evaluó de nuevo el rendimiento de los grupos experimentales y de control. El pretest fue una nueva aplicación del postest con el ánimo de medir el proceso de retención y olvido y asociarlo con los factores de inteligencia y tratamiento experimental.

La Tabla 4 muestra los resultados del análisis de varianza de dos factores aplicado a los puntajes del pretest. Según la tabla, solo el factor de inteligencia es significativo ( $p < .01$ ). Ni el tratamiento experimental ni la interacción de inteligencia y tratamiento produjeron efectos significativos en la retención del aprendizaje de Matemáticas.

TABLA 4. Análisis de varianza del efecto de dos factores, inteligencia y tipo de refuerzo y condiciones motivacionales, sobre la retención de aprendizaje de Matemáticas

Fuente de Variación	gl.	Sc.	Mc	F.	p.
Inteligencia	2	51.47	25.73	12.55	<.01
Tratamiento	4	6.21	1.55	.75	ns *
I X T	8	26.23	3.22	1.59	ns *
Error	20	41	2.0		

\* ns : no significativo.

La prueba de medias múltiples arrojó una diferencia significativa al nivel de .01 entre los grupos de inteligencia superior ( $X = 15.23$ ) y promedio (11.66) en favor del primero y entre los de nivel intermedio ( $X = 15.5$ ) y promedio ( $X = 11.66$ ), también en favor del intermedio.

Aunque no se presentaron diferencias significativas de retención debidas a los tratamientos de refuerzo y condiciones motivacionales, en la Tabla 5 puede observarse claramente una mayor estabilidad de aprendizaje (retención) en los grupos sometidos a refuerzo contingente a través de los tres niveles de inteligencia, a diferencia de los grupos tratados con refuerzo genérico

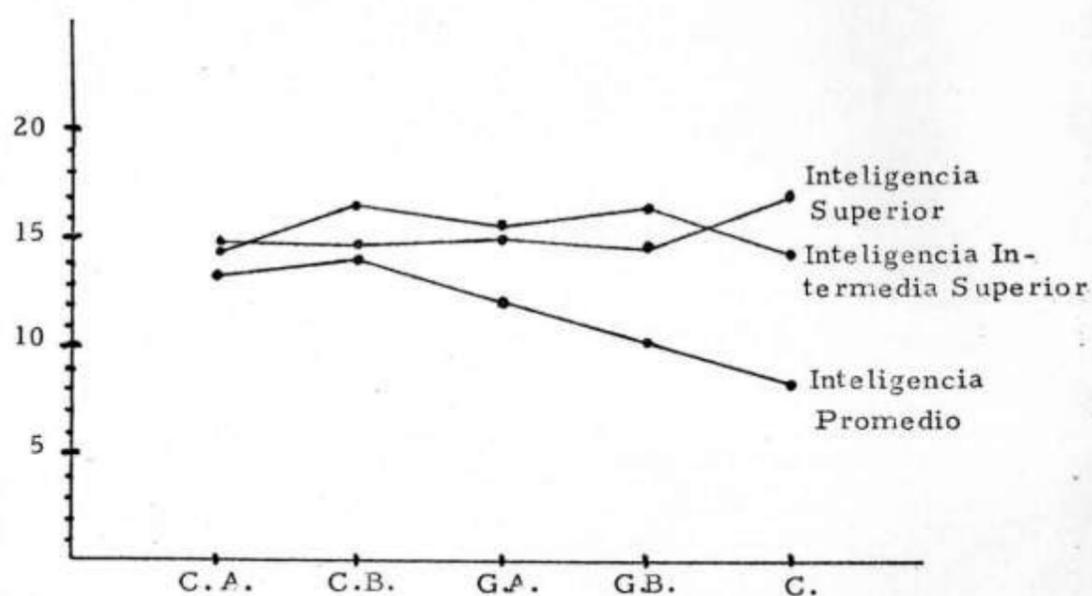
TABLA 5. Medias de retención del aprendizaje de Matemáticas, por inteligencia y tipo de tratamiento, en niños de cuarto de primaria

Tratamiento \ Inteligencia	Contin- gente Alto	Contin- gente Bajo	Gené- rico Alto	Gené- rico Bajo	Control	Tota- les
Nivel superior	14.5	14.66	15.0	14.5	17.0	15.23
Nivel intermedio	14.33	16.66	15.5	16.5	14.5	15.5
Nivel promedio	13.0	14.0	12.0	10.0	8.0	11.66
TOTALES	14.0	15.4	14.71	14.42	15.0	

y personal (grupo control), que exhiben bajas sensibles de retención en el nivel de inteligencia promedio que, sin ser inferior, fue el nivel básico en el estudio. También es visible la tendencia a la baja en la retención de los grupos genérico-bajo y control con nivel de inteligencia promedio, en relación con los grupos de refuerzo contingente del mismo nivel de inteligencia. Parece dibujarse una tendencia que habrá que observarse en otros análisis de esta investigación.

Por último, hay que observar en la Tabla 5 como el grupo de inteligencia promedio, nivel básico considerado en el estudio, logró medias más altas de retención en los tratamientos contingente-alto y contingente-bajo. En los demás tratamientos, así como en el grupo control, la retención fue débil, pronunciándose la curva de olvido. Este hecho puede detallarse en la Gráfica 2.

GRAFICA 2. Interacción entre los factores de inteligencia y tratamiento con respecto a la retención en Matemáticas



3.1.3 Rendimiento en Ciencias Naturales

#### 3.1.3.1 Ganancia relativa pretest-postest, por inteligencia y tratamiento

La Tabla 6 despliega los efectos debidos a los factores de inteligencia y tratamientos experimentales. Ambos factores principales fueron independientemente significativos ( $p < .01$ ), es decir, produjeron efectos sobre el aprendizaje en Ciencias Naturales. La interacción entre ellos, sin embargo, no resultó estadísticamente significativa.



TABLA 6. Análisis de varianza del efecto de dos factores, Inteligencia y tratamientos, sobre la ganancia (pretest-postest) en Ciencias Naturales, a nivel de cuarto de primaria

Fuente de Variación	gl	SC	Mc	F	p
Inteligencia	2	62.94	31.47	17.36	<.01
Tratamiento	4	69.88	17.47	9.63	<.01
I X T	8	12.67	1.58	.87	ns
Error	20	36.25	1.81		

Aplicada la prueba Scheffé al contraste de medias múltiples de los factores que arrojaron efectos significativos, se hallaron las siguientes diferencias:

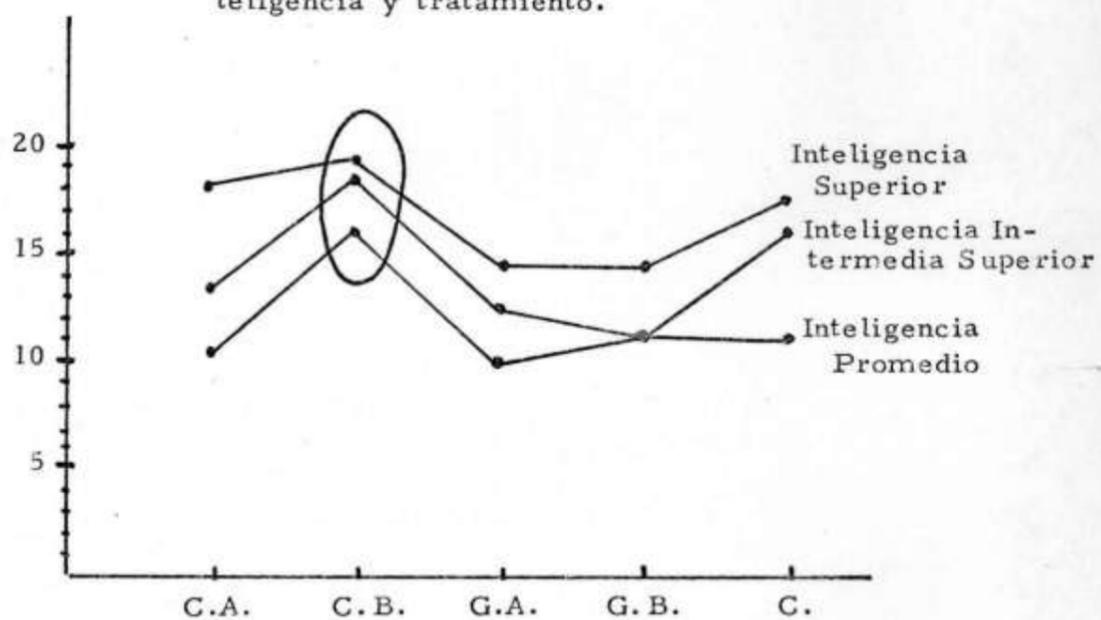
Los grupos de inteligencia superior e intermedia exhibieron un rendimiento estadísticamente similar, pero superior al del grupo de inteligencia promedio; El grupo de refuerzo contingente y condiciones motivacionales de gráfica y sonido bajos rindió significativamente mejor que los demás tratamientos al nivel de 05 y mejor que el grupo control al nivel de 10. No hubo diferencia significativa entre los demás grupos experimentales (tratamientos 1, 3 y 4), pero sí entre ellos y el grupo control en favor de este último ( $p < .05$ ).

Una mirada a la Tabla 7 permite percibir no sólo la superioridad de las medias correspondientes al grupo experimental de refuerzo contingente y condiciones motivacionales moderadas en cuanto a graficación y sonido (CB), sino también la estabilidad de las mismas a través de los diferentes niveles de inteligencia, lo que no se da en los demás tratamientos ni en el grupo control, fortaleciéndose así la tendencia observada al analizar los resultados del rendimiento en Matemáticas, en favor del tratamiento consistente en la combinación de refuerzo contingente con combinación de refuerzo contingente con condiciones motivacionales moderadas, esto es, sonido bajo y graficación apropiada, medida. Esta tendencia puede observarse en la Gráfica 3 en la cual se aprecia como los tres niveles de inteligencia se empujan en el tratamiento dos, esto es, en refuerzo contingente con gráfica y sonido moderados (CB).

TABLA 7. Medias de ganancias en Ciencias Naturales, por Inteligencia y tipo de tratamiento

Inteligencia \ Tratamiento	Contingente Alto	Contingente Bajo	Genérico Alto	Genérico Bajo	Control	Totales
Nivel superior	18.0	19.39	14.25	14.25	17.75	16.41
Nivel intermedio	13.33	18.66	12.5	11.0	16.0	14.58
Nivel promedio	10.5	16.0	10.0	11.0	11.0	11.5
Totales	13.85	18.57	13.14	12.85	16.28	

GRAFICA 3. Comportamiento de las medias de rendimiento en Ciencias Naturales en la interacción de inteligencia y tratamiento.



Debe notarse, finalmente, tanto en la Tabla 7 como en la Gráfica 3, el hecho del bajo rendimiento relativo del grupo de inteligencia promedio en todos los tratamientos, exceptuando el dos (contingente-bajo), y en el grupo control, hecho confirmado por el contraste de medias múltiples, fortaleciéndose aún más la tendencia aludida en favor del poder de esta combinación de refuerzo contingente con condiciones motivantes moderadas.

### 3.1.3.2 Retención en Ciencias Naturales

La retención en Ciencias Naturales, medida como en Matemáticas un mes después de haber aplicado el respectivo postest, se analizó a través de un análisis de varianza de dos factores, inteligencia y tratamiento experimental, o sea combinaciones de refuerzo y condiciones motivantes generadas por el computador (música y gráfica).

La Tabla 8 exhibe los resultados del análisis de varianza que aportó efectos significativos provenientes de los factores principales, mas no así de la interacción entre estos. El factor inteligencia aportó un  $F(2, 21) = 15.08$ ;  $p < .01$ , y el factor tratamiento un  $F(4, 21) = 3.26$ ;  $p < .05$ .

-Aplicada la prueba Scheffé para el contraste de medias múltiples, se encontró que, por inteligencia, el grupo del nivel superior rindió significativamente mejor que los otros dos niveles, y que el grupo del nivel intermedio superó también al grupo del nivel básico (promedio), a niveles  $01 = .05$

TABLA 8. Análisis de varianza del efecto de dos factores sobre la retención del aprendizaje en Ciencias Naturales, en niños de cuarto de primaria

Fuente de Variación	gl	SC	MC	F	p
Inteligencia	2	75.79	37.89	15.08	<.01
Tratamiento	4	32.76	8.19	3.26	<.05
I X T.	8	28.42	3.55	1.41	ns
Error	21	52.75	2.51		

Con respecto al factor experimental, esto es a los tratamientos, se encontró que el grupo sometido a la combinación de refuerzo contingente con condiciones moderadas de sonido y graficación ( $X = 20.14$ ) rindió significativamente mejor ( $P < 0.05$ ) que el grupo que experimentó la combinación de refuerzo contingente y gráfica y sonido intensos en la prueba de retención. Este fue el único contraste significativo en la prueba de retención y olvido. El mismo confirma, una vez más, la tendencia que se ha venido marcando en los análisis anteriores en favor del tratamiento dos.

