

4753  
84  
76-022

## APRENDIZAJE Y CONSERVACION DEL NUMERO: UN ESTUDIO EXPERIMENTAL

GUSTAVO SOTO CASTAÑO \* Y MARC RICHELLE

*Universidad de Lieja*

24 non-conservation subjects were submitted to a learning program on Number Conservation. There was a significant progress between pretests and posttests, and an important amount of transfer to conservation of continuous and discontinuous substances, but neither to seriation nor to class inclusion. Results are interpreted in terms of learning and transfer, and as partially convergent to Piaget's theories. No evidence is found for "desequilibrium" as a developmental requirement.

El papel del aprendizaje en el desarrollo cognoscitivo no es, para la Escuela de Ginebra, un factor preponderante. Para Piaget, el desarrollo de los procesos intelectuales se realiza siguiendo un *orden de adquisición* determinado, y que define los diferentes "estadios" evolutivos. En este orden de adquisición puede integrarse un aprendizaje, cuyo efecto es acelerar un poco la adquisición de las "estructuras" lógicas. Como precisan Inhelder, Bovet y Sinclair (1974), se trata de un "coup de pousse" que provoca un pequeño progreso, una aceleración temporal de la adquisición.

La presente investigación trata de ver el papel directo que juega el aprendizaje por medio del condicionamiento operante \* en la adquisición de las "estructuras" operatorias de la Conservación del Número (CN). La hipótesis de base es que niños que no tienen todavía

\*Dirección: Institut de Psychologie et des Sciences de l'Education, Université de Liège, Liège, Belgique.

\* Para la terminología skinneriana en lengua española seguimos la línea de Colotla y Gallegos de Colotla (1971).

la "estructura" de la CN, pueden "aprenderla", a condición de que la situación estimulante se lo permita.

A. M. Smal (1972) utilizó un aparato con el fin de enseñar la CN mediante un programa no verbal y estrictamente operante. El grupo experimental estaba constituido por 20 niños de 5 años y medio (en promedio), todos de nivel pre-operatorio. El programa de aprendizaje, de una duración total de unas dos horas, fue aplicado individualmente. Los resultados fueron muy significativos: de los 20 niños, 9 adquirieron la conservación del número y tres más pasaron al estadio intermedio (afirmaban la CN pero no resistían a las contra-sugestiones).

Con la colaboración de alumnos del segundo ciclo universitario, se prosiguió esta línea de investigación. Un experimento realizado (Bailey y cols. 1973) dio resultados contradictorios con respecto a los de Smal. En 1973-74 se emprendió una tercera fase de trabajo sobre la adquisición de la CN y describimos aquí uno de los experimentos realizados con la colaboración de los estudiantes CungThi Minh Nguyet, Yvonne Kaspers, Pierre Leblanc y José Schoumaker.

## METODO

*Sujetos:* 80 niños de ambos sexos, entre cinco y seis años de edad (promedio de 5:5), pertenecientes al tercer año de kindergarten de diferentes escuelas públicas de Lieja (Bélgica) clasificadas en el mismo nivel socio-económico-cultural por una encuesta realizada por el Departamento de Pedagogía de la Universidad de Lieja.

Estos 80 niños fueron examinados acerca de las "operaciones concretas" mediante una batería piagetiana clásica. Con base en los resultados de este primer examen (pretest), se seleccionaron 60 niños, pertenecientes a los estadios de no-conservación (NC) en las pruebas del número (Correspondencia provocada, CP; y correspondencia espontánea, CE) y de la substancia (continua, CSC; y discontinua, CSD). Los sujetos que presentaban "reacciones intermedias" fueron sistemáticamente excluidos.

*Aparatos:* (1) Una placa de madera, de 55 cm de largo por 15 cm de ancho. A uno de los extremos se fijaron dos cintas elásticas de unos 2 cm de ancho y de 20 cm de largo. Las cintas podían estirarse para obtener longitudes variables, enganchándolas a dos series de clavos implantados al otro extremo de la placa.

