



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Las actividades espontáneas de exploración en el contexto escolar (7-12 años)

César Coll Salvador



Aquesta tesi doctoral està subjecta a la llicència **Reconeixement- NoComercial – SenseObraderivada 4.0. Espanya de Creative Commons.**

Esta tesis doctoral está sujeta a la licencia **Reconocimiento - NoComercial – SinObraderivada 4.0. España de Creative Commons.**

This doctoral thesis is licensed under the **Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs 4.0. Spain License.**

UNIVERSIDAD DE BARCELONA

FACULTAD DE FILOSOFIA Y CIENCIAS DE LA EDUCACION
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA

-44-

0136-89960

TD
400

Las actividades espontáneas de exploración
en el contexto escolar (7-12 años)

CESAR COLL SALVADOR

Mig. Siguan

Tesis doctoral realizada bajo la dirección del
Dr. MIGUEL SIGUAN SOLER

Barcelona, marzo 1977

DONATIU
Dr. SANVISENS



BIBLIOTECA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA



0700692978

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo que en todo momento nos ha prestado el Dr. MIGUEL SIGUAN SOLER, director del Departamento de Psicología de la Universidad de Barcelona, cuyos comentarios al manuscrito inicial nos han sido de gran utilidad. Estamos asimismo en deuda con los profesores B. INHELDER y VINH BANG de la Universidad de Ginebra, y muy especialmente con los miembros de sus equipos respectivos que, a través de las discusiones y del trabajo cotidiano, nos han influenciado mucho más profundamente de lo que dejan adivinar unas cuantas referencias concretas. En lo que respecta a las implicaciones pedagógicas de la psicología genética, la opción retenida reposa sobre una intensa colaboración con A. CHRISTOFIDES-HENRIQUEZ, encargada de investigación en la sección de Ciencias de la Educación de la Universidad de Ginebra. En cualquier caso, los posibles errores y deficiencias nos incumben en exclusiva.

Agradecemos especialmente a la Dirección de Enseñanza Primaria del cantón de Ginebra las facilidades acordadas para trabajar en las escuelas, y a los maestros que nos han acogido en sus clases la colaboración entusiasta que han mostrado en todo momento. Finalmente, los verdaderos protagonistas han sido los niños que, una vez más, nos han sorprendido con la riqueza y variedad de sus actividades superando todas las previsiones.

"Il est un premier mot de méthode sur lequel il faut, croyons-nous, insister: le résultat d'expériences et d'analyses opérées au moyen d'un test n'est valable que si l'interrogatoire par conversation ou l'observation courante le confirment. On risque toujours, par l'expérience, de créer une atmosphère artificielle dans laquelle l'enfant obéit à une logique mécanique (...) Il convient donc que nous cherchions maintenant à vérifier par l'observation courante les résultats des expériences précédentes." (J. Piaget: Le jugement et le raisonnement chez l'enfant. 1924).

"On sait assez, depuis les recherches de Binet sur le témoignage chez l'enfant, que les questions posées sous forme d'alternatives sont dangereuses, car elles contraignent à résoudre un problème qui ne se serait peut-être pas du tout présenté spontanément de la même manière. Aussi ne nous faudra-t-il tirer parti de nos résultats qu'avec une prudente réserve". (J. Piaget: La représentation du monde chez l'enfant. 1926).

"One legitimate scientific question which leads to a choice among alternative methods is "what kinds of actual everyday behavioral achievements do persons make?" (...) Closely related to the study of everyday functional achievements is another concern of any science: the distribution of its phenomena in nature. To the zoologist, the chemist, the archeologist, and the geologist, this arm of science is a familiar one. However, apart from some sociological data, census tract data, mortality tables, some educational records, selective service summaries, and the norms of a restricted set of psychological tests, little is known about the distribution of psychology's phenomena outside of the experimental laboratory". (E.P. Willems: Planning a rationale for a naturalistic research. 1969)

I N D I C E D E M A T E R I A S

PRIMERA PARTE: DELIMITACION DEL PROBLEMA

	páginas
<u>Capítulo I: Introducción</u>	
I. Psicología, psicología genética y pedagogía.....	1
II. Las ciencias experimentales en la escuela primaria.....	5
III. La actividad estructurante como fuente del conocimiento.....	14
IV. La génesis de las conductas experimentales.....	20

Capítulo II: Las conductas de exploración

I. La significación biológica de las conductas exploratorias.....	29
II. Los aspectos motivacionales: primeras formulaciones teóricas.....	34
III. Las propiedades de los estímulos y la cantidad de exploración.....	39
A) La novedad de los estímulos como factor determinante de las conductas exploratorias..	42
B) La complejidad de los estímulos y su influencia sobre las conductas exploratorias.....	46
IV. Hacia un análisis estructural de las conductas de exploración.....	50
V. De la exploración perceptiva a la investigación lógica: una hipótesis micro y macrogenética.....	64

SEGUNDA PARTE: REALIZACION EXPERIMENTAL

Capítulo III: La investigación

I. Objetivos e hipótesis directrices.....	70
II. Técnica experimental.....	77
A) El material.....	80
B) Los sujetos.....	82
C) La recogida de datos.....	85
III. Cuestiones metodológicas.....	87

	páginas
<u>Capítulo IV: Los resultados</u>	
I. Selección y utilización del material.....	91
II. Análisis de las actividades espontáneas.....	97
A) Análisis por niveles (cursos).....	97
B) Evolución de las actividades en los diferentes niveles.....	149
III. Evolución de las actividades a través de las sesiones experimentales.....	162
IV. Descripción de las actividades.....	194

TERCERA PARTE: DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Capítulo V: Conducta exploratoria y desarrollo intelectual.

I. La investigación de la realidad y el problema de la formulación y verificación de hipótesis.....	227
II. La dimensión temporal de las conductas exploratorias y la dicotomía juego-investigación.....	237
III. Exploración y desarrollo.....	248

Capítulo VI: Conducta exploratoria y ciencias experimentales en la escuela primaria.

I. Observaciones generales sobre el comportamiento de los niños.....	259
II. Los tres niveles de intervención: actividades espontáneas, sesiones de síntesis y actividades propuestas.....	263
III. Método de investigación y preocupaciones psicopedagógicas.....	273

APENDICE N° 1.....	278
--------------------	-----

APENDICE N° 2.....	299
--------------------	-----

BIBLIOGRAFIA.....	316
-------------------	-----

INDICE DE CUADROS

páginas

Capítulo II

Cuadro 1. Características de la investigación y del juego y, en general, de la exploración específica y de la exploración diversificada.....	55
--	----

Capítulo IV

Cuadro 1. Elección del material.....	93
Cuadro 2A. Clasificación de las actividades. Nivel II	98
Cuadro 3A. Clasificación de las actividades. Nivel III	106
Cuadro 4A. Clasificación de las actividades. Nivel IV	115
Cuadro 5A. Clasificación de las actividades. Nivel V.	124
Cuadro 6A. Clasificación de las actividades. Nivel VI	137
Cuadro 7. Evolución general de las actividades.....	152
Cuadro 2B. Evolución de las actividades. Nivel II....	164
Cuadro 2C. Permanencia de las actividades. Nivel II..	166
Cuadro 3B. Evolución de las actividades. Nivel III...	169
Cuadro 3C. Permanencia de las actividades. Nivel III.	171
Cuadro 4B. Evolución de las actividades. Nivel IV....	174
Cuadro 4C. Permanencia de las actividades. Nivel IV..	175
Cuadro 5B. Evolución de las actividades. Nivel V.....	177
Cuadro 5C. Permanencia de las actividades. Nivel V...	181
Cuadro 6B. Evolución de las actividades. Nivel VI....	183
Cuadro 6C. Permanencia de las actividades. Nivel VI..	185

I N D I C E D E G R A F I C O S

páginas

Capítulo II

Gráfico 1. Resultado típico de la relación existente entre la novedad del estímulo y el tiempo de visualización (según Nunnally y Lemond).....	44
Gráfico 2. Resultado típico de la relación existente entre la complejidad del estímulo y el tiempo de visualización (según Nunnally y Lemond).....	48
Gráfico 3. Porcentaje del tiempo empleado en (a) investigar el objeto nuevo y (b) jugar con el objeto nuevo (según Hutt).....	57

Capítulo IV

Gráfico 1. Cuadro general de evolución de las actividades.....	159
Gráfico 2. Sujetos que presentan dos o más actividades de diferente tipo en el transcurso de una sesión.....	187
Gráfico 3. Persistencia de las actividades.....	189

I N D I C E D E F I G U R A S

páginas

Capítulo II

Figura 1. Secuencia de respuestas en la investigación (según Hutt).....	53
Figura 2. Secuencia de respuestas en el juego (según Hutt).....	54
Figura 3. Modelo temporal de la conducta exploratoria (según Nunnally y Lemond).....	58
Figura 4. Fenómenos físicos presentados a los sujetos en la investigación de Coie.....	62
Figura 5. Desarrollo de las conductas de exploración y búsqueda (según Wright y Vlietstra).....	68

Capítulo IV

Figura 1. La catapulta.....	100
Figura 2. Cómo "medir" el peso de un pingüino.....	102
Figura 3. "El peso".....	108
Figura 4. Segunda versión del "peso".....	109
Figura 5. El soporte de la balanza romana.....	128
Figura 6. El problema de la horizontalidad en la balanza romana.....	131
Figura 7. La graduación de una balanza.....	134
Figura 8. Los "sistemas de equilibrio".....	138
Figura 9. "Sistemas de equilibrio" sobre la bandeja de un pesacartas.....	139
Figura 10. Los teleféricos.....	142
Figura 11. Balanza para hacer el mismo peso.....	144
Figura 12. Balanza asimétrica.....	145
Figura 13. Instrumento para pesar.....	146
Figura 14. El brazo de las balanzas debe ser estable..	147
Figura 15. Una balanza que no funciona como las otras.	147
Figura 16. Catapulta dibujada y catapulta construida..	197
Figura 17. Comparación del peso de dos grupos de objetos.....	198

	páginas
Figura 18. Descripción de Christina (8;7).....	203
Figura 19. Descripción de Valérie (8;6).....	203
Figura 20. Descripción de Gilles (9;0).....	204
Figura 21. El circuito de canicas descrito por Anthony (9;8).....	208
Figura 22. Descripción de Yolaine (11;7).....	218
Figura 23. Descripción de Alexandre (12;5).....	219

PRIMERA PARTE: DELIMITACION DEL PROBLEMA

CAPITULO I. INTRODUCCION

I. Psicología, psicología genética y pedagogía

Los planes de estudio actualmente vigentes en una buena parte de los países europeos reflejan con toda claridad una cierta tendencia a aplazar la enseñanza de las ciencias experimentales (física, química, biología) al nivel de la enseñanza secundaria. El reconocimiento de este hecho y de sus implicaciones servirá como punto de partida para delimitar la problemática de nuestro trabajo.

En los cantones suizos de lengua francesa (1), la iniciación a estas disciplinas, que quedan encuadradas dentro del "conocimiento del medio", empieza durante el cuarto curso de la enseñanza primaria (9 - 10 años). Se propone el estudio del tema: "La región", desde las perspectivas "geográfica, histórica y científica" y, dentro de esta última, se distingue aún la botánica, la zoología, la física y la tecnología. Al estudio de estos tres aspectos, el horario dedica un 15% del tiempo total. A título de comparación, el mismo horario prevé un 35% del tiempo para la enseñanza del lenguaje, un 25% para las matemáticas y un 25% para la educación artística (trabajos manuales y música).

En Francia, la iniciación a las ciencias físicas y naturales aparece al final de la enseñanza primaria y se consta-

(1) "Plan d'études pour l'enseignement primaire de Suisse Romande". 1972. Edité par l'Office romand des services cantonaux des éditions et matériel scolaires.

ta que "la enseñanza sistemática de las ciencias físicas ha desaparecido al ser incluida en las actividades "d'éveil", que engloban la historia, la geografía y las ciencias (tanto físicas como naturales), y a las que se dedican cuatro horas por semana. También en este caso la enseñanza de las ciencias está en regresión". (Leboutet, 1973).

Citaremos, como último ejemplo, la enseñanza primaria en España. La situación, en lo que respecta a los planes de estudios, es muy similar a la de los dos países precedentes. En la primera etapa de la Educación General básica (6-7 / 10-11 años), las áreas social y cultural, por una parte (geografía, historia, educación cívica), y de ciencias de la naturaleza, por otra, no están diferenciadas y la enseñanza se lleva a cabo a partir de unidades temáticas. En el 6º nivel (11 - 12 años) se inicia el estudio sistemático de las materias correspondientes a las ciencias de la naturaleza, introduciéndose asimismo una diferenciación de los contenidos (ciencias naturales, física y química). Sin embargo, se hace notar que "el nivel mental del alumno no permite más que un desarrollo fenmenológico del contenido de la Física y Química, ya que no es capaz de realizar razonamientos inductivos y le falta la capacidad de relación de una fórmula matemática con la realidad física". (1)

De este modo, la tendencia citada encuentra a menudo su justificación en un conjunto de datos cuyo origen se sitúa en los numerosos estudios realizados en las últimas décadas en el dominio de la psicología del desarrollo y, en particular, de la psicología genética. He aquí, por ejemplo, algunos de

(1) "Educación General Básica. Nueva orientación pedagógica". Vida escolar. Dirección General de enseñanza primaria. Números: 124-126. Diciembre-Febrero 1970-1971.

los argumentos esgrimidos con mayor frecuencia para justificar esta introducción tardía de la enseñanza de las ciencias experimentales en la escuela: (1)

- es necesario adquirir previamente determinados conocimientos matemáticos.
- el estudio de las matemáticas debe preceder al de la física, pues la segunda es de hecho una aplicación de la primera.
- los niños pequeños no poseen la noción de causalidad física.
- los niños pequeños no pueden realizar razonamientos inductivos.
- los niños pequeños son incapaces de poner en relación una fórmula matemática con la realidad física subyacente.

Estas afirmaciones, que en abstracto son correctas, constituyen en el contexto pedagógico una de las manifestaciones posibles de la actitud que podemos calificar como "ilusionis-

(1) En el marco de los esfuerzos actuales para la renovación de la enseñanza de la física, hay ya algunos trabajos dedicados a la enseñanza primaria, pero son todavía muy escasos en relación con los que se han efectuado y se están efectuando al nivel de la enseñanza secundaria:

- el programa "Science 5 to 13", en Inglaterra, basado en los estadios del desarrollo intelectual establecidos por la psicología genética. (School Council, 1969)
- el programa "Elementary Science Study (ESS)", en Estados Unidos, para niños entre 5 y 13 años. (Mc Graw-Hill, 1967)
- el programa "Science Curriculum Improvement Study" (SCIS), propuesto por R. Karplus, y concebido también para niños entre 5 y 13 años. (Karplus, 1970)
- el programa "African Primary Science Program" (APSP), que es una adaptación del ESS. (Duckworth, 1970).

mo psicológico (1). Los psicólogos que se interesan por los problemas educativos tienden a considerar la pedagogía como una ciencia aplicada, mientras que la Psicología sería la ciencia fundamental correspondiente. De este modo, los resultados obtenidos en las investigaciones psicológicas son generalizados al dominio pedagógico, sin tomar en consideración las divergencias considerables que existen entre un contexto experimental cualquiera y la situación y la dinámica de la clase. La complejidad de la vida cotidiana en la clase, con los numerosos parámetros que la caracterizan -materias que deben enseñarse, métodos, situación de grupo, objetivos pedagógicos, formación del maestro, desarrollo afectivo e intelectual del niño, etc.-, es totalmente ignorada.

La psicología genética proporciona en la actualidad un marco adecuado para la comprensión del desarrollo de la inteligencia y de los mecanismos de aprendizaje. Sin embargo, precisamente a causa de su coherencia teórica y de la riqueza de los resultados experimentales encontrados, se presta con relativa facilidad a la desviación del ilusionismo. Así, se encuentran en la actualidad proposiciones explícitas, incluso en el contexto de programas elaborados detalladamente, para proceder al aprendizaje de las relaciones asimétricas transitivas, de la inclusión jerárquica de clases o de la conservación de las cantidades físicas, por ejemplo, sin interrogarse siquiera por la significación de un aprendizaje de este tipo. Del mismo modo, y en nuestra opinión se trata de un abuso de idéntica categoría, se concluye que, puesto que el niño es ca

(1) El reduccionismo que se practica en Pedagogía no es siempre de naturaleza psicológica. Cada vez que se aísla uno de los parámetros que intervienen en la situación pedagógica y se construye exclusivamente sobre su base una nueva teoría, nos encontramos con esta actitud que ha sido calificada como "ilusión", y que puede ser de naturaleza psicológica, sociológica o psicosociológica. (Guyot, Pujade-Renaud y Zimmermann, 1974).

paz de razonar según un modelo hipotético-deductivo únicamente en el estadio de las operaciones formales, hacia los 11 ó 12 años aproximadamente, una formación experimental sólo es posible y útil a partir de este momento. En ambos casos, el proceso es el mismo: la reflexión psicopedagógica se limita a escoger determinados resultados o técnicas experimentales y a aplicarlos directamente a la escuela, y en ambos casos se deja entrever un desconocimiento considerable no sólo de la situación pedagógica, sino también del marco teórico y experimental de la psicología genética.

En definitiva, sólo tras admitir que la psicología genética no puede ser aplicada sin más a la educación, podemos legítimamente insistir sobre la importancia que presentan para la Pedagogía algunos de sus descubrimientos. Pero estos descubrimientos deben ser repensados, reelaborados en el marco de la escuela, puesto que la singularidad de las situaciones y de las técnicas experimentales utilizadas, así como la naturaleza de los objetivos teóricos perseguidos, no autorizan una transposición directa. Como Piaget ha afirmado recientemente, "las relaciones entre la Psicología y la Pedagogía son análogas a las relaciones que existen entre la Fisiología y la Medicina; la Fisiología es indispensable a la Medicina, pero ninguna terapéutica puede ser obtenida deductivamente a partir de la Fisiología". (Christofides y Coll, 1976).

II. Las ciencias experimentales en la escuela primaria

La posibilidad de una iniciación precoz a las ciencias experimentales, y en particular a la Física, provoca de inmediato una serie de cuestiones: ¿Debe darse la oportunidad a los niños entre 6 y 12 años de aprender las nociones básicas de esta ciencia?. ¿Poseen los niños de esta edad los instru-

mentos intelectuales necesarios para asimilar las nociones de base? ¿Cómo determinar las nociones que deben ser enseñadas?. ¿Cuál es la manera más adecuada para llevar a término con unas garantías máximas de éxito esta enseñanza?, etc. Todos estos problemas, relativos a la delimitación del contenido y a la elección del método, son en realidad comunes a todas las materias que constituyen el objeto de una enseñanza en la escuela, y las respuestas a que dan lugar determinan en último término la opción retenida.

En el caso que nos ocupa, los problemas relativos al contenido deben partir necesariamente del hecho que los niños construyen su propia representación espontánea del mundo físico, y que esta representación se modifica con la edad. De este modo, los intereses y las preocupaciones de los niños suelen ser radicalmente diferentes de los intereses y preocupaciones de los adultos y corresponden más bien a su propia y particular representación. Los trabajos sobre este aspecto son numerosos: algunos ejemplos nos servirán como ilustración.

Las explicaciones que los niños de 3,4 y 5 años dan a propósito de los fenómenos físicos son extremadamente pintorescas y parecen teñidas de un espíritu surrealista. La objetividad y la relatividad están ausentes de sus explicaciones causales, dominadas sobre todo por el egocentrismo infantil: el sol y la luna nos siguen cuando nos desplazamos de un lugar a otro; el viento, las nubes y la noche están a nuestras órdenes; la luna puede enviarnos pesadillas para molestarnos; etc. (Piaget, 1927).

