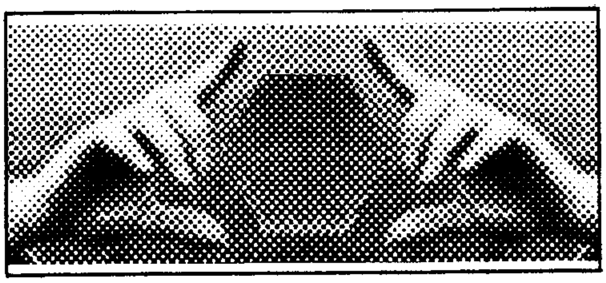
epsilon 8

epsilon 8



Un ensayo de composición monocromática vagamente inspirado en los temas de este número 8.

director :

Rafael Pérez Gómez

redactor jefe :

Manuel Vela Torres

jefatura de medios informáticos :

Moisés Coriat Benarroch

consejo de redacción :

Carmen García Arribas, Jose L. Hernández Rojo, Aquilino Pérez de Madrid, Victoriano Ramírez González, Enrique Castro.

colaboradores :

Enrique Aznar García, Antonio Fernández Cano, Miguel de la Fuente Martos, María J.García Hernández, Felipe López Fernández, Antonio Marín del Moral, Sebastian Montiel, Javier Pérez González, Antonio Rodríguez Garzón, Alfonso Romero Sarabia

composición :

Fernando Hernández Rojo,
Luis Orihuela Hervás

edita:

Asociación de Profesores de Matemáticas de Andalucía.

dirección:

Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada.

Avenida Fuente Nueva s/n.

18071- Granada

La revista **"Epsilon"** se publica tres veces al año. Suscripción mas gastos de envio 2000 pts. Extranjero 30$.

Imprime: GRAFSUR. S.A.L. / Armilla (Granada)

Edita : ASOCIACION DE PROFESORES DE MATEMATICAS DE ANDALUCIA.
PRESIDENTE: Ramón Gutiérrez Jáimez

Deposito Legal: GR-147/84

experiencias educativas

la formación matemática de los ciegos y los números en color

Una investigación patrocinada por la Conselleria de Cultura de la Generalitat Valenciana y el I.C.E. de la Universitat de Valencia.

Francisco Soto Iborra, Catedrático de Didáctica de las Matemáticas de E.U. del P. de E.G.B.
Bernardo Gómez Alfonso, P.T.E.U.
Departamento de Didáctica de la Matemática. Universitat de Valencia

RESUMEN: El aprendizaje de los invidentes se apoya en gran parte en la manipulación. Dado que los Números en Color son un material manipulativo pensamos que sería útil para ellos y que aunque no pudieran ver los colores, al menos, podrían reconocer las regletas por su longitud. La experimentación con alumnos ciegos evidenció multitud de problemas que sugirieron la conveniencia de modificar el peso y la textura de las regletas.

Tras ensayar el nuevo material concluimos que con él el trabajo con ciegos se sitúa en condiciones de igualdad con el trabajo con videntes que utilizan las regletas de madera y permite el trabajo en común en un intento de enseñanza integrada.

PRESENTACION

La investigación tuvo su origen en un comentario, intranscendente en apariencia, formulado por una profesora cuando presenciaba el desarrollo de unas sesiones de trabajo con niños videntes: "Es asombroso lo deprisa que trabajan estos niños con las regletas. Encuentran la contestación a las preguntas sobre qué regletas han de utilizar antes que yo". Reflexionamos y contestamos: "Es que usted sólo ve las regletas; ellos, ademas de verlas, la tocan y las manipulan".

Pasaba así al plano consciente y se explicitaba un principio pedagógico fundamental: la actividad del alumno es la fuente principal de sus conocimientos matemáticos. Cuando esta idea inicial germinó y se desarrolló con fuerza, surgió el desafío que era de esperar: ¿Cómo someter a prueba el peso de la manipulación de los materiales en la educación matemática del niño? Aquello nos enfrentaba directamente con el problema arduo, lleno de dificultades, pero estimulante y valioso, de la educación de los niños ciegos.

EL COMIENZO DE LA EXPERIENCIA

Una idea vino a reforzar nuestro propósito. Sabíamos que con las regletas de Cuisenaire, los "Números de Color", el niño vidente avanza espectacularmente y con gran entusiasmo en el campo del Algebra y de la Aritmética, y lo hace complacido por el carácter lúdico del material, adoptando una actitud segura y confiada gracias a la posibilidad de comprobar y autocorregirse (Gattegno, 1962, 1963, (a), (b), (c), (d), 1964, 1966, 1967 y Goutard, 1964, 1966).

¿Cuál sería el comportamiento de los niños ciegos frente a este material?

Con las regletas el niño vidente tiene en la acción la vía principal de acceso a los conocimientos matemáticos; en el niño invidente, en quien la visión queda sustituida por el tacto y el material concreto es absolutamente imprescindible, cabía esperar algo más.