A todo lo largo de los elásticos se perforaron 11 orificios, a distancia regular uno de otro en tensión mínima. Estos orificios correspondían a la implantación de una serie variable de chinchas, que constituían los conjuntos a comparar numéricamente en el curso del programa de aprendizaje.

(2) Una "caja" para el experimentador (E), con un interruptor de dos posiciones, para indicar: igualdad numérica / desigualdad numérica.

(3) Una "caja de respuestas", para el niño, que comprendía: un interruptor con dos posiciones (respuesta de igualdad / respuesta de desigualdad); una luz verde que se encendía como refuerzo (rf) para toda respuesta correcta; un timbre que resonaba como feedback de toda respuesta incorrecta.

*Situación experimental.* (1) El programa consistió en una serie de una centena de items elaborados empíricamente, a través de diferentes tanteos con un grupo de niños no pertenecientes a los grupos experimentales ni de control, y siguiendo los principios de la programación lineal y del *branching*.

Los items consistían en comparar dos conjuntos de chinchas, cada uno de los cuales se situaba linealmente sobre la cinta elástica. Los items variaban según el número de chinchas de cada uno de los dos conjuntos y según el largo de la hilera, manipulable mediante la tensión de los elásticos.

La comunicación entre el E y el sujeto (S) se establecía sin palabras. El E indicaba por un gesto "neutro" al niño cuándo debía éste responder para expresar su juicio sobre la igualdad o desigualdad de los dos conjuntos que constituían el ítem.

(2) La respuesta del S consistía en indicar mediante la caja de respuestas su juicio sobre la relación numérica (igual / desigual) existente entre los dos conjuntos de chinchas.

(3) Había dos clases de refuerzos: positivos, si la respuesta era correcta: se encendía una luz verde, y en seguida el niño recibía un papel adhesivo de colores vivos que podrá pegar sobre una hoja blanca al final de la sesión de aprendizaje.

Negativos: si la R era incorrecta, sonaba el timbre, no se encendía la luz, y el niño debía devolver uno de los adhesivos adquiridos.

*Diseño experimental:* El experimento completo se desarrolló en un mínimo de cinco sesiones, todas individuales.

(1) Pasar, como pretest, una batería piagetiana clásica. Sobre las operaciones concretas de CN, CSD, CSC, Seriación, e inclusión de clases. Para lo referente al material, véase la Tabla 1.

Con base en el pretest, los niños fueron distribuidos en tres grupos equivalentes: Dos grupos experimentales y un grupo de control. En el grupo experimental 1 (G E 1), el E procedía a hacer todas las manipulaciones de los chinchas y de las cintas elásticas. En el G E 2, el niño manipulaba las cintas elásticas, dirigido por el E, y éste manipulaba los chinchas.

El trabajo se repartió entre dos grupos de experimentadores (Ea y Eb). Con el fin de evitar el efecto Rosenthal en los postests piage-

TABLA I

*Material de los pretests y de los postests piagetianos.*

PRUEBAS	Pretest	MATERIAL
Conservación del número	Lapiceros — Tapas Canicas	Muñecos — Cabezas Monedas
a) Correspondencia Provocada b) Correspondencia Espontánea		
Conservación de la substancia	Granos de café Plastilina	Canicas Plastilina, de otros colores
a) Subst. discontinua b) Subst. continua		
Seriación	Serie de cubos Serie de lápices	Serie de discos Serie de pelotas
Inclusión de clases	Perlas (azules y amarillas grandes y pequeñas)	Legos (azules y negros grandes y pequeños)

tianos, los niños que debían pasar el aprendizaje con Ea pasaban los pre— y postests piagetianos con Eb, y viceversa. Así el experimentador final no sabía si el sujeto había o no seguido el programa de aprendizaje.

(2) Sesión de familiarización con el aparato y pasar un pretest de CN sobre el aparato.

(3) Pasar de la primera parte del programa de aprendizaje.