Una mirada a la Tabla 9, por otra parte, permite confirmar mejor la tendencia aludida. Se percibe claramente como la segunda columna de la tabla, correspondiente al tratamiento dos, refuerzo contingente y condiciones motivacionales moderadas, no solo ostenta las medias más altas, sino que mantiene una estabilidad superior a los demás tratamientos y al grupo control a través de los tres niveles de inteligencia controlados en el experimento.

TABLA 9. Medias de retención del aprendizaje en Ciencias Naturales, por inteligencia y tratamiento, en niños de cuarto de primaria.

Tratamiento \ Inteligencia	Contingente Alto	Contingente Bajo	Genérico Alto	Genérico Bajo	Control	Totales
Nivel superior	19.0	21.33	21.0	18.75	20.0	20.16
Nivel intermedio	14.66	19.66	18.0	19.0	14.0	17.08
Nivel promedio	16.0	18.0	13.0	15.0	11.0	14.83
Totales	16.28	20.14	19.0	18.28	17.62	

Es visible también en la Tabla 9, al igual que en las anteriores tablas de medias, como el grupo más afectado en rendimiento, dentro del nivel de inteligencia promedio, es el grupo control.

Así mismo, puede notarse que los mayores saltos hacia abajo, al descender de nivel de inteligencia, ocurren precisamente en el grupo control en fuerte contraste con los grupos experimentales. ¿Puede ser el apoyo de enseñanza por computador una salida a esta dificultad?

### 3.1.3.3 Efectos del tipo de refuerzo y de condiciones motivacionales asociadas con la máquina sobre la ganancia en Ciencias Naturales

#### 3.1.3.3.1 Efecto del tipo de refuerzo

Tal como se hizo con los puntajes de Matemáticas, también en el caso de Ciencias Naturales se agruparon los sujetos sometidos a refuerzo contingente en un primer grupo, los de refuerzo genérico en otro y el grupo control en un tercer conjunto, con miras a explorar posibles efectos debidos a estos tratamientos haciendo abstracción de las condiciones motivacionales. El estudio de estos posibles efectos se adelantó a través de un análisis de varianza de dos factores, a saber: tipo de refuerzo e inteligencia.

Solo resultó significativo el valor F correspondiente al factor inteligencia ( $F = 6.9$ ;  $p < .01$ ). La prueba Scheffé confirmó la existencia de diferencias significativas entre los niveles de inteligencia en favor de los dos superiores sobre el tercero.

En cuanto a tipo de refuerzo, las medias globales, aunque no arrojaron diferencias significativas, fueron de 16.21, 13.0 y 16.28 para refuerzo contingente, refuerzo genérico y grupo control, respectivamente.

#### 3.1.3.3.2 Efecto del tipo de condiciones motivacionales generadas en la máquina

Así como se aislaron los efectos debidos a tipo de refuerzo, se analizaron los relativos a condiciones motivacionales, haciendo abstracción del tipo de refuerzo combinado con éstas. Se aplicó también un análisis de varianza de dos factores, introduciendo el factor de inteligencia.

Una vez más, solo resultó significativo el valor F correspondiente a inteligencia ( $F_{2,26} = 4.13$ ;  $p < .05$ ). Las medias son naturalmente las mismas ya expuestas y por consiguiente la dirección de las diferencias es también la misma. Con respecto a las medias de las condiciones motivacionales, es conveniente anotar que las más estables, al observar su interacción con los niveles de inteligencia, fueron las correspondientes al grupo sometido a graficación y sonido moderado, lo cual refuerza la tendencia que se insinuó en análisis anteriores.

### 3.2 EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA MOTIVACION

Esta segunda sección del análisis de resultados aborda la consideración de efectos del tratamiento experimental, es decir, de la enseñanza tutorial por computador combinando tipos de refuerzo y condiciones motivacionales generadas en la máquina, sobre la motivación para el estudio como variable dependiente. Para este análisis se tuvieron en cuenta, desde el diseño mismo del experimento, los siguientes indicadores: intensidad dialogal y signos extralingüísticos, solicitud de ayuda, desempeño en el trabajo, fatiga, e interacción con la máquina. Todos ellos fueron registrados mediante observación realizada por dos investigadoras durante todas las sesiones de trabajo de los niños en el computador en los años de 1985 y 1986. En este informe se da cuenta de los resultados de 1986 únicamente.

Elaborado el instrumento contentivo de comportamientos que a criterio de los investigadores daban cuenta de los indicadores de motivación mencionados, se procedió a su diligenciamiento en las sesiones de trabajo.

Para la medición de los aspectos mencionados se acordó:

- Registrarlos cada tres minutos teniendo en cuenta las siguientes opciones: Mucho - Poco.
- Efectuar la medición del tiempo por medio del cronómetro, para lo cual los investigadores se situaron estratégicamente evitando así la tensión y la distracción de los estudiantes.

Para comprobar si existe asociación entre los diferentes tipos de refuerzo y los indicadores de motivación, se aplicó a los registros la prueba de la chi cuadrada,  $\chi^2$ .

#### 3.2.1 Efecto sobre la intensidad dialogal y manifestaciones extralingüísticas

En el resultado que aparece en la Tabla 10, la chi cuadrada ( $\chi^2$ ) obtenida es 5.25 significativa a nivel de .03. El coeficiente de contingencia (C) de 40 demuestra que existe asociación significativa entre el tipo de refuerzo y la intensidad de diálogo y manifestaciones extralingüísticas.

Desde un comienzo del experimento fue notorio el entusiasmo de los niños al interactuar con los programas, sobre todo en los eventos evaluativos. Las reacciones eran incluso clamorosas y rodeadas de movimiento y gesticulación. Estas manifestaciones fueron denominadas gestos extralingüísticos asociados con la motivación. Estos gestos se consideraron también como indicadores de diálogo no solo entre los estudiantes que asistían a la sesión, sino aún con la máquina o con el programa respectivo. La asociación significativa en favor del Refuerzo Contingente sugiere que la realimentación de la conducta con

contingencias permanentes relativas a la misma promueve la motivación eficazmente, enfatizando en este caso los gestos, las exclamaciones y los aplausos.

Al observar la Tabla de Contingencia (Tabla 10), se percibe claramente que la casilla que más aporta al tamaño de la  $\chi^2$  es la correspondiente al Refuerzo Contingente en la opción "dialoga mucho", donde se tiene un valor observado superior al valor esperado, en contraste con el Refuerzo Genérico donde en la misma opción se obtuvo un valor observado inferior al esperado,

TABLA 10. Asociación entre tipo de Refuerzo (Contingente-Genérico) y la intensidad dialogal y manifestaciones extralingüísticas en las sesiones de aprendizaje por computador

Tipos de Refuerzo		Refuerzo Contingente		Refuerzo Genérico	
		Obs.	Exp.	Obs.	Exp.
Dialoga	Mucho	11	8	5	8
	Poco	3	6	9	6
	$\chi^2 = 5.25;$	$C = .40$	$p < .03$		

Esta observación viene a reforzar la tendencia detectada en interacciones de análisis de varianza del rendimiento tanto en Matemática como en Ciencias Naturales, en los cuales el Refuerzo Contingente fue significativamente más efectivo, hecho que permite incluso relacionar motivación y rendimiento. Este tipo de refuerzo aumenta la .motivación y de contera el rendimiento.

En el Refuerzo Genérico, la relación se invierte, es decir la frecuencia esperada en la categoría "dialoga mucho" supero a la observada. La asociación entre el tipo de Refuerzo y el carácter dialogal facilitó al estudiante la opción de regresar sobre aspectos difíciles de la unidad, de intentar nuevas respuestas y de recorrer la unidad cuando fuere necesario. El refuerzo contingente estimuló el interés y éste desató el diálogo.

### 3.2.2 Efecto sobre solicitud de ayuda

Como puede observarse en la Tabla 11, la chi cuadrada  $X^2$  para esta asociación fue de 3.74, a un nivel de significancia menor de .10. El coeficiente de contingencia .34 (coeficiente moderado) indica que existe una tendencia a la asociación entre el tipo de Refuerzo y la Solicitud de Ayuda durante las sesiones de Aprendizaje. Analizando la casilla correspondiente al Refuerzo contingente en la opción "Mucho" se ve claramente que el resultado observado es inferior al esperado lo que se atribuye a que este tipo de refuerzo va moldeando durante todo el programa el aprendizaje esperado, necesitando por ello el estudiante menos explicación y aclaración adicional. Por el contrario, en el refuerzo genérico se observa que en la casilla correspondiente a la categoría "Mucho" el resultado observado superó al esperado, lo cual puede atribuirse

a la ausencia de contingencia progresiva en las respuestas que moldee paulatinamente el aprendizaje, lo que lleva al estudiante a incrementar la solicitud de ayuda.

TABLA 11. Asociación entre tipo de Refuerzo (Contingente-Genérico) y la solicitud de ayuda en las sesiones de Aprendizaje por computador

Requiere ayuda	Tipo de Refuerzo	
	Refuerzo Contingente	Refuerzo Genérico
Mucho	3	8
Poco	11	6
	5.5	5.5
	8.5	8.5
$X^2 = 3.74;$		
$C = .34$		
$p < .10$		

### 3.2.3 Efecto sobre interacción con la máquina

Todos los niños accionaron la máquina en todas las sesiones intensamente.

La chi cuadrada ( $X^2$ ) obtenida fue de 2.5, lo cual coloca la probabilidad de error al rechazar la hipótesis nula por encima del .10. El coeficiente de contingencia fue de .28, indicativo de baja asociación entre el tipo de Refuerzo y la Interacción con la máquina. No puede por ello rechazarse la hipótesis de no asociación y ni siquiera es posible hablar de tendencia a la asociación. En consecuencia no puede hablarse de mayor interacción en uno de los grupos.

### 3.2.4 Fatiga en las sesiones

Los resultados que se exponen en la Tabla 12 muestran una chi cuadrada ( $X$ ) de .7 y un coeficiente de contingencia de .15 con un nivel de significancia mayor de .25, lo cual indica que no existe asociación entre los tipos de Refuerzo y la fatiga durante el trabajo frente al computador. Esto puede deberse a que la máquina es en sí' un elemento lúdico que contribuye a mantener la motivación y la actividad del estudiante sin que estas lleguen a restringirse en ninguno de los tratamientos. Las sesiones, por otra parte, tuvieron una duración promedio de 25 minutos que, para niños de 9 años, no demanda lapsos de atención penosos.

### 3.2.5 La motivación vista por la maestra titular del grupo

TABLA 12. Asociación entre el tipo de Refuerzo (Contingente y Genérico) y la actividad restringida o fatiga en las sesiones de aprendizaje por computador

La titular del grupo pasó el siguiente informe-resumen de su observación durante el experimento.

"Cuando los niños eran pasados al computador se mostraban muy entusiasmados, actitud que continuaba al regresar al aula de clase y repetidamente preguntaban cuándo volverían al computador.

Se acrecentó el interés por las áreas de Ciencias Naturales y Matemáticas. Esto se comprueba actualmente por el gusto que experimentan al investigar en estas dos áreas y por la facilidad con que recuerdan los conocimientos adquiridos; en los temas que fueron objeto de aprendizaje.

- Comparando resultados cuantitativos en los periodos anteriores y posteriores al experimento, se vio cómo el rendimiento académico mejoró notablemente durante el período que abarcó el experimento. Se dio

Se fatiga	Tipo de Refuerzo	
	RC	RG
Mucho	4	4
Poco	11	9
	5	10
$X^2 = .7;$		
$C = .15$		
$p > .25$ N.S.		

una mayor cohesión en el grupo donde algunos de los niños que mostraban aislamiento lo superaron en buena parte".

Debe recordarse, con respecto al último punto, que la asistencia al computador se hizo en grupos de tres estudiantes y que se estimuló la interacción entre ellos durante las sesiones.

### 3.3 EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL

#### COMPORTAMIENTO SOCIAL DEL NIÑO EN EL AULA

En el marco teórico del presente estudio se mencionó la preocupación de algunos investigadores en torno a subproductos sociales negativos de la exposición continuada al computador en ambientes educativos formales. Escorcia (1985) menciona específicamente la agresividad, el aislamiento y la inseguridad como características posiblemente asociadas con la enseñanza basada en computador. Pues bien, indicios de estos comportamientos de agresividad, aislamiento e inseguridad, fueron explorados durante el experimento. Para ello se pidió a la maestra titular del grupo que llevara un registro permanente en torno a variaciones de estos estados, es decir, el incremento, la disminución o la permanencia de los tres estados.

Para este efecto la profesora llevó un registro riguroso de observaciones, el cual se efectuó sistemáticamente cada tres días teniendo como base el conocimiento previo de los alumnos y como apoyo la ficha de seguimiento existente en el plantel, en la cual se registran los principales comportamientos manifestados por el alumno durante el mes.

Al finalizar el experimento se aplicó a los resultados obtenidos la chi cuadrada ( $X^2$ ) para detectar si se había presentado asociación significativa de acuerdo con la hipótesis. Dado que en los únicos tratamientos en los cuales se presentaron frecuencias de incremento o disminución fueron los tipos de refuerzo contingente, sólo entre estos se ejecutó el análisis de  $X^2$ . En los demás tratamientos la tabulación arrojó cero observaciones en las celdas correspondientes a las opciones de aumento (+) o disminución (-) de los estados, psicológicos que eran objeto de observación.