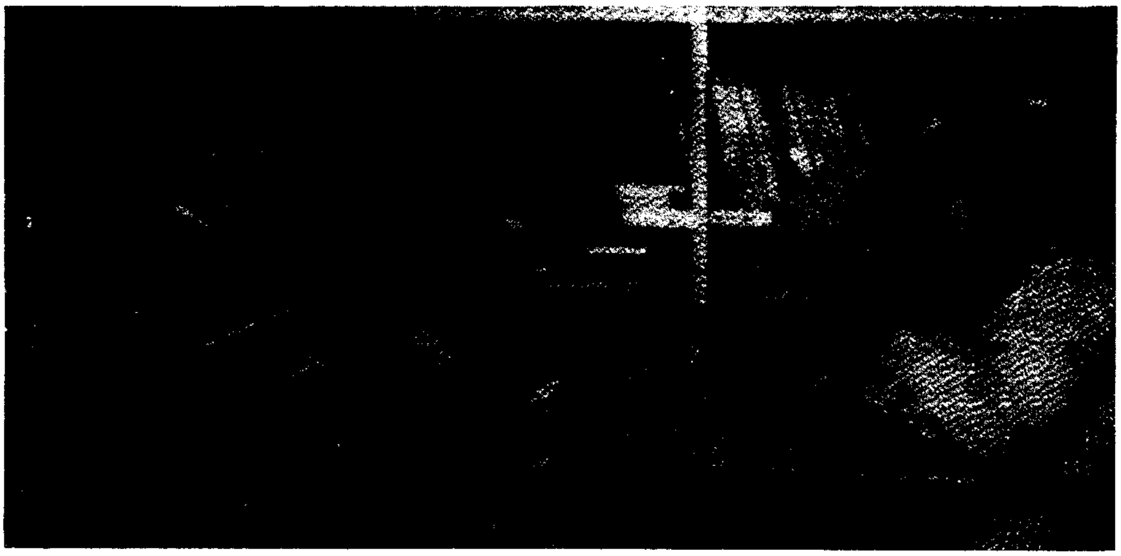
Un primer período de varios meses de trabajo con un grupo de alumnos ciegos sometió a prueba el material tradicional de madera, y dejó establecida definitivamente la inviabilidad de su aplicación en la enseñanza de estos alumnos (SOTO Y GOMEZ, 1986). El vacío nombre de los colores sólo recibía contenido sensible al palpar el incierto tamaño de las regletas; y únicamente podía ser precisado por un lentísimo proceso de comparación con cada una de las maderitas, de una escalera prefabricada, irritantemente inestable. Era desesperanzador ver cómo lo que hacía una mano era involuntariamente deshecho por la otra.

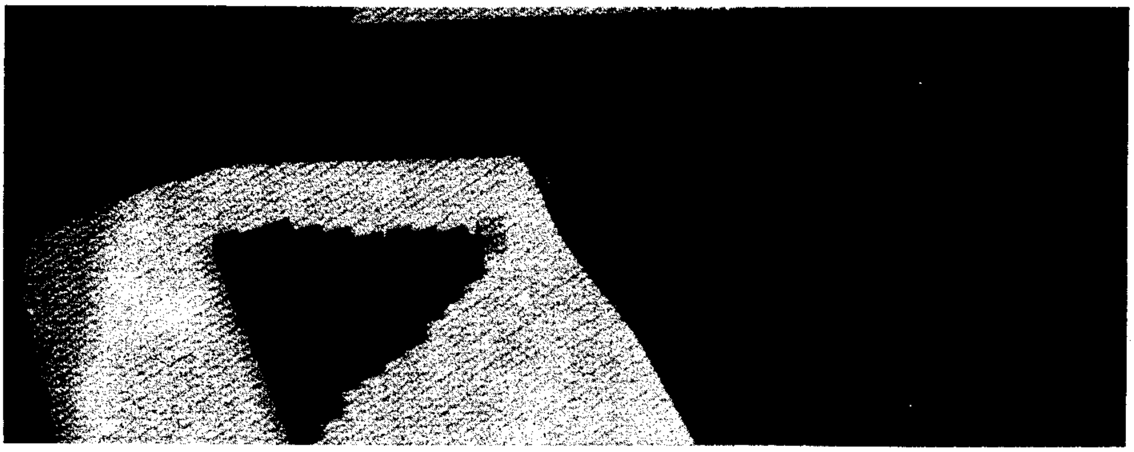
Desgraciadamente la ceguera de los niños no era modificable. Afortunadamente, las regletas y las condiciones de trabajo sí lo eran. Había que modificarlas para que estos niños pudiesen "ver" los colores con los dedos y lograran manipular las regletas, conservando toda la carga didáctica que poseen.

LA INVENCION DEL MATERIAL

Lo que con los niños videntes es un factor intrascendente, el escaso peso de la madera, se vuelve un obstáculo para los ciegos, cuyas construcciones se desajustan por el continuo palpar e incluso, a veces, se destruyen por algún movimiento involuntario.

En nuestro trabajo observamos que





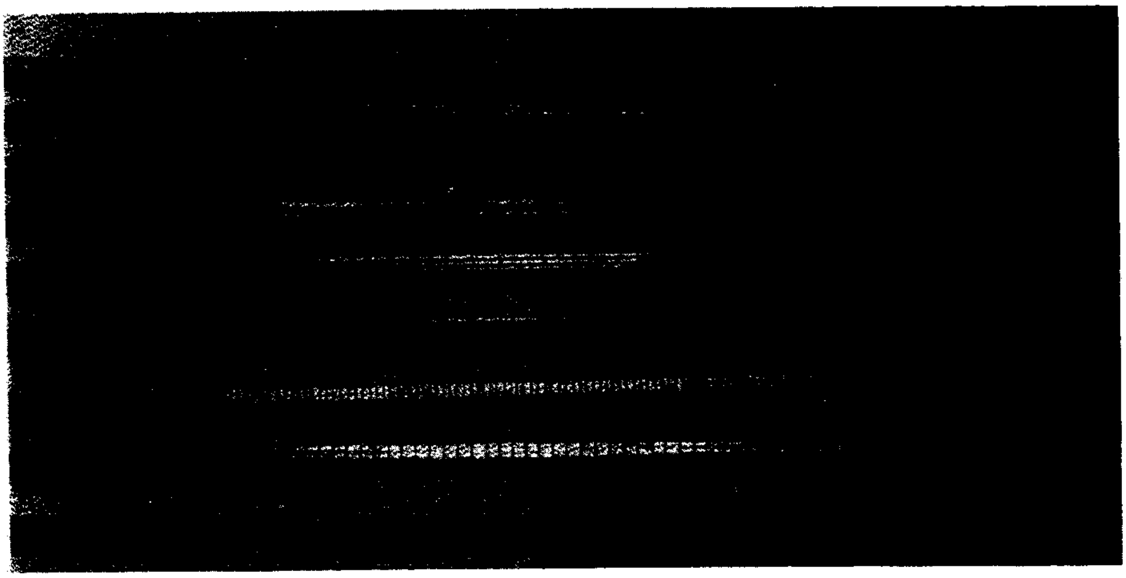
las construcciones resultaban inestables y ello dificultaba la manipulación del material; había que intentar fortalecer la estabilidad sin llegar a una rigidez que anulase la dinamicidad de las regletas, que es uno de sus aspectos más relevantes.