La construcción de las cantidades físicas es quizá uno de los capítulos más conocidos de la psicología genética. La conservación de la substancia, del peso y del volumen no es

admitida hasta los 7, 8 - 9 y 11 años respectivamente. Así, para la mayor parte de los niños de menos de 7 años, la cantidad de materia de una bola de plastilina varía cuando se modifica su forma. Los niños de 8 años, aún admitiendo que la materia se conserva a pesar de las deformaciones, afirmarán probablemente la modificación del peso. Del mismo modo, hasta los 11 años aproximadamente, la elevación del nivel de agua en un vaso provocada por la introducción de una bola de plastilina será mayor o menor al cambiar su forma. (Piaget e Inhelder, 1941).

Durante el período 1966-70, el Centro Internacional de Epistemología Genética de Ginebra ha centrado sus esfuerzos en el estudio de la representación espontánea del mundo físico del niño. El centenar de investigaciones realizadas en este marco (1) ha puesto una vez más en evidencia las diferencias fundamentales que existen entre el mundo físico del niño y del adulto. Las nociones de fuerza, peso, movimiento, trabajo, calor, sonido, etc. han sido exploradas sistemáticamente. Dada la imposibilidad de resumir aquí esta enorme masa de trabajos experimentales (2), nos limitaremos a recordar algunos hechos significativos.

Una técnica utilizada para estudiar la propagación del calor consistía en presentar al niño tres varitas, una de vidrio, una de hierro y un tubo de chapa; tres trozos de cera son colocados respectivamente en uno de los extremos de las

(1) Algunas de estas investigaciones, conocidas con el nombre de causalidad, han sido ya publicadas en los "Etudes d'Epistemologie Génétique" Volúmenes: XXV, XXVI, XXVII, XXVIII. Presses Universitaires de France. Paris. 1971-72-73.

(2) Un buen resumen puede encontrarse en la publicación de F. Halbwachs. (1974).

varitas; el problema consiste en anticipar que sucederá con la cera cuando se calientan las otras extremidades de las varitas. Los resultados obtenidos muestran que, por lo menos hasta los 8 años aproximadamente, para los niños el calor se transmite por el aire y no puede penetrar en los cuerpos "duros", como el hierro, a no ser que estén huecos, como en el caso del tubo.

En cuanto a la luz, los niños de 9 y 10 años piensan que sale de las fuentes luminosas (velas, bombillas, etc.) y que viene directamente en línea recta hasta nuestros ojos. Cuando vemos un objeto en un espejo, ésto es posible porque la luz sale de nuestros ojos y se dirige hacia el espejo y, de allí, al objeto en cuestión. Aunque en general los niños no admiten que la luz pueda provenir de los objetos que no son fuentes luminosas, en el caso de la visión de un objeto en el espejo, algunos admiten que un poco de luz sale de los objetos y se dirige hacia el espejo, donde se encuentra con la luz que parte de nuestros ojos. En fin, en cuanto al sonido, a los 8-9 años la creencia general es que parte de la fuente sonora y se dirige directamente hacia nuestras orejas, sin propagarse en otras direcciones.

Así pues, los niños elaboran su concepción del mundo físico con unas "leyes" propias, que son incomprensibles a menudo para los adultos y a las que no podemos aplicar las reglas de no contradicción. Es fácil concebir las dificultades que encontrará el maestro en su empeño por enseñar a los niños de esta edad las leyes de la Física. Frente a estos hechos, una reacción lógica consiste en argumentar que, puesto que la psicología genética nos proporciona esta amplia gama de informaciones sobre el mundo físico del niño, el objetivo de la enseñanza de las ciencias experimentales durante los primeros años de

la escuela primaria consistirá precisamente en un intento de substitución sistemática de estas nociones o pre-nociones intuitivas, casi siempre erróneas, por las correspondientes nociones científicas. Pero dos observaciones se imponen a este respecto.

En primer lugar, a pesar de la riqueza y del volumen de las informaciones obtenidas, el mundo físico del niño nos es sólo parcialmente conocido. Sin embargo, aunque nuestro conocimiento fuera exhaustivo, ello no sería suficiente para elaborar una didáctica de la física que fuera válida para la escuela primaria. En efecto, las investigaciones a las que hemos hecho referencia han sido realizadas en función de un objetivo preciso: estudiar el pensamiento espontáneo del niño. En este sentido, la técnica experimental es siempre lo más neutra posible y las intervenciones del experimentador -¿Por qué?. ¿Cómo lo sabes?, etc.- tienen como única finalidad impulsarles a explicitar su pensamiento. Las intervenciones del tipo: "muy bien, tienes razón", "estás equivocado", "eso no es cierto", etc., son cuidadosamente evitadas. Asimismo, los objetos que componen el material tienen como función el servir de soporte a las consignas verbales, y en general el sujeto puede manipularlos únicamente después de haber expuesto sus propias ideas. Además, el tipo de entrevista individual y su duración -aproximadamente 30 minutos- contribuyen también a producir un contexto sensiblemente diferente del que caracteriza la situación escolar. Así, a partir de los datos obtenidos con las experiencias realizadas, parece legítimo elaborar una epistemología del pensamiento físico del niño -objetivo explícito de los trabajos-, pero resulta abusivo sacar conclusiones sobre la capacidad de aprendizaje de los niños de tal o cual edad, que es el problema central que debe plantearse en la elaboración de una didáctica válida.

En segundo lugar, y en lo que respecta al intento de substituir las prenociones o nociones intuitivas por las nociones científicas correspondientes, es necesario tomar en consideración los fenómenos de la asimilación y de la asimilación deformante que están en la base de todos los procesos implicados en la lectura de la experiencia y en la obtención de la información. El conocimiento pasa necesariamente por la actividad, y conocer un objeto implica una serie de manipulaciones, efectivas o interiorizadas, dirigidas hacia dicho objeto con el fin de asimilarlo a estos sistemas de transformaciones que son las estructuras elaboradas a partir de la acción. Los sistemas de transformaciones -esquemas o estructuras- son en realidad verdaderos sistemas de asimilación, cuya riqueza y complejidad determina en último término las acciones efectivas que el niño puede desarrollar frente a un objeto o situación dada y, en consecuencia, las informaciones que puede obtener. Es sabido que la asimilación de los objetos a los sistemas de transformación del sujeto se acompaña siempre de un esfuerzo opuesto de acomodación a los mismos, de tal manera que la dinámica asimilación-acomodación, que está en el origen del proceso de equilibración-desequilibración-reequilibración, forma parte del modelo básico del desarrollo intelectual propuesto por la psicología genética.

El fenómeno psicológico de la asimilación es el principal responsable de la dificultad que tiene todo organismo humano para proceder a una lectura "correcta", en el sentido de objetiva, de la realidad externa. La asimilación de los estímulos es siempre más o menos deformante, según los sistemas de asimilación implicados en el proceso, lo que provoca las interpretaciones a menudo no unívocas de un mismo observable así como la tendencia a deformar los datos de la experiencia. Los dos ejemplos siguientes ilustran la importancia de este

fenómeno que puede alcanzar un cierto grado de espectacularidad en los niños.

La superficie del agua en reposo está siempre en posición horizontal cualquiera que sea la posición del recipiente que la contiene. Sin embargo, la mayoría de los niños hasta los 8-9 años creen que la superficie del líquido se inclina cuando se inclina el recipiente que lo contiene. Esta negación de la horizontalidad de un líquido es un hecho ya significativo en sí mismo, pues es evidente que ninguna experiencia previa puede encontrarse al origen de una representación con estas características. Pero la hipótesis de la asimilación deformante se halla aún reforzada por el hecho de que, si se le enseña a un niño de esta edad una botella inclinada y se le pide que copie el nivel del líquido, nos dibujará el nivel inclinado, posiblemente en el mismo sentido que la base de la botella, lo cual no corresponde en absoluto a los observables objetivos que tiene delante. Esta asimilación deformante muestra como "...los hechos de observación corrientes son leídos erróneamente por el espíritu cuando éste no posee los esquemas asimiladores necesarios para esta lectura" (Piaget e Inhelder, 1948). Aún más, los intentos realizados para enseñar a los niños a "leer correctamente" la horizontalidad del agua han demostrado la fuerza de esta representación espontánea y la resistencia que opone a toda modificación: ¡la superficie del agua se inclina "visiblemente" cuando se inclina el recipiente!.

En el contexto de la flotación de los sólidos ha sido efectuada la siguiente experiencia (Christofides, 1972): se presenta al niño un cubo con agua y una colección de objetos diversos y se le pide que ponga en un lado los que son ligeros y en el otro los que son pesados; a continuación se le pre

gunta si él comparte la opinión de que todos los objetos ligeros flotan. Hasta los 8 años aproximadamente los sujetos interrogados responden afirmativamente. Cuando se les pregunta cómo pueden estar seguros de no equivocarse, se limitan a coger todos los objetos clasificados como ligeros y a introducirlos en el agua, pero los objetos han sido elegidos previamente por el experimentador de tal manera que entre los ligeros hay dos que se hunden. Ante esta constatación, los niños de 4-5 años no cambian su razonamiento:

¿Podemos decir que todas las cosas ligeras flotan? Si.

¿Y estas dos que se hunden?

¿Son también ligeras? Si.

Los niños de 5-6 años, ante este contra-ejemplo, mantienen también su posición, pero con argumentos diferentes:

¿Podemos decir que todas las cosas ligeras flotan? Si.

¿Y estas dos que se hunden? No...estas dos son pesadas.

Estos dos ejemplos se oponen abiertamente a la concepción de la lectura de la experiencia como un proceso en el que el sujeto es totalmente pasivo. Los niños proceden a una asimilación o estructuración espontánea de los observables y dicha estructuración es en general extremadamente resistente a las sugerencias, explicaciones y demostraciones de los adultos, como lo demuestran los recientes trabajos sobre el aprendizaje de las estructuras cognitivas. (Inhelder, Sinclair, Bovet, 1974).

En conclusión, los resultados obtenidos por la psicología genética demuestran suficientemente la existencia de estas prenociones o nociones intuitivas que constituyen la represen

tación espontánea del mundo físico construida por el niño a lo largo de su desarrollo intelectual y que, como hemos visto, no sólo no coincide con la interpretación física del mundo que posee el adulto, sino que a menudo entra en contradicción con ella. Por otra parte, cualquier intento de sustitución radical de estas prenociones por los conceptos científicos correspondientes está forzosamente limitado por el fenómeno de la asimilación deformante que caracteriza los procesos intelectuales y la capacidad de aprendizaje del niño. Si la iniciación a las ciencias experimentales entre los 6 y 12 años se concibe como una transmisión de conceptos y leyes científicas elaboradas de antemano, tal como aparecen en los manuales al uso, nos inclinamos a pensar que todos los intentos en este sentido están condenados al fracaso, más o menos espectacular según la didáctica utilizada y la formación del personal docente, pero fracaso al fin y al cabo.

Una alternativa posible, representada por los trabajos más conscientes que se están llevando a término en el momento actual en diferentes países (principalmente en Estados Unidos y en Inglaterra) consiste en proponer como objetivo principal de esta iniciación la formación de una actitud científica que, en el caso de las ciencias experimentales, consiste primordialmente en la formulación de hipótesis y en su verificación posterior a través de las experiencias adecuadas. Pero este cambio en los objetivos y en el contenido de la enseñanza implica también necesariamente un cambio a nivel de los métodos, lo cual provoca nuevas dificultades como veremos a continuación al discutir la génesis de las conductas experimentales y la importancia cada vez mayor que se atribuye a la actividad del niño en todo proceso de adquisición de conocimientos.

III. La actividad estructurante como fuente del conocimiento

Como es sabido, la psicología genética atribuye una importancia primordial a la actividad del niño en el proceso de adquisición de conocimientos y del desarrollo cognitivo en general. El origen de la inteligencia hay que buscarlo en la actividad sensorio-motriz de los primeros meses de la vida. A partir de los esquemas reflejos que posee ya en el momento de nacer, el recién nacido, gracias al doble juego de la asimilación y de la acomodación, construye durante los dos primeros años de su existencia las categorías prácticas de la inteligencia (espacio, causalidad, tiempo, etc.). (Piaget, 1936; 1937). Pero los esquemas de acción que constituyen la inteligencia sensorio-motriz no son sólo el resultado de una construcción, sino también el punto de partida u origen de lo que será más tarde la inteligencia representativa. Entre los esquemas de acción y los esquemas conceptuales, o si se prefiere entre inteligencia sensorio-motriz e inteligencia conceptual, no hay una ruptura, sino por el contrario una continuidad total asegurada por la aparición de la función semiótica, cuyos orígenes hay que buscarlos asimismo en la acción. (Piaget, 1946).

La inteligencia es así concebida en primer lugar como actividad intelectual; actividad exteriorizada, en el caso de la inteligencia práctica o sensorio-motriz; actividad interiorizada en el caso de la inteligencia representativa. En cualquier caso, como ya hemos dicho, conocer un objeto equivale a desarrollar una serie de acciones tomándolo como contenido y asimilarlo de este modo a los sistemas de transformaciones - estructuras - elaborados a partir de las acciones. A través de un proceso interno de "equilibración" entre este mecanismo asimilador y su contrapartida inevitable, la

acomodación, y gracias a los mecanismos de abstracción simple y de abstracción "reflexionante" (Piaget, 1967), el niño construye su mundo cognitivo. Sin embargo, y hemos de insistir en este punto, el niño ha de encontrar las ocasiones propicias para esta construcción, pues ni los esquemas ni las estructuras podrían construirse sin la colaboración de los objetos, que desempeñan de este modo una función más importante que la que se les atribuye algunas veces.

Los descubrimientos de la psicología genética han venido así a reforzar las pedagogías que consideraban la actividad del niño como el aspecto fundamental del proceso educativo. Pero el concepto de actividad está lejos de ser transparente y parece tener diversas significaciones. En efecto, si bien es cierto que las llamadas "escuelas activas" insisten sobre la importancia de la actividad, las "escuelas tradicionales" nunca han propugnado la pasividad del alumno; en ambos casos, al menos al nivel de declaración de intenciones, se pretende una participación activa a la enseñanza y se intenta evitar la pasividad. Esta ambigüedad reside en el hecho de que se puede ser activo de diferentes maneras:

(a) En primer lugar, podemos seguir atentamente la actividad motriz o verbal de otra persona, como cuando asistimos a la representación de una obra de teatro, a la proyección de un film, escuchamos una conferencia o una lección magistral. Evidentemente, en tanto que espectadores, estamos obligados a desarrollar un cierto tipo de actividad. Y es precisamente esta forma de actividad la que predomina en la llamada escuela tradicional. El maestro, que posee la información y los conocimientos que forman el objeto de la enseñanza, los organiza y los estructura con el fin de asegurar una transmisión correcta. Esta estructuración responde a la necesidad de hacer una

exposición lo más clara y lógica posible que, a menudo, no se limita a una simple explicación, sino que comporta también repeticiones, preguntas de los alumnos, respuestas del maestro a los alumnos, etc. Este tipo de actividad, que a nuestro juicio puede alcanzar grados de complejidad y de perfección considerables, se caracteriza fundamentalmente por atribuir al maestro el papel de guía y director en el proceso de adquisición de los conocimientos del alumno que, en consecuencia, debe permanecer siempre atento a lo que el maestro dice y hace.

(b) Pero se puede ser también activo siguiendo cuidadosamente las instrucciones de otra persona. Esta forma de actividad está también presente en la escuela tradicional: el maestro explica como hay que hacer un determinado cálculo, o como hay que resolver tal problema de física, y el alumno debe hacer lo que el maestro indica y, sobre todo, como él lo indica. La actividad, puesto que nadie se atreverá a afirmar que el alumno no es activo en este caso, está de este modo dirigida y canalizada por el maestro. El margen que se concede a los tanteos más o menos aleatorios y a la investigación personal es considerablemente pequeño o inexistente.

Sin embargo, esta forma de actividad no es específica de la escuela tradicional sino que aparece también a menudo, bajo otro aspecto, en la escuela llamada activa. En efecto, algunos sistemas de fichas utilizados en este contexto se limitan de hecho a reemplazar las consignas o instrucciones verbales por consignas o instrucciones escritas, de tal manera que la actividad del alumno queda subordinada a la actividad del maestro o de la persona que las ha elaborado. Nuestra intención no es hacer una evaluación crítica del sistema de fichas en general, ni de tal o cual sistema de fichas en particular, sino tan sólo subrayar el hecho de que la utilización de fi-

chas no supone automáticamente un incremento del margen de iniciativa y de organización personal del trabajo por parte del alumno.

(c) Un tercer tipo de actividad, cuyas semejanzas con la precedente son fáciles de establecer, entra en juego en la llamada enseñanza programada. En este caso, el objetivo es que el alumno adquiriera un repertorio de conductas bien definidas de antemano; por ejemplo, la enseñanza de las matemáticas intentará que el alumno adquiriera la serie compleja de respuestas que constituyen el razonamiento matemático. La enseñanza es así concebida como "un aprendizaje concentrado" (Skinner, 1968) cuya eficacia depende de la "organización de las contingencias de refuerzo". Pero este aprendizaje no se limita a una simple transmisión, sino que exige una construcción del sujeto. El sujeto que aprende, el alumno, es pues también activo ya que, como todo organismo, debe presentar una determinada conducta antes de recibir un refuerzo. El maestro, por su parte, tiene una doble función: en primer lugar, puesto que no puede esperar que la conducta que quiere reforzar se preste espontáneamente -este método sería ineficaz y a menudo irrealizable- debe incitar al alumno a desarrollar un determinado tipo de actividad; en segundo lugar, establece un programa de refuerzo con el fin de que el alumno aprenda únicamente las conductas que constituyen el objeto de la enseñanza dada. En definitiva, su función consiste en organizar las contingencias de refuerzo con el fin de lograr una mejor organización de la actividad del sujeto.

Este tipo de actividad es pues muy similar a la que aparece en (b), como lo demuestra el hecho de que también en este caso se produce a menudo una sanción del maestro -positiva o negativa- que es del mismo tipo que el refuerzo externo de

la enseñanza programada, aunque utilizada de un modo menos ri-
guroso.

(d) Finalmente, otra manera de ser activo consiste en aceptar un objetivo, cuyo origen puede encontrarse en sí mismo o en otra persona, y en organizar la propia actividad en consecuencia. Esta actividad es sin duda la más próxima a la "actividad del sujeto" a que hemos aludido y cuya importancia en el proceso de adquisición de conocimientos y del desarrollo intelectual en general ha sido puesta en evidencia por la psicología genética. La diferencia fundamental con respecto a las formas de actividad descritas en (a), (b) y (c) es que, en este caso, el alumno organiza y estructura verdaderamente su propia actividad (1), lo que implica un cambio considerable de la actitud y de la función del maestro.