TABLA 13. Asociación entre los tipos de refuerzo y el aislamiento de los estudiantes como efecto de la experimentación

Tipos de Refuerzo	Refuerzo contingente con gráfica y sonido	
	alto	bajo
Aislamiento	67.5	67.5
Igual o menos	68	67
Más	2.5	2.5
	2	3
$X^2 = .20;$		
$C = .03$		
$p > .05$ N.S.		

Con respecto al aislamiento, la Tabla 13, con una  $X^2$  de .20 y un coeficiente de contingencia de .03, demuestra que no es posible rechazar la hipótesis nula de no asociación entre las variables de enseñanza por computador y grado de aislamiento



del estudiante, contrariamente a lo citado por Escorcia (1935). Como puede observarse en la Tabla 13, de 70 registros realizados por tratamiento durante el experimento sobre el comportamiento de los sujetos, solo en 2 y 3 casos se detectó incremento de aislamiento.

Los datos arrojados en la Tabla 14 sobre comportamiento agresivo muestran una chi cuadrada ( $X^2$ ) de 2.85 con una posibilidad de error mayor de .05.

TABLA 14. Asociación entre el tipo de refuerzo (Contingente Alto y Contingente Bajo) y la agresividad que presentaron los niños durante el período de experimentación

Tipos de Refuerzo \ Agresividad	Refuerzo Contingente Alto		Refuerzo Contingente Bajo	
	Igual o menos	63	66	63
Más	7	4	7	10
$X^2 = 2.85;$				
$C = .14$				
$p > .05$				

El coeficiente de contingencia .14 demuestra que la asociación es demasiado baja entre el Tipo de Refuerzo y el nivel de Agresividad, no pudiendo rechazarse tampoco la hipótesis nula. De 70 observaciones por tratamiento, en efecto, solo en 4 y 10 casos se detectó incremento de agresividad.

En consecuencia, no puede aducirse que la asistencia al computador por sí misma aumente el grado de agresividad de los estudiantes, como se desprende del informe rendido por la maestra titular del grupo, y presentado en páginas anteriores, quien estuvo atenta a las alteraciones que se presentaron en este campo.

Finalmente, el análisis de la Tabla 15 sobre niveles de seguridad e inseguridad de los estudiantes, arroja una chi cuadrada ( $X^2$ ) de .31 con una probabilidad de error mayor de .50. El coeficiente de contingencia .04 demuestra que la intensidad de asociación es prácticamente del orden de 0 entre el tipo de Refuerzo y la seguridad de los estudiantes.

TABLA 15. Asociación entre el tipo de refuerzo, Contingente Alto y Contingente Bajo, y la seguridad que presentaron los niños durante el período de la experimentación

Tipos de Refuerzo \ Seguridad	R.C.A.		R.C.B.	
	Igual o más	63	62	63
Menos	7	8	7	6
$X^2 = .31;$				
$C = .04$				
$p > .50$				

### 3.4 EFECTOS SOBRE LAS ACTITUDES DE LOS NIÑOS

La escala de actitudes elaborada para medir el estado de disposición de los niños hacia el estudio por computador y la posible influencia de éste sobre la actitud hacia las asignaturas tratadas, es decir, Ciencias Naturales y Matemáticas, no arrojó diferencias de actitud debidas a los tratamientos, esto es, a los tipos de refuerzo y condiciones motivacionales generadas en la máquina. Todos los niños, en efecto, exhibieron actitudes positivas, tanto hacia el estudio por computador, como hacia las asignaturas tratadas. Ninguno de ellos asignó puntaje negativo a uno siquiera de los ítems de la escala y muy pocos asignaron la opción intermedia. La gran mayoría graduó su actitud en el extremo positivo de las declaraciones actitudinales.

### 3.5 LA OPINION DE LOS PADRES

Con respecto a la Enseñanza Asistida por Computador en las áreas de Matemáticas y Ciencias Naturales, los padres de los estudiantes que participaron en el experimento manifestaron tener información sobre la experiencia a partir de los comentarios que sus hijos les hicieron. Los padres consideraron importante que se siguiese impartiendo la enseñanza asistida por computador ya que habían observado en sus hijos cambios positivos respecto a: Mejoramiento en las notas en Matemáticas y Ciencias Naturales, interés por el estudio de investigación en estas áreas y mejoramiento en la comunicación con los demás.

De estas opiniones queda claro, por lo menos, que el interés de los niños llegó hasta el hogar y despertó la motivación de sus padres hacia la enseñanza asistida por computador.

## 4. CONCLUSIONES Y GENERALIZACIONES

La parte final de esta investigación recoge, aunadas, la discusión teórica de los resultados y las conclusiones a que se llega a partir de los mismos. Se inicia contrastando los resultados con las hipótesis del estudio para pasar luego a la discusión general sobre los hallazgos del experimento.

Las hipótesis nulas, según las cuales no se presentarían diferencias significativas al término del experimento entre los grupos experimentales entre sí y entre ellos y el grupo control, debidas a las variantes del tratamiento aplicadas durante el curso del mismo, ni que se produciría interacción significativa con el factor inteligencia, fueron rechazadas en lo pertinente a las variables dependientes, excepto la relacionada con la actitud hacia el aprendizaje por computador, pues los cuatro grupos expuestos a las variantes de enseñanza asistida por computador exhibieron actitudes altamente positivas hacia el método tutorial CAI.

En lo que al rendimiento respecta, hubo cinco hipótesis alternativas a la nula, que se contrastan a continuación, una a una, con los resultados.

La primera hipótesis alterna sostenía que a mayor graficación, sonido y movimiento (animación), el rendimiento promedio y la motivación serían también más altos. Esta hipótesis, así formulada, no resultó validada, pero sí lo fue, parcialmente al menos, otra alterna relacionada con ella, la hipótesis de interacción de inteligencia con las condiciones motivacionales generadas en la máquina.

En el nivel de inteligencia superior, efectivamente, el rendimiento en Matemáticas del grupo control superó al de los grupos CAI con condiciones motivacionales intensa y baja; pero en el nivel básico o de inteligencia promedio, la interacción favoreció a los grupos experimentales sobre el control, destacando las posibilidades de este medio y de esta metodología para potenciar el aprendizaje de niños no brillantes.

En la aplicación de este componente motivacional del tratamiento experimental, hay que decirlo, se produjo una limitación cuyo grado de incidencia en los resultados sólo podrá dilucidarse en próximos proyectos, algunos ya en marcha. En efecto la hipótesis aludía a niveles de graficación, sonido y movimiento, pero en la aplicación real no se presentó animación o movimiento en ninguno de los programas o unidades, y en cuanto a las gráficas la variación entre los grupos experimentales fue escasa, hecho que se detectó cuando ya el experimento concluía. Las condiciones motivacionales generadas en la máquina quedaron reducidas virtualmente a diferencias claras en nivel o intensidad de sonido o musicalización y débiles en cuanto a diferencia de graficación.

En Ciencias Naturales no resultaron válidas la hipótesis principal ni la de interacción.

En cuanto a la variable dependiente "motivación" exhibida en las sesiones de ambas asignaturas, Matemáticas y Ciencias Naturales, fue visible la superioridad del refuerzo contingente sobre el refuerzo genérico para despertar motivación adicional como quedó demostrado en varios análisis de X<sup>2</sup>. No se adelantó análisis aislado de condiciones motivacionales generadas en la máquina.

Una segunda hipótesis alterna planteaba la superioridad de rendimiento y motivación logrados por los grupos expuestos a refuerzo contingente en contraste con los sometidos a refuerzo genérico. La hipótesis como se dijo en el párrafo anterior, fue validada en análisis de los indicadores "intensidad dialogal", "solicitud de ayuda" y "signos extralingüísticos", en lo tocante con la motivación. La interacción de tipo de refuerzo con inteligencia arrojó también resultados positivos con respecto a rendimiento. En efecto, para el nivel de inteligencia promedio o básico el desempeño del grupo con refuerzo contingente fue significativamente superior al del grupo con refuerzo genérico y aún al del grupo control, aunque este último contraste no era objetivo de la hipótesis.

Con respecto a esta segunda hipótesis es necesario destacar otra limitación experimental detectada cuando ya el experimento había avanzado bastante y que, aunque se corrigió sobre la marcha, puede haber afectado los resultados. La diferenciación de refuerzo contingente y refuerzo genérico, en efecto, sólo se dio en la evaluación final de cada unidad o lección, no a lo largo de ésta como se había conceptualizado para ir moldeando un aprendizaje supuestamente más sólido con el manejo del refuerzo contingente. Este manejo tendrá que ser convenientemente aplicado a lo largo de todo el aprendizaje, en próximas repeticiones del experimento.

La tercera hipótesis tomaba conjuntamente combinaciones de refuerzo y condiciones motivacionales generadas en la máquina y declaraba que el rendimiento y la motivación promedio del grupo tratado con refuerzo contingente y graficación, sonido y movimiento intensos, serían superiores a las demás combinaciones y aún al grupo control. La hipótesis no fue validada en su forma original. En Matemáticas, la predicción se invirtió parcialmente al aparecer significativamente superior (al nivel del .05) el rendimiento del grupo control sobre el grupo sometido a refuerzo genérico y condiciones motivacionales bajas. Entre los tratamientos la media más alta correspondió al grupo con refuerzo contingente y condiciones motivacionales de gráfica y sonido bajos, superior a los otros a un nivel menor de .10.

En Ciencias Naturales, la hipótesis quedó parcialmente validada, habiéndose presentado un rendimiento significativamente superior ( $p < .05$ ) del grupo de refuerzo contingente y gráfica y sonido bajos, sobre los demás tratamientos,  $V$  sobre el grupo control ( $p < .10$ ). 8 2

Aparece pues, una clara tendencia en favor del tratamiento cuyas características son; refuerzo contingente y condiciones motivacionales generadas en la máquina que sean medidas, no excesivas, en contra de la superioridad supuesta del primer tratamiento, esto es, refuerzo contingente y gráfica y sonido intensos.

Esta tendencia se fortalece cuando se observan los resultados de la interacción entre inteligencia y tratamiento. Tanto en Matemáticas como en Ciencias Naturales, las medias más altas y estables a través de los tres niveles de inteligencia fueron las correspondientes al grupo de refuerzo contingente con gráfica y sonido bajos. O sea que hubo interacción significativa, particularmente en el grupo de inteligencia promedio, a un nivel menor del .05.

La hipótesis número 4, sobre diferencias de actitud hacia la enseñanza por computador entre los distintos tratamientos, no fue validada al no hallarse diferencias significativas por haber exhibido todos los grupos una alta actitud positiva hacia el enfoque CAI o EAC (enseñanza asistida por computador).

La hipótesis número 5 predecía una retención de aprendizaje diferente, un mes después de aplicado el postest, en los cinco grupos investigados, o sea, los cuatro experimentales y el control.

En el área de Matemáticas la hipótesis no fue validada, aunque al observar las medias de interacción de inteligencia por tratamiento fue visible la mayor estabilidad de las medias del tratamiento 2 en los tres niveles de inteligencia.

En el área de Ciencias Naturales, la retención del tratamiento 2 fue significativamente superior a la del grupo sometido al tratamiento 1, ( $p: .05$ ), o sea, que el grupo tratado con refuerzo contingente y gráfica y sonido bajos superó al de refuerzo contingente con gráfica y sonido intensos, afianzándose más aún la tendencia percibida en todo este análisis en pro del tratamiento 2.

La hipótesis quinta, por consiguiente, fue validada parcialmente.

La hipótesis sexta, relativa al efecto de los tratamientos (EAC) sobre el comportamiento social en el aula, fue analizada a través de tres indicadores, a saber: agresividad, aislamiento y seguridad. Ninguno de estos comportamientos fue afectado por la exposición de los estudiantes a los programas tutoriales computarizados. Ni la observación continuada de la maestra ni las pruebas de significancia estadística aportaron indicios en este sentido. Consecuentemente la hipótesis fue invalidada, de lo cual se desprende que no puede hablarse de asociación entre enseñanza basada en computador y alteraciones de la conducta mencionada, por lo menos cuando se usa software educativo de la modalidad ensayada en este estudio. Una conclusión más definitiva queda pendiente para investigación adicional de mayor duración y de acceso individual al computador. Debe recordarse, en efecto, que el experimento tuvo una duración media de tres meses y que los niños asistían en grupos de tres a las sesiones tutoriales durante las cuales interaccionaban entre sí, comentaban y respondían grupalmente las evaluaciones. Esta circunstancia puede haber incidido en la ausencia de aislamiento, agresividad e inseguridad. Experimentos de mayor duración y de interacción individual con la máquina podrían arrojar resultados diferentes en relación con estos comportamientos.

De este experimento, dilucidadas las pruebas de las hipótesis y su verificación, pueden inferirse las siguientes generalizaciones que serán sometidas a nuevo estudio a través de otros proyectos de este mismo programa de investigación.