Entre las posibles soluciones que se barajaron se eligió la sustitución de la madera por el hierro y la utilización de placas magnéticas como tablero de trabajo. Esta solución se reveló como la más apropiada: las regletas se deslizaban sobre el tablero con suavidad, pero con firmeza, permitiendo todos los grados de libertad de movimiento del material.

Si el color carecía de sentido para nuestros alumnos invidentes y ello impedía la rápida identificación de las regletas, había que modificarlas para que pudiesen "verlas". Pensando que los ojos de los ciegos son sus dedos, se recurrió a explotar al máximo las posibilidades del tacto, agudizado en los ciegos por razones obvias, hasta límites insospechados. Y se decidió dotar a cada regleta de una textura que permitiera su diferenciación.

Una primera posibilidad era subdividirlas mediante hendiduras o relieves en tantas partes como centímetros midiesen. Pero esta solución suprimía a las regletas su carácter de longitud continua y además las constreñía a ser únicamente un conjunto de unidades (como sucede en los bloques multibase de Dienes). El 7 sería entonces 1+1+1+1+1+1+1 y nada más que eso, sin facilitar la multiplicidad de descomposiciones del 7 que surgen espontáneamente cuando no está subdividido en centímetros. No hay que olvidar que una característica importante de las regletas es que con ellas todo número "se construye operativamente y se puede obtener a partir de otros números" (Goutard, 1964, 58).

Una segunda posibilidad era grabar en un extremo de cada regleta un símbolo numérico en braille o en escritura ordinaria. Pero eso era algo así como colocar una etiqueta numérica, ceñida a una mínima parcela de la regleta, que no respondía a lo esencial de nuestra idea: nosotros queríamos que al tocar cualquier porción de la regleta el niño recibiese una información independiente por completo de la idea de número, y que asignase a esa información un nombre idéntico al que asignaría un niño vidente al ver esa misma parcela de la regleta. Eso imponía la necesidad de dotar a toda la superficie de la regleta de una textura distinta para cada color. Cuando Cuisenaire, músico además de maestro, eligió sus diez colores, probablemente no lo hizo de modo caprichoso: la progresión aritmética 3, 6, 9, fue teñida con una gama cromática muy armónica, verde claro, verde oscuro, azul; como la progresión geométrica 2, 4, 8, lo fue con la gama rojo, rosa, marrón. El parentesco evidente entre el 5 y el 10 se tradujo en la gama amarillo, naranja. La orfandad del 7, desconectado del resto de los números, provocó la ausencia de color (negro). Y la buena relación del 1 con todos los demás originó la presencia simultánea de todos los colores (blanco).



En esta misma línea de pensamiento y con el criterio de agrupar las regletas por afinidades numéricas, decidimos grabarlas con tres modalidades de marcas, que para evitar entorpecimientos y desajustes en el momento de acoplar unas regletas con otras, acordamos hacerlas en bajorrelieve (muescas): la gama de hendiduras longitudinales, una, dos o tres para la verde claro, la verde oscuro y la azul; la gama de puntos más o menos separados, para la roja, la rosa y la marrón, y la gama de hendiduras transversales, también más o menos separadas, para la amarilla y la naranja. El negro, como lógica consecuencia de todo lo anterior, ausencia de color, no se grabó, se dejó liso. La única dificultad que no fuimos capaces de superar fue la del blanco, que debería ser una mezcla de todas las gamas anteriores; ante la imposibilidad de encontrar una textura resumen de las demás, decidimos que por tratarse de una situación excepcional (como la del negro, aunque en sentido inverso) le daríamos el mismo tratamiento: no grabarla; seguros, claro está, de la imposibilidad de confusión entre la blanca y la negra en virtud de su gran diferencia de longitud.