(4) Sesión: Pasar la segunda parte el programa de aprendizaje, y pasar un postest de CN sobre el aparato, una vez terminado el programa.

(5) Sesión: Pasar el postest piagetiano. Véase la Tabla 1, que presenta el material empleado en este postest, cuyos ítems, claro está, son paralelos a los del pretest piagetiano.

La duración de cada sesión era de unos 20 a 30 minutos. La sesión se interrumpió cuando el niño daba muestras de fatiga, o cuando se había terminado el programa previsto para la sesión. La sesión siguiente comenzaba donde había sido interrumpida la sesión anterior, o donde el niño había mostrado los primeros signos de fatiga (aumento del número de errores, agitación motora, inercia...). Algunos niños necesitaron más de dos sesiones de aprendizaje.

## RESULTADOS

A. *Resultados globales.* Por diferentes razones, y sobre todo debido al ausentismo escolar (importante en el kindergarten en la época invernal en Europa), la experiencia vino a terminar con 12 ternas de niños (36 niños divididos en tres grupos: dos grupos experimentales, E 1 y E 2, y un grupo de control, C).

La Tabla 2 presenta los resultados estadísticos finales, respecto a la comparación de los tres grupos. Conviene hacer aquí algunas observaciones respecto a los datos estadísticos que presenta esta tabla.

(1) Respecto a los *pretests* (tres primeras columnas): los grupos no presentan ninguna diferencia significativa entre ellos, salvo entre C y E 1, en la seriación. Estos resultados testifican la homogeneidad de los grupos. Las diferencias entre los grupos en cuanto a la seriación y la inclusión de clases, sin ser significativas, fueron importantes. Ello nos indujo a descartar la seriación y la inclusión como condiciones de aparejamiento. Más adelante discutiremos este punto, importante desde el punto de vista de la teoría de Piaget, según el cual el número sería una resultante de la seriación y la clasificación (Piaget y Szeminska, 1941).

(2) Entre los *pretests* y los *postests* de E 1 y de E 2, las diferencias son importantes, mientras el G-C sigue igual a sí mismo, como era

TABLA 2

*Comparaciones estadísticas por el Test de Wilcoxon. Los tres grupos (Control, C; Experimental 1 y Experimental 2) son comparados entre sí y consigo mismos, respecto a los pretests y postests piagetianos sobre las operaciones concretas: conservación del número (Correspondencia Provocada, C.P., y Correspondencia Espontánea, C.E.), Conservación de la substancia (Discontinua, S.D., y Continua, S.C.), seriación (Ser.) e Inclusión de clases (Clas.). Las tres columnas centrales muestran la comparación de cada grupo consigo mismo, en cuanto a los resultados de los pretests y los postests. El test estadístico utilizado es el de Wilcoxon (no-paramétrico) para sujetos de una misma población.*

	PRETESTS			PRET./POSTEST			POSTESTS		
	C/E1	C/E2	E1/E2	C/C	E1/E1	E2/E2	C/E1	C/E2	E1/E2
C.P.	—	—	—	—	.05	.01	.05	.10	—
C.E.	—	—	—	—	.01	.01	.05	.01	—
S.D.	—	—	—	—	.01	.01	.05	.05	—
S.C.	—	—	—	—	.05	.10	.05	.10	—
Ser.	.05	—	—	—	—	—	—	.05	—
Clas.	—	—	—	.10	.05	—	—	—	—

de esperar, con una diferencia poco significativa en la inclusión de clases (.10) (Cfr. las tres columnas centrales). Los niveles de significación obtenidos por las diferencias en los grupos experimentales son bastante elevados en todas las "estructuras operatorias", salvo en el terreno de la seriación y de la inclusión de clases.

(3) En la seriación no hubo ningún progreso importante. Una sola diferencia estadística fue observada (entre E 2 y C, significativa al nivel de .05).

(4) En la inclusión de clases, un progreso (significativo a .05) fue obtenido solamente por el grupo E 1.