En primer lugar, quedó claro por las aplicaciones de software hechas con refuerzo genérico y gráfica y sonido bajos, tanto por las adelantadas en 1985 en el grado tercero de primaria, como por las llevadas a cabo en 1986 en el grado cuarto, que este tipo de software no sólo no es superior a la clase convencional, sino que en varios casos resultó inferior tanto en el rendimiento obtenido, como en la motivación despertada. Esta clase de software es equivalente a texto simple, y para niños de educación básica primaria no logra ser siquiera igual al maestro como medio. Vale entonces la pena elaborarlo y utilizarlo? Prácticamente equivale a la clase magistral, monótona y rutinariamente presentada. Este hallazgo debe tenerse presente cuando de adquirir software educativo se trata. Por lo demás, en ninguno de los contrastes hechos entre los grupos experimentales y el grupo control se comprobó que fuese más efectivo el aprendizaje por computador que el aprendizaje promovido en clase por el maestro. Las diferencias aparecen cuando se controla la variable inteligencia y se comparan niveles de ésta.

Como una segunda generalización y como comprobación empírica de la teoría existente al respecto, presentada en el marco conceptual, se evidenció la superioridad del refuerzo contingente, moldeador progresivo del comportamiento, sobre el refuerzo genérico. Este hecho se hace más relevante en el caso de la enseñanza por computador, pues éste debe hacer las veces del maestro que repite razones, resalta

respuestas y hace comentarios moldeadores. El refuerzo contingente, adecuadamente dosificado, suple en forma individual esta acción del maestro y los resultados del estudio comprobaron su efectividad al respecto.

Una tercera generalización, tanto más importante cuanto que aparece opuesta a la hipótesis del estudio, se relaciona con el papel de gráfica y sonido en el software educativo elaborado para primaria.

Gracias a la graficación y al sonido, como estímulos visual y auditivo incorporados a textos para estimular la imaginación y reforzar la retención, la probabilidad del aprendizaje se eleva (Emery, 1985). De estos estímulos, el visual parece más poderoso, pues afianza sin distraer. El sonido presenta opciones que es conveniente discutir y experimentar más extensamente. En efecto, prodigar melodías a lo largo del programa, a medida que se presenta texto, como se hizo en el software del tratamiento 1 del experimento, parece distraer la atención del estudiante, frenar su dedicación al mensaje escrito y atender preferentemente el mensaje melódico; el tiempo utilizado es mayor y el aprendizaje menor que cuando no hay melodía sino un sonido breve a manera de separador de pantallas (páginas del programa CAI), de signos de alerta o de eventos instruccionales de refuerzo. En programas educativos el sonido parece, pues, primar sobre el texto, atraer la atención, adormecer la motivación por el mensaje escrito interfiriendo el aprendizaje. La máquina y el programa se convierten en mecanismos preferentemente lúdicos.

Se concluye, entonces, que el sonido debe utilizarse al comienzo y al final de la unidad de instrucción en forma melódica continua, pero en el curso de la unidad solo en forma de sonidos discretos, cortos, para enfatizar cierta información o separar temas. La musicalización reiterada distrae del objeto de aprendizaje, mientras que su dosificación permite focalizar la atención, la reflexión y el análisis, promoviendo una mejor fijación de lo estudiado.

Una tercera generalización, o ratificación de una generalización que tiene visos de ley, es que para estudiantes de inteligencia superior cualquier método es apropiado. Para los de inteligencia promedio, en cambio, la selección de combinación de medios y de estructuración de sus componentes tiene incidencia en los resultados del aprendizaje. Todos los análisis sugirieron la desventaja en que se encuentra el estudiante de inteligencia promedio para trabajar en grupo sin apoyos adicionales. Quienes tuvieron el apoyo de refuerzo contingente a las conductas moldeadas por una enseñanza determinada, unido a condiciones motivacionales moderadas, exhibieron rendimientos mejores en el aprendizaje de Ciencias Naturales y Matemáticas, que quienes carecieron de estas condiciones, tal como se había visualizado en el marco conceptual. Es de suponer que en niveles de inteligencia inferior al promedio las diferencias tenderán a ampliarse aún más, resaltando la función de apoyo de programas tutoriales con refuerzo contingente, gráfica intensa y sonido moderado y validando una vez más los hallazgos de investigaciones anteriores sobre la efectividad de la enseñanza individualizada o personalizada para estudiantes de inteligencia promedio e inferior (Restrepo, 1974; Restrepo et al, 1975; Restrepo y Giraldo, 1979).

Del experimento se infiere también que la hipótesis comentada por Escorcía (1985) en torno a la incidencia negativa del computador sobre el comportamiento social de los niños, particularmente sobre la agresividad, la seguridad y el aislamiento, no es una hipótesis poderosa. En la investigación no hubo indicios siquiera en esta dirección y todos los análisis inferenciales y lógicos hechos por los investigadores y por las maestras titulares fueron contrarios a dicha hipótesis.

Se infiere también, con respecto a la motivación, que el refuerzo contingente genera por un lado mayor intensidad dialogal y más frecuentes manifestaciones extralingüísticas y por otro menor demanda de ayuda durante las sesiones de trabajo con el computador. Fue visible, así mismo, el interés despertado en todos los niños, en todos los tratamientos, por las sesiones tutoriales CAI, interés que se extendió a las materias tratadas. El hecho de que los niños, varios meses después de concluido el experimento, continúen solicitando la enseñanza por computador, sugiere que este interés no es solo producto del efecto Hawthorne. Las sesiones CAI de 20 o 25 minutos por último, no produjeron fatiga en los niños como

se demostró en prueba de asociación de estas variables sugiriendo que ésta puede ser una duración apropiada para niños de 9 años.

Para terminar este capítulo sobre conclusiones derivadas de las diversas actividades suscitadas por el experimento, se hace perentorio, en gracia de la objetividad esperada de este tipo de investigación, resaltar algunas consideraciones sobre factores limitantes de los efectos logrados y de los no logrados, y plantear recomendaciones para investigación futura en este campo.

En primer lugar, el tiempo de exposición al tratamiento puede haber sido escaso, ya que el promedio semanal fue de 25 minutos para Matemáticas y 25 para Ciencias Naturales durante 10 semanas. Tan corto tiempo (algunos investigadores recomiendan lapsos de hasta 2 horas) puede haber sido insuficiente no sólo para que los tratamientos produjesen efectos claros y distintos según las hipótesis, sino también para que estudiantes de bajo CI graduasen sus tareas de aprendizaje,, retención y transferencia de acuerdo con el tiempo adecuada para un mejor aprovechamiento, tal como fue expuesto en el marco conceptual siguiendo los planteamientos de Klausmeier y Check (1962) y Ausubel (1980), pudiendo reducir así las diferencias de rendimiento en un nivel mayor al logrado.

Una segunda limitación experimental proviene de la exposición al tratamiento en grupos de tres estudiantes, no individualmente. Este hecho puede tener diversos efectos intervinientes en la relación original buscada. La comunicación social y de conocimientos y el diálogo mismo generado para resolver las preguntas formuladas por el programa pueden mejorar el rendimiento del grupo como tal, pero pueden también forzar en algunos estudiantes respuestas al azar procedentes más de la presión social que de la comprensión de la pregunta o del tema.

Los programas, en tercer lugar, fueron más tutoriales que dialogales. Es menester elaborar programas en los cuales haya más ejercitación y posibilidad de que el estudiante repregunte, vuelva atrás, repase aquellos temas que no haya comprendido a cabalidad. Hay que reconocer que faltó versatilidad en este sentido.

Por último, como ya se ha expresado en varias partes de este informe, faltó una más clara diferenciación entre los tratamientos 2 y 3 en cuanto a la intensidad de gráfica y en todos los tratamientos estuvo ausente la animación. Siendo esta un área que apenas se abre, vale la pena recoger estas limitaciones y superarlas en nuevos proyectos de investigación. Se halla en preparación, dentro de esta serie de experimentación, un nuevo proyecto que comparará refuerzo contingente, con gráfica intensa, sonido moderado y animación moderada, por un lado, y refuerzo contingente con gráfica, sonido y animación intensos, por otro, con acceso individual al computador, muestras más grandes y mayor exposición semanal a la máquina.

## REFERENCIAS

- AUSUBEL, David P. Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo. México, Editorial Trillas, 1980.
- BAKER, F. Computer-Based Instructional Management System: A first look. Review of Educational Research. Vol. 41, 1, 1971.
- BARKER R. Moody, W., y Walzl, N. A factorial study of tutoring versus classroom Instruction. En American Educational Research Journal. Vol. IX, 1972.
- BERNSTEIN, J. La nueva escala de Raven. En; Raven, J.C.: Test de Matrices Progresivas. Escala Especial. Buenos Aires, Paidós; 2a. ed. 1957.
- BITTER, Gavy G. Using a Microcomputer in the classroom. Prentice Hall Co., Washington, 1984.
- BLOOM, Benjamín. Características Humanas y Aprendizaje Escolar. Bogotá, Voluntad, 1984.
- CANSADO, Enrique. El Reto Informático en la educación. Informe preliminar de la consulta regional sobre Informática y Educación. UNESCO, Santiago de Chile, 1985.
- CULP, George H. y NIKLES, Herbert. An Apple for the teacher. Brooks colé Publishing (Company, Monterey, Col. 1983).
- DICK, Walter. An Overview of Computer-Assisted Instrucción for Adult Educators. CAI Center. Florida State University, 1969.
- DICK, W. y CALLEGHER, P. Systems conceptos and com- puter Managed Instruction. CAI Center, Florida State University, Tallahassee, 1971.
- ESCORCIA, Germán. Tecnología informática en Educación. En Ciencias y Tecnología. COLCIENCIAS, Bogotá, 1984- V. 2, No. 4.
- HANSEN, Duncan N. y JOHNSON, Bárbara. Measurement Techniques for individualized instruction in CAI. CAI Center, Florida State University, Tallahassee, 1971.
- HANSEN, Duncan N. Current Issues in CAI. CAI Center, Florida State University, 1969.
- HENAO, Octavio. Logo: Una nueva dimensión educativa. En Estudios Educativos No. 21-22, Medellín, Impresos Industriales, 1985.
- HULSE, S. EGETH, H. y DEESE, J. Sicología del aprendizaje. México, McGraw-Hill, 1982.
- LECARME, O and R. Lewis. Computer in Education North Holland, 1975.
- LESGOLD, Alan M. Paradigma for Computer-based Education. En Computers in Education: Realizing the Potential. ASERI. U. S. Departament of Education, Washington, 1983.
- LIPE, Dewey y JUNG, Steven. Manipulating Incentives to Enhance School Learning. En Review of Educational Research. V. XIL, 41, 1971.
- MERRELYN, Emery. Otra apasionante revolución del aprendizaje. Perspectivas. V. XV, N- 4, UNESCO, 1985.
- OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESMENT, INFORMATION AL TECHNOLOGY AND ITS IMPACT ON AMERICAN EDUCATION. Congress of the United States, Washington, 1982.
- PREMACK, D. Reinforcement Theory in D. Levine (Ed.), Nebraska Symposium un motivation. Lincon: University of Nebraska Press, 1965.



- RESTREPO, B. Instrucción individualizada y escolarización flexible. ICOLPE, Bogotá, 1974.
- RESTREPO, B., et al. Instrucción individualizada y escolarización flexible, 2a. etapa. Universidad de Antioquia, Medellín, 1975.
- RESTREPO B. y GIRALDO, L. La instrucción individualizada y su interacción con algunos factores sicosociales del aprendizaje. CIED, U. de A. Medellín, 1979.
- SIMON, Herbert A. The computer age. En computers in Education: realizing the Potential. Aseri U.S. Department of Education, Washington, 1983.
- SKINNER, B.F. Sobre el conductismo. Barcelona, Editorial Fontanella, 1977.
- SULLIVAN, H.J. SCHUTZ R.E. y BAKER, R. Effects of sistematic variations in reinforcement contingencies on learner performance. En American Research Journal. V. VIII, 1, 1971.
- SZEKELY, B. Los tests. Manual de técnicas de exploración psicológica. 5a. ed. Ed. Kapelusz. Buenos Aires, 1966.

## A N E X O 1 INSTRUMENTOS

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CIED. E INSTITUTO DE EDUCACION RON DIÑE LA PRUEBA DE CONOCIMIENTOS EN MATEMATICAS GRADO: 4- DE ENSEÑANZA PRIMARIA

A. Coloca dentro del paréntesis la V si el enunciado es Verdadero o la F si el enunciado es Falso.

1. ( ) Un número terminado en cifra impar es divisible por 2.
2. ( ) El común denominador para  $y + 1$  es el número  $12^3$ .
3. ( ) El máximo Común Divisor entre 20 y 40 es el número 10.
4. ( ) Las rectas que forman el plano cartesiano se llaman paralelas.
5. ( ) Los divisores comunes para 12 y 18 son los números; 1, 2, 3, 6.