PUESTA A PRUEBA DEL NUEVO MATERIAL

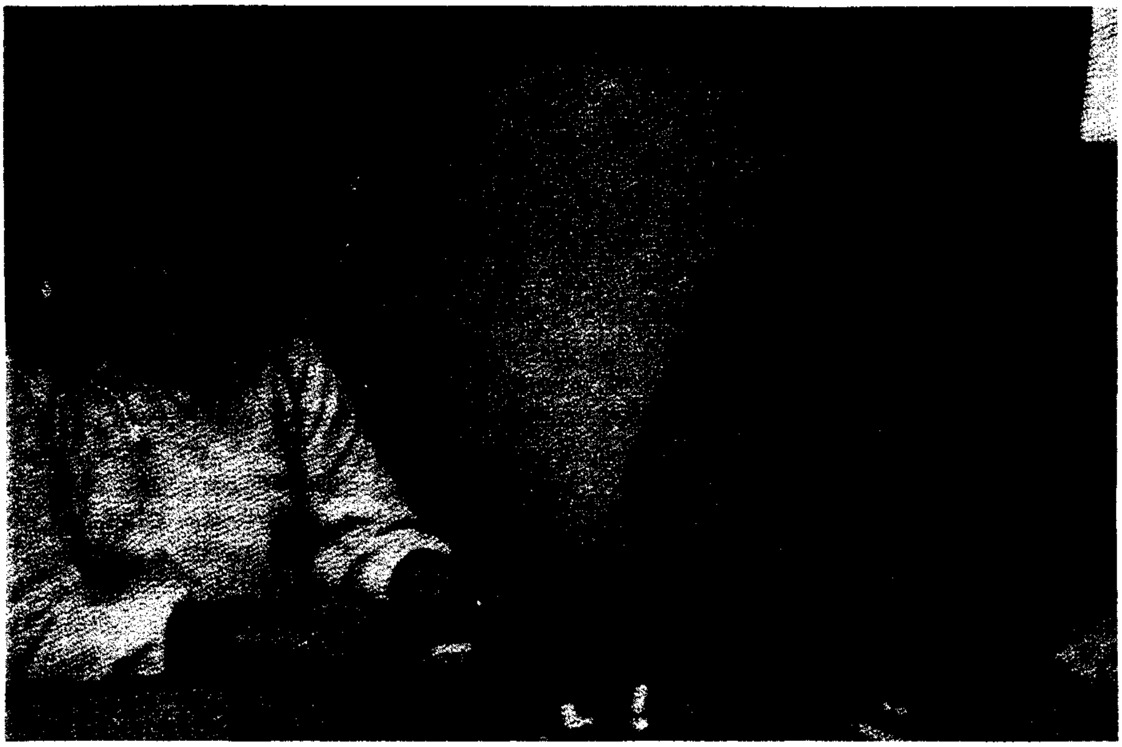
De hecho, la experiencia ha confirmado después lo acertado de nuestra elección. Lo que con las regletas de madera fue un proceso lento y tedioso, con las nuevas regletas se convirtió, como por arte de magia, en ágil y estimulante. Con el nuevo material se impartieron diecinueve sesiones de aproximadamente treinta minutos, a lo largo de Abril, Mayo y Junio de 1986,

con dos alumnas ciegas totales de nacimiento, Hortensia y Amparo, de diez y once años respectivamente, que cursaban quinto nivel de E.G.B. en el colegio "Nuestra Señora del Socorro" (Fundación Burguet), de Valencia. Sesiones que fueron grabadas en video para retener el hecho didáctico y para proceder a su posterior estudio con sosiego y detenimiento.

Al finalizar la primera sesión Hortensia y Amparo eran capaces de reconocer todas las regletas por su textura y sabian su color-nombre.

y el peso. Extraida de una tabla de números aleatorios una serie de veinticinco digitos, se le fueron ofreciendo en ese orden a Amparo (aprovechando un dia en que faltó a clase Hortensia) veinticinco regletas de hierro, lisas, de longitudes correspondientes a esos digitos. (El cero de la tabla se asoció al diez). Se le pedia que dijese el color de la regleta, sin más información que la longitud y el peso de la misma.

Se puso de manifiesto la escasa fiabilidad de la información que reci-



Como a partir de la tercera o cuarta sesión el dominio y la identificación de las regletas se hizo patente, decidimos testar hasta qué punto coadyuvaban a esta identificación la longitud

bia (Soto y Gmez,1986). Sus errores fueron constantes más allá de la roja.

En trece de los veinticinco ítems el error cometido fue de una unidad. en ningún caso se cometió error por exceso. La blanca, la roja y la naranja se acertaron siempre. Curiosamente, de entre las cuatro veces que salió la negra sólo falló la primera. (¿Habrá relación entre este hecho y el de que en las texturas conocidas por Amparo, la negra era lisa?) (Ver Cuadro.)

Color verdadero	Contestación
5 amarillo	4 rosa
5 amarillo	4 rosa
9 azul	8 marrón
7 negro	5 amarillo
10 naranja	10 naranja
3 verde c.	2 rosa
9 azul	9 azul
6 verde o.	4 rosa
3 verde c.	2 roja
5 amarilla	3 verde c.
6 verde o.	5 amarilla
4 rosa	3 verde c.
5 amarilla	4 rosa
2 roja	2 roja
7 negro	7 negro
3 verde c.	3 verde c.
7 negro	7 negro
2 roja	2 roja
1 blanca	1 blanca
6 verde o.	5 amarilla
6 verde o.	5 amarilla
10 naranja	10 naranja
5 amarilla	4 rosa
5 amarilla	4 rosa
7 negro	7 negro
...	

LA ESTRUCTURA

Parafraseando a Gattegno (1963, (a) 113): Estamos acostumbrados a identificar un conjunto de segmentos de línea recta con el conjunto de números enteros. El conjunto de longitudes de las regletas de Cuisenaire puede servir como modelo del conjunto de longitudes de una recta. Es natural pensar que actividades desarrolladas con el conjunto de maderitas conducirán a conocer el comportamiento de las longitudes y, por tanto, de los números.

De otra parte, como señala Goutard (1964, 23)": "Para estudiar la esfera, ¿tomaríamos una piedra más o menos redonda, o un limón, o, por el contrario, tomaríamos un objeto que presentase la forma esférica lo más perfectamente posible? Vuestra elección no es dudosa. Pues bien, entre todos los materiales didácticos, el de Cuisenaire es el que presenta de manera más adecuada la estructura básica de la Aritmética y el álgebra elementales".

Cada una de las regletas tiene un color característico, que permite que el niño vidente identifique con rapidez la regleta que necesita, y hace posible hablar de ellas sin decir jamás el resultado.