(5) Las diferencias entre los grupos E y el grupo C son por lo general significativas, en los resultados de los *postests*. En la seriación y la inclusión, los resultados son más anárquicos, y de nuevo, ninguna línea significativa parece resaltar.

(6) La eficacia de los dos procedimientos de aprendizaje parece ser igual, como lo manifiesta el hecho de que no se obtuvieron diferencias significativas en la comparación de los dos grupos E 1 y E 2. Ello permite tratar estos grupos como homogéneos, y nos autoriza a reagruparlos en un solo grupo, con miras a un mejor análisis de

los resultados del aprendizaje. Ambos grupos aparecen reunidos en las Tablas 3 y 4.

B. *Resultados específicos en la CN.* (Tablas 3 y 4). La Tabla 3 presenta los resultados del experimento respecto a la correspondencia provocada, según los resultados de los pretests y los postests piagetianos. La Tabla 4 presenta los mismos datos respecto a la correspondencia espontánea.

En ambas tablas, los estadios están representados por los números de 1 a 5, del nivel más elemental hasta el más estructurado desde el punto de vista operatorio. Los tres primeros estadios constituyen subdivisiones lógicas del estadio NC. Definimos brevemente los cinco "estadios": (1) Incapacidad de construir la correspondencia biyectiva (el sujeto construye una hilera del mismo largo que el modelo, pero sin equivalencia numérica). (2) Correspondencia biyectiva, sin conservación de la cantidad. El sujeto se resiste a toda sugestión contraria, y afirma sin duda alguna la NC. (3) Estadio de la quodidad (Gréco, 1962). La existencia de la quodidad puede hacer que las sugerencias del E sean eficaces: el S afirma la NC, pero a veces acepta que quien afirma la conservación tiene razón. (4) Estadio intermediario, clásicamente definido por Piaget y Szeminska (1941). (5) CN "operatoria", siguiendo el criterio estricto definido por la escuela de Ginebra (\*).

En las tablas 3 y 4, cada sujeto está indicado por un número compuesto por la cifra 1 ó 2 (grupo experimental a que pertenece) seguida por el número de orden del sujeto en el orden creciente de edad en las ternas aparejadas.

La observación y la comparación de ambas tablas muestran que:

(1) Cinco Ss no presentan ningún progreso entre el pretest y el postest en la C.P. Un caso de "regresión" exigirá una consideración suplementaria (1.5, que "regresa" del nivel 3 al 2): será analizado más adelante.

(2) Tres sujetos quedan estacionarios en la C. E.

(3) De todos los Ss, solamente dos (2.1 y 1.9) no presentan ningún progreso sensible en la CN.

(4) La calidad de los progresos realizados presenta ciertas diferencias interindividuales. El programa no tuvo los mismos efectos en todos los Ss:

---

(\*) Brainerd (1974) demuestra que la aplicación de criterios menos estrictos da prácticamente los mismos resultados; la diferencia, en el fondo, radica en la exigencia de una justificación de las respuestas conservatorias del niño. La Escuela de Ginebra exige la justificación como uno de los criterios necesarios para establecer el estadio operatorio.

TABLA 3. CORRESPONDENCIA PROVOCADA  
(E1 + E2)