La escuela está encargada de transmitir un cierto patrimonio cultural y debe hacerlo de la manera más rentable posible, pues así se lo imponen las obligaciones económicas, polí-
ticas y sociológicas a las que está sometida. Por otra parte, la actitud pedagógica que consiste en dejar que el alumno lo descubra todo por sí mismo es muy poco realista, pues la mayor parte de los niños descubrirían pocas cosas y algunas, que ocupan un lugar central en nuestra cultura, no serían descubiertas por nadie. Pero la aceptación de estos argumentos no supone la justificación de un sistema escolar que intenta im-
poner unas actividades y unos modos específicos de razonamien-
to, y es perfectamente compatible con los intentos de atribuir una mayor importancia en las tareas escolares a este tipo de

(1) Es conveniente subrayar que, concebida de este modo, la actividad del sujeto no se traduce necesariamente en actividad externa observable. Podemos permanecer completamente qui-
etos, sin presentar ninguna manifestación de actividad externa, y ser al mismo tiempo activos en el sentido apuntado.

actividad que favorece un mejor desarrollo intelectual y que permite al niño una organización y estructuración autónoma y personal del mundo que le rodea.

Sin embargo, es lícito preguntar si todas las materias que se enseñan en el contexto escolar se prestan por igual a la aparición de este tipo de actividad. Sin ánimo de polemizar a este respecto, nos limitamos a constatar que de hecho, en la mayor parte de los dominios, la actividad que se exige al alumno es de tipo (a) o (b). Aun aceptando que, para la mayor parte de las disciplinas enseñadas -lenguaje, geografía, historia, matemáticas, etc.-, haya razones de peso para justificar que el niño sea activo en los sentidos (a) y (b), hay por lo menos una materia cuyo aprendizaje parece requerir el tipo de actividad (d): las ciencias experimentales.

Si el objetivo de la enseñanza de esta disciplina debe ser, como resulta de la discusión precedente, la formación de una actitud científica que consiste principalmente en la formulación de hipótesis y en su verificación posterior a través de las experiencias adecuadas, parece plausible postular que el método más eficaz para alcanzar este objetivo será partir de la actividad espontánea de investigación del niño. Sin embargo, esta concepción de la enseñanza de las ciencias experimentales en la escuela primaria plantea por lo menos dos nuevos problemas: el primero se refiere a la competencia de los niños entre 6 y 12 años para realizar el tipo de razonamiento hipotético-verificativo que define el espíritu experimental; el segundo se refiere al método propuesto: en efecto, ofrecer a los niños la posibilidad de organizar la actividad propia de manera personal puede suponer la puesta en marcha de procesos comportamentales diferentes, y aun opuestos, del que se pretende favorecer.

En las páginas siguientes discutiremos en detalle el primer problema, lo que nos llevará a formular el segundo de una manera diferente con el fin de poder abordarlo experimentalmente.

IV. La génesis de las conductas experimentales

En una obra clásica de la psicología infantil, Inhelder y Piaget (1955) han caracterizado el pensamiento del adolescente y del pre-adolescente por su capacidad para efectuar razonamientos formales, en oposición al pensamiento del niño que es únicamente capaz de razonar a nivel concreto. Este razonamiento formal, cuyas propiedades han sido ampliamente estudiadas, presenta algunas características que atañen de cerca a nuestra problemática.

En primer lugar, el pensamiento formal se define como hipotético-deductivo. Esta propiedad hace referencia al hecho de que los niños de este nivel, colocados delante de un problema o situación experimental que se trata de explicar, comienzan por construir un sistema de hipótesis que abarcan todos los factores posibles y proceden a continuación a una puesta a prueba sistemática de estas hipótesis con el fin de elegir experimentalmente la más adecuada a la situación que se quiere explicar. En cambio, el niño del nivel concreto, frente al mismo problema, se lanza de entrada a un conjunto de manipulaciones que no responden a ningún sistema hipotético previo, limitándose a una coordinación sucesiva de los resultados que provocan las manipulaciones efectuadas. Así pues, una diferencia fundamental entre el pensamiento formal y el pensamiento concreto reside en la presencia de hipótesis previamente construidas en el primero, mientras que en el segundo la capacidad anticipadora se limita a un esbozo de proyec-

to de las acciones posibles sin intervención de hipótesis propiamente dichas.

El razonamiento hipotético-deductivo propio del pensamiento formal posee pues una estructura lógica que toma como contenido las hipótesis o enunciados que se refieren a los objetos, y no los objetos mismos como es el caso en el nivel concreto. Esta estructura lógica puede ser así definida como un sistema de operaciones a la segunda potencia, un sistema de operaciones de operaciones, con unas leyes de composición que fusionan e integran en un solo sistema las "transformaciones por inversión" y "las transformaciones por reciprocidad" que caracterizan por separado los diferentes sistemas operatorios del nivel concreto (clases y relaciones).

El resultado con mayor interés para nosotros es el que caracteriza el pensamiento del adolescente por la "constitución de ciertos métodos de inducción experimental y sobre todo por la verificación sistemática", métodos que son solidarios de una nueva estructuración operatoria fundada en la lógica de las proposiciones. Sin embargo, los procesos psicológicos subyacentes a la inducción de las leyes físicas y a las conductas de experimentación en el niño han sido estudiados en este trabajo más bien en sus aspectos negativos que en sus aspectos positivos: hasta los 12 años aproximadamente, el niño no aborda los problemas elaborando previamente un conjunto de hipótesis pertinentes, no llega a tomar en consideración todos los factores posibles, no opera una disociación sistemática de los factores y, en consecuencia, no desarrolla una conducta de verificación adecuada. Los autores son hasta tal punto conscientes de la importancia atribuida en su trabajo a la explicitación de la nueva estructura operatoria que caracteriza el pensamiento formal, y de las lagunas que subsisten

en la comprensión de las conductas experimentales en el niño, que el prólogo termina con la afirmación siguiente:

"Quant aux problèmes spécifiques de l'induction expérimentale envisagés du point de vue du fonctionnement de la pensée (par opposition aux présents recherches structurales), ils feront l'objet d'un ouvrage spécial du premier auteur". (1)

No obstante, este segundo volumen dedicado exclusivamente a la génesis de las conductas experimentales no se ha publicado nunca, y el único documento al respecto es un corto pero interesante trabajo del primero de los dos autores que lleva por título "les attitudes expérimentales de l'enfant et de l'adolescent" (1) (Inhelder, 1954). En él encontramos un interés precoz por el estudio de los aspectos funcionales de la inteligencia, en oposición a los aspectos estructurales que han sido durante mucho tiempo predominantes en psicología genética. Las preguntas que se plantea el autor, y que están en el origen del trabajo, son de una pertinencia y de una actualidad totales:

"En effet, il ne suffit pas que l'enfant acquière des instruments de connaissance; encore faut-il qu'il sache les mettre en oeuvre. Or, si nous connaissons aujourd'hui les structures de la pensée enfantine, nous ignorons en grande partie son fonctionnement. Comment l'enfant va-t-il utiliser les instruments intellectuels, les notions et opérations mentales en présence de situations expérimentales, c'est-à-dire de situations où il aura lui-même à expérimenter, et pas seulement à répondre

(1) El subrayado ha sido añadido por nosotros

aux questions que lui pose un expérimentateur? Comment va-t-il actualiser les structures, et quel rôle chaque raisonnement particulier va-t-il jouer dans l'ensemble du processus? Le travail d'analyse opératoire appelle ainsi un essai de synthèse fonctionnelle". (1)

Explicitado de este modo el cambio de perspectiva, y definida la inducción como la organización de una experiencia con el fin de poner de relieve las leyes que la rigen y de verificar su generalidad, el autor procede de hecho al análisis de las conductas de experimentación, o si se prefiere del "proceso psicológico de investigación de la realidad". En su análisis, el autor distingue cuatro dimensiones de la experimentación que presentan características diferentes en cada uno de los niveles de desarrollo: el móvil de la acción, o finalidad y objetivos de la conducta; la táctica, o conjunto de pasos destinados a organizar la experiencia; la lectura de los resultados obtenidos a través de las acciones desarrolladas sobre los objetos; y la verificación, o posibilidad de confrontar las previsiones con la lectura de la experiencia. A partir de estas dimensiones, se distinguen tres etapas en el desarrollo:

(a) En la etapa de las "técnicas imaginativas", que corresponde aproximadamente al estadio de la inteligencia preoperatoria (4-7 años), el proceso de investigación de la realidad es extremadamente pobre y el niño "no aprende nada en función de la experiencia misma", puesto que el móvil de la acción es simplemente "actuar para ver", la táctica se limita a una actuación global sin diferenciación de las acciones, la lectura de los resultados está completamente dirigida por la asimilación deformante y, en consecuencia, la verificación es prácticamente inexistente.

(1) El subrayado ha sido añadido por nosotros

(b) En la etapa de las "técnicas concretas" (7-11 años aproximadamente), las conductas experimentales realizan progresos considerables y el niño llega a establecer leyes parciales, a confrontar las previsiones con los resultados y a modificar su conducta según las consecuencias de esta confrontación. Sin embargo, la experimentación todavía no es sistemática: el objetivo de la acción es el establecimiento de nuevas relaciones, de leyes locales y prácticas; las acciones empiezan a dirigirse hacia objetivos específicos y la intervención se vuelve discriminativa; la lectura de los resultados gana en objetividad gracias a la constitución de los sistemas de transformaciones que caracterizan la inteligencia concreta de este nivel; y la verificación empieza a asumir las propiedades de un test del grado de generalización de las relaciones o leyes descubiertas.

(c) Finalmente, entre los 11 y los 15 años, las conductas experimentales adquieren un elevado grado de perfección. Durante esta etapa, que de una manera significativa recibe el nombre de etapa de las "técnicas científicas", el objetivo de las acciones y manipulaciones es el establecimiento de leyes generales cuya pertinencia se intenta demostrar; la táctica experimental comporta un plan de actuación y un inventario de todos los factores posibles que pueden intervenir; la verificación de la supuesta influencia de estos factores se realiza sistemáticamente gracias al conocido método de hacer variar un solo factor a la vez mientras los restantes permanecen constantes; la lectura de los resultados se vuelve así objetiva. Una vez más, estos progresos de las conductas experimentales son posibles gracias a la aparición del nuevo núcleo de estructuras mentales que caracterizan el pensamiento del adolescente: las estructuras operatorias formales citadas.

Vemos pues que, en líneas generales, los procesos psicológicos implicados en la investigación de la realidad presentan una evolución paralela a la génesis de las estructuras operatorias. Más aún, los progresos de las conductas experimentales entre la primera y la tercera de las etapas establecidas se presentan, en último término, como una consecuencia del paso de una organización intelectual preoperatoria a una organización operatoria, primero concreta y después formal. A pesar de la voluntad explícita de estudiar estas conductas en sí mismas desde un punto de vista funcional, el reduccionismo más o menos obvio a las estructuras operatorias era una consecuencia inevitable del paradigma experimental utilizado por los autores. Este consiste fundamentalmente en elegir un problema físico determinado (igualdad de los ángulos de incidencia y de reflexión, la flotación de los sólidos, el plano inclinado, el movimiento del péndulo, etc.), y en concretizarlo en un dispositivo que se presenta al niño con el fin de que éste organice sus acciones para descubrir la ley física subyacente. De este modo, las conductas experimentales consistirán en primer lugar en la aplicación de los esquemas operatorios que posee el sujeto a la situación particular, y el estudio de la inducción será en realidad el estudio de la deducción aplicada a la experiencia; como los problemas y situaciones elegidos presentan un grado de complejidad considerable, la experiencia sólo será deductible gracias a esquemas operatorios de nivel formal. Sin embargo, como ha señalado Greco (1959) con gran perspicacia, nada impide a priori utilizar el mismo paradigma experimental con problemas o situaciones que sean asequibles a los niños del nivel concreto y aun del nivel preoperatorio; en este caso, era de preveer que el cuadro presentado por Inhelder y Piaget sufriría algunas modificaciones.

No es pues de extrañar que una de las preocupaciones iniciales que están en la base de los trabajos que actualmente ocupan a Inhelder y a su equipo de colaboradores (Inhelder y otros, 1976) fuera precisamente el estudio de las conductas experimentales, o pre-experimentales, en los niños que todavía no han alcanzado el nivel de la operatividad formal. De este modo, aunque el objetivo inicial haya quedado sumergido en el problema más amplio del estudio de las estrategias cognitivas y de los procesos psicológicos implicados en la resolución de problemas, los resultados obtenidos han permitido ya establecer algunos cambios de perspectiva:

"Our observations indicate that the younger child does not intentionally seek counterexamples; rather, children in this research, whatever their theory-in-action (from the elementary need for physical contact to the more sophisticated geometric center theory) constructed and generalized theories and gradually recognized counterexamples. However, the earlier claim that "at the concrete level, the child does not formulate any hypotheses" needs to be reconsidered in the light of the strong tendency of our children to act under the guidance of a powerful theory-in-action which involves far more than mere observation of immediate empirical reality" (Karmiloff e Inhelder, 1975).

Pero si el estudio específico de las conductas experimentales o pre-experimentales ha pasado progresivamente a ocupar un lugar secundario en este conjunto de investigaciones, ello se debe en parte, como ya hemos señalado en otro lugar (Coll, 1974) a las dificultades objetivas que presenta cualquier intento de definición previa de las conductas en cuestión. En efecto, si la exigencia de un razonamiento hipotético-deductiu

vo parece realmente un criterio excesivamente riguroso, ¿podemos hablar ya de experimentación a partir del momento en que el ser humano es capaz de darse un objetivo y de proceder a una variación sistemática de los medios empleados para alcanzarlo? Es decir, ¿podemos hablar ya de conductas experimentales a propósito de las reacciones circulares terciarias que caracterizan el estadio quinto de la inteligencia sensorio-motriz (12-18 meses aproximadamente)?.

Este salto, por grande que parezca, ha sido dado, y un trabajo en curso en la Universidad de Ginebra (Monnier, 1976) tiene como objetivo el estudio de la génesis de la experimentación en el bebé. Evidentemente, esto supone una nueva definición de las conductas que, en el caso concreto, consiste en establecer una diferencia entre "método experimental", que aparece en el nivel formal y que exige un razonamiento hipotético-deductivo, y la "conducta de experimentación", que es toda conducta cuya finalidad consiste en la comprensión, "en el sentido más amplio del término", del objeto sobre el que se centra la experimentación. De este modo, todas las acciones que, desde los primeros meses de la vida, se dirigen a la comprensión de las propiedades de los objetos del medio ambiente entran a formar parte de esta experimentación en sentido amplio.

En resumen, y volviendo al tema central de nuestra discusión, aun aceptando como objetivo válido de la enseñanza de las ciencias experimentales en la escuela primaria la formación de una actitud científica, hay que tener en cuenta que la formulación y la verificación de hipótesis exigen un tipo de razonamiento hipotético-deductivo que sólo es posible a partir de los 12-13 años. Sin embargo, mucho antes de esta edad se observan toda una serie de conductas, cuyo objetivo

parece ser la obtención de información del medio, que preparan y anticipan en cierto modo la experimentación del nivel formal. En las páginas siguientes discutiremos en detalle estas conductas que aparecen a menudo agrupadas bajo el título de conductas de exploración.

CAPITULO II. LAS CONDUCTAS DE EXPLORACION

I. La significación biológica de las conductas de exploración

El interés por los patrones de conductas que habitualmente designamos con los nombres de "curiosidad", "exploración" y "juego" es un fenómeno relativamente reciente en la corta historia de la psicología científica. Desde principios del siglo XX, los psicólogos han procedido al análisis experimental de numerosos tipos de comportamiento pero, profundamente influidos por las teorías darwinianas de la evolución, sus esfuerzos se han dirigido en primer lugar al estudio de las conductas con una significación biológica evidente. No es un azar si las teorías del aprendizaje y de la motivación que mayor impacto han tenido durante la primera mitad del siglo (considérese, por ejemplo, las formulaciones de Tolman y Hull) han tomado como contenido los comportamientos considerados como primordiales para la supervivencia del organismo (conductas apetitivas, de evitación y de huida), o de la especie (reproducción). En este contexto, las conductas exploratorias, cuya significación biológica parecía menos clara, no sólo constituían un problema secundario, sino que a menudo eran consideradas como un epifenómeno. Se creía que las principales fuentes de la motivación y del comportamiento del organismo residían en un conjunto de necesidades básicas tales como el hambre y la sed, de tal manera que las fuentes secundarias de motivación derivaban de ellas por una serie de procesos de condicionamiento. Así, como han señalado algunos historiadores, estas teorías aceptaban implícitamente que el organismo, sin estas necesidades básicas y en ausencia de estímulos aversivos, permanecería completamente inactivo.

Para comprender las razones que produjeron el cambio que empieza a manifestarse hacia 1950, es necesario remontar a los trabajos de McDougall en los años veinte y a su teoría del instinto, con la que intentó establecer una continuidad entre el comportamiento animal y humano, oponiéndose así a la dualidad generalmente aceptada entre instinto y alma racional. Según McDougall, los instintos son tendencias innatas que provocan la conducta y que la dirigen hacia objetivos particulares. Los instintos cumplen pues tres funciones básicas: predisponen al individuo a percibir una determinada clase de estímulos; lo motivan en su presencia; y lo inclinan a desarrollar una serie de acciones específicas. Los estímulos que provocan estas acciones instintiva pueden ser de naturaleza muy diversa (objetos, propiedades de los objetos, ideas, pensamientos, etc.) y pueden ser modificados por los procesos de aprendizaje. En definitiva, la tarea principal consistía para McDougall y sus seguidores en establecer una lista exhaustiva de los instintos que se encuentran en la base de toda la conducta humana y que son susceptibles de explicar su extraordinaria variedad y su enorme complejidad. Este intento no alcanzó el resultado apetecido y pronto surgieron las discrepancias en cuanto al número y tipos de instintos postulados. Simultáneamente, un conjunto de trabajos experimentales puso en evidencia que determinadas conductas, a las que se atribuía un origen instintivo, eran de hecho el resultado de un aprendizaje. Sin embargo, como señala Fowler (1966), el fracaso de esta teoría reside sobre todo en el hecho de que el concepto de instinto, en el sentido de McDougall, es un concepto redundante con escaso o nulo valor explicativo. Afirmar que la conducta exploratoria, por ejemplo, es provocada por un instinto exploratorio constituye, en último término, una pura tautología.

La crisis de la teoría del instinto de McDougall impulsó a los investigadores a centrar sus esfuerzos en el análisis de las condiciones ambientales, es decir, de las propiedades de los estímulos, y de los procesos biológicos que podían ser relevantes para la comprensión de las acciones instintivas. Estos trabajos se encuentran en la base del concepto de *drive* y de las nuevas formulaciones teóricas en cuyo contexto aparecen las primeras tentativas de estudio de las conductas de exploración. En sus primeras formulaciones, el término *drive* sirve para designar "la dimensión energética de la conducta" y los drives se definen como "alteraciones internas de naturaleza biológica que conducen u obligan al animal a desarrollar las actividades que restablecen el equilibrio natural de su estado interno" (Fowler, 1966). De este modo, se postulaba que el hambre, la sed, el sexo, el dolor, etc. son otros tantos drives fundamentales, también llamados drives primarios (*primary drives*) que dominan la conducta del organismo. Muy pronto se cayó en la cuenta de que estos drives elementales, directamente relacionados con las necesidades del organismo, no podían explicar una parte importante de la conducta animal y humana que se produce precisamente en su ausencia. Se postuló entonces la existencia de drives secundarios (*secondary drives*) que, por un proceso de condicionamiento simple, derivarían de los drives elementales.