El color confiere a estas maderitas una singular belleza y un claro carácter lúdico, ayudando a plasmar en imágenes mentales las estructuras y relaciones algebraicas, además de facilitar la comprensión de las operaciones aritméticas y sus propiedades. Para Gattegno (1963, (a), 103) las regletas de madera son "mucho más un modelo algebraico que uno geométrico o un aparato aritmético". La idea es que las regletas "hacen posible enseñar las matemáticas como un conjunto de relaciones ..." (Gattegno, (a), 1963).

El conjunto de las regletas de Cuisenaire es un material didáctico que admite una rica estructuración algebraica. Desde los primeros momentos los alumnos descubren la relación fundamental "ser del mismo color significa ser de la misma longitud". No titubea ninguno cuando se les pide una regleta que sea igual de larga que la azul. Y gracias a cualquiera de las dos relaciones de equivalencia "ser del mismo color" o "ser de la misma longitud", acaparan, clasifican y construyen el conjunto cociente de modo espontáneo.

Pero la vivencia es más rica en posibilidades: cuando en sus juegos libres de construcción ya no les quedan, por ejemplo, regletas marrones y necesitan una de ese tamaño, no tienen inconveniente en coger una verde oscuro y una roja, o una negra y una blanca, etc. Esta experiencia expontánea se refuerza después con el juego dirigido en el que se les pide encontrar muchos trenes diferentes igual de largos que la regleta marrón ("equivalentes" a la regleta marrón). Y en el subconciente del alumno se abre camino la idea de que las clases que antes eran estrictamente de regletas (trenes de un solo vagón), deben ahora ampliarse incluyendo los trenes igual de largos que la regleta de la clase; el conjunto cociente ya no es el conjunto de clases de regletas, sino el conjunto de clases de trenes de regletas. Y aquella posible sustitución de una regleta por un tren en el juego, resalta la equivalencia de una y otro; son dos representantes de la mismna clase.

Más adelante descubren que, aunque no hay más que diez clases de regletas distintas, hay muchas más clases de trenes. La formación de trenes por yuxtaposición de regletas conduce a descubrir que existen trenes tan largos como se desee y la idea de infinito, siquiera sea como infinito potencial, ya que no actual, comienza a vislumbrarse. La prolongación de la escalera más allá de la naranja por agregación de blancas, permite además identificar estos trenes por su expresión apoyándose en la naranja como base para las combinaciones, de modo análogo a como se hace en los sistemas de numeración por agrupamiento simple. Se genera así un sistema fonético que resulta ser ordinal e ilimitado y con características propias de un orden total y de un buen orden. La comparación con el sistema fonético ordinal de los números naturales es inmediata.

=====================================

(C4 S3 Co.1215-1318)

(Código utilizado: C4 indica el nº de cinta, S3 indica el nº de la sesión Co.1215-1318, la numeración inicial y final del contador del magnetoscopio.)

B - ¿Y después de la azul?
A - La naranja.
B - ¿Y después de la naranja?
A - Ya ninguna.
B - Ah, ¿ya no hay más?
H - Despues de la naranja, la naranja de debajo. (Hortensia usaba una naranja como escuadra para igualar la escalera.)
B - ¿Cuál es la naranja de debajo?
P - Oye, Hortensia, ¿y si quisieramos alargar esa escalera? Subir más. ¿Después de la naranja, qué pondríamos?
H - Una naranja más una blanca.
P - Fuerte.
H - Una naranja más una blanca.
P - ¿Y el escalón siguiente?
B - Hazlo, hazlo. Que lo haga. Tú también, Amparo.
P - ¿Y el escalón siguiente,Hortensia?
H - Una naranja más dos blancas.
P - Bueno. Y en vez de poner blancas, ¿qué podrías poner?
A - ¡Ah! ¡Ya lo sé!
P - ¿Qué, Amparo?
A - Una roja.
B - Venga, hazlo. Ahora lo que tienes que hacer es decirnos la escalera que tienen.
P - A ver qué falta ahí. Ahora, sin hacerlo, dime el escalón siguiente cuál sería, Hortensia.
H - Una naranja más una verde claro.
P - ¿Y la siguiente?
H - Una naranja más una amarilla.
P - ¿Seguro? ¿Después de la verde claro viene la amarilla?
H - No, viene la rosa.
P - ¡Ah! ¿ Y después?
H - La amarilla.
P - Bueno, una naranja más una amarilla. ¿Y después?
H - Una naranja con la negra.
P - No. Después de la negra, ¿Cuál viene? Toca, toca en tu escalera a ver después de la amarilla cuál viene. A ver dónde está la amarilla. ¿Ya la has encontrado?
H - Sí
P - ¿Cuál viene detrás?
H - La verde oscuro.
P - ¿Y después de la verde oscuro?
H - Una naranja más una negra.

P - ¿Y después?
H - Una naranja más una marrón.
P - ¿Y después?
H - Una naranja más una azul.
P - ¿Y después?
H - Una naranja más una naranja.
P - ¡¿Y después?!
B - Ay, ay, ay.
H - Dos naranjas.
P - No, no, no. Dos naranjas, pero después de dos naranjas ... Quiero subir la escalera.
H - Pues tres naranjas.
P - ¿Seguro?
H - Dos naranjas más una blanca.
P - ¿Y después?
H - ¡Jo! ¡Entonces ya todo es lo mismo! ..."

====================================

El conjunto de las clases de trenes equivalentes entre sí está ya preparado para su estructuración algebraica mediante las operaciones de sumar y multiplicar.