B. Encierra dentro de un círculo la letra de la respuesta que consideres correcta según el enunciado:

1. Una de las siguientes parejas es divisible por 2.
  - a. 5.000 - 8.969
  - b. 9.806 - 4.700
  - c. 8.011 - 4.037
2. El máximo común divisor entre 40 y 20 es el número:
  - a. 40.
  - b. 10
  - c. 20
3. Al sumar  $\frac{1}{4} + \frac{5}{8}$  da como resultado:
  - a.  $\frac{6}{10}$
  - b.  $\frac{20}{32}$
  - c.  $\frac{28}{32}$
4. Si tenemos los conjuntos:  $A = \{0, 1\}$  y  $B = \{c, d\}$  el producto de  $A \times B$  da como resultado:
  - a. 8 parejas ordenadas
  - b. 4 parejas ordenadas
  - c. 2 parejas ordenadas
5. Si tenemos los conjuntos  $R = \{2, 4, 6, 8\}$  y  $S = \{1, 2, 3, 4, 6\}$ , la intersección entre R y S está formada por los elementos:

- a. {2, 4, 6}
- b. {1, 3}
- c. {1, 2, 6}

C. Coloca en el espacio que hay en blanco la palabra o palabras que hacen falta para completar el enunciado.

1. Un número es divisible por 2 cuando termina en \_\_\_\_\_
2. La intersección está formada por los elementos \_\_\_\_\_ para dos o más conjuntos.
3. El conjunto de parejas ordenadas que se forman a partir de dos conjuntos dados recibe el nombre \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_
4. Los divisores del número 24 son los números: \_\_\_\_\_
5. El conjunto formado por los números divisibles por 2, mayores que 64 y menores que 76: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Realiza los siguientes ejercicios:

1. Supón que tienes \$826 para repartir entre 2 hermanos. ¿Cuántos pesos les corresponde a cada uno?
2. Tu hermanita tiene 3 blusas: amarilla, blanca y roja y 2 faldas: verde y negra. Ella se puede vestir de diferentes maneras, demuéstalo así:
  - a. Formando parejas.
  - b. Pasando las parejas al plano cartesiano.
3. Hallar el Máximo Común Divisor entre 15 y 30, siguiendo todos los pasos.
4. Juliana reparte una torta entre sus amiguitos así: 1/4 a Camilo, 2/3 a Federico. ¿Cuánta torta gastó Juliana?

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CIED E INSTITUTO DE EDUCACION RON DIÑE LA PRUEBA DE CONOCIMIENTOS EN CIENCIAS NATURALES GRADO 4- DE ENSEÑANZA PRIMARIA

- A. Escribe dentro del paréntesis la F si el enunciado es Falso o la V si el enunciado es Verdadero.
1. ( ) Durante la fotosíntesis se produce C02
  2. ( ) El comburente aviva la combustión
  3. ( ) Al mezclar agua con azúcar se forma una mezcla homogénea.
  4. ( ) La gelatina es un cuerpo en estado coloidal.
  5. ( ) La mantequilla sometida a la acción del calor sufre un cambio químico.

B. Encierra dentro de un círculo la letra que corresponde a la respuesta que consideres sea la correcta.

1. El proceso de fabricación de alimento por parte de la planta se llama:
  - a. Cadena alimenticia
  - b. Función clorofílica
  - c. Intercambio gaseoso
2. La planta atrapa la luz solar por medio de:
  - a. Los estomas
  - b. La clorofila
  - c. Las sales minerales y gas carbónico
3. Si tomamos una hoja de papel y la quemamos con una vela, éste (el papel) se convierte en cenizas; se produjo un cambio:
  - a. Físico
  - b. químico
  - c. ecológico

4. Los cuerpos que al arder desprenden luz y calor se llaman:

- a. Combustibles
- b. Comburentes
- c. Coloidales.

5. El paso del agua del estado sólido al estado líquido recibe el nombre de :

- a. Solidificación
- b. Condensación
- c. Fusión

C. Escribe dentro del paréntesis de la columna B, el número que le corresponde de la Columna A.

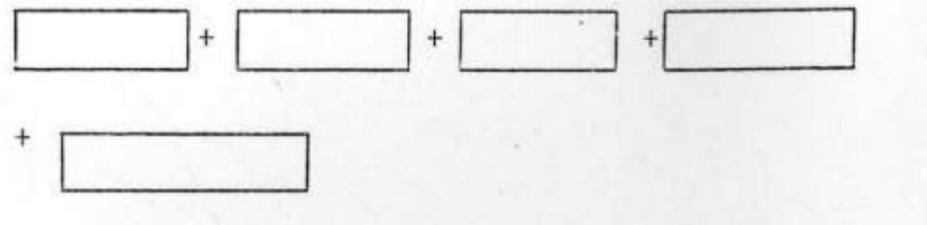
COLUMNA A.

COLUMNA B.

- |  |                        |
|--|------------------------|
| 1. El paso del agua del estado líquido al estado gaseoso   | ( ) Fotosíntesis       |
| 2. Cambio durante el cual las sustancias no pierden sus características fundamentales.                             | ( ) Fusión             |
| 3. Si tomas azúcar y lo colocas al fuego alto durante mucho rato, obtienes carbón. Qué clase de cambio se produjo? | ( ) Mezcla heterogénea |
| 4. Hay producción de almidones, agua, proteínas y oxígeno  | ( ) Evaporación        |
| 5. Arena más cemento   | ( ) Cambio físico      |
|  | ( ) Cambio químico     |

D. Escribe en el espacio que hay en blanco, la palabra o palabras que hacen falta para completar el enunciado.

1. El proceso mediante el cual la planta fabrica su propio alimento y el de los demás seres vivos se llama \_\_\_\_\_
2. La unión de 2 o más sustancias sin perder sus características fundamentales, da origen al cambio
- 3» Los elementos que necesita la planta para fabricar el alimento, durante el proceso de la fotosíntesis son:



4. Todo lo que ocupa un lugar en el espacio, y se puede medir y pesar recibe el nombre de \_\_\_\_\_
5. Dos ejemplos de cuerpos en estado coloidal pueden ser:  
\_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_

Supón que.....

1. Todas las plantas desaparecen del planeta tierra. ¿Cuáles serían las consecuencias?

-----  
-----  
-----  
-----

2. Mezclas agua y sal. Si lo colocas a fuego alto durante largo rato ¿qué sucede?

Explica en pocas palabras el tipo de cambio que se dio.

3. En tu habitación permanecen mientras duermes algunas plantas y animales, ¿Qué sucede con el aire que respiras?

4. Vas a pesar un kilo de algodón y un kilo de plomo. ¿Cuál de los dos pesa más? ¿Por qué?

Tomas un vaso lleno de agua y luego tomas otro de igual tamaño lleno de piedrecillas y vacías el vaso con agua en el vaso con piedrecillas. ¿Que sucede?

Explica ¿por qué? \_\_\_\_\_

ESCALA DE ACTITUDES HACIA EL SISTEMA DE INSTRUCCION AYUDADA POR COMPUTADOR Y LA MOTIVACION EN LAS AREAS DE MATEMATICAS Y CIENCIAS NATURALES APLICADA A LOS ALUMNOS DE 4o. GRADO DE ENSEÑANZA PRIMARLA. DEL INSTITUTO DE EDUCACION RONDINELA

En la construcción de esta escala modelo Likert, se siguió el proceso que a continuación se señala:

En concordancia con el propósito del proyecto y las características de una muestra compuesta por 28 alumnos, cuyo nivel de escolaridad corresponde al grado 4o. de Enseñanza Básica Primaria y una edad entre ocho (8) y diez (10) años, fue preciso elaborarla con instrucciones sencillas y con dimensiones evaluativas que ofrezcan claridad; se seleccionaron las siguientes dimensiones: MUCHO, POCO, NADA; explicando además como dicha escala no es un examen y por lo tanto no será calificada.

Los ítems hacen referencia a:

- Actitud hacia el sistema de instrucción ayudada por computador.
- Motivación hacia el área de las Matemáticas. Motivación hacia el área de las Ciencias Naturales.

Para efectos de la validez interna de cada ítem se confió a expertos de la Facultad de Educación. Se aplicó el criterio de consistencia interna ideado por Likert y a los ítems resultantes se les aplicó el método de División por mitades arrojando un coeficiente de confiabilidad Spearman Brown de .82.

Los puntajes para los diferentes ítems fueron:

ITEMES POSITIVOS

MUCHO	POCO	NADA
3	2	1

ITEMES NEGATIVOS

MUCHO	POCO	NADA
1	2	3

ESCALA DE ACTITUDES HACIA EL SISTEMA DE INSTRUCCION AYUDADA POR  
COMPUTADOR Y LA MOTIVACION EN LAS AREAS DE MATEMATICAS Y CIENCIAS  
NATURALES

Lee con atención los enunciados que a continuación aparecen; no se trata de un examen por lo tanto no serán calificados. Cuando obtengas la respuesta encierra en un paréntesis el número elegido así;

(3) si quieres decir MUCHO (2) si quieres decir POCO (1) si quieres decir NADA

	MUCHO	POCO	NADA
1. La música que escucho en el computador me gusta	3	2	1
2. Las Matemáticas me gustan por los gráficos que muestra el computador	3	2	1
3. Pierdo tiempo al realizar las operaciones de Matemáticas en el computador	3	2	1
4. La música que escucho en el computador durante la explicación de Matemáticas me ayuda a aprender.	3	2	1
5. Recuerdo lo que el computador me enseña	3	2	1

	MUCHO	POCO	NADA
6. La música que escucho en el computador me ayuda a aprender las Ciencias Naturales.	3	2	1
7. Me gusta la explicación que me da el computador cuando me equivoco en Matemáticas	3	2	1
8. La música que escucho en el computador me impide entender las Matemáticas	3	2	1
9. Me gustan las clases en el computador porque son cortas.	3	2	1
10. Las clases de Matemáticas en el computador me parecen difíciles	3	2	1
11. Las preguntas de Ciencias Naturales en el computador son sencillas.	3	2	1

ENCUESTA A LOS PADRES DE FAMILIA  
DE LOS ALUMNOS DE 4- GRADO DE ENSEÑANZA BASICA PRIMARIA DEL INSTITUTO DE EDUCACION  
RONDINELA MEDELLIN 1986

JUSTIFICACION

Con los alumnos del cuarto grado de enseñanza primaria de la Institución, se ha estado experimentando la INSTRUCCION ASISTIDA POR COMPUTADOR, en las áreas de MATEMATICAS Y CIENCIAS NATURALES, es por ello que deseamos que los padres de dichos alumnos participen en esta experiencia manifestando la motivación y las actitudes que sus hijos han demostrado en el hogar mediante los posibles comentarios en torno a ella.

OBJETO

Detectar a través de los padres de familia la motivación y actitudes que presentan sus hijos en el hogar frente a la Instrucción asistida por computador.

INSTRUCCIONES

Al respaldo responda las cuestiones que creemos son necesarias para emitir un diagnóstico de evaluación sobre la Instrucción Asistida por Computador. Agradecemos responderlas todas con sinceridad.

No se debe marcar.

1. Está usted informado sobre la experiencia que el Instituto de Educación Rondinela viene desarrollando frente a la Instrucción Asistida por Computador.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

2. Como padre de familia usted considera importante dicha experiencia.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

3. Qué comentarios le ha hecho su hijo sobre las clases que ha venido recibiendo ayudado por el computador;

4. Está usted de acuerdo que en el Instituto se continúen impartiendo las clases de Matemáticas y de Ciencias Naturales con la ayuda del computador.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Anote una razón \_\_\_\_\_

5. Marque con X los cambios que ha observado en su hijo como resultado de haber recibido clases con la ayuda del computador.

a. Han mejorado sus notas en Matemáticas.

b. Han mejorado sus notas en Ciencias Naturales.

c. Se muestra más comunicativo con los demás.

d. Se muestra ahora más interesado por las Matemáticas.

e. Se muestra ahora más interesado por las Ciencias Naturales.

Otros. Cuáles \_\_\_\_\_

SU COLABORACION ES OTRO APORTE PARA LA EDUCACION DE SU HIJO.

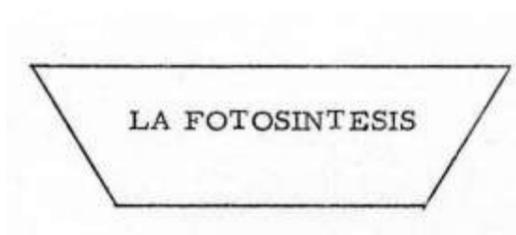
A N E X O 2 MODELO DE PROGRAMAS

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CIED E INSTITUTO DE EDUCACION  
RONDINELA PROGRAMA DE CIENCIAS NATURALES GRADO 4- DE  
ENSEÑANZA PRIMARIA

Refuerzo:

1. Contingente, gráfica y sonido alto.
2. Contingente, gráfica y sonido bajo
3. Genérico: gráfica y sonido alto 4,, Genérico: gráfica y sonido bajo

TEMA:



OBJETIVOS:

Completar correctamente un gráfico donde aparezcan los elementos que son indispensables en la formación de sustancias nutritivas durante el proceso de la FOTOSINTESIS.

En un gráfico anotar los nombres de los alimentos que resultan del proceso de la FOTOSINTESIS.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Preséntense recuadros y mayúsculas sólo para los refuerzos 1 y 3. Los refuerzos 2 y 4 se presentan sin recuadros y con letra minúscula.