El concepto de *drive* alcanzó una enorme difusión y aceptación entre los psicólogos de la época (1920-1950), dando lugar a numerosas elaboraciones y prolongaciones teóricas que varían sensiblemente según los autores. Nosotros nos limitaremos a recordar algunos aspectos que pueden ayudarnos a comprender las conductas de exploración. En primer lugar, la definición operacional de los drives elementales, implica una privación del organismo (comida, agua, sexo) o su exposición a una estimulación externa de gran intensidad (descarga eléctrica, calor, frío,

luz, ruido, etc.), lo que induce el drive propiamente dicho (estado interno del organismo) que provoca las respuestas asociadas, por un mecanismo innato o por un proceso de condicionamiento previo con los estímulos en cuestión. Sin embargo, muchos autores han insistido sobre el hecho de que los drives no son entidades físicas observables, sino que deben ser considerados únicamente como construcciones teóricas (*Theoretical construct*) o variables intermedias cuya utilidad reside en el nexo explicativo que establecen entre ciertas condiciones ambientales y sus consecuencias a nivel del comportamiento. Por ello, la posición inicial que relacionaba directamente los drives elementales con las necesidades básicas del organismo ha sido superada, y la posibilidad de establecer una correspondencia término a término entre estas necesidades y los drives primarios ha sido abandonada desde hace tiempo. El ejemplo clásico es el del animal que para sobrevivir necesitaría poder escapar del monóxido de carbono pero que, falto de medios para detectarlo, no presenta la conducta adecuada. Señalemos aún la importancia atribuida a la reducción del drive como mecanismo de refuerzo y la importancia cada vez mayor atribuida a los drives secundarios resultantes de un proceso de aprendizaje. Teóricamente, la cantidad de drives aprendidos que pueden establecerse a partir de los drives elementales no tiene límites, pero prácticamente su utilización en un intento de explicar las conductas complejas exige una demostración experimental previa.

Así, la imposibilidad de proporcionar esta demostración para un gran número de conductas animales y humanas condujo a muchos investigadores a adoptar una actitud crítica con respecto a las elaboraciones teóricas construidas alrededor del concepto de drive. Hebb (1955) al estudiar las reacciones emocionales de los chimpancés, observó por ejemplo que éstos ma-

nifestaban una reacción de miedo, frente a un modelo de la cabeza humana, que no parecía explicable en términos de drives; esto le llevó a subrayar el carácter fundamentalmente activo del organismo, frente al organismo reactivo implícito en las teorías tradicionales del aprendizaje y de la motivación. Harlow, Harlow y Meyer (1950) demostraron que los monos podían trabajar durante horas solamente por la satisfacción de resolver puzzles mecánicos y en ausencia de cualquier tipo de drive elemental. El mismo Harlow (1953) mostró un fenómeno idéntico utilizando monos jóvenes que habían sido alimentados siempre a mano, lo que impedía un recurso explicativo a la formación de drives secundarios o adquiridos. Dember, Earl y Paradise (1957) demostraron la importancia de la conducta de exploración en el aprendizaje con ratas. Por otra parte, Berlyne (1954) insistía también en la importancia de las conductas de exploración para el estudio del aprendizaje y de la motivación en general, al mismo tiempo que discutía las primeras tentativas experimentales para el estudio de la curiosidad humana. En definitiva, en los años cincuenta y sesenta se despierta un interés creciente por las conductas exploratorias y se multiplican los ejemplos al respecto. Este cambio viene producido por la toma de conciencia de que los drives internos u homeostáticos, que resultan de condiciones de privación o de estimulación intensa, representan sólo una parte del conjunto de los procesos motivacionales de la conducta del organismo. Una parte importante de la conducta del organismo animal, y sobre todo del organismo humano, es provocada por fuentes externas de estimulación, de tal manera que ninguna teoría psicológica que pretenda abarcar la totalidad del comportamiento puede ignorar las conductas de exploración ni los procesos motivacionales que le son propios.

II. Los aspectos motivacionales: primeras formulaciones teóricas

Una vez admitida la existencia de las conductas de exploración y la imposibilidad de relacionarlas con los drives primarios y secundarios, era también forzoso admitir que una parte considerable de la conducta del organismo no tenía su origen en las necesidades biológicas primordiales. Pero, ¿cuál es en ese caso el origen y la significación de este tipo de conductas? ¿cuáles son los procesos motivacionales que las desencadenan y que las rigen? La totalidad de los trabajos, teóricos y experimentales, que han estudiado las conductas de exploración durante los años 1950-1970 giran alrededor de estos problemas. Aunque los aspectos motivacionales de las conductas exploratorias sólo interesan de manera muy secundaria a nuestra problemática, haremos un rápido resumen de las principales posiciones teóricas que más influencia han tenido a nivel experimental.

En su excelente revisión crítica del problema, Fowler (1966) insiste en el hecho de que los primeros desarrollos teóricos en el dominio de las conductas exploratorias no consistieron en la formulación de un nuevo concepto, como hubiera sido dado esperar, sino en la extensión y enriquecimiento de uno relativamente viejo que, aunque cada vez más contestado, había demostrado su valor heurístico. En efecto, si los trabajos citados ponían en entredicho la adecuación del concepto de drive para explicar el conjunto de procesos motivacionales, la consecuencia no fue el rechazo de este concepto, sino su reformulación y ampliación. Así, Harlow (1953) postuló que el comportamiento del organismo dependía sobre todo de un número no determinado de tendencias o motivos provocados exteroceptivamente, lo que equivalía a proponer un drive ex-

ploratorio. En el mismo orden de ideas, Berlyne (1954) habló del impulso de curiosidad; en la rata, por ejemplo, hay un impulso que es excitado por los estímulos nuevos y reducido por la continua exposición a estos estímulos, de tal manera que esta reducción refuerza la actividad de exploración. En síntesis, las llamadas "teorías de la curiosidad", entre cuyos promotores habría que citar también a Montgomery (1954), defendían que los estímulos, o configuraciones de estímulos, relativamente nuevos motivan al animal a explorar e investigar estas formas de estimulación. El animal se vuelve "curioso" ante ellas y da una respuesta de tipo exploratorio, pero la fuerza de este drive exploratorio está en función inversa al tiempo de exposición.

Frente a este tipo de explicación se encuentran las llamadas "teorías del aburrimiento", (*boredom*) defendidas entre otros por Myers y Miller (1954). Según ellos, el animal expuesto durante cierto tiempo al mismo tipo de estimulación se sacia y se fatiga y tiende a buscar estímulos nuevos y poco familiares. Así pues, los estímulos conocidos y familiares son los que motivan la exploración o la respuesta al cambio o, dicho de otro modo, la estimulación monótona provoca un drive de aburrimiento (*boredom drive*) de tal manera que los estímulos nuevos o poco familiares son simplemente los índices que dirigen esta conducta. Aparentemente, la teoría de la curiosidad y la teoría del aburrimiento pueden ser aplicadas al mismo conjunto de datos empíricos, pero el acento en una u otra posición conduce a predicciones diferentes: según la teoría de la curiosidad, la fuerza del drive exploratorio es una función directa de la novedad del estímulo; por el contrario, según la teoría del aburrimiento, la fuerza de la conducta de exploración es función directa de la familiaridad con la estimulación previa.

Por su parte, Glanzer (1953) propuso el concepto de "saturación del estímulo" (*stimulus satiation*) y elaboró una teoría deductiva que permite, a partir de un conjunto de postulados, formular una serie de deducciones verificables empíricamente. Puesto que uno de los postulados de Glanzer dice que "la saturación del estímulo reduce la tendencia del organismo a dar una respuesta a este estímulo", es evidente que son precisamente los estímulos con respecto a los cuales el organismo todavía no ha alcanzado este nivel de saturación, es decir, los estímulos que presentan un cierto grado de novedad, los que se encuentran en el origen de las respuestas de exploración. El concepto de saturación del estímulo se limita a describir el mecanismo según el cual el animal, tras una exposición continua a un estímulo, tenderá a procurarse una nueva estimulación, pero no posee en absoluto la función energética del drive. Esto condujo a algunos autores (Dember y Earl, 1957) a postular que la propiedad inhibitoria de la saturación del estímulo induce un estado motivacional que puede ser catalogado como necesidad de cambio de estimulación (*need for stimulus change*).

Fowler (1966) propuso una explicación de las conductas exploratorias de corte neo-Hulliano que integraba simultáneamente los principales conceptos de la teoría de la curiosidad y de la teoría del aburrimiento. Según Hull, las conductas como apoyar sobre una palanca, recorrer un trayecto, elegir entre los dos brazos de un laberinto en forma de T, etc., que son instrumentales con respecto a un objeto-meta o incentivo -la comida, por ejemplo-, pueden estar motivadas por el drive del animal -privación de comida- y por el objeto-meta o incentivo. Si el incentivo puede ejercer este efecto motivacional, ello es posible gracias a la capacidad del animal de aprender a anticipar o esperar el incentivo. El concepto básico de es-

te proceso es el de "respuesta anticipatoria de meta" (Borger y Seaborne, 1971) que es de hecho un fragmento de la respuesta total dada en la presencia del objeto-meta que aparece prematuramente y que adquiere así un carácter anticipatorio. De este modo, la curiosidad puede ser concebida como "la anticipación aprendida de un estímulo nuevo o poco familiar que el animal experimenta al ejecutar determinadas respuestas instrumentales". Más concretamente, la fuerza del drive (aburrimiento) se define a nivel operacional en función del tiempo de exposición a un mismo estímulo o, lo que es lo mismo, en función de la ausencia de cambio de estimulación. Por otra parte, la fuerza motivacional del incentivo (curiosidad) puede ser definida en función de la magnitud del cambio de estimulación que experimenta el animal al ejecutar determinadas respuestas instrumentales.

Por otro lado Leuba (1955), tras recordar algunos de los trabajos experimentales que muestran que determinados aprendizajes pueden realizarse en condiciones de un incremento del drive, llega a la conclusión de que el principio de reducción del drive no puede ser considerado como la única base de los procesos de aprendizaje. Para escapar a esta aparente paradoja inducida por las nuevas formulaciones del concepto de drive, Leuba propuso un principio más general que llamó el "principio de estimulación óptima" o *arousal*: "El organismo tiende a aprender las reacciones que producen un nivel óptimo de estimulación total...las demostraciones experimentales y las observaciones de tipo general parecen indicar que el concepto de estimulación óptima puede tener una extensa aplicación en el área del desarrollo humano. El organismo tiende a adquirir aquellas reacciones que, cuando la estimulación total es débil, se acompañan de un incremento de la estimulación; y, cuando la estimulación total es elevada, disminuyen la esti-

mulación". Estas afirmaciones condujeron a una nueva formulación del concepto de drive, de tal manera que tanto la reducción como el incremento del drive (del nivel de arousal) tienden a reforzar respuestas asociadas.

El concepto de arousal ha pasado a ocupar una posición privilegiada en la mayor parte de las teorías que se ocupan de las conductas exploratorias. Así, Fiske y Maddi (1961) proponen interpretar la conducta del animal como la búsqueda de un nivel intermedio de arousal. Berlyne (1963) define el nivel de arousal como "una variable continua, que fluctua entre los extremos de un sueño profundo y de una excitación intensa, y que constituye un rasgo esencial del estado psicofisiológico del organismo en un momento determinado". Según Berlyne, el comportamiento del organismo tendría como finalidad la reducción de los niveles extremos de arousal, que son producidos por su exposición a estímulos o configuraciones de estímulos completamente desconocidos y totalmente familiares respectivamente. Puesto que el nivel intermedio de arousal es el más adecuado para el organismo, se postula que la conducta de exploración está gobernada principalmente por la búsqueda de este tipo de estímulos que proporcionan el nivel ideal de arousal, es decir, el nivel óptimo de estimulación. En definitiva, la probabilidad, la fuerza y la dirección de las conductas exploratorias dependerá, además de otros factores ligados al estado general del organismo, de las propiedades de los estímulos que tienen una incidencia sobre el estado interno de arousal. Entre estas propiedades de los estímulos, a las que pasaremos revista a continuación, Berlyne destaca unas cuantas que parecen determinantes respecto a la conducta de exploración: la novedad, la sorpresa, el cambio, la ambigüedad, la contradicción, la imprecisión y la incertidumbre.

Citaremos, para completar este conciso resumen de los aspectos motivacionales de las conductas exploratorias, la aportación que ha resultado de la utilización de conceptos que tienen su origen en la teoría de la información. A este respecto, cabe subrayar que el concepto de información es sinónimo de reducción de entropía. En este contexto, el organismo que presenta una conducta de exploración frente a una nueva configuración de estímulos disminuye su incertidumbre al respecto y, en consecuencia, obtiene información. Berlyne (1957) demostró que el grado de incertidumbre de los estímulos o configuraciones de estímulos visuales desempeña un papel impor tante en la curiosidad perceptiva del organismo humano; en particular, la frecuencia de las respuestas a los estímulos visuales está en función del grado de "complejidad, asimetría e irregularidad" que presentan éstos, es decir, en función de la cantidad de información que proporcionan. De este modo, puede decirse que una de las contribuciones más importantes de la teoría de la información al dominio que nos ocupa ha consistido en la definición y delimitación de las propiedades de los estímulos que provocan la exploración visual.

III. Las propiedades de los estímulos y la cantidad de exploración

En el conjunto considerable de trabajos experimentales efectuados sobre las conductas de exploración se pueden discernir tres constantes: en primer lugar, la mayor parte se centran en la exploración visual; en segundo lugar, y especialmente a partir de los años 60, han sido llevados a cabo con seres humanos; finalmente, un número considerable de estas investigaciones han sido realizadas con niños, debido sin duda al especial interés que las conductas de exploración presentan para la psicología del desarrollo.

A pesar del inmenso abanico de perspectivas experimentales que ofrece el estudio de las conductas exploratorias, la mayor parte de los trabajos disponibles se han limitado a perseguir un doble objetivo: demostrar la existencia de este tipo de conductas y precisar los tipos de estímulos, o más concretamente los parámetros de los estímulos, que determinan la probabilidad de aparición, la fuerza y la dirección de las conductas exploratorias. Esta convergencia de los esfuerzos experimentales, que no es extraña al problema de la significación biológica de las conductas estudiadas, ni a las controversias sobre las bases motivacionales del comportamiento, explica la relativa homogeneidad de las variables experimentales manipuladas o invocadas así como de las respuestas del organismo que se consideran como índices de la conducta de exploración.

En cuanto a las propiedades de los estímulos, los autores hacen referencia generalmente a conceptos tales como la novedad, la complejidad, la familiaridad, la carga afectiva, la imprecisión, la sorpresa, la capacidad conflictiva, etc. Sin embargo, es evidente que la manipulación experimental de estas variables presenta problemas considerables. En primer lugar, salta a la vista que no hay una correspondencia biunívoca entre estos términos y los conceptos que cubren, de tal manera que un término puede poseer diferentes significaciones (ejemplo: la complejidad), y varios términos pueden tener significaciones muy próximas (ejemplo: novedad, no familiaridad, sorpresa). Además, aunque estos términos se aplican a las propiedades de los estímulos, no pueden ser considerados independientemente del organismo (Berlyne, 1963); en efecto, un estímulo no es nuevo, complejo o familiar en sí mismo, sino en función del organismo que lo percibe. Esto equivale a decir que un mismo estímulo puede ser complejo, por ejemplo,

para un organismo y nuevo para otro; aún más, el mismo estímulo puede ser nuevo y familiar para un mismo organismo considerado en momentos diferentes de su historia individual. En resumen, si las variaciones consideradas son casi siempre las mismas en la literatura sobre el tema, su cuantificación y manipulación experimental ha sido hecha de maneras muy diversas y a menudo criticables. Encuanto a la variable dependiente estudiada con más frecuencia, recordemos que el objetivo de las investigaciones gira alrededor de los aspectos cuantitativos de las conductas de exploración, es decir, de su probabilidad de aparición y de su fuerza. A nivel experimental ésto se traduce por la importancia concedida a la cantidad de conducta exploratoria presentada por el organismo y, más concretamente, por la frecuencia de aparición de un determinado tipo de reacciones. Así, como ejemplos de índices normalmente utilizados en el estudio de la exploración visual, podemos citar la cantidad de tiempo empleado en la visualización de los estímulos, el número de fijaciones visuales sobre cada uno de los estímulos, el número de respuestas instrumentales (apretar un botón, apoyar sobre una palanca, etc.) presentadas por el sujeto para poder visualizar un estímulo o para poder mantenerlo en el campo visual, las declaraciones verbales de preferencia o interés con relación a una serie de estímulos, etc. En síntesis, no sólo los aspectos cualitativos o estructurales de la conducta de exploración han sido generalmente ignorados, sino que además se ha podido demostrar que el conjunto de medidas cuantitativas utilizadas no siempre presentan un índice elevado de correlación (Hutt, 1970).

Si como hemos visto, uno de los principales obstáculos para el estudio de la exploración consiste en las interferencias conceptuales subyacentes a los términos empleados para designar las propiedades de los estímulos que la provocan, es

necesario admitir en cambio que, en la última década, se ha operado una clarificación progresiva en torno a las nociones de novedad y complejidad. Así, mientras la complejidad, como propiedad de un estímulo o de una configuración de estímulos, hace referencia a su posible variación, la novedad se relaciona con la experiencia pasada del organismo. Como, por otra parte, la mayor parte de los trabajos dedicados al estudio de la conducta de exploración en los niños han consistido en determinar el efecto de estas dos variables, resumiremos brevemente los resultados experimentales más significativos al respecto.

A) La novedad de los estímulos como factor determinante de las conductas de exploración.

Los criterios utilizados para definir el grado de novedad de un estímulo divergen considerablemente de un autor a otro. Berlyne (1963), para explicar los efectos motivacionales producidos por la novedad y otras propiedades de los estímulos, formuló su conocida hipótesis sobre el conflicto, basada en la instigación simultánea de respuestas incompatibles. En el caso concreto de la variable que nos ocupa, su razonamiento puede resumirse de la manera siguiente: una configuración de estímulos nueva para el organismo comporta casi siempre algún parecido con otras configuraciones conocidas, que podemos llamar x , y , z , pero al mismo tiempo difiere en otros aspectos; las respuestas asociadas con x , y , z son inducidas por un simple proceso de generalización del estímulo pero, como x , y , z son distintas, habrá necesariamente un cierto grado de incompatibilidad entre ellas y se producirá un conflicto. Evidentemente, en este contexto, el grado de novedad de un estímulo está en función de la experiencia pasada del organismo y, consecuentemente, la novedad se define en términos

de una dimensión temporal: novedad completa, novedad con respecto a la experiencia lejana, novedad respecto a la experiencia reciente (Berlyne, 1960).

Más recientemente, Nunnally y Lemond (1973) refiriéndose a la novedad de los estímulos visuales, distinguen por lo menos tres categorías distintas: la novedad cuyo origen reside en un cambio repentino operado en una secuencia repetitiva de estimulación; la novedad que consiste en la colocación de un objeto familiar en un lugar inhabitual y la novedad de un objeto completamente desconocido. Sin negar por otra parte la importancia de la dimensión temporal, Hutt (1970) propone una clasificación de la novedad en función de la fuente que la produce y distingue así tres clases de novedad: la novedad que tiene su origen en un objeto (*object novelty*); la novedad que tiene su origen en el medio ambiente (*environment novelty*) y la novedad que tiene su origen en otro miembro de la especie, que en el caso del hombre sería la producida por otra persona (*person - novelty*).