LAS OPERACIONES

En las primeras manipulaciones y construcciones que realizan los chicos con este material en los juegos libres iniciales, el observador atento descubre pronto las dos operaciones fundamentales con las regletas, surgidas de modo espontáneo y natural: la yuxtaposición en cordón o serie y la yuxtaposición en paralelo o batería. La yuxtaposición en cordón o serie de las regletas,formando trenes policromados, conduce a la imagen de la suma de números naturales y resalta con toda evidencia la propiedades conmutativa y asociativa. La yuxtaposición en paralelo de las regletas, formando placas, rectángulos, conduce a la multiplicación. Las dos dimensiones del rectángulo son los dos factores del producto con propiedad conmutativa evidente. El paso siguiente, la representación en cruz del rectágulo y la construcción de torres en equilibrio con regletas cruzadas sirve para la generalización del producto a más de dos factores, resaltando inmediatamente la propiedad asociativa.

Cada una de estas dos operaciones confiere por sí misma al conjunto estructura de semigrupo (aditivo o multiplicativo) conmutativo. Una propiedad posterior (distributiva de la multiplicación respecto a la suma), redondea la estructura algebraica del conjunto y lo convierte en un semianillo.

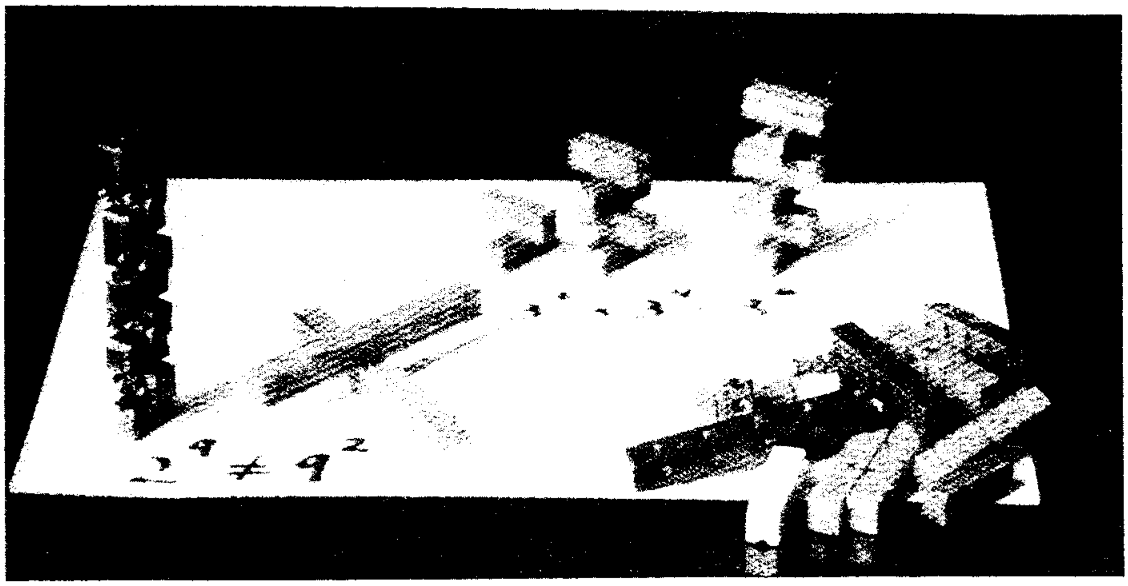
El isomorfismo entre la estructura del conjunto de clases de trenes de regletas y la del conjunto de ńumeros naturales comienza a tomar cuerpo y muy pronto el alumno identifica clase y número.

====================================

(C6, S17, Co2184-2202)

"...
P -Eso que tienes en la mano, ¿qué número es, Hortensia?
H -Esto es el cuatro.
P -Amparo,¿qué número tienes en la mano?
A -El cuatro.
P -Oye, Amparo, lo que tienes en la mano ¿es un número?
A -No, una regleta (risas).
P -Ah, es una regleta. ¿De qué color?
A -Rosa.
P -Hortensia,¿de qué color es la tuya?
H -Rosa.
P -Ese color,¿qué número es,Hortensia?
H -El cuatro.
P -¿Pero eso es el número cuatro, o el color rosa?
H -Bueno, el rosa y el número cuatro.
P -¿Y es una regleta, además?
H -Claro.
P -¿Pero también es un número?
H -Claro. ¡Y también es un color!
P -Vale, vale, vale. No discutamos. De acuerdo con eso.
A -(Risas). ..."

====================================



Algunas cruces y torres presentan la particularidad de estar formadas por regletas de un sólo color, son productos de varios factores iguales, que conducen de modo natural a la definición de una nueva operación, la potenciación. La regleta que sostiene a la torre es la base de la potencia y el número de pisos, de factores, la altura, es el exponente.

Pronto descubren los alumnos la no conmutatividad de esta nueva operación, lo que les lleva a la conclusión de que sus dos operaciones inversas, la radicación y la logaritmación, son esencialmente distintas, a diferencia de lo que sucedía con las dos inversas de la suma o las dos inversas de la multiplicación. De modo espectacular y divertido se comprueba que la multiplicación de potencias de la misma base, la superposición de torres monocromáticas en equilibrio, se obtiene sumando los exponentes porque la torre resultante tiene como altura la suma de las alturas de las torres factores.