QUE TAL INGENIOSO, YO SOY MELODY.  
 Quiero que recordemos juntos el cumpleaños. Para preparar la TORTA, tu mamá ha empleado muchos ingredientes, ¿verdad? . Anota los que recuerdas:



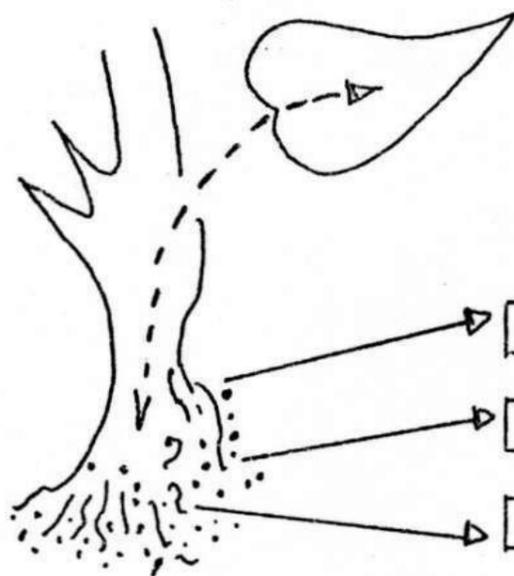
Four empty rectangular boxes arranged in two rows of two, and one larger empty rectangular box centered below them.

MUY BIEN INGENIOSO: con esos ingredientes puedes preparar la torta y otros deliciosos alimentos.



INGENIOSO . Recordé algo y te lo voy a contar;

También las PLANTAS elaboran su alimento y el de los otros seres vivos. Y para ello necesitan algunos ingredientes. PIENSA y ayúdame a recordar escribiendo algunos en los cuadros.2\*



Escribe:

Three empty rectangular boxes stacked vertically, corresponding to the arrows from the tree drawing.

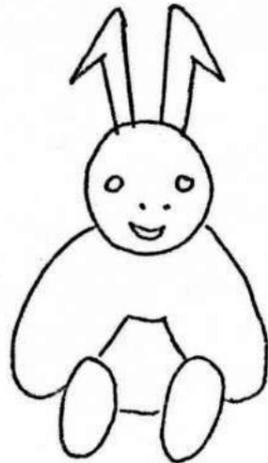
3\*

2\* Preséntese así para los refuerzos 1 y 3. No utilice: Melody, recuadros ni mayúsculas para los refuerzos 2 y 4.

3\* Preséntese así para los refuerzos 1 y 3. Para los refuerzos 2 y 4 preséntense solamente los cuadros:

ASI ES INGENIOSO, la planta toma de la tierra el AGUA (H<sub>2</sub>O) y las SALES MINERALES como el FOSFORO, CALCIO y el POTASIO, llevándolos hasta las hojas, donde los transforman en alimentos.

INGENIOSO



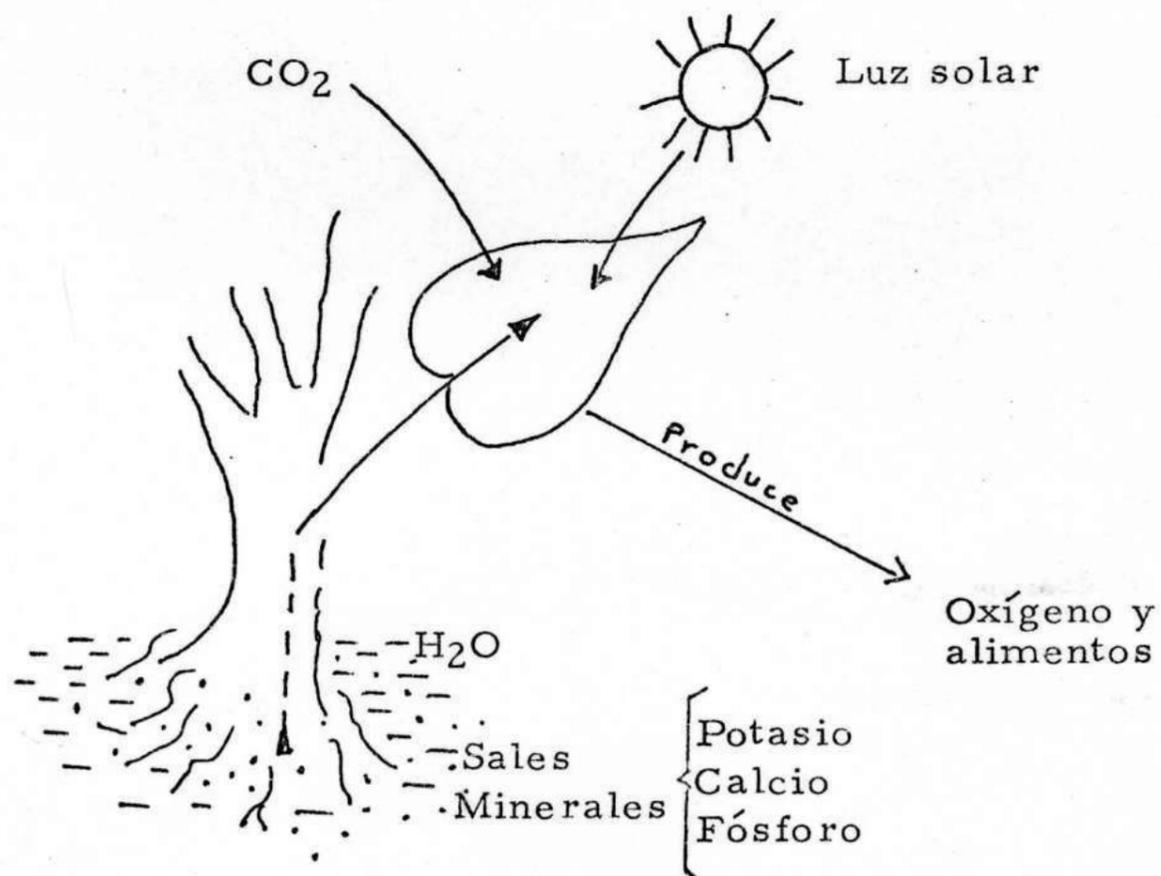
ALIMENTATE BIEN

El pescado contiene: FOSFORO

La leche es rica en: CALCIO

La zanahoria posee el: POTASIO  
4\*

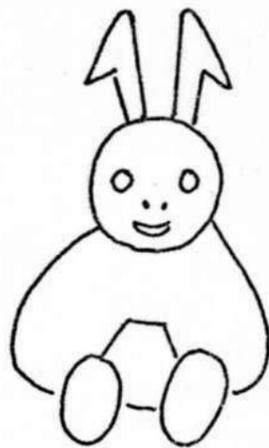
**INGENIOSO:** Para que tengas una información completa sobre los ELEMENTOS que absorbe la planta y sobre los ALIMENTOS que produce, te invito a OBSERVAR LA SIGUIENTE GRAFICA: 5\*



6\*

- 
- 4\* Para los refuerzos 1 y 3 preséntese tal cual. Para los refuerzos 2 y 4 se presenta el mensaje sin Melody y sin mayúsculas.
- 5\* Para los refuerzos 2 y 4 suprímanse; recuadros y mayúsculas.
- 6\* Para los refuerzos 1 y 3 preséntese tal cual. Para los 2 y 4 preséntese todo el gráfico pero sin mayúsculas.

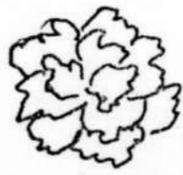
INGENIOSO



Sabías que.... LAS PLANTAS ATRAPAN LA LUZ SOLAR POR MEDIO DE UNA SUSTANCIA LLAMADA **CLOROFILA** QUE DA A LAS HOJAS EL COLOR VERDE

7\*

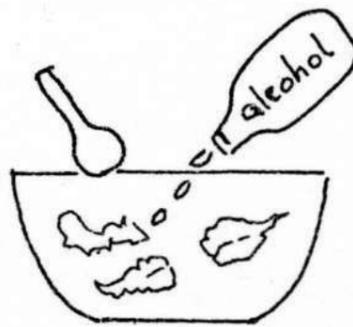
COMPROBEMOS LA EXISTENCIA DE LA CLOROFILA EN LA HOJA (Simulación). Vamos a representar un experimento que luego puedes realizar en tu casa, comentarlo con los tuyos y llevarle la CLOROFILA a tu profesora. VEAMOS



Lechuga



Repollo



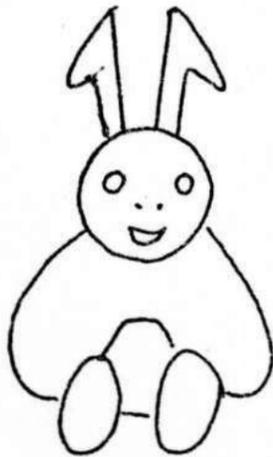
Sustancia verde o Clorofila.

HOJAS VERDES MACHACADAS CON ALCOHOL PRODUCEN:

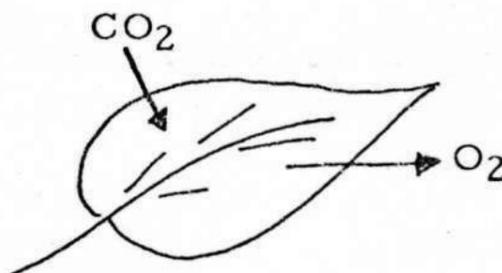
CLOROFILA

8\*

INGENIOSO



COMPROBEMOS LA EXISTENCIA DEL CO<sub>2</sub> O GAS CARBONICO QUE ABSORBEN LAS PLANTAS POR MEDIO DE LAS HOJAS:



9\*

7\* Retírese; Melody, recuadro y letras mayúsculas para los refuerzos 2 y 4.

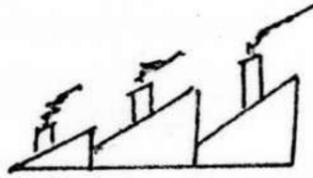
8\* Para los refuerzos 1 y 3 preséntese tal cual. Para los refuerzos 2 y 4 se presenta solamente la explicación y se suprimen los gráficos.

9\* Para los refuerzos 1 y 3 preséntese como aparece. Para los 2 y 4 retírense; Melody y las letras mayúsculas.

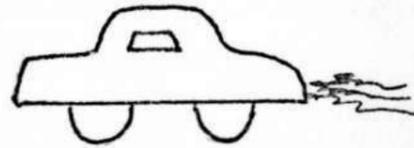
¿Has visto el humo que sale de las velas encendidas?



de las fábricas?



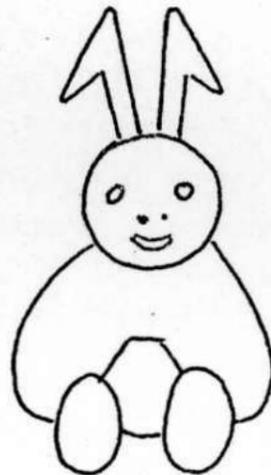
de los carros en marcha?



Este contiene gas carbónico (CO<sub>2</sub>). También los animales y vegetales en descomposición expulsan gas carbónico, causando la CONTAMINACION DE LA ATMOSFERA.

LAS HOJAS ABSORBEN EL GAS  
CARBONICO; LO TRANSFORMAN Y  
PRODUCEN EL OXIGENO; ASI CONTRIBU-  
YEN A LA DESCONTAMINACION DE LA  
ATMOSFERA

10\*



PARA RECORDAR:

1. ¿Cómo se llama la sustancia que emplea la planta para atrapar la luz solar? (memoria computador: Clorofila)

Si responde bien: FELICITACIONES INGENIOSO. La CLOROFILA es la sustancia que emplea la planta para atrapar la luz solar.

Si responde mal: NO ACERTASTE INGENIOSO. La CLOROFILA es la sustancia de color verde que emplea la planta para atrapar la luz solar. 11\*

-----

10\* Preséntese como aparece para los refuerzos 1 y 3. Para los refuerzos 2 y 4 no se presentan gráficas ni mayúsculas.

11\* Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dése contingencia o explicación. Para los refuerzos 3 y 4 suprimase contingencia. Los refuerzos 2 y 4 no utilizan mayúsculas.

2. ¿Recuerdas de dónde absorben las plantas la energía?

Si responde bien: EXCELENTE INGENIOSO. El sol es la fuente de energía que utiliza la planta para elaborar el alimento.

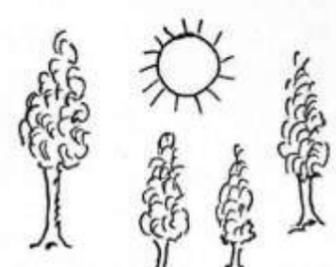
Si responde mal: INTENTALO DE NUEVO INGENIOSO. Las plantas absorben la energía del SOL y luego la utilizan para la elaboración del alimento.

3. Escribe los otros dos elementos que necesita la planta para fabricar el alimento.

Si responde bien; MARAVILLOSO INGENIOSO. La planta necesita dos elementos muy importantes para elaborar el alimento; ellos son; el OXIGENO (O<sub>2</sub>) y el GAS CARBONICO (CO<sub>2</sub>).