Nunnally y Lemond (1973) han realizado recientemente una recopilación exhaustiva de las investigaciones que han estudiado los efectos de la novedad sobre la exploración visual en los niños. Los autores analizan los resultados de las distintas investigaciones en función del tipo de estímulos utilizados, de la edad de los sujetos, de las condiciones experimentales y de los procedimientos utilizados para medir las respuestas. La principal conclusión es que, a pesar de la gran variedad de estos parámetros experimentales, los resultados coinciden de manera espectacular. En efecto, de las 33 investigaciones analizadas, 29 concluyen que el estímulo calificado como nuevo domina la exploración visual, 3 no encuentran una relación significativa y tan sólo una muestra que el estí

mulo con menor grado o novedad provoca una mayor cantidad de exploración. Por otra parte, las experiencias que ponen en juego tres o más grados de novedad, o bien no encuentran ninguna relación definida, o evidencian una relación monótona creciente. Los autores ilustran este resultado general de la siguiente manera:

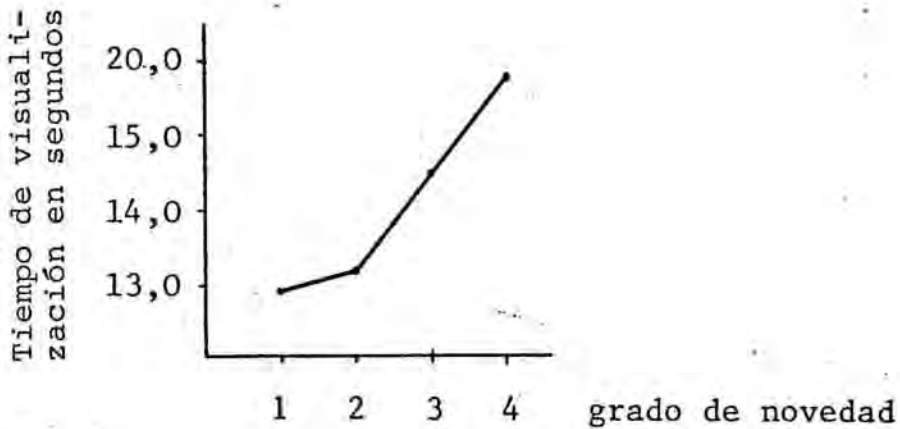


Gráfico 1. Resultado típico de la relación existente entre la novedad del estímulo y el tiempo de visualización.

Hutt (1970) ha puesto también de relieve la convergencia de los resultados obtenidos en relación al efecto de la novedad en el área de las conductas manipulatorias. Según la clasificación utilizada por este autor, el conjunto de los trabajos muestra que la novedad que tiene su origen en los objetos (*object-novelty*) es percibida ya como tal por los niños a partir de los primeros meses de vida y favorece las respuestas exploratorias, aunque su efecto disminuye rápidamente en función del tiempo de exposición. Así, un bebé de 7 meses estudiado por Hutt (1967) agarraba y manipulaba los objetos nuevos, que no había visto nunca hasta el momento de la experiencia, y que le eran presentados por un adulto; la atención disminuía con la repetida presentación del objeto y, en conse-

cuencia, la frecuencia con la que el bebé dejaba caer el objeto aumentaba paralelamente. Asimismo, en el curso de una misma sesión esta frecuencia aumentaba progresivamente, pero la introducción de un nuevo objeto provocaba una inversión neta de esta tendencia. En la misma línea, Mendel (1965) dejó elegir a los niños entre varios conjuntos de juguetes que suponían diferentes grados de novedad, haciendo la predicción de que los niños elegirían los objetos con un grado intermedio de novedad; los resultados demostraron una preferencia neta por los conjuntos de juguetes 100% nuevos. Del mismo modo, Harris (1965) demostró que los niños pequeños prefieren un juguete nuevo a otros conocidos aun en el caso de que esté obviamente roto.

En cuanto a la novedad producida por la situación ambiental (*environment - novelty*), se ha comprobado que los niños la perciben por lo menos a partir de los 10 meses de edad y que provoca una reacción de miedo que inhibe las respuestas exploratorias; esta reacción de miedo puede ser mitigada por la presencia de una persona conocida, pero reaparece persistentemente. La investigación modelo en este contexto es la realizada por Rheingold (1969) y resumida por Hutt (1970). Su objetivo era estudiar los efectos de una situación ambiental nueva en un grupo de 10 niños de aproximadamente 10 meses de edad. Dos situaciones fueron previstas, el niño permanecía solo o acompañado por su madre, y además se estudiaron las modificaciones producidas en ambos casos por la introducción de nuevos objetos y de personas desconocidas. Los resultados mostraron claramente una reacción de miedo y una inhibición casi total de las respuestas exploratorias cuando los niños permanecían solos, siendo esta reacción mucho menos intensa cuando la madre estaba presente. La introducción de juguetes y de personas desconocidas no produjo cambios significativos en la

reacción inicial de miedo. Finalmente, en el caso de los niños que permanecían solos, la aparición de la madre no logró hacer desaparecer las reacciones de miedo ni la inhibición de las conductas exploratorias.

En cuanto a la novedad que tiene como soporte la persona humana, son ampliamente conocidos los trabajos que sitúan la percepción de una persona desconocida en el origen de una de las manifestaciones más precoces de las reacciones de miedo (Spitz, 1950).

B) La complejidad de los estímulos y su influencia sobre las conductas de exploración

La importancia atribuida a la complejidad de un estímulo como propiedad determinante de la exploración se debe en parte al impacto que tuvo en psicología la teoría de la información a partir de los años cincuenta. Por otra parte, la complejidad se presenta a priori como una variable relativamente fácil de manipular, puesto que puede ser definida únicamente en función de una serie de propiedades físicas de los objetos o de las situaciones empleadas. La mayor parte de los autores que se han ocupado del problema, y su número es casi equivalente al de los que se han ocupado de las conductas de exploración, postulan la existencia de niveles ideales de información -relacionada con la complejidad- para cada modalidad sen social, niveles que dependen de un conjunto de factores entre los que cabe destacar la especie del organismo en cuestión y su historia individual. De este modo, casi todas las formulaciones teóricas, aunque con las discrepancias habituales, coinciden en predecir una función en forma de U invertida entre las respuestas exploratorias y el grado de complejidad de la estimulación: los estímulos muy simples y los extremadamen

te complejos provocarán menos respuestas exploratorias que los que se sitúan en un nivel medio de complejidad. Señalemos aún que los estímulos generalmente utilizados en estos trabajos son figuras geométricas engendradas aleatoriamente, considerándose el número de lados como un índice o medida de la complejidad.

Nunnally y Lemond (1973) se han opuesto abiertamente a estas hipótesis y han propuesto un cuadro conceptual diferente. Según ellos, cada vez que un sujeto es confrontado con una configuración de estímulos, se opera un proceso de codificación con el fin de atribuirles una significación determinada. En esta perspectiva, el factor primordial que delimita la cantidad de respuestas exploratorias es el número de detalles que tienen que ser codificados. Delante de un estímulo como los generalmente utilizados para estudiar la complejidad (figuras geométricas construidas aleatoriamente), el individuo tiende a ver elementos representativos (animales, objetos, etc.) de modo que, cuanto más compleja sea la configuración, mayor será el esfuerzo realizado para atribuirle una significación y, en consecuencia, el número de respuestas exploratorias será también mayor. Esta posición conduce a predicciones radicalmente diferentes de las expuestas y, con el fin de verificarlas, los autores han procedido a revisar un número considerable de investigaciones en el área de la exploración visual. En síntesis, los resultados de los trabajos analizados coinciden en señalar que, tanto en el caso de los niños como en el de los adultos, a mayor complejidad del estímulo corresponde una mayor cantidad de exploración. De un total de 39 investigaciones, tan sólo 3 no encuentran esta relación y 2 muestran la relación inversa. En las investigaciones en que se manipulan tres o más grados de complejidad, o bien no se manifiesta ninguna relación, o bien ésta toma la forma de una

función monótona creciente. En ningún caso, según Nunnally y Lemond, se demuestra la existencia de una función en forma de U invertida prevista por la teoría del nivel óptimo de estimulación. Estos resultados son ilustrados de la siguiente manera:

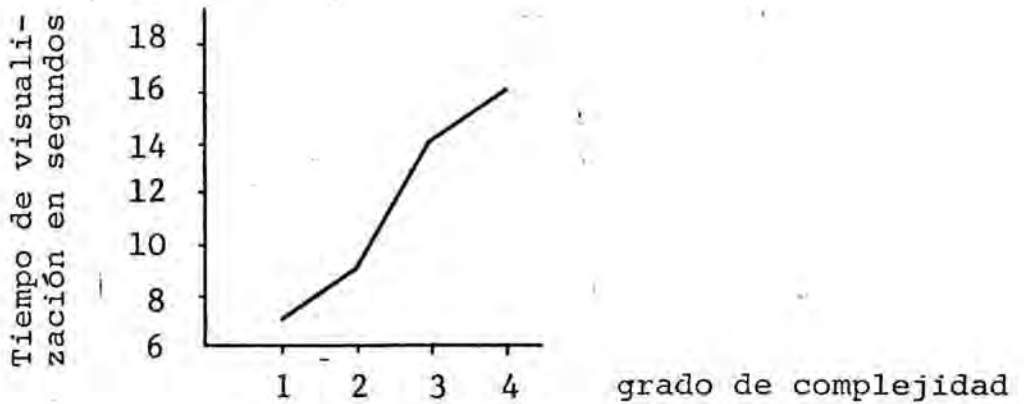


Gráfico 2. Resultado típico de la relación existente entre la complejidad del estímulo y el tiempo de visualización.

Sin embargo, las cosas no son tan sencillas y la excelente revisión de Hutt (1970) lleva a conclusiones diametralmente opuestas al excesivo optimismo de Nunnally y Lemond. A pesar de que la complejidad, contrariamente a la novedad, puede ser definida en términos de propiedades físicas de los estímulos, y de que este hecho puede hacer pensar en un mayor rigor experimental posible, Hutt la considera como una de las variables peor definidas a nivel conceptual, lo que se traduce inevitablemente en un desacuerdo general, e incluso en una oposición, de los resultados obtenidos por todo un conjunto de investigaciones que analiza minuciosamente. Así, subraya Hutt, mientras Berlyne (1958) encontró que sus sujetos preferían el más complejo de una serie de estímulos, Hershenson (1964) en-

contró una mayor preferencia por los estímulos menos complejos y Kessen (1965) por los estímulos de un nivel medio de complejidad. El origen de estas discrepancias se encontraría en la multidimensionalidad de la variable independiente manipulada, de manera que la variación cuantitativa de la misma con el fin de establecer una graduación de los niveles de complejidad del estímulo se convierte en un procedimiento puramente intuitivo y, por lo tanto, sujeto a todas las reservas imaginables. A título de ejemplo, Hutt cita los siguientes procedimientos utilizados en las investigaciones que se refieren a la complejidad visual: número de elementos perceptibles, número de rectángulos, número de lados, número de partes diferentes, número de ejes simétricos, número de ángulos, tipo de ángulos, etc. Evidentemente, no es de extrañar que los efectos de "la complejidad" sobre las respuestas exploratorias no presenten el mismo tipo de relación en cada uno de estos casos.

Conscientes de este problema, Hutt y sus colaboradores emprendieron una serie de investigaciones en las que tres grupos de niños de 5, 8, y 11 años de edad podían elegir entre la presentación de configuraciones de estímulos simples o complejos apoyando sobre uno de dos botones de color diferente. El material consistía en cinco conjuntos de figuras en cada uno de los cuales la complejidad respondía a un criterio diferente: (a) la irregularidad en la distribución, (b) la cantidad de elementos, (c) la heterogeneidad de los elementos, (d) la irregularidad de la forma y (e) la variabilidad de una serie de polígonos generados aleatoriamente. En cuanto a la variable dependiente, se realizaron dos medidas diferentes: el número de veces que cada niño apoyaba sobre uno u otro botón y el tiempo en segundos empleado para ver cada una de las figuras, puesto que los sujetos eran libres de guardar presen-

tes las figuras tanto tiempo como quisieran antes de pasar a la siguiente. Los resultados no mostraron ninguna diferencia significativa en la elección de los botones en ninguno de los tres grupos (Hutt y McGrew, 1969). En cambio, la medida del tiempo de exposición mostró una preferencia por las configuraciones complejas en el grupo de 11 años, una preferencia por las simples en el grupo de 5 años y ninguna preferencia en el grupo de 8 años. Cuando los diferentes conjuntos de figuras eran analizados separadamente (Hutt y McGrew, 1969,b), en el único caso en que se encontró una preferencia neta en los tres grupos por las figuras complejas fue con el criterio de cantidad de elementos. En los otros cuatro casos, el predominio de las configuraciones complejas sólo aparecía en el grupo de niños de 11 años.

En definitiva, la principal conclusión que hay que sacar de estos resultados es que el concepto de complejidad recubre significaciones muy diversas y que, en consecuencia, los efectos de esta variable sobre las respuestas exploratorias dependen en gran medida de la dimensión considerada. Por ello, a pesar de la cantidad considerable de resultados experimentales acumulados, todavía no ha sido posible encontrar una explicación que los integre. Sin embargo, en palabras de Hutt, "las discrepancias aparentes en este dominio podrían reducirse considerablemente si los autores se obligaran a sí mismos a discutir los parámetros específicos implicados en las experiencias".

IV. Hacia un análisis estructural de las conductas de explo ración.

En las páginas que preceden hemos intentado presentar el problema de la significación biológica de las conductas explo

ratorias y sus aspectos motivacionales, por ser precisamente en esta dirección en la que se han concretizado la mayor parte de las formulaciones teóricas en las décadas de los años 50 y 60. Asimismo, hemos mostrado que el interés por la motivación de la conducta humana que ha presidido los estudios sobre la exploración ha dirigido en gran parte la metodología y los problemas abordados por las investigaciones experimentales. El objetivo prioritario ha consistido en determinar la influencia de ciertas propiedades de los estímulos susceptibles de provocar, dirigir y mantener las respuestas exploratorias. En este sentido, podemos decir que dichas investigaciones se han ocupado casi exclusivamente de la cantidad de exploración presentada por el organismo en determinadas situaciones, haciendo caso omiso de las propiedades y características de las conductas exploratorias observadas. Pero substituir la pregunta ¿cuántas respuestas exploratorias? por la pregunta ¿qué tipo de respuestas exploratorias? equivale en cierto modo a desplazar la problemática y obliga a abordar de frente el problema de la definición misma del comportamiento que hasta ahora hemos calificado más o menos intuitivamente como exploración.

Definir la conducta de exploración es una tarea difícil. Fowler (1966) se refiere a ella como "una conducta sin definición", y los trabajos realizados desde que esta frase fue escrita hasta nuestros días no han permitido alcanzar la unanimidad que sería deseable entre los psicólogos. Sin embargo, resulta evidente que, por encima de los múltiples intentos de definición y de las divergencias así suscitadas, puede apreciarse una tendencia neta a no limitarse únicamente a los aspectos motivacionales (origen) y funcionales (significación biológica). Casi todos los intentos recientes de definición, si bien conservan los dos criterios señalados, integran de

una u otra manera los aspectos estructurales de las conductas que se intentan definir.

A Berlyne (1960,1963) le corresponde el mérito de haber sido uno de los primeros autores que han intentado establecer una clasificación de las conductas exploratorias. Según la forma que toma la exploración, este autor distingue: (a) las respuestas de orientación, que consisten en el cambio de orientación de los receptores sensoriales y en los cambios físico-químicos subyacentes; (b) la exploración locomotriz, que supone un cambio de la posición del cuerpo y (c) las respuestas investigadoras, que son casi siempre de tipo manipulatorio y que tienen como consecuencia un cambio en la estimulación a la que está sometido el organismo. En segundo lugar, y desde un punto de vista funcional, Berlyne establece una diferencia entre la exploración extrínseca y la exploración intrínseca; mientras la primera provoca una serie de respuestas que comportan su propia fuente de refuerzo (ejemplo: el animal que busca comida), la segunda en cambio introduce estímulos que son reforzantes en sí mismos, independientemente de la actividad instrumental que evocan. Pero la clasificación más importante, y la que mayores repercusiones ha tenido, es sin duda la que Berlyne propone entre exploración específica (*specific exploration*) y exploración diversificada (*diversive exploration*); la primera tiene como función proporcionar informaciones a propósito de una configuración de estímulos determinada, mientras que en la segunda la fuente de información es secundaria y lo importante es que suponga un cambio con respecto a la estimulación anterior del organismo.

Hutt ha subrayado en varias ocasiones su creencia de que el término "exploración" se aplica abusivamente a conductas de naturaleza muy distinta. Con el fin de estudiar los efec-

tos producidos sobre la conducta exploratoria por la presentación y posterior familiarización de un objeto nuevo (Hutt, 1966), fueron observados 30 niños cuyas edades oscilaban entre los 3 y los 5 años. Entre los seis juguetes disponibles, cinco eran perfectamente conocidos y el sexto totalmente nuevo. Este consistía en una caja roja de metal con cuatro barras como soportes y una palanca móvil en la parte superior que admitía cuatro posiciones; cuatro contadores visibles registraban los movimientos de la palanca en cada una de las posiciones; finalmente, cada movimiento de la palanca podía provocar un ruido diferente según la posición elegida. Al analizar las actividades presentadas por los niños frente a este objeto nuevo, Hutt define dos categorías de conductas diferentes: la investigación (*investigation*), que presenta un carácter estereotipado y que tiene como objetivo el conocer las propiedades del objeto; y el juego (*play*) constituido por una variedad de respuestas diversas. La diferenciación entre ambas se basa en criterios estrictamente comportamentales.

Durante la investigación, la exploración visual está sin sincronizada con la manipulación y la expresión facial es de concentración. La secuencia típica presentada por Hutt es la siguiente:

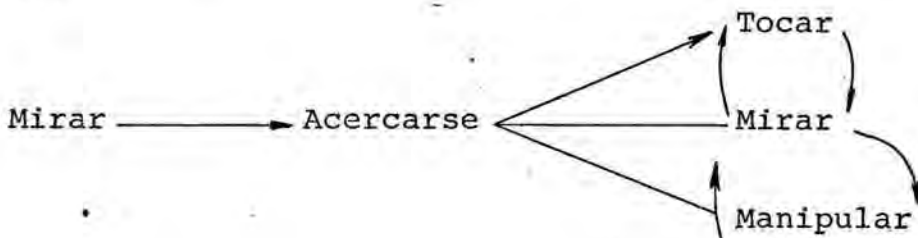


Figura 1. Secuencia de respuestas en la investigación

En el juego, por el contrario, la expresión facial está relajada y la visión y la manipulación no están coordinadas.

El niño puede manipular la palanca con una mano, coger un objeto distinto con la otra y dirigir su vista hacia un tercer objeto. La sincronización, si se produce, es siempre muy puntual. Asimismo, la secuencia de respuestas es relativamente imprevisible:

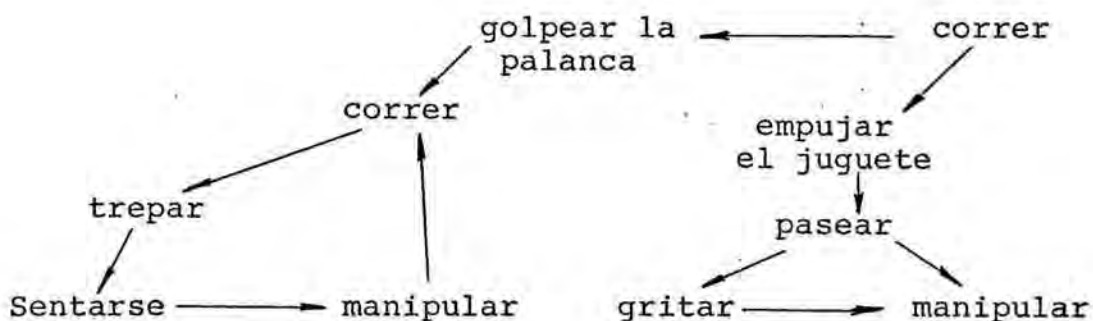


Figura 2. Secuencia de respuestas en el juego

Un análisis de la frecuencia de aparición de ambas conductas mostró que mientras la investigación disminuía con el tiempo de exposición, el juego aumentaba. Todos los niños, una vez iniciada esta actividad investigadora, exploraban el objeto durante largo tiempo, para después incorporarlo progresivamente a sus actividades lúdicas a medida que iban adquiriendo un mayor conocimiento de sus propiedades.