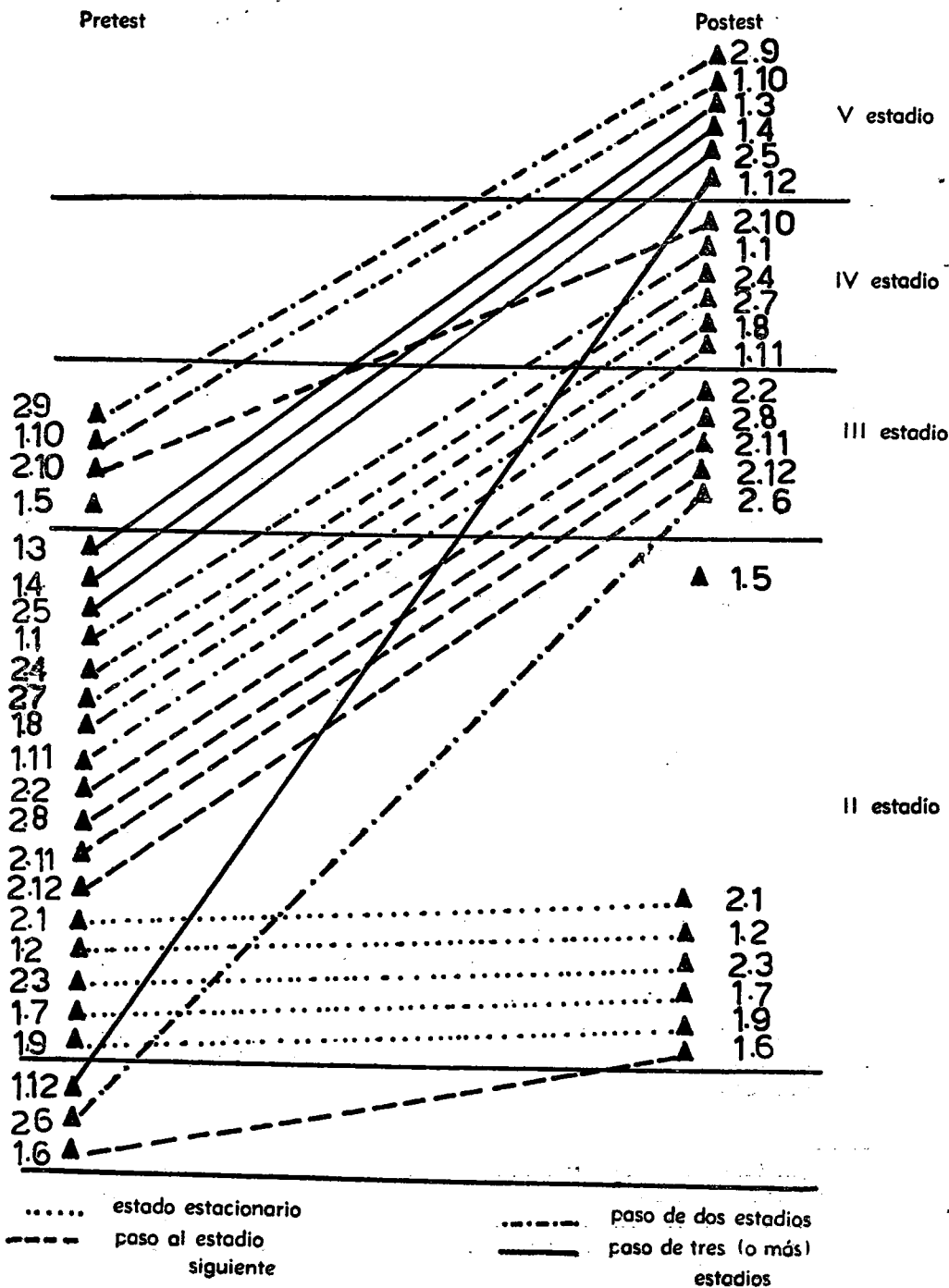