Si responde mal: NO LOGRASTE .INGENIOSO, RECUERDA: la planta necesita dos elementos muy importantes para elaborar el alimento, ellos son; el OXIGENO (O<sub>2</sub>) y el GAS CARBONICO (CO<sub>2</sub>). 12\*

PARA NO OLVIDAR



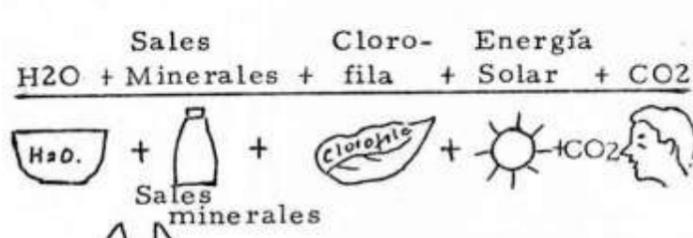
Las plantas en presencia de la LUZ SOLAR : absorben CO<sub>2</sub> y desprenden O<sub>2</sub>, fabrican los ALIMENTOS mediante el proceso llamado: FOTOSINTESIS 13\*

PARA APRENDER:  
PROCESO DE LA FOTOSINTESIS:

12\* Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dese contingencia o explicación. Para los refuerzos 3 y 4 suprímase contingencia. Los refuerzos 2 y 4 no utilizan mayúsculas.

13\* Preséntese como aparece para los refuerzos 1 y 3. Para los refuerzos 2 y 4 no se presentan gráficas ni mayúsculas.

Sales Cloro- Energía  
H<sub>2</sub>O + Minerales + fila + Solar + CO<sub>2</sub> = PRODUCE  
ALIMENTOS



Agua  
Oxígeno  
Azúcares  
Almidones  
Grasas  
Proteínas  
14\*



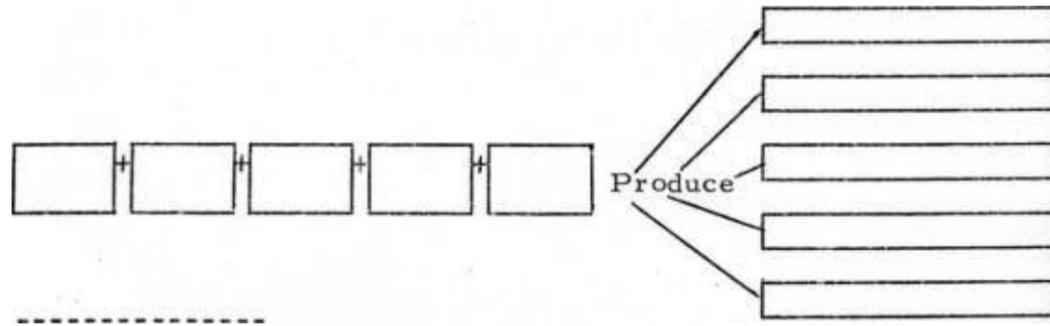
SIGAMOS COMPROBANDO LO QUE HAS APRENDIDO:

4. Escribe el nombre de algunos alimentos que resultan del proceso de la FOTOSINTESIS

Si responde bien: FELICITACIONES INGENIOSO. Del proceso de la FOTOSINTESIS resultan: azúcares, almidones, grasas, agua, oxígeno, proteínas.

Si responde mal: NO ACERTASTE INGENIOSO. Durante el proceso de la FOTOSINTESIS las plantas elaboran alimentos como; los azúcares, grasas, almidones, agua, oxígeno, proteínas.

5. Escribe en los cuadros los elementos que son indispensables para la realización de la FOTOSINTESIS:



14\* Preséntese como aparece para los refuerzos 1 y 3. Para los refuerzos 2 y 4 no se presentan gráficas ni mayúsculas.

Si responde bien: MARAVILLOSO INGENIOSO. Los elementos como H<sup>2</sup>O + Sales Minerales + Clorofila + Energía Solar + CO<sub>2</sub> son indispensables en el PROCESO DE LA FOTOSINTESIS, donde se producen alimentos como; azúcares, almidones, grasas, agua, oxígeno, proteínas.

Si responde mal: NO ACERTASTE INGENIOSO. Recuerda que en el PROCESO DE LA FOTOSINTESIS son indispensables elementos como H<sub>2</sub>O + Sales Minerales + Clorofila + Energía Solar + CO<sub>2</sub> y se producen alimentos como; azúcares, almidones, grasas, H<sub>2</sub>O, Oxígeno, proteínas.<sup>2</sup>

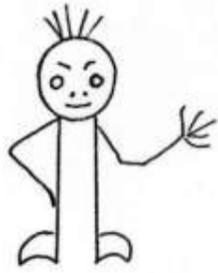
INGENIOSO; obtuviste \_\_\_\_\_ puntos buenos de un total de 5 puntos.

ESPERO INGENIOSO que cuides las plantas, de ellas depende tu vida y la de los otros seres

15\* Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dése contingencia o explicación. Para los refuerzos 3 y 4 suprimase contingencia. Los refuerzos 2 y 4 no utilizan mayúsculas.

<sup>2</sup> Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dese contingencia o explicación. Para los esfuerzos 3 y 4 suprimase contingencia. Los esfuerzos 2 y 4 no utilizan mayúsculas.

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA CIED E INSTITUTO DE EDUCACION  
RONDINELA PROGRAMA DE MATEMATICA GRADO 4- DE ENSEÑANZA  
PRIMARIA



Refuerzos:

1. Contingente, gráfica y sonido alto
2. Contingente, gráfica y sonido bajo
3. Genérico, gráfica y sonido alto
4. Genérico, gráfica y sonido bajo

TEMA:

PRODUCTO CARTESIANO

1\*

OBJETIVOS:

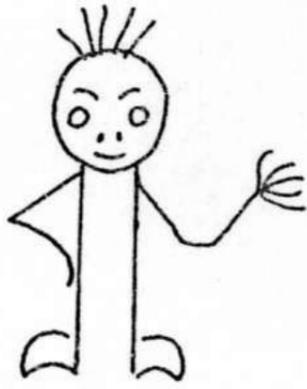
3

Dados dos conjuntos cualesquiera, encontrar el PRODUCTO CARTESIANO formando parejas ordenadas y siguiendo el proceso señalado.

Dado un PRODUCTO CARTESIANO representarlo en el PLANO CARTESIANO.

---

<sup>3</sup>Preséntense recuadros y mayúsculas sólo para los refuerzos 1 y 3. Los refuerzos 2 y 4 se presentan sin recuadros y en letra minúscula



Hola INGENIOSO, yo soy GOLITO.

Hoy aprenderemos una operación muy importante entre conjuntos.

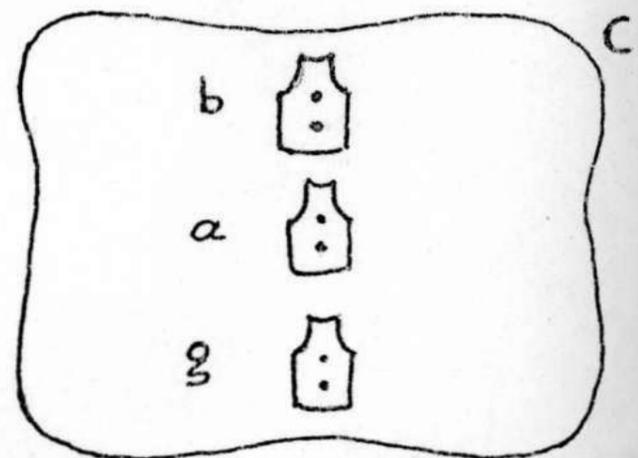
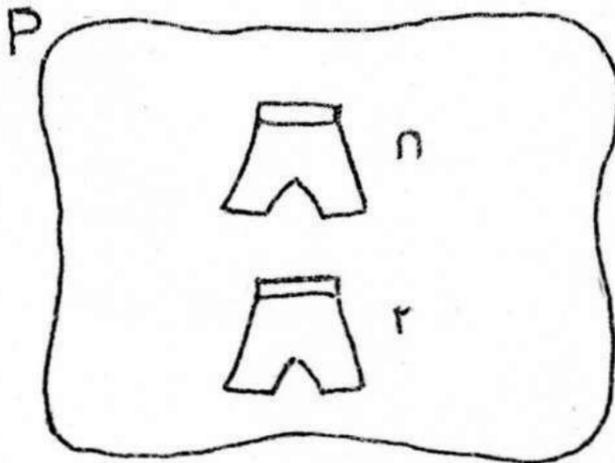
Recordemos que se trata del PRODUCTO CARTESIANO. Ahora, dime: ¿Cuál es tu nombre? Escríbelo:

PIENSA INGENIOSO

Si tienes un conjunto de pantalonetas:  $P = (\text{negra, roja})$  y un conjunto de camisetas:  $C = (\text{blanca, azul, gris})$ . ¿De cuántas formas diferentes te puedes vestir combinando las pantalonetas con las camisetas? (Discútelo con tu compañero).

INGENIOSO, PON MUCHA ATENCION, DEBO EXPLICARTE ALGO.....

Organiza las parejas de pantaloneta y camiseta en forma ORDENADA, para ello, une mediante líneas la pantaloneta negra (n) con la camiseta blanca (b), con la amarilla (a) y luego con la gris (g). Realiza lo mismo con la pantaloneta roja (r).

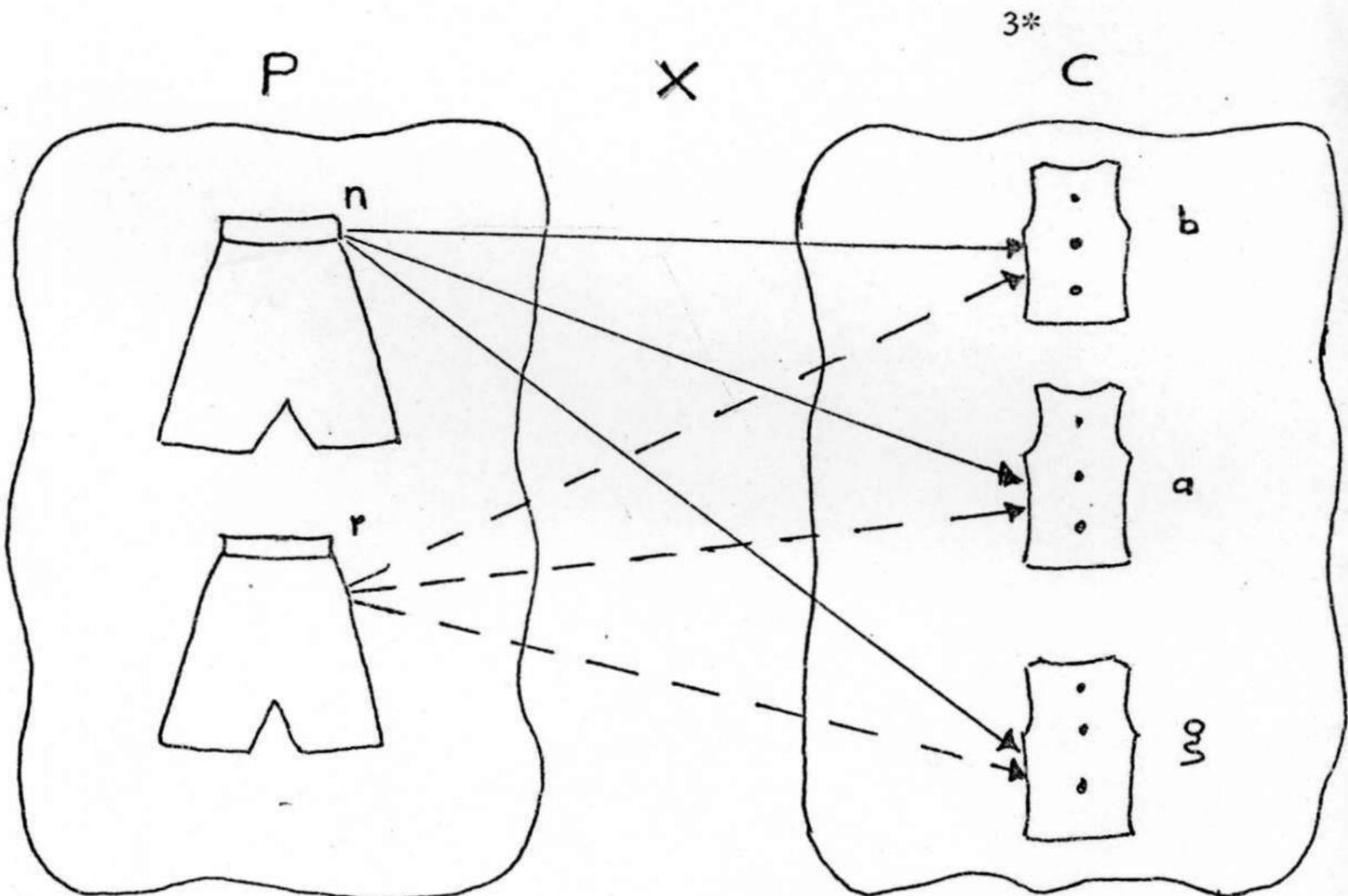


-----  
2\* Aparezca así para los refuerzos 1 y 3. Suprímense los dibujos de pantaloneta y camiseta para los refuerzos 2 y 4.