Todos estos hechos, llevan a Hutt a concluir que los estudios sobre la exploración confunden por lo menos dos tipos de conductas, con funciones y características opuestas, que, por consiguiente, merecen ser diferenciadas. Las características de la investigación y del juego están en relación con la distinción propuesta por Berlyne entre exploración específica y exploración diversificada. La investigación es una forma particular de exploración específica, esencial para la super-

vivencia del organismo en el sentido de que le permite obtener información sobre el medio en que vive. En cambio, la exploración diversificada, y en especial el juego, no parece desempeñar ninguna función de este tipo y puede ser provocada por un conjunto de factores más o menos aleatorios.

Cuadro 1. Características de la investigación y del juego y, en general, de la exploración específica y de la exploración diversificada. (Ett, 1970).

INVESTIGACION	JUEGO
1. Sincronización de los receptores visuales y táctiles.	1. Asíncronía, o sincronía momentánea de los receptores.
2. Expresión facial: concentración.	2. Expresión facial: relajamiento.
3. Secuencia estereotipada de conductas.	3. Secuencia variable de conductas.
4. Conductas relativamente largas.	4. Conductas relativamente breves.
5. Pregunta implícita: ¿Qué es y qué propiedades tiene este objeto?	5. Pregunta implícita: ¿Qué puedo hacer con este objeto?
6. Provocada por estímulos nuevos.	6. No aparece nunca en presencia de estímulos nuevos.
7. Disminuye linealmente en función del tiempo.	7. Es una función cuadrática del tiempo.

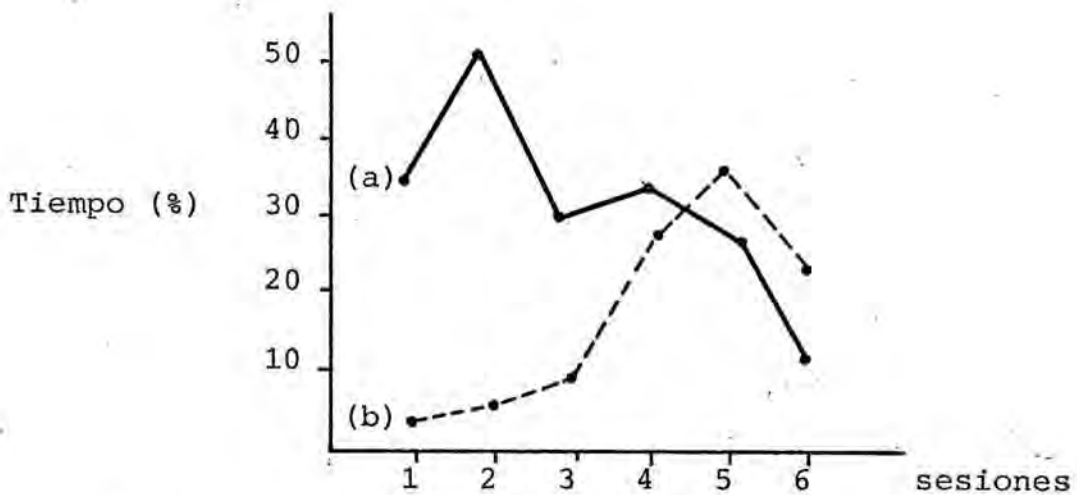
EXPLORACION ESPECIFICA

EXPLORACION DIVERSIFICADA

- | | |
|--|---|
| 1. Conciérne las respuestas <u>investi</u> gadoras dirigidas a una clase particular de estímulos. | 1. Conciérne las actividades que <u>pa</u> recen incrementar la estímula-ción. Por ejemplo, las respues-tas de orientación. |
| 2. Se manifiesta en presencia de factores ambientales con gran <u>ca</u> pacidad estimuladora: en función de su novedad, complejidad, etc. | 2. Se manifiesta en la ausencia de una estimulación ambiental espe-cífica. |
| 3. Consiste en una respuesta a un cambio de estimulación. | 3. Consiste en una respuesta <u>instru</u> mental para producir un cambio de estimulación. |
| 4. Está motivada extrínsecamente. | 4. Está motivada intrínsecamente. |
| 5. Ocupa una elevada posición en la jerarquía motivacional y puede inhibir otro tipo de actividades. | 5. Ocupa una posición secundaria en la jerarquía motivacional y pue-de ser inhibida por cualquier otro drive del organismo. |

La lectura de este cuadro ilustra perfectamente la tendencia a la que aludíamos al principio de la discusión, y que consiste en una toma de conciencia de la importancia de los aspectos estructurales de las actividades observadas para definir las conductas de exploración. En efecto, mientras seis de los siete criterios utilizados por Hutt para distinguir la investigación y el juego son de este tipo, los cinco criterios citados para diferenciar la exploración específica de la exploración diversificada hacen referencia a aspectos motivacionales o a propiedades de los estímulos que se encuentran en su origen. El otro hecho que nos interesa destacar es que si la investigación y el juego son dos conductas exploratorias con una significación psicológica propia, no por ello de

jan de mantener una estrecha relación, puesto que los niños observados por Hutt empezaban presentando la primera y poco a poco, con la progresiva familiarización del objeto nuevo a través de las sucesivas sesiones experimentales, la segunda iba tomando fuerza hasta llegar a ser predominante. He aquí uno de los gráficos presentados por Hutt (1966) a propósito de la evolución temporal de las dos conductas:



Gráfica 3. Porcentaje de tiempo empleado en (a) investigar el objeto nuevo y (b) juego con el objeto nuevo

La importancia de la dimensión temporal para el estudio de las conductas de exploración ha sido también puesta de relieve por Nunnally y Lemond (1973), que han elaborado un modelo de este tipo con el fin de articular los diferentes procesos implicados en esta clase de conductas. El modelo se sitúa a dos niveles, conductas observadas y procesos psicológicos subyacentes, e integra la mayor parte de los conceptos a los que hemos aludido previamente:

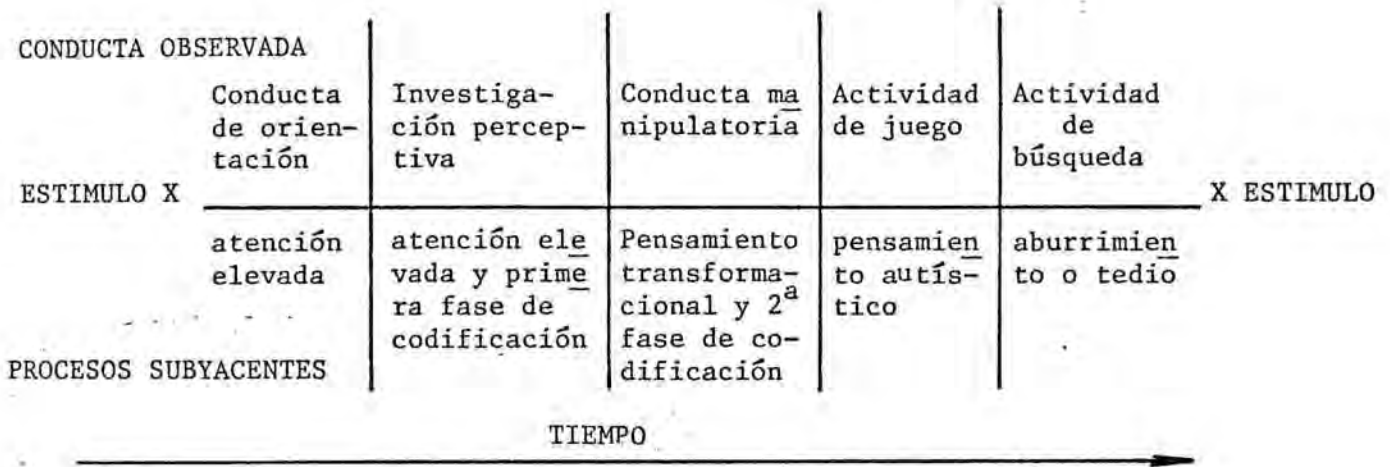


Figura 3. Modelo temporal de la conducta exploratoria

Para que un estímulo desencadene este proceso es necesario que cumpla determinados requisitos, algunos de los cuales, como la novedad y la complejidad, han sido discutidos previamente. Tomemos como ejemplo el objeto nuevo utilizado por Hutt en la investigación descrita más arriba. La primera conducta observable sería una conducta de orientación: los receptores sensoriales se dirigen hacia la nueva fuente de estimulación con exclusión de los otros estímulos. Así, en palabras de Hutt los niños entraban en la habitación y miraban inmediatamente el objeto desconocido, aproximándose a él y formulando preguntas a propósito. La conducta de orientación dura por lo general solamente unos segundos y supone una atención elevada por parte del sujeto hacia el estímulo seleccionado.

Confundiéndose con esta conducta de orientación, se produce la fase de investigación perceptiva que se manifiesta, a nivel de las conductas observables, por acciones tales como mirar fijamente el objeto, escuchar los ruidos que produce,

palparlo, etc. En nuestro ejemplo, el niño mira fijamente la caja, gira a su alrededor obteniendo perspectivas diferentes, toca la palanca, escucha los ruidos producidos al desplazar la palanca, mira los contadores, etc. Si la atención continua siendo elevada, el proceso subyacente fundamental en este momento es la atribución de un significado al estímulo que se está explorando; es el proceso que Nunnally y Lemond llaman "codificación del estímulo". En el lenguaje ordinario, diríamos que el niño intenta identificar el objeto que tiene delante.

Tras la fase de investigación perceptiva, que conduce a una categorización del estímulo, se produce generalmente un período de conducta manipulatoria durante la cual el proceso de codificación continua. Esta actividad tiene como objetivo la comprensión del estímulo en relación con el dominio cognitivo del individuo, y es evidente que corresponde a las conductas clasificadas por Hutt como investigación y cuyo objetivo consiste en "aprender las propiedades del objeto". Coincidiendo con el final de la fase manipulatoria, aparecen una serie de actividades que pueden ser codificadas como juego y que corresponden exactamente a las pautas de conducta descritas también por Hutt. La canalización de la atención hacia el estímulo desaparece y éste entra a formar parte de la fantasía del individuo. Simultáneamente, un cierto tedio o aburrimiento empieza a manifestarse y el organismo se agita molesto y con deseos de emprender nuevas actividades y de buscar nuevas configuraciones de estímulos. La consecuencia es la aparición de un nuevo tipo de actividades cuyo objetivo no es otro que la búsqueda de otras fuentes de estimulación que, una vez encontradas, vuelven a iniciar el proceso. /

El modelo de Nunnally y Lemond nos parece sumamente

atractivo por varias razones. En primer lugar, permite integrar toda una serie de conceptos relativos a la conducta de exploración hasta este momento incoordinados. En segundo lugar, es compatible con la mayor parte de los resultados experimentales obtenidos por autores de procedencia teórica muy diversa y, en especial, con los resultados publicados por Hutt. En tercer lugar, no constituye un esquema rígido y apriorista de la conducta exploratoria, puesto que la secuencia temporal descrita permite múltiples variaciones. Así, si el objeto que desencadena el proceso exploratorio está fuera del alcance real del organismo, caso muy frecuente cuando se estudia el comportamiento humano, es evidente que las fases manipulativa y lúdica o no aparecerán o presentarán características diferentes de las descritas. Del mismo modo, si el proceso de identificación o categorización del estímulo fracasa, o si la investigación perceptiva provoca una reacción de miedo, es muy posible que las fases siguientes no se produzcan. En fin, la importancia más o menos grande de una fase en la totalidad de la secuencia exploratoria dependerá de múltiples factores (naturaleza del estímulo que la desencadena, presencia de otros estímulos, estado del organismo, historia del organismo, etc.) que deben ser delimitados y analizados. En síntesis, Nunnally y Lemond, al proponer este modelo, por insatisfactorio y limitado que puede parecer, han desplazado la problemática tradicional y han recalcado la necesidad de considerar la conducta de exploración en el conjunto de los procesos cognoscitivos del organismo, abriendo de este modo un amplio abanico de posibilidades teóricas y experimentales.

Sin embargo, los cambios conceptuales y el desplazamiento de los centros de interés no son nunca, en el dominio científico, el resultado exclusivo de los esfuerzos o de la originalidad individuales. Las aportaciones de Hutt y de Nunna-

lly y Lemond constituyen en este sentido sendas manifestaciones, a nuestro juicio esenciales, de una tendencia más general que empieza a concretizarse hacia los años 70 y que consiste, como ya hemos dicho, en atribuir una mayor importancia a los aspectos estructurales de la conducta de exploración. Por ello, queremos terminar exponiendo un tercer ejemplo, esta vez de carácter fundamentalmente experimental, que, aunque coetáneo con los anteriores y respondiendo a las mismas preocupaciones, adopta otras perspectivas.

John D. Coie (1973) adopta el paradigma experimental según el cual la intensidad de los efectos motivacionales producidos por las propiedades de los estímulos se traduce en la cantidad de conducta exploratoria presentada por el organismo. Pero su originalidad reside en la creencia de que en la conducta de exploración las diferencias cualitativas son por lo menos tan importantes como las diferencias cuantitativas. La propiedad elegida por Coie es la que se refiere al carácter conflictivo de los estímulos y, de esta manera, su investigación se propone un doble objetivo: encontrar un conjunto de condiciones de estímulos que por su carácter conflictivo evoquen una conducta de investigación en el niño, y obtener medidas cualitativas de los conceptos estructurales del proceso de investigación así provocado.

El punto de partida son dos fenómenos físicos que los niños de la escuela primaria a partir de 7 años pueden ya predecir y explicar sin dificultad. El primero consiste en colocar una rueda de madera sobre un plano con un 6% de inclinación. El niño debe anticipar qué va a suceder y razonar su respuesta, tras lo cual el investigador suelta la rueda y el niño observa como ésta desciende (fig. 4a). En el segundo fenómeno, el plano está completamente horizontal y la rueda

tiene tres agujeros, uno de los cuales, el situado en la posición superior izquierda, se rellena con una barra de plomo. Como en el caso anterior, tras la anticipación y explicación del niño, el experimentador suelta la rueda, que se balancea hacia la izquierda y se para con la barra de metal en el punto tangente con la mesa (Fig. 4b). Estos fenómenos se combinan para producir dos nuevos fenómenos físicos, de los que uno está aparentemente en conflicto con los principios de base de los dos fenómenos anteriores tomados aisladamente. El suceso conflictivo consiste en colocar la rueda con la barra de plomo en la misma posición pero sobre el plano inclinado; cuando el experimentador la suelta, ésta balancea hacia la izquierda, subiendo la pendiente, y se para con la barra de metal un poco más a la izquierda del punto de tangencia de la rueda con el plano (Fig. 4c). El suceso no conflictivo, aparentemente de acuerdo con los dos principios físicos de base y por lo tanto con un elevado índice de predictibilidad, consiste en colocar la misma rueda sobre el plano inclinado pero con la barra de metal en la posición superior derecha; en este caso, al soltarla, la rueda desciende por el plano con un movimiento rápido y excéntrico (Fig. 4d).

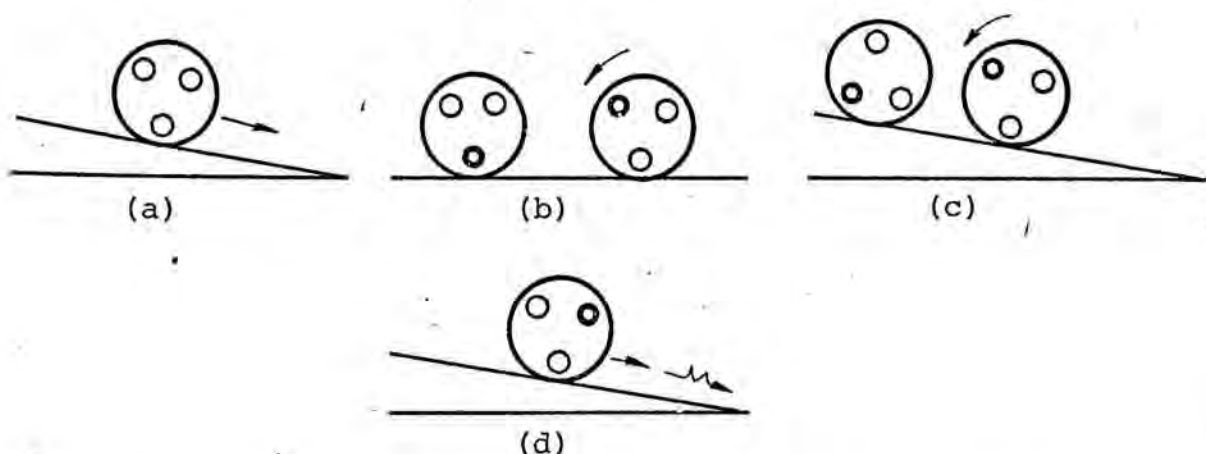


Figura 4. Fenómenos físicos presentados a los sujetos

Todos los sujetos son confrontados con una secuencia de tres fenómenos. Los dos primeros son comunes, mientras que el tercero -suceso conflictivo o no conflictivo- define los grupos experimentales. De los 47 sujetos utilizados en esta experiencia, 29 fueron atribuidos al grupo conflictivo y 18 al no conflictivo, pero además cada grupo se componía de dos subgrupos según que la edad de los sujetos estuviera comprendida entre 6 y 8 años o entre 10 y 12 años.

Todos los sujetos, independientemente de la secuencia seguida, eran invitados a manipular un conjunto de objetos puestos a su disposición con el fin de poder explicar mejor lo que habían visto. Entre los objetos en cuestión había algunos relevantes para el problema -ruedas de diferente diámetro y peso, barras de metal de diferente peso y composición, un plano inclinado móvil y regulable- y otros cuya pertinencia era menos evidente -carretillas de juguete, plastilina, cordeles, bloques de madera, etc-. El niño podía hacer lo que quisiera durante 10 minutos y el experimentador tomaba nota de sus actividades.

La principal innovación de Coie reside en tomar como medida de la variable dependiente no sólo el tiempo empleado por el niño en una actividad de exploración sino también y sobre todo el tipo de actividad exploratoria desarrollada con los objetos. Para resolver el agudo problema de la valoración y tipificación de estas actividades, el autor toma como modelo los criterios del desarrollo del razonamiento en el niño y en el adolescente tal como han sido establecidos por Inhelder y Piaget (1955). La utilización y cuantificación de estos criterios tal como han sido llevadas a cabo por Coie se prestan a importantes críticas teóricas y metodológicas que desaconsejan fuertemente la opción tomada por el autor. Sin embargo,

cabe reconocerle el mérito contraído al insistir sobre la importancia de las relaciones entre los aspectos motivacionales y estructurales de la conducta de exploración. Los aspectos conflictivos o no conflictivos de una configuración de estímulo generan grados diferentes de curiosidad en los niños y esta motivación diferente se refleja en la calidad de la conducta exploratoria que provocan.