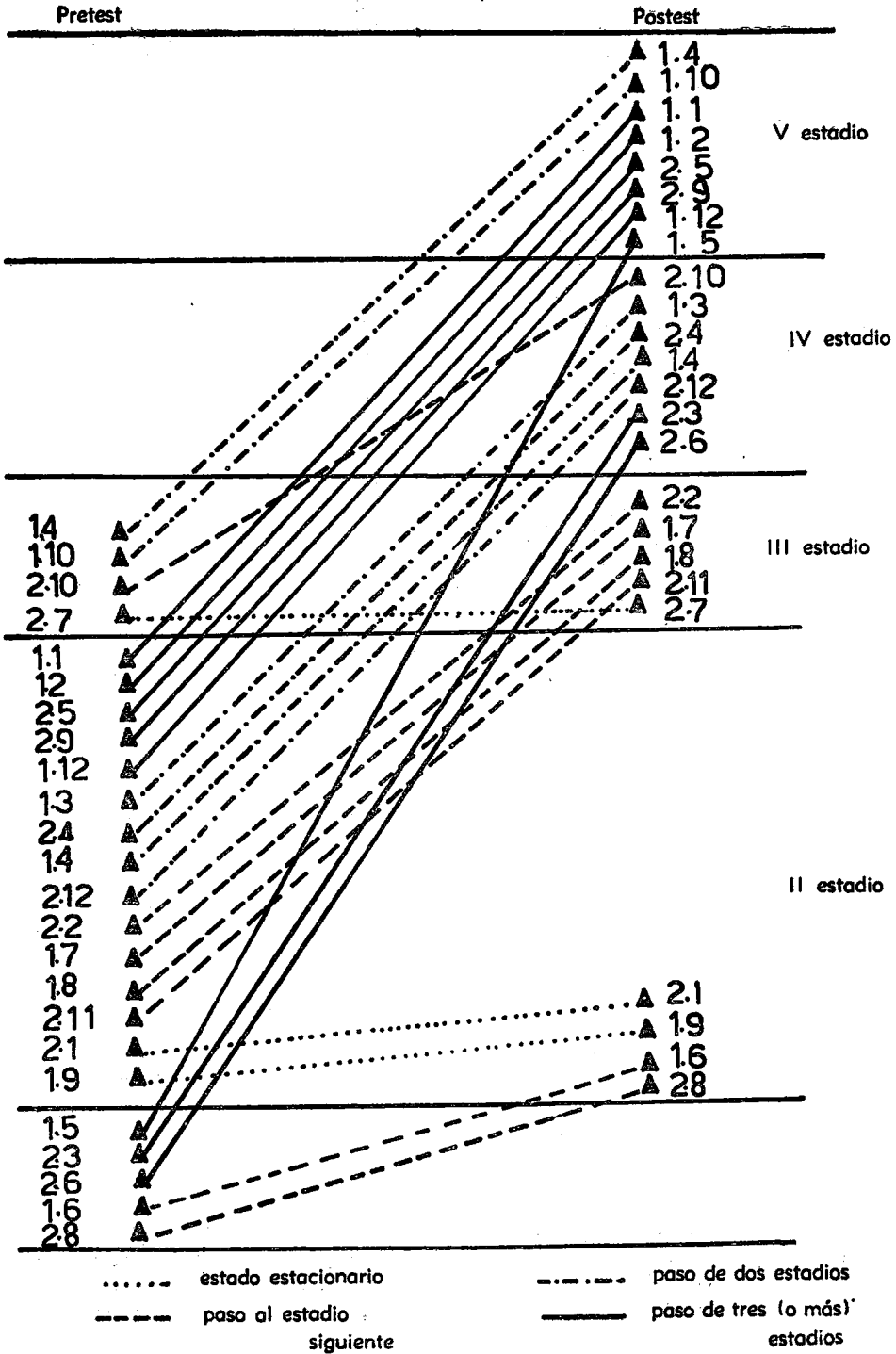