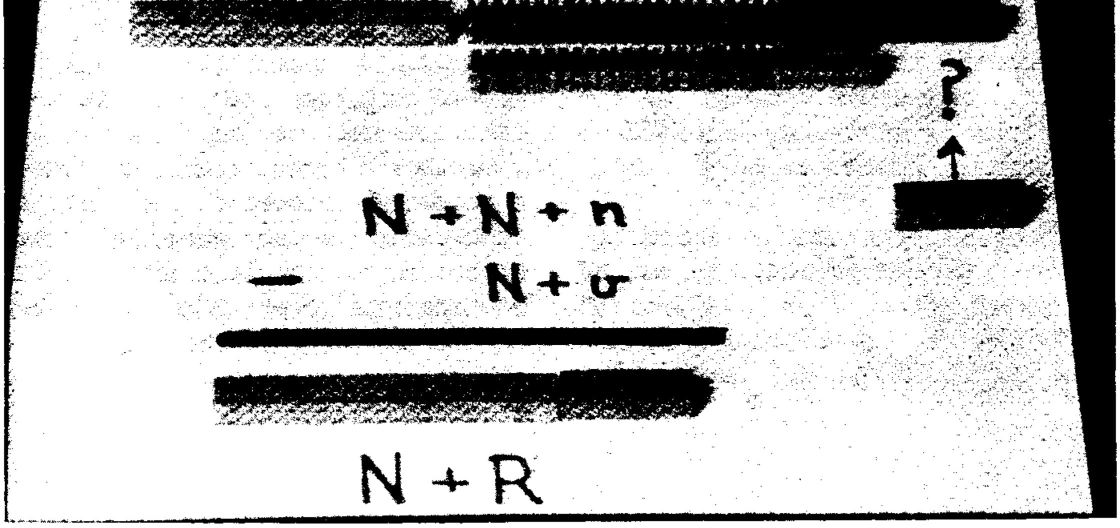
DISCUSION

Una vez descubierto por el profesor este isomorfismo y percibido por el alumno, aunque sólo sea de un modo subconsciente, se dispone de la base matemática sobre la que descansa el inmenso potencial didáctico de los Números en Color.

Desde entonces las abstracciones matemáticas se plasmarán en construcciones concretas y las realizaciones con las regletas serán fiel reflejo de los proceso lógicos de la mente.

Una situación altamente significativa sobre este particular (C5, S12, Co2610-2885): en un momento dado Amparo tiene que restar 13 a N + N + n; los gestos de sus manos y la actuación sobre las regletas ponen de manifiesto con claridad meridiana que su mente está realizando este proceso:

"Para restar 13, que es N+v, quito N y n de N + N + n, pero compenso añadiendo R, que es lo que he quitado de más, ya que R + v = n".



A ningún profesional de la enseñanza se le escapa la importancia que tendría pedagógicamente poder conocer con claridad los procesos mentales que conducen a los alumnos hasta los resultados. (Una observación atenta y prolongada de las manipulaciones con las regletas puede ayudar en este sentido). Pero esto no es nada fácil. Ni siquiera el matemático adulto es capaz de detectar los hilos conductores de su propio razonamiento. Cuando en otro momento altamente significativo se le pide insistentemente a Hortensia que explicite su pensamiento, incluso amablemente se enfada y pone el dedo en la llaga del asunto al decir que si se tiene que parar a explicar qué está pensando, deja de pensar en lo que está pensando, que se le desvanece como por encanto.

(C6, S16, Co1658-1680).

"...
P - Un tercio de este tren ... (pausa) Me gustaría leer tu pensamiento, Amparo. (pausa)
B - ¿Qué estas pensando, Hortensia? (pausa) ¿Hortensia, qué estas pensando?
H - ¿Pero por qué quieres saber lo que yo estoy pensando?
...
Risas
...
P - Para ver como discurres. (Pausa)
H - ¿Para qué quereis mi pensamiento?
P - Por que me gusta saber cómo discurres tú, porque es casi mi trabajo. Yo lo que tengo es que tratar de facilitar tu pensamiento.
H ¿Y no podeis pensar lo ..., no podeis pensar lo que estuviéramos pensando? (risas)
P - Sí, sí, eso es lo que queremos nosotros.
H Que si no podeis pensar: "Bueno, pues estarán pensando ésto".
P - Sí, pero a lo mejor me equivoco y entonces yo necesito que tú hables para, a través de tus palabras, averiguar qué piensas.
H - Es que primero estaba pensando ... Es que si yo pienso, y a mitad de pensar os lo digo, ya no ... me sale.
P - Ahora tienes toda la razón del mundo, porque si tú quieres explicarnos cuál es tu pensamiento, dejas de pensar en aquéllo mismo. Tiene toda la razón, si señor.
..."

Creemos que en el carácter semiabstracto-semiconcreto de las regletas, que tiende un puente entre la matemática y la realidad, que navega entre Aritmética y Algebra, que fluctúa entre número y variable, y en el hecho de que su utilización implica necesariamente la manipulación del alumno y la enseñanza activa, se encuentra la raíz última de su valiosa aportación a la didáctica de la matemática.

La vía primordial de aproximación del niño vidente a las regletas es el sentido de la vista. Y es este sentido el que le impide, como por pereza, la ejercitación abundante del tacto. Por eso es tan importante el tiempo de juego libre que se les impone. Como lo es el juego inicial de adivinar el color a ciegas, guiándose por el tacto. El ciego, que ya tiene este sentido hipersensible, lo usa con largueza. Más que simplemente "tocar", con frecuencia "manosea" las regletas. En cierto modo se podría decir que está "más cerca" de las regletas que el vidente. El tacto es, sin duda, un sentido más posesivo, más erótico que la vista; y tal vez ello contribuye notablemente a la interiorización, abstracción y asimilación de los conceptos de número y de longitud que hay implícitos en las regletas y de la conexión que hay entre ellos. Contemplando en algunos momentos la actuación de Amparo y de Hortensia frente a las regletas, no puede uno dejar de pensar en la fagocitosis de una ameba frente a una particula alimenticia, rodeándola, incorporándola y transformándola en propia materia viva. Ya se ha visto (C6, S17, Co 2184-2202) que cuando se le pregunta a Hortensia si lo que tiene en la mano es el color rosa, si es el número cuatro, si es una regleta, contesta sin titubear que sí a todo, que todo es lo mismo esencialmente; y Hortensia no tiene un pelo de tonta, no puede confundir un pedazo de hierro concreto con un número abstracto.

CONSIDERACIONES FINALES

La investigación ha conducido a una primera conclusión que consideramos fundamental:

El niño ciego manipula nuestras regletas de hierro con la misma eficacia con que los niños videntes manipulan las regletas de madera de Cuisenaire.

Teniendo en cuenta que los Números en Color tradicionales tienen demostrada su utilidad en el aprendizaje de las primeras nociones de Algebra y de Aritmética con niños videntes (Suydam y Higgins, 1977, 71-73), se infiere que nuestro material es el idóneo tanto para facilitar la enseñanza de esta parte de las matemáticas a los niños ciegos como para facilitar su **integracion con grupos de alumnos videntes; aquéllos con sus regletas de** hierro, éstos con las suyas de madera.

Una segunda conclusión, es que con este material es posible estudiar el papel de la manipulación, aislada de la sensación visual, posibilitando el registro de procesos mentales que con los niños videntes permanecen ocultos o difuminados.

No queremos finalizar sin señalar los interrogantes abiertos. Ellos prueban la fecundidad de nuestro trabajo, que aparece así como preñado de nuevas investigaciones e inquietudes.

¿Cómo reaccionarán los niños ciegos al intentar integrarlos con videntes en una clase de Aritmética utilizando las regletas? ¿Y cómo lo harán los videntes?

¿Qué refuerzos o clases de apoyo necesitarán los ciegos para compensar su disminución física, en la clase con niños videntes?

¿Hasta qué punto serán aceptadas las fichas "bilingues" (Braille y escritura convencional) por unos y otros alumnos?

¿Se podrá ampliar el material con placas y bloques metálicos para disponer de centeas y millares, de modo análogo a como se contemplan en los Bloques Multibase?

¿Podrá elaborarse un currículo que permita alcanzar los objetivos mínimos marcados por el M.E. y C. para cada nivel?

¿Hasta qué punto podrá observarse la cadena lógica del razonamiento, libre de la contaminación visual?

Queremos dejar testimonio de nuestro agradecimiento a esos pequeños alumnos que nos han permitido penetrar en sus vidas y enriquecer nuestra experiencia vital compartiendo sus problemas. Sus respuestas a nuestros estímulos y la interrelación establecida dejarán una huella imborrable en nuestros espíritus. Y su entusiasmo, agradecimiento y reacción emocional, justifican y compensan con creces todos nuestros esfuerzos.

REFERENCIAS

GATTEGNO,C.: For the teaching of Mathematics, vol 3. "Elementary Mathematics" Educational Explorers, 1963, (a).

GATTEGNO,C.: Introducción a los Números en Color. Libro del maestro. Madrid, Cuisenaire España, 1963 (2 edición), (b)

GATTEGNO,C.: ¡Al fin puede Pepito aprender aritmética!

Guia para el método de los Números en Color. Madrid, Cuisenaire España, 1967.

GATTEGNO,C.: Elementos de Matemática Moderna con Números en Color. Manual para el Maestro. Madrid. Cuisenaire Esp., 1962.

GATTEGNO,C.: Guia para el método de los Números en Color. Madrid, Cuisenaire España, 1963, (c).

GATTEGNO,C.: Aritmética en color. Madrid, Cuisenaire Esp., 1966.

Libros I,II: Los números hasta el 100
Libro III... Problemas y situaciones.
Libro IV ... Los números hasta el 1000
Libro V ... Fracciones y decimales.
Libro VI ... Los números y sus propiedades.
Libro VII... El sistema métrico.
Libro VIII.. Proporciones y mezclas.
Libro XI... Algebra y geometria para la escuela primaria.

GATTEGNO,C.: Introducción al método Cuisenaire-Gattegno de los Números en Color para la enseñanza de la Aritmética. Madrid, Cuisenaire España, 1963. (d).

GATTEGNO,C.: Col: El material para la enseñanza de las matemáticas. Madrid, Aguilar. 1964.

GOUTARD, Madeleine: Catorce charlas sobre Números en Color. Madrid, Cuisenaire de España, 1964.

GOUTARD, Madeleine: Las matemáticas y los niños. Madrid, Cuisenaire de España, 1966.

SOTO, P. y GOMEZ,B.:Los números en Color en la educación matemática de los niños ciegos. Memoria de investigación no publicada. Patrocinada por la Conselleria de Cultura de la Generalitat de la C.A. de Valencia y el I.C.E. de la Universitat de Valencia, 1986.

SUYDAM, M. y HIGGINS,J.:Activity-Based learning in elementary school mathematics: Recommendations from research. Columbus, Ohio. ERIC, SMEAC. 1977

BIBLIOGRAFIA

BEAUVERD,B.: Antes del cálculo. Buenos Aires, Kapelusz, 1967.

CHAMBERS, C.E.: The Cuisenaire-Gattegno method of teaching mathematics, Educational Explorers, 1964.

DORADO,S.: Las regletas. Números en Color, en ABRENTE (Boletín informativo) nº 4, Mayo-Junio, 1985 Conselleria de E. y C., Xunta de Galicia.

HALE,D. y otros: Rods, Blocks and Balances. Nelson, A.T.M., 1972.

SABATIELLO, E.:Números en Color en el jardin de infantes. Guia didáctica de actividades. Buenos Aires, Cultural Argentina, 1963.

VANDENDRIESSCHE,L.: Las matemáticas modernas en la escuela primaria con los números en colores de G. Cuisenaire. Buenos Aires. Kapelusz.