V. De la exploración perceptiva a la investigación lógica:
una hipótesis micro y macrogenética

Sheldon White (1965) propuso un modelo jerárquico de los procesos de aprendizaje basado en los cambios observados a determinados niveles del desarrollo en las experiencias de aprendizaje. Estos cambios, que se refieren por igual a los aspectos perceptivos, motivacionales e intelectuales de la conducta, son caracterizados por White como la consecuencia de un cambio brusco de un nivel de respuesta asociativo (*associative level of response*) a un nivel de respuesta cognitivo (*cognitive level of response*), cambio que se opera entre los cinco y los siete años.

En el primer caso, la conducta es considerada como involuntaria y el estímulo, como un todo, es asociado con la respuesta según los principios tradicionales. Las respuestas asociativas no desaparecen con la edad y se pueden observar todavía en los adultos, sobre todo en situaciones relativamente simples en las que las respuestas automáticas son apropiadas. Sin embargo, en las situaciones desconocidas las respuestas asociativas se inhiben para dejar paso a un conjunto de procesos más complejos que caracterizan las respuestas cognitivas. En este caso, el estímulo es codificado, interpretado y relacionado con otros estímulos que pueden ser completamente dife-

rentes en sus características o que se localizan diferentemente en el tiempo y en el espacio. Las respuestas cognitivas presentan un mayor grado de planificación y de sistematización. El paso de las respuestas asociativas a las respuestas cognitivas se relaciona con el cambio de un control pasivo de la atención hacia las propiedades de los estímulos, a una dirección activa de la atención hacia las fuentes de información. No se puede decir, por otra parte, que un nivel de respuestas sea, en absoluto, mejor que el otro, puesto que la mayor o menor adecuación de las respuestas asociativas o cognitivas depende en último término de la naturaleza del problema o de la situación en que se producen.

Wright y Vlietstra (1975) han propuesto recientemente establecer una diferencia entre la conducta de exploración (exploration) y la conducta de búsqueda (search), distinción que concuerda con las establecidas por Berlyne entre exploración diversificada y exploración específica, y por Hutt entre juego e investigación. Tanto la exploración como la búsqueda son conductas cuyo objetivo consiste en obtener una cierta cantidad de información acerca del medio ambiente, pero difieren considerablemente en una serie de aspectos. Así, a nivel causal, la conducta de exploración parece determinada por los estímulos externos y está controlada por las propiedades más sobresalientes de éstos, de tal manera que tanto los estímulos que la provocan y la controlan como las respuestas provocadas son directamente observables. La conducta de búsqueda, por el contrario, está controlada por las necesidades de información definidas por la situación y por sus limitaciones lógicas, de tal modo que las intenciones del niño no son directamente observables, aunque pueden ser inferidas de la continuidad de su conducta. En cuanto a las propiedades mensurables de las respuestas, la exploración es fundamentalmente espontánea,

abierta, rápida, poco sistemática, impulsiva y se manifiesta durante cortas secuencias temporales con poca continuidad de una secuencia a otra; en cambio, la conducta de búsqueda es más sistemática y planificada y suele estar orientada y dirigida hacia un objetivo más o menos explícito y específico, con secuencias temporales más largas y un elevado índice de continuidad. La diferencia es también neta a nivel de las situaciones o problemas que aconsejan la utilización de estas conductas. Cuando el organismo debe familiarizarse con una nueva configuración de estímulos sin ninguna finalidad precisa, la conducta de exploración es la más adaptada y la que predomina; sin embargo, cuando es necesario encontrar una solución correcta a un problema, o alcanzar un objetivo determinado, la conducta de búsqueda presenta ventajas substanciales. Finalmente, hay que resaltar todavía una diferencia importante respecto al momento de aparición y al proceso de desarrollo de ambas conductas, pues la exploración se manifiesta siempre antes que la búsqueda.

Un ejemplo puede ayudar a concretizar esta tipología. En el caso de un niño que entra en un almacén de juguetes y mira, manipula, coge y suelta cuantos juguetes están a su alcance sin ninguna sistematización, es fácil distinguir todas las propiedades atribuidas a la exploración. El niño que, en el mismo contexto, mira coge y manipula determinados juguetes y los compara sucesivamente con el objetivo, por ejemplo, de elegir un regalo para su hermano, está desarrollando una conducta de búsqueda. Sin embargo, como es fácil adivinar, la distinción no es neta ni tajante y el caso sin duda más frecuente en la vida real será el de un continuo vaivén entre la exploración y la búsqueda y viceversa.

Wright y Vlietstra (1975) han aplicado el modelo jerár-

quico de los procesos de aprendizaje de White a estos conceptos de exploración y búsqueda y han formulado una hipótesis explicativa del desarrollo de los procesos exploratorios. El cambio de la exploración a la búsqueda se relaciona con el cambio postulado, a nivel de los procesos de aprendizaje, de un nivel asociativo a un nivel cognitivo de las respuestas.

esquemas de exploración -----> conductas de búsqueda
nivel asociativo de respuestas -----> nivel cognitivo de respuestas
control de la atención por los aspectos más destacados de los estímulos -----> control de la atención por los aspectos lógicos de la situación

La conducta de exploración es un precursor necesario de la conducta de búsqueda. La búsqueda lógica representa una elaboración de la exploración perceptiva y aparece generalmente más tarde en el desarrollo. Sin embargo, los autores insisten en afirmar que no debe entenderse esta afirmación según un modelo de estadios, sino según un modelo en el que todo progreso en la comprensión del medio capacita al niño para estructurar mejor sus conductas exploratorias. La hipótesis es así válida a nivel microgenético: el paso de la exploración a la búsqueda en un lapso relativamente corto de tiempo representa la familiaridad y competencia creciente del individuo frente a una situación determinada; y a nivel macrogenético, o de desarrollo del individuo: el paso del predominio de la exploración al predominio de la conducta de búsqueda supone un cambio importante en la competencia del individuo para adquirir información del medio ambiente. Así, la exploración, aunque pierde su preponderancia con el desarrollo ontogenético, no llega a desaparecer nunca y sigue cumpliendo funciones importantes en los adultos, en especial en determinadas situa

ciones ambientales. Una representación visual de esta doble hipótesis podría ser la siguiente:

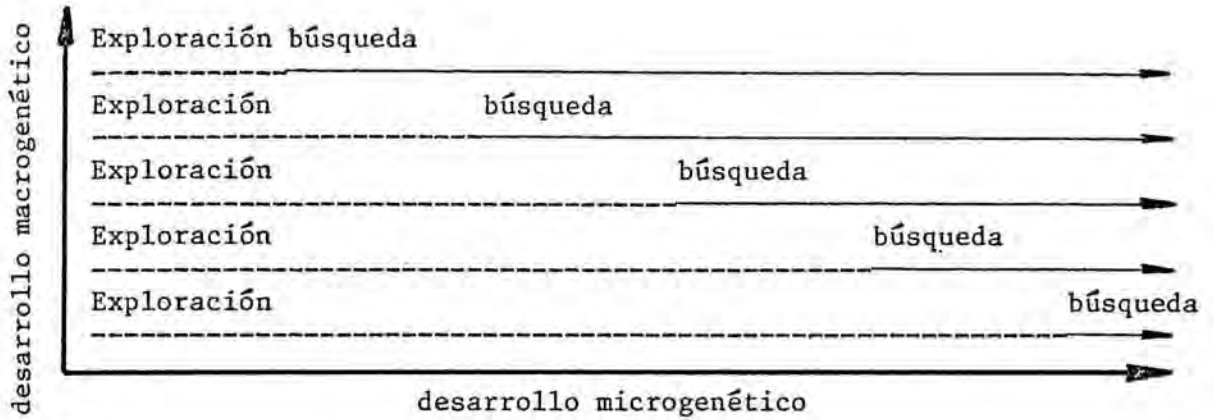


Fig. 5. Desarrollo de las conductas de exploración y búsqueda. (según Wright y Vlietstra, 1975).

Así pues, el ser humano presenta conductas de exploración desde el nacimiento y durante toda su vida, aunque su capacidad y tendencia a organizar sistemáticamente las conductas de búsqueda según modelos lógicos y finalizados aumenta progresivamente. Con la adquisición de la permanencia del objeto entre los 18 y 24 meses, el niño puede buscar con un cierto grado de eficacia un objeto familiar que ha sido escondido, siempre que el objeto mismo y el lugar donde ha sido escondido puedan ser asimilados a esquemas y situaciones familiares. Sin embargo, fuera de estas pautas de conductas bien establecidas, en general la actividad parece controlada por las propiedades de los estímulos que despiertan su curiosidad. Según Wright y Vlietstra, el niño observa y explora el medio fundamentalmente de este modo por lo menos hasta la llegada de las operaciones concretas (a partir de 7-8 años). Ciertamente, en las situaciones más familiares su conducta aparece mejor organizada, pero presenta un grado apreciable de rigidez y cualquier perturbación provoca inevitablemente una vuelta a la ex

ploración asistemática. Hacia los 7-8 años, la conducta infantil gana en sistematización y planificación al mismo tiempo que pierde en rigidez, aunque todavía no es posible la invención de nuevos métodos de búsqueda y su posterior aplicación a situaciones nuevas. En fin, según los dos autores citados, la organización verbal de la memoria y del razonamiento repercute en la organización de la atención selectiva y abre así la posibilidad de crear métodos de búsqueda lógica cada vez más poderosos.

En conclusión, la capacidad de crear y utilizar métodos adecuados para obtener la información necesaria del medio ambiente sería, en esta perspectiva, el resultado de un proceso de desarrollo. La exploración asistemática, desorganizada y controlada por las propiedades de los estímulos dejaría paso progresivamente a las conductas de búsqueda sistemática, lo que implica el desplazamiento del control de la atención hacia los aspectos lógicos de la situación ambiental tal como es percibida por el individuo. De este modo, en el individuo adulto, la exploración quedaría limitada a situaciones completamente nuevas y a situaciones de juego.

SEGUNDA PARTE: REALIZACION EXPERIMENTAL

CAPITULO III. LA INVESTIGACION

I. Objetivos e hipótesis directrices

El punto de partida de nuestra discusión ha sido el problema de la iniciación a las ciencias experimentales -y en particular a la física- en la enseñanza primaria. Tras constatar que dicha iniciación es en la actualidad más bien tardía, ya que de hecho sólo aparece de manera específica en los primeros años de la enseñanza secundaria, una rápida revisión de algunos textos nos ha llevado a la conclusión de que a menudo, implícita o explícitamente, esta situación pretende ser justificada con argumentos cuyo origen se encuentra en las concepciones teóricas y en los descubrimientos experimentales de la psicología genética.

Conscientes de las enormes lagunas que subsisten todavía en nuestro conocimiento del desarrollo psicológico del niño, y conscientes de que, por sus propias limitaciones teóricas y metodológicas, la psicología genética no puede ni pretende ser suficiente para fundamentar una didáctica; conscientes, en definitiva, de que la "psicología del alumno" está todavía por construir, hemos calificado como "ilusionismo psicológico" la actitud que consiste en transponer sin más a la situación pedagógica las opciones teóricas, las técnicas y los resultados experimentales de la psicología y, en particular, de la psicología genética. En este sentido, el ilusionismo psicológico puede dar lugar a praxis aparentemente opuestas, pero que son en realidad el resultado de una misma actitud. A par-

tir del hecho bien establecido de que tal o cual noción no se construye espontáneamente hasta una edad determinada, dos posturas ilusionistas son posibles: se desecha, e incluso se prohíbe, todo intento de enseñar dicha noción hasta la edad establecida; o se procede a aprendizajes masivos específicos con el fin de subsistir la construcción espontánea del niño. Una tercera actitud, que intenta escapar a los cantos de sirena del ilusionismo, consistirá por el contrario en reelaborar todos los conocimientos previos en el contexto escolar: ¿cuál es la verdadera significación psicológica de la noción en cuestión? ¿cuál es su pertinencia en el proceso educativo? O dicho de otro modo, ¿cómo se articula con los objetivos de la enseñanza impartida? ¿cómo intervienen los parámetros escolares en su construcción espontánea? Y, en definitiva, ¿cuáles son los modos de intervención pedagógica que pueden influir en los procesos psicológicos de la construcción de la noción?

Definida la opción, y desechada la tentación cómoda, pero a nuestro juicio fraudulenta, de utilizar mecánicamente los descubrimientos de la psicología en el terreno educativo, deviene posible atribuirles su verdadera importancia y significación. Con respecto a la materia que nos ocupa, la iniciación tardía de hecho a los conceptos y nociones básicas de la física parece plenamente justificada por nuestros conocimientos actuales sobre la representación del mundo físico que el niño construye espontáneamente en el curso de su desarrollo, así como por nuestra comprensión de los mecanismos psicológicos subyacentes a esta construcción y, en especial, por los fenómenos de asimilación y de asimilación deformante que ofrecen serios obstáculos a cualquier intento de modificación de esta representación espontánea. Queda pues la alternativa, si se piensa que hay razones suficientes que aconsejan una iniciación más precoz a esta materia, de darse como objetivo pe-

pedagógico prioritario y aun único la formación de un espíritu científico y experimental. Pero este cambio en los objetivos pedagógicos implica necesariamente no sólo un cambio del contenido, sino también de los métodos de enseñanza: ¡es difícil imaginar a un maestro dando una lección magistral sobre el método experimental a una clase de niños de 7 y 8 años!

La solución que aparece como inmediata, consiste en proponer como punto de partida y base de este proceso educativo la actividad espontánea del niño. Sin embargo, una vez más, está demostrado que el niño no puede poner en marcha espontáneamente el tipo de razonamiento hipotético-deductivo exigido por el método experimental hasta por lo menos los 12 - 13 años. Pero, en coherencia con su óptica constructivista, la psicología genética ha puesto también de relieve toda una serie de comportamientos que, sin alcanzar el alto grado de perfección de las "técnicas científicas" que caracterizan el pensamiento del adolescente, desde mucho antes el niño desarrolla con el fin de adquirir información sobre los objetos que le rodean. Daremos pues un paso más y postularemos que estos comportamientos dirigidos a la investigación de la realidad, conocidos en la literatura psicológica con el nombre de conductas de exploración, constituyen un punto de partida y un soporte adecuados para la iniciación a las ciencias experimentales en la escuela primaria.

Pero es necesario admitir que estas conductas, cuya existencia parece innegable no sólo por motivos teóricos, sino también como resultado de la simple observación del comportamiento cotidiano del niño, nos son de hecho profundamente desconocidas en detalle. A este respecto, como hemos visto, las investigaciones que desde un punto de vista estrictamente experimental y de laboratorio, y más bien desde la perspectiva

de una psicología del niño que de una psicología genética, se han llevado a efecto durante los últimos 25 años, están lejos de proporcionarnos las informaciones apetecidas. En particular las conductas de exploración siguen careciendo, a pesar de los esfuerzos realizados, de una definición precisa y bajo este título se hace referencia a conductas con significaciones psicológicas diversas. Así, algunos autores concuerdan en distinguir por lo menos dos polos en estas conductas: la investigación y el juego, o si se prefiere la búsqueda lógica y la exploración más o menos perceptiva.

A partir de este momento, nosotros adoptaremos una definición amplia de las actividades exploratorias y calificaremos como tales todos los comportamientos, o series de comportamientos, que presentan simultáneamente los siguientes criterios: a) son provocadas por estímulos o configuraciones de estímulos exteriores al organismo y aparecen en ausencia de necesidades biológicas primarias; b) toman como contenido los objetos (o estímulos) que los desencadenan; c) dan lugar a una serie más o menos larga de manipulaciones observables que están organizadas en función de un objetivo preciso, referente al estímulo o configuración de estímulos desencadenantes; d) este objetivo, subyacente y responsable de la organización de las manipulaciones, no aparece necesariamente desde el principio, sino que puede presentarse en el transcurso de las manipulaciones y estar sujeto a modificaciones varias; e) el objetivo no responde a ninguna imposición externa directa; (consigna, instrucciones, etc.); f) en cualquier caso, uno de los resultados de este comportamiento es la obtención de información del objeto o estímulo desencadenante.

Definidas así, las actividades de exploración incluyen tanto las pautas de conducta que en el capítulo precedente han

sido calificadas como juego, como las calificadas como investigación, búsqueda perceptiva o lógica y aún las que relevan de un método experimental riguroso; asimismo, las actividades de construcción que el niño emprende espontáneamente delante de un material dado son también compatibles con nuestros criterios. Por el contrario, las conductas de investigación visual, en la medida en que no dan lugar a manipulaciones observables, quedan excluidas por definición; del mismo modo, todas las manipulaciones de objetos que no responden a un objetivo preciso, explicitado por el niño o inferido por el experimentador, quedan también excluidas.

De todo cuanto precede, es fácil deducir las líneas maestras de la investigación. Nuestra meta no es elaborar una didáctica de la física que incluiría una selección de las nociones y de los conceptos que deben ser enseñados a tal o cual edad y según tal o cual método. Nuestro objetivo, menos ambicioso pero más adecuado al estado actual de nuestros conocimientos, consiste en ofrecer a los niños la posibilidad de elaborar sus propias pre-nociones o nociones intuitivas del mundo físico para que puedan ir modificándolas progresivamente, o eventualmente abandonarlas, y todo ello intentando respetar en la medida de lo posible las variables de la situación escolar. Se trata, en definitiva, de permitir que los niños, colocados en una situación adecuada, puedan iniciarse a esta actitud que está en la base de las ciencias experimentales y que consiste en dialogar con los objetos, en aprender a interrogarlos.

Más concretamente, las hipótesis directrices del trabajo son las siguientes:

1. Las ciencias experimentales, y en particular la física,

son una disciplina cuyo aprendizaje requiere un tipo de actividad determinada por parte del sujeto que aprende. En efecto, favorecer esta actividad que consiste en darse o aceptar un objetivo y en organizar las propias acciones y manipulaciones con el fin de alcanzarlo es un método eficaz para la iniciación a estas materias.

1a. Las actividades espontáneas de exploración, que suponen "la actividad del sujeto" a la que la psicología genética atribuye un papel esencial en la adquisición del conocimiento y en el desarrollo intelectual en general, comportan en sí mismas un gran valor pedagógico. A este título, constituyen el punto de partida idóneo para la iniciación a las ciencias experimentales en la escuela primaria.

1b. Las actividades espontáneas de exploración, por su diversidad y riqueza -propiedades ambas que deben ser demostradas- definen el marco en el cual pueden y deben inscribirse las intervenciones pedagógicas del adulto; así circunscritas, estas intervenciones no deben en principio violar los límites impuestos por las actividades espontáneas de exploración.

2. Habida cuenta de las afirmaciones precedentes, es ineludible la puesta a punto de nuevas investigaciones para estudiar las características, posibilidades y limitaciones de las actividades espontáneas de exploración desarrolladas por los niños cuando son confrontados a un material puesto a su disposición: ¿cuáles son las variables comportamentales de estas actividades? ¿Qué objetivos se dan en los niños espontáneamente? ¿Cómo organizan su actividad para alcanzarlos? ¿Qué hipótesis formulan espontáneamente? ¿Llevan a cabo "experiencias" con hipótesis explícitas y verificaciones sistemáticas?, etc. En particular, el presente trabajo intentará aportar elementos

de respuestas sobre los siguientes puntos:

2a. ¿Qué selección operan espontáneamente los niños sobre los objetos disponibles? ¿Hay una diferencia perceptible en los objetos que despiertan el interés del niño entre los 7-8 años y los 12-13 años?

2b. ¿Qué tipos de conductas exploratorias desarrollan espontáneamente los niños con estos objetos y qué características presentan? ¿Cuál es su evolución en función de la edad? ¿Qué objetivos o problemas son subyacentes a estas actividades?