TABLA 4. CORRESPONDENCIA ESPONTANEA  
(E1 + E2)



*En la C. P.* cinco Ss progresaron de un nivel al siguiente; siete Ss ganaron dos niveles; seis ganaron tres o más niveles (1.12 pasó del nivel más bajo al más elevado posible en la conservación operatoria). *En la C. E.*, siete Ss pasaron al estadio siguiente; seis ganaron dos estadios; ocho progresaron tres o más grados (1.5 que regresa en la C. P., alcanza el nivel operatorio en la C. E., sin pasar aparentemente por el estadio intermedio); tres sujetos quedan estacionarios (2.7 había presentado reacciones intermedias en la C. P.). (5) Los diferentes Ss presentan resultados más o menos discordantes en las dos clases de pruebas, respecto a los progresos realizados en la CN entre los pretests y los postests. La calidad de los progresos es ligeramente mejor en la C.E. En los pretests, en cambio, los resultados habían sido ligeramente superiores en la C.P., lo que concuerda con las observaciones de Piaget y Szeminska (1941) quienes reconocieron la mayor facilidad relativa de este tipo de pruebas, dada la complementaridad de los objetos utilizados en la prueba.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

No cabe duda de que un aprendizaje programado, corto en sí, tuvo efectos sobre la calidad del comportamiento "operatorio" de la mayoría de los Ss; los efectos fueron puestos en evidencia mediante técnicas piagetianas clásicas. Algunos Ss presentan después del aprendizaje comportamientos que se pueden calificar de "operatorios" siguiendo criterios estrictos.

El progreso realizado en el comportamiento de los niños no es debido simplemente a un "coup de pouce" como sugieren Inhelder, Bovet y Sinclair (1974), puesto que la calidad de los progresos demuestra que un número comparable de Ss presentó un avance de dos, tres o más niveles, en vez de solo uno (como sería de esperarse si se tratara de un simple "empujoncito" en el desarrollo de las operaciones).

Parece igualmente difícil interpretar los resultados en términos de "conflicto cognoscitivo interno" que provocaría un "desequilibrio" y una "reequilibración" subsecuente. En general, no aparece ninguna traza de tales conflictos. Algunos casos particulares podrían sin embargo ser aducidos en el sentido de un estado conflictual (tales como los Ss: 1.5; 1.7; 2, 3; 1.2). Pero el peso de este corto número de Ss no es considerable frente al de la masa de la muestra.

Los resultados pueden interpretarse en términos de *psicología del aprendizaje* (transferencia, learning sets...). Aunque se trata de un programa muy corto, el aprendizaje realizado se transfiere a la situación de los postests, y lo que es más, hay generalización a otras "operaciones".

Inclusive en las pruebas del postest el aprendizaje parece continuar para algunos Ss, puesto que los resultados mejoran en las pruebas de C.E. comparadas con las de C.P. Las pruebas de C.E. son en realidad más difíciles que las de C.P., y los mejores resultados en la C.E. podrían atribuirse al hecho de que, realizadas posteriormente, estas pruebas reciben el beneficio de la disposición del sujeto, puesto en condiciones de aprendizaje (learning sets): las pruebas del postest constituirían entonces contingencias comportamentales susceptibles de hacer avanzar el aprendizaje. Las pruebas de C.P. constituirían así una especie de "items de transición" hacia la C.E. Tal sería la explicación de la diferencia de resultados entre las dos pruebas para los sujetos 1.7 (respecto a la cantidad y la sensibilidad a las sugerencias); 2.3 que accede al estadio intermediario; 1.2 que pasa al nivel de la conservación operatoria; y 1.5 que recupera su "regresión" (aparente, puesto que el 2 y el 3 son en realidad subestadios del estadio NC) y accede igualmente al nivel operatorio (con transferencia a otras operaciones).

Parece sorprendente la ausencia de convergencia de estos resultados con los de la Escuela de Ginebra en lo que respecta a la "filia-ción" de las estructuras numéricas frente a las operaciones de seriación y de inclusión de clases. Según Piaget y Szeminska (1941) el número es una operación compuesta de la seriación y de la inclusión de clases, pero sin proceder de estas operaciones: el número es una síntesis original de las otras dos operaciones "más simples", pero las tres operaciones (seriación, clasificación, número) se presentan simultáneamente (progreso paralelo) como manifestaciones de las "agrupaciones" (estructuras de operaciones concretas).

Una explicación de esta incongruencia podría ser el "tipo de respuesta" que sirve para determinar las estructuras de conservación, comparado con el de la seriación y la inclusión. Las respuestas de conservación son más o menos semejantes entre sí, con los mismos tipos de argumentos de justificación, y bastante diferentes de los comportamientos "conservatorios" de la seriación y de la clasificación. En estas últimas "operaciones" se trata de manipular la realidad de cierta manera, no de comparar dos conjuntos haciendo abstracción del apoyo perceptivo. La "reversibilidad" de las operaciones de conservación no tiene más que una parentela lógica con la "movilidad" de las operaciones de seriación y de clasificación. Piaget mismo indica que nos encontramos frente a dos tipos de estructuras "madres" diferentes (Piaget, 1961).