INGENIOSO, COMENTA CON TU COMPAÑERO COMO SE FORMARON LAS PAREJAS ORDENADAS DE PANTALONETA Y CAMISETA

VEAMOS LA GRAFICA PARA QUE COMPARES TUS CONCLUSIONES CON LAS MIAS



-----  
3\* Preséntese así para los refuerzos 1 y 3. No utilice Golito, recuadros ni mayúsculas para los refuerzos 2 y 4.

SIGAMOS APRENDIENDO

1. Observa el conjunto que resultó como producto de  $P \times C$  y forma parejas ordenadas así: toma el primer elemento del conjunto  $P$  o sea  $n$  y el primer elemento del conjunto  $C$  o sea  $b$ ; agrupa la pareja en paréntesis  $(n, b)$  y luego forma otras parejas separándolas con una coma. Veamos INGENIOSO cómo lo haces. 4\*

$$P \times C = \left\{ \right. \left. \right\}$$

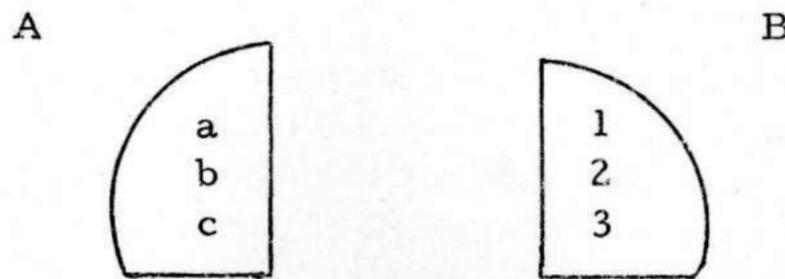
Si responde bien; EXCELENTE INGENIOSO. El PRODUCTO de parejas ordenadas de  $P \times C$  quedó así:

$$P \times C = \left\{ (n, b), (n, a), (n, g), (r, b), (r, a), (r, g) \right\}$$

Si responde mal; NO ACERTASTE INGENIOSO. El PRODUCTO de parejas ordenadas de  $P \times C$  quedó así:

$$P \times C = \left\{ (n, b), (n, a), (n, g), (r, b), (r, a), (r, g). \right\} \quad 5^*$$

2. Dados los conjuntos  $A$  y  $B$ : 6\*



- 
- 4\* En este ejercicio el alumno tendrá que formar las parejas ordenadas utilizando los paréntesis y las comas respectivas; válido para los refuerzos 1, 2, 3 y 4.
- 5\* Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dése contingencia (explicación). Para los refuerzos 3 y 4, suprimase contingencia. Para los refuerzos 1 y 3 utilídense mayúsculas. Para los refuerzos 2 y 4, utilídense minúsculas.
- 6\* Para los refuerzos 1 y 3 utilídense diagrama, los 2 y 4 con paréntesis.

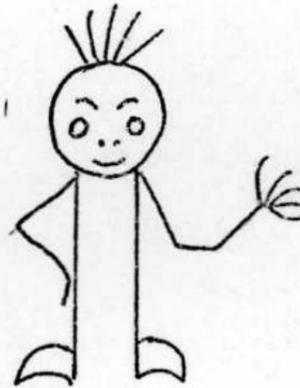
Forma los conjuntos de parejas ordenadas de  $A \times B$  y recuerda que la pareja se forma en orden; la primera componente (a) es un elemento de A y la segunda componente (1) es un elemento de B. Así INGENIOSO: (a, 1)

Si responde bien: EXCELENTE INGENIOSO. El PRODUCTO de parejas ordenadas de  $A \times B$  se formó así:

$$A \times B = \left\{ \begin{array}{cccccc} (a, 1) & (a, 2) & (a, 3) & (b, 1) & (b, 2) & (b, 3) \\ (c, 1) & (c, 2) & (c, 3) & & & \end{array} \right\}$$

Si responde mal: NO ACERTASTE INGENIOSO. INTENTALO DE NUEVO hasta que lo logres;

$$A \times B = \left\{ \right\} 7^*$$



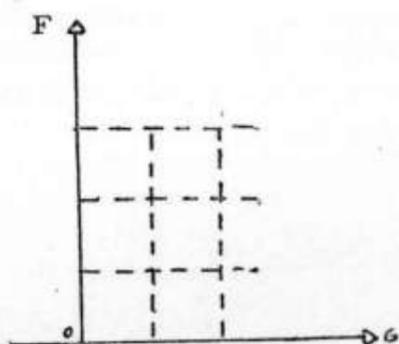
PARA APRENDER INGENIOSO

Dados dos conjuntos cualesquiera M y R, se llama PRODUCTO CARTESIANO al conjunto de parejas ordenadas cuyo primer elemento pertenece a M y el segundo elemento pertenece a R. El PRODUCTO CARTESIANO lo representamos así:  $M \times R$

7\* Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dése contingencia (explicación). Para los refuerzos 3 y 4 suprimase contingencia. Para los refuerzos 1 y 3 utilídense mayúsculas. Para los refuerzos 2 y 4, utilídense minúsculas.

ATENCIÓN INGENIOSO: te será muy útil conocer otra manera de representar gráficamente el PRODUCTO CARTESIANO

OBSERVA EL SIGUIENTE PLANO FORMADO POR DOS LINEAS PERPENDICULARES 8\*

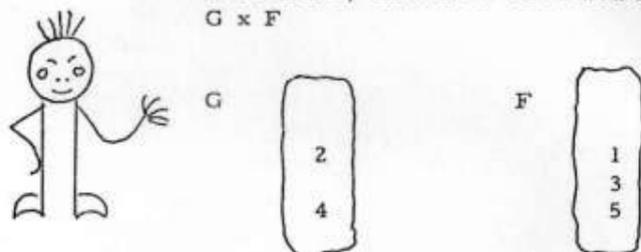


3. Comenta con tu compañerito cuántas divisiones hay en la recta horizontal G y cuántas en la recta vertical F y escríbelo: G, F

Si responde bien: EXCELENTE INGENIOSO. La recta G tiene dos divisiones y la recta F tiene 3.

Si responde mal: ¡POR AHI NO ES LA COSA INGENIOSO Vuelve a observar el gráfico y escribe nuevamente tu respuesta.<sup>5</sup>

4. INGENIOSO, REALIZA EL PRODUCTO DE G x F 10\*



Si responde bien: ¡FELICITACIONES INGENIOSO !" El producto de G x F resultó así:

$$G \times F = \{(2, 1), (2, 3), (2, 5), (4, 1), (4, 3), (4, 5)\}$$

Si responde mal: ¡NO LO LOGRASTE INGENIOSO ! INTENTALO DE NUEVO. Recuerda que al multiplicar el número de elementos del conjunto G (2) por el número de elementos del conjunto F (3), se obtiene EL PRODUCTO: G x F = 6 parejas ordenadas. 11\*



12\*

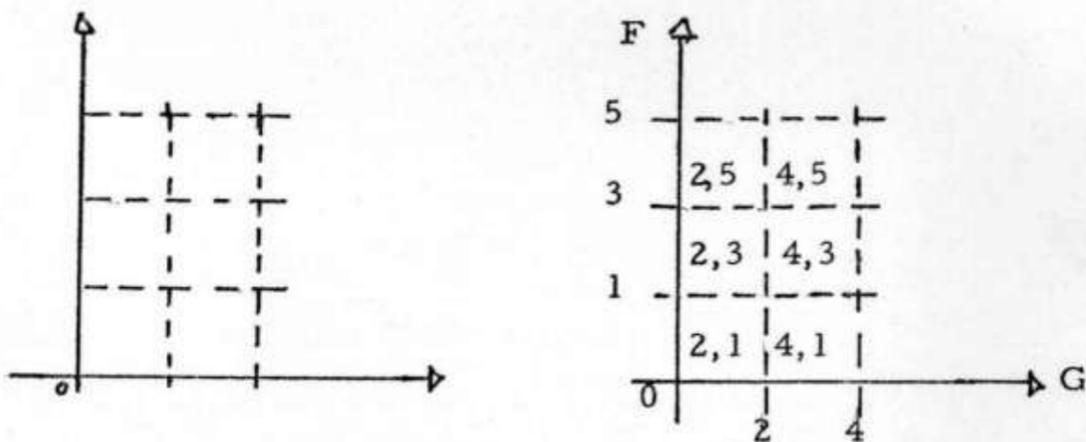
CONTINUEMOS TRABAJANDO

<sup>4</sup> Preséntese así" para los refuerzos 1 y 3. No utilice Golito, recuadros ni mayúsculas para los refuerzos 2 y 4.

<sup>5</sup> Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dese contingencia (explicación). Para los refuerzos 3 y 4 suprimase contingencia. Para los refuerzos 1 y 3 utilícense mayúsculas. Para los refuerzos 2 y 4, utilícense minúsculas.

- 10\* Para los refuerzos 1 y 3 preséntese tal cual. Para los refuerzos 2 y 4 suprímase Golito y mayúsculas. Presentar elementos agrupados en paréntesis.
- 11\* Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dése contingencia (explicación). Para los refuerzos 3 y 4 suprímase contingencia. Para los refuerzos 1 y 3 utilícense mayúsculas. Para los refuerzos 2 y 4 utilícense minúsculas.
- 12\* Preséntese así para los refuerzos 1 y 3. No utilice Golito, recuadros ni mayúsculas para los refuerzos 2 y 4

5. Traslada las parejas del producto  $G \times F$  al PLANO CARTESIANO



(memoria computador)

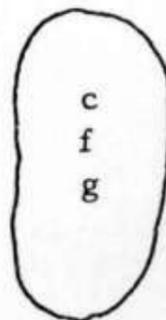
Si responde bien: ¡MARAVILLOSO INGENIOSO ! el Plano Cartesiano quedó así: (llamar memoria anterior).

Si responde mal: ¡INCORRECTO INGENIOSO !. Repite tu ejercicio hasta lograr la respuesta correcta. 13\* (llamar memoria anterior).

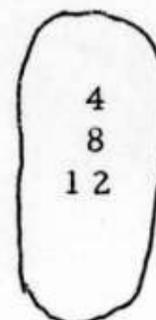
6. Dados dos conjuntos C y D:

- Forma el producto de  $C \times D$
- Traslada el producto anterior al plano cartesiano 14\*.

C



D

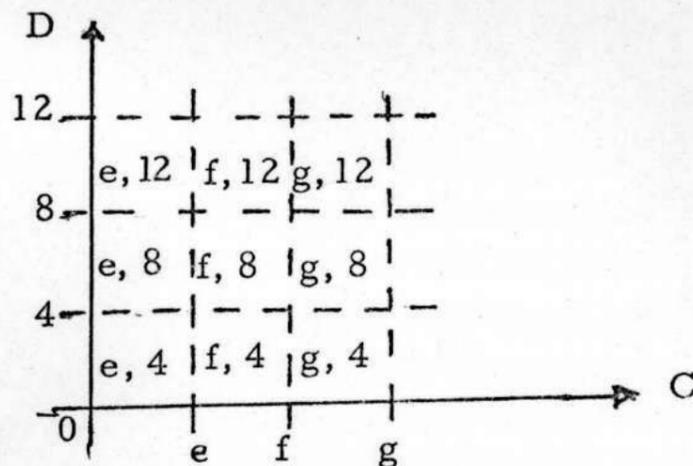


13\* Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dése contingencia (explicación). Para los refuerzos 3 y 4 suprímase contingencia. Para los refuerzos 1 y 3 utilícense mayúsculas. Para los refuerzos 2 y 4 utilícense minúsculas.

14\* Para los refuerzos 1 y 3 utilícense diagrama, los 2 y 4 son con paréntesis.

Si responde bien: ¡FELICITACIONES INGENIOSO ! El producto de C x D es:

$$C \times D = \left\{ (e, 4), (e, 8), (e, 12), (f, 4), (f, 8), (f, 12), (g, 4), (g, 8), (g, 12) \right\}$$

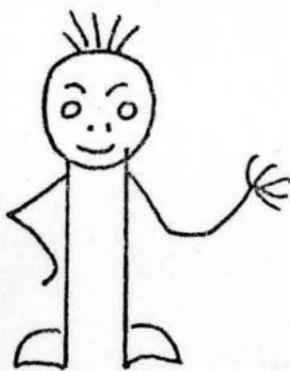


(memoria computador)

Si responde bien: ¡EXCELENTE INGENIOSO !

Si responde mal: ¡POR AHI NO ES LA COSA INGENIOSO !

Observa la forma correcta de realizar el ejercicio y encuentra dónde estuvo la falta. 15\*



Obtuviste \_\_\_\_\_ puntos buenos de un total de 6 puntos.

HASTA PRONTO INGENIOSO. ESTOY MUY CONTENTO CON TU APRENDIZAJE. VOLVERE PARA QUE SIGAS DESCUBRIENDO LO MARAVILLOSO DE LAS MATEMATICAS

1 5\* Para las respuestas de los refuerzos 1 y 2 dése contingencia (explicación). Para los refuerzos 3 y 4 suprimase contingencia. Para los refuerzos 1 y 3 utilícese mayúsculas. Para los refuerzos 2 y 4 utilídense minúsculas.