2c. ¿Cuál es el efecto de la familiarización creciente con los objetos sobre las actividades espontáneas de exploración? ¿Estos efectos son comparables en todas las edades consideradas?

2d. Finalmente, ¿Cuáles son las características de las descripciones que los niños proporcionan sobre sus propias actividades espontáneas?

II. Técnica experimental

Dada la problemática, y el marco psicopedagógico en que se inscribe, nuestra técnica debía cumplir dos requisitos básicos: favorecer la aparición de actividades exploratorias espontáneas y respetar, en la medida de lo posible, las principales variables de la situación escolar. Ha sido pues inevitable adoptar una situación de trabajo en grupo, pero el efectivo de los grupos constituidos ha sido el resultado de un compromiso entre estas condiciones previas y el carácter experimental del trabajo realizado. En este sentido, la investigación ha comportado dos tiempos.

En un primer tiempo, hemos optado por trabajar con la totalidad de la clase. Los niños eran invitados a repartirse en grupos de cinco o seis, según el efectivo total, y cada grupo tenía a su disposición un determinado material que podía explorar y utilizar a voluntad. Esta situación presentaba efectivamente la ventaja de respetar al máximo los parámetros de la clase. Sin embargo, había también un inconveniente mayor: las actividades desarrolladas por los niños eran tan numerosas y complejas que la recogida de datos no pudo ser lo suficientemente sistemática para poder utilizarlos en una perspectiva experimental. Los resultados obtenidos en esta primera fase, que no serán expuestos en las páginas siguientes, han sido utilizados como sondeo y han permitido comprobar la viabilidad de nuestra metodología y afinar la técnica definitiva.

En una segunda fase, hemos procedido a una reducción del efectivo de los grupos experimentales; entre 8 y 10 niños. Cada grupo, seleccionado al azar entre los componentes de una clase, ha sido invitado a desplazarse a la sala de trabajos

manuales de la escuela, donde ha tenido lugar la experiencia. Todo el material estaba expuesto sobre una mesa en un rincón de esta sala. Los niños podían trabajar solos o en grupo, y ninguna restricción ni directiva ha sido dada en lo que respecta al número mínimo o máximo de componentes de un grupo. La consigna ha sido voluntariamente lo más vaga posible:

"Mirad las cosas que os hemos traído...Intentad hacer algo con ellas...lo que queráis...si es posible, haced algo que os parezca interesante".

A continuación, dejábamos a los niños la posibilidad de manipular libremente los objetos expuestos, al mismo tiempo que los experimentadores, dos como mínimo, intentaban seguir, recoger y comprender las actividades espontáneas, interviniendo lo mínimo posible. En cuanto a las preguntas o problemas que aparecían en el curso de las manipulaciones, nuestra actitud fue siempre evasiva. A veces los niños nos llamaban para explicarnos sus descubrimientos y, en este caso, nos limitábamos a recoger sus verbalizaciones; en otras ocasiones, nos llamaban para hacernos preguntas a propósito de tal o cual objeto o problema y, en este caso, nuestra respuesta era siempre del mismo tipo: "y tú, ¿qué piensas de ésto?" o "¿para qué crees que puede servir?" o aun "¿qué podrías hacer para saberlo?", etc. Casi siempre, algunos niños nos decían lo que pensaban y, a veces, las respuestas eran contradictorias, lo que ocasionaba una discusión en el grupo. En estos casos, intentábamos, en la medida de lo posible, asistir a las discusiones como meros espectadores, sin tomar partido; cuando nuestra intervención era requerida insistentemente, nos limitábamos a sugerir la conveniencia de hacer algo con el material, de probar, para poder decidir cuál de las partes en presencia tenía razón.

Cuando la actividad de los niños comenzaba a disminuir sensiblemente, les invitábamos a sentarse delante de una mesa y des dábamos un lápiz y una hoja de papel en la que debían explicar lo que habían hecho durante la sesión de manipulación. La consigna exacta era la siguiente:

"Hemos visto que habéis hecho muchas cosas...para no olvidarnos, nos gustaría que nos explicarais en esa hoja que os hemos dado todo lo que habéis hecho hoy...todas las cosas interesantes que habéis encontrado...si necesitais más papel podéis pedirnoslo...Acordaros de escribir el nombre de los compañeros con los que habéis trabajado".

Aunque en la consigna no se hacía ninguna referencia a los dibujos, toda iniciativa en este sentido era apoyada explícitamente. Los niños más pequeños, y todos los que tenían dificultades para escribir, podían dictarnos si así lo deseaban y nosotros recogíamos sus verbalizaciones escribiendo en su lugar sobre la hoja correspondiente.

Las sesiones siguientes -con intervalos de 6-7 días en función de las limitaciones impuestas por la organización del trabajo escolar- discurrían de manera semejante a la primera. El número total de sesiones con cada grupo ha sido como mínimo de tres, pero eventualmente, cuando los sujetos no habían agotado aún las posibilidades intrínsecas de las actividades presentadas, añadíamos una cuarta sesión si ello era posible.

A) El material

El material utilizado estaba compuesto casi exclusivamente por objetos relativamente familiares a los niños. Aunque heterogéneos, estos objetos estaban estructurados alrededor de un tema general: el AGUA, en la fase de sondeo; el PESO, en la fase experimental. El material AGUA estaba compuesto de los objetos siguientes: cinco palangas de plástico llenas de agua (dimensiones: 60 por 30 centímetros de superficie y 18 centímetros de profundidad), varias esponjas, tapones de corcho, tubos de plástico de diferente diámetro y longitud, clavos, vasos de plástico, embudos, pajas para sorber, planchas de madera y de corcho de dimensiones varias, papel de aluminio, botellas de plástico y de vidrio vacías, arena, tierra, piedras, aceite, vinagre, sal, patatas, zanahorias, azúcar, cola y un hornillo de alcohol.

En el materia PESO figuraban una balanza de Roberval, una balanza con ástil y dos platillos móviles, una balanza romana, varios pesacartas de 100 y de 500 gramos, varios dinamómetros de 250 gramos, 2 kilos y 12 kilos, cubos y paralelepípedos de madera de diferentes dimensiones, arandelas de hierro de dos dimensiones diferentes, poleas, barras de madera, varitas de madera, rieles, tablas de madera, planchas de madera, clavos, cordeles, elásticos, vasos de plástico, muelles, bolas de madera y de corcho de diferente diámetro, martillos, tijeras, chinchetas, tornillos, plastilina, perlas de plástico agujereadas, canicas, piedras y tapones de corcho.

El material desempeña una función muy importante en nuestra técnica, pues los objetos que lo componen constituyen el

soporte de las actividades espontáneas que queremos estudiar y parece evidente que las características del "diálogo" que el niño puede establecer con los objetos dependen, en parte, de las propiedades de éstos. El criterio principal que ha presidido la elección de los objetos que componen el material -además de la familiaridad y de la pertinencia con el tema general- es su carácter polivalente: cada objeto debía poder ser utilizado de diferentes maneras y permitir combinaciones múltiples con los otros objetos. Se pretendía evitar, en la medida de lo posible, la imposición de actividades determinadas por las propiedades particulares de los objetos. En efecto, como hemos visto, la actividad estructurante del sujeto es de una importancia capital y está en la base del valor pedagógico que atribuimos en las actividades espontáneas de explotación. Así, la utilización de instrumentos físicos demasiado complejos hubiera posiblemente canalizado la actividad espontánea de estructuración autónoma.

En cuanto a los temas generales, su elección responde a motivaciones diferentes (1). El tema PESO, que corresponde a la fase experimental de la investigación, ha sido elegido por ser ésta una noción cuya construcción psicogenética es parcialmente conocida en la actualidad. Hemos pensado que nos sería mucho más fácil comprender las actividades espontáneas desarrolladas por el niño en un determinado terreno, si podíamos

(1) La elección del tema agua nos ha sido sugerida en parte por el interés espontáneo que los niños de todas las edades sienten por este elemento. Además, como uno de los temas previstos en la nueva disciplina que se está introduciendo actualmente en las escuelas primarias del cantón de Ginebra -l'environnement- es el agua, la elección de este tema como base de las actividades de exploración de los niños nos pareció oportuna.

disponer de unos conocimientos previos de las nociones o conceptos que el niño construye espontáneamente en relación a dicho terreno. Sin embargo, como veremos más tarde, los sujetos no han estructurado siempre los diversos objetos que componen el material alrededor del tema elegido por nosotros -el peso- y las actividades presentadas han sido de hecho mucho más diversas de lo que esperábamos.

B) Los sujetos.

La investigación ha sido realizada en tres escuelas primarias del cantón de Ginebra. Las tres escuelas están enclavadas en barrios periféricos de la ciudad y presentan características similares: los padres de los niños que asisten a estas escuelas son en su casi totalidad obreros cualificados y en los tres casos hay un elevado porcentaje de hijos de emigrantes, principalmente italianos y españoles. Las escuelas son totalmente gratuitas y dependen del Departamento de Instrucción Pública del cantón.

La fase de sondeo, con el material agua, ha sido realizado íntegramente en una de las escuelas con cinco grupos correspondientes a otras tantas clases de enseñanza primaria (de segundo a sexto) y con una media de 24 niños por grupo. Los intentos de prolongar las actividades espontáneas que expondremos en la tercera parte del trabajo han sido realizados en una segunda escuela con dos grupos de tercero y dos grupos de sexto. Los grupos de sujetos cuyas actividades espontáneas de exploración analizaremos en detalle, pertenecen íntegramente a la tercera escuela y son los siguientes:

Sujetos del nivel II (2° primaria)

Nathalie D.	(8;5)	Frédéric	(7;6)
Andreana	(7;6)	Cédric	(8;3)
Audrey	(8;4)	Nathalie H.	(8;2)
Marc-André	(7;7)	Corinne	(8;3)
Elianne	(9;0)	Stèphan	(8;1)

Edad media del grupo: 8;1

Número de sesiones: tres

Duración de las sesiones: 35, 15 y 32 minutos respectivamente.

Sujetos del nivel III (3° primaria)

Robin	(8;6)	Valèrie	(8;6)
Nathalie	(8;7)	Rafaella	(8;6)
Christina	(8;7)	Yvan	(9;0)
Christophe	(8;6)	Gilles	(9;0)
Christian	(8;5)	Renata	(9;0)

Edad media del grupo: 8;7

Número de sesiones: cuatro

Duración de las sesiones: 35, 35, 35, y 30 minutos respectivamente.

Robin y Rafaella han estado ausentes en la segunda sesión.

Nathalie e Yvan han estado ausentes en la cuarta sesión.

Sujetos del nivel IV (4° primaria)

Sylvie	(9;11)	Didier	(10;0)
Hans	(9;8)	Silvain C.	(10;5)
Silvain R.	(10;0)	Laurent	(9;8)
Anthony	(9;8)	Stéphan	(9;7)

Edad media del grupo: 9;8

Número de sesiones: tres

Duración de las sesiones: 35, 35 y 30 minutos respectivamente.

Sujetos del nivel V (5° primaria)

Fabienne	(10;5)	Patrick	(11;2)
Anne	(10;6)	Thomas	(10;6)
Noëmi	(11;8)	Danielle	(10;7)
Christina	(10;4)	Jeanne	(10;5)
Carole	(11;2)	Eric	(11;2)

Edad media del grupo: 10;9

Número de sesiones: cuatro

Duración de las sesiones: 30, 30, 30, y 30 minutos respectivamente.

Fabienne ha estado ausente en la cuarta sesión.

Sujetos del nivel VI (6° primaria)

Christine G.	(11;9)	Claudine G.	(11;8)
Esther	(11;8)	Jean-Daniel	(11;0)
Françoise	(11;5)	Michel	(11;9)
Jean-Christophe	(11;5)	Yvan	(11;10)
Marco	(12;3)	José	(11;11)

Daniel	(12;10)	Jean Pierre K.	(11;8)
Jean Pierre T.	(12;2)	Mathias	(11;6)
Jean-Luc	(10;11)	Steve	(11;10)
Patricia	(12;0)	Dirk	(11;10)
Claudine F.	(11;10)	Stèphan	(11;7)
Tania	(13;10)	Yolaine	(11;7)
Sabine	(11;5)	Claire-Fortune	(11;10)
André	(11;6)	Hervé	(11;6)
Christine H.	(11;1)	Alexandre	(12;5)

Edad media del grupo: 11;6

Número de sesiones: tres

Duración de las sesiones: 45, 35, y 35 minutos respectivamente. Alexandre ha estado ausente en la primera sesión.

Jean Pierre T., Mathias, Stèphan y Hervé han estado ausentes en la segunda sesión.

André, Mathias, Stèphan, Claire-Fortune y Hervé han estado ausentes en la tercera sesión.

Los 28 sujetos del nivel VI representan el efectivo total de una clase de sexto. Si en este caso hemos guardado toda la clase, como durante la fase de sondeo, la decisión ha sido tomada con el fin de proceder a un intento de prolongar las actividades espontáneas que expondremos más adelante. En este grupo el número de observadores eran tres y la maestra ha estado presente en las tres fases de manipulación libre.

C) La recogida de datos

La observación de las actividades espontáneas y las descripciones que los niños han dado de sus propias actividades

al final de cada sesión constituyen los datos experimentales brutos sobre los que hemos efectuado los análisis sucesivos. Los protocolos de observación de las actividades espontáneas han sido establecidos por dos observadores simultáneamente. Uno de ellos describía y grababa sistemáticamente cada cinco minutos con la ayuda de un magnetofón la actividad de cada niño o de cada grupo en ese momento; en los intervalos, se paseaba de grupo en grupo solicitando explicaciones y precisiones, que eran igualmente registradas, respecto a la actividad desarrollada por sus miembros. El segundo observador desempeñaba el mismo cometido tomando un protocolo escrito y realizando dibujos de los sucesivos momentos de las construcciones emprendidas por los niños.

El protocolo definitivo de observación de cada una de las sesiones experimentales ha sido establecido mediante una comparación y coordinación entre, por una parte, las transcripciones de las cintas grabadas y, por otra, los protocolos escritos. Los protocolos así obtenidos comportan una descripción de la actividad de todos los miembros del grupo con intervalos máximos de cinco minutos, lo que permite seguir la evolución de dicha actividad a lo largo de la misma sesión experimental. En el apéndice nº 1 incluimos dos ejemplos de protocolos de observación correspondientes a la tercera sesión del grupo de sujetos del nivel II y del grupo de sujetos del nivel V, así como las descripciones infantiles obtenidas en ambos casos al final de ambas sesiones.

III. Cuestiones metodológicas

En los capítulos anteriores hemos mostrado como el estudio de las conductas de exploración se encuentra todavía en sus primeros balbuceos. Con la sola excepción de algunas de las características de los estímulos que favorecen o limitan su aparición -la novedad y la complejidad sobre todo-, todavía es imposible determinar cuáles son las propiedades significativas de este tipo de conductas. Esta situación hace prácticamente imposible la viabilidad de un planteamiento experimental clásico con manipulación de las variables y atribución de los valores de éstas a diferentes grupos experimentales pues, repitámoslo una vez más, el problema de base reside en identificar precisamente las variables pertinentes en este contexto y, sobre todo, en conocer su significación. Ciertamente, a pesar de todo, hubiéramos podido aislar algunas de las variables puestas en evidencia por los trabajos efectuados en este terreno y adoptar un planteamiento experimental clásico; sin embargo, ésto sólo hubiera sido posible a condición de renunciar a lo que constituye el núcleo principal de nuestra problemática: el estudio de las actividades espontáneas de exploración como base de la iniciación a las ciencias experimentales en la escuela primaria. Teníamos pues dos opciones opuestas: elegir un planteamiento experimental riguroso cuyos resultados serían necesariamente no sólo difícilmente interpretables, a causa de la imprecisión del marco teórico y conceptual disponible, sino también previsiblemente poco pertinentes para nuestra problemática; o dar una descripción anecdótica de las actividades infantiles, como hemos hecho durante la fase de sondeo, que impide toda utilización experimental de los resultados pero que traduce fielmente la realidad de la clase. Colocados ante esta alternativa, hemos

optado por una posición intermedia que, en nuestra opinión, es la más adecuada a la situación actual del problema que nos ocupa.

La investigación que presentamos puede ser caracterizada, según la terminología al uso en las ciencias humanas (Kerlinger, 1975; Mayntz, Holm y Hübner, 1975) como una investigación exploratoria y descriptiva, en el sentido de que: 1) su objetivo principal consiste en estudiar la naturaleza de un fenómeno psicológico -las actividades espontáneas de exploración- y determinar sus dimensiones pertinentes, y 2) los resultados a los que aspira son la descripción y la clasificación de estos fenómenos así como la formulación de hipótesis más precisas al respecto. Aunque el ideal de llegar a la realización de investigaciones verificativas en torno a las conductas de exploración nos parece legítimo, nuestra opinión es que ello sólo será posible y deseable en un segundo tiempo, a partir de los resultados obtenidos por las investigaciones de carácter descriptivo como la presente.

Sin embargo, las investigaciones descriptivas no se oponen a las investigaciones verificativas en términos de presencia y ausencia de todo tipo de control y de rigor científico. Simplemente, el tipo de control que es necesario tener en cuenta en ambos casos es de naturaleza diferente. Si en las investigaciones verificativas el control está fundamentalmente dirigido a asegurar que las diferencias observadas entre los distintos grupos experimentales se debe única y exclusivamente a la manipulación de la variable independiente (tratamiento administrado), en las investigaciones descriptivas, el control y el rigor, no menos necesarios para su validez, residen principalmente en la coherencia interna del sistema con-

ceptual utilizado para la descripción y clasificación de los fenómenos estudiados.

Por ello, en las páginas siguientes relativas al análisis de los resultados, hemos procedido en un primer momento a una descripción y clasificación de las actividades en función de un conjunto de criterios que están directamente ligados a sus características estrictamente observables: objetos implicados en las manipulaciones, número de sujetos que participan, objeto representado por la construcción, objetivo explícito de las manipulaciones, propiedades de las descripciones proporcionadas al final de la sesión. La preocupación constante de diferenciar este primer nivel de análisis, que intenta permanecer lo más cerca posible de las actividades observadas, de un segundo nivel, en el que forzosamente se plantea el problema de la significación psicológica y psicopedagógica de los resultados obtenidos, no responde sólo a una preocupación de claridad en la exposición, sino que constituye un esfuerzo consciente para evitar la atribución a los datos experimentales de propiedades y características que no les pertenecen: es, en definitiva, el instrumento que nos damos para intentar no caer en la tentación, real en todo tipo de investigación experimental, de una asimilación deformante que consistirá en hacer interpretar a los resultados nuestra propia melodía.

Prácticamente, para cada una de las sesiones experimentales, hemos procedido de la siguiente manera:

- Establecimiento del protocolo de observación, a partir de las observaciones recogidas por los dos experimentadores (observaciones escritas y observaciones registradas en el magnetofón).

- Análisis de la actividad desarrollada por cada niño en función de los criterios siguientes:

- a) para las actividades espontáneas: número de actividades desarrolladas, objetivo de las manipulaciones, objetos representados por las construcciones, material utilizado, colaboración con otros miembros del grupo.
- b) para las descripciones: características formales de la descripción (dibujo, comentarios escritos o ambos), número de actividades citadas, descripción del material, contenido (objetivo u objeto representado), resultado obtenido cuando procede.

Las hojas de análisis correspondientes a la tercera sesión de los grupos de sujetos de nivel II y V aparecen en el apéndice n° 1.

CAPITULO IV. LOS RESULTADOS

I. Elección y utilización del material

Como ya hemos