En términos de condicionamiento operante y de psicología del aprendizaje, se puede decir que los Ss aprendieron una respuesta operante (y "operatoria") que les permite obtener el refuerzo, y al mismo tiempo que la "adaptación" más eficaz a la situación. Este tipo de respuestas se transfiere (era de prever!) a las situaciones seme-

jantes (otras operaciones de conservación) pero no a situaciones demasiado distintas de la situación condicionada (seriación e inclusión de clases).

Tampoco aparece una convergencia completa con los resultados de Schnall y cols. (1972), trabajo del que tuvimos conocimiento tardío y con cuya técnica la nuestra tiene ciertas analogías, aunque el experimento de estos autores es más bien de carácter exploratorio y ellos mismos afirman que su finalidad no era un aprendizaje. La estructura del experimento es diferente en nuestro caso, pero sorprende que no haya diferencias importantes entre los dos grupos experimentales. Se esperaba que los niños que manipulaban aprenderían mejor que los niños que simplemente observaban. Pero se puede argüir que ambos tipos de aprendizaje son "activos" ya que ambos provocan una actividad del S y mobilizan los esfuerzos de comprensión de las situaciones de aprendizaje.

Para terminar, el experimento parece indicar que las "escuelas" conductista y piagetiana no se oponen sino se complementan. Hay una sucesión lógica en la génesis de los comportamientos cognoscitivos operatorios. La formalización en términos de equilibración / desequilibración / reequilibración puede ser clarificadora, pero preferimos una interpretación en términos de una actividad del S (constructivismo) regida por las leyes generales de las actividades de *aprendizaje*, en que el S adquiere nuevas respuestas (adaptación) por modificación de las respuestas de su repertorio. Lo que Piaget llama "estructuras" dentro de su sistema *epistemológico* puede también definirse como un sistema de respuestas que el S aprende progresivamente, yendo de lo más sencillo a lo más complejo, mediante sus recursos orgánicos y psicológicos de aprendizaje.

## REFERENCIAS

- Bailly, M. F., Lejeune, M. A., Marechal, L., Noirfalise, Ph., y Zuede, J. Un essai d'apprentissage de la CN. Trabajo inédito, Laboratoire de Psychologie Expérimentale, Université de Liège, 1973.
- Brainerd, C. J. Neo-piagetian training experiments revisited: is there any support for the cognitive-developmental stage hypothesis? *Cognition*, 1974, 2, 349-370.
- Colotla, V. A., y Gallegos de Colotla, X. Un glosario de términos del análisis experimental de la conducta en el idioma español. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 1971, 3, 37-50.
- Gréco, P. Quantité et quotité. Nouvelles recherches sur la correspondance term à term et la conservation des ensembles. *Etudes d'Épistémologie Génétique*, XIII, 1962, 1-70.
- Inhelder, B., Sinclair, H., y Bovet, M. *Apprentissage et structures de connaissance*. Paris: Presses Universitaires de France, 1974.

- Piaget, J. Deuxième partie. En E. W. Beth y J. Piaget, *Epistémologie mathématique et psychologie. Etudes d'Epistémologie Génétique, XIV*, 1961.
- Piaget, J., y Szeminska, A. *La genèse du nombre chez l'enfant*. Neuchâtel & Paris: Delachaux & Niestlé, 1941.
- Schnall, M., Alter, E., Swanlund, T., y Schweitzer, T. A sensory motor context affecting performance in a conservation test: a closer analogue of reversibility than empirical return. *Child Development*, 1972, 43, 1012-1023.
- Smal, A. M. *Essai d'un apprentissage de la conservation du nombre*. Tesis inédita, Université de Liège, 1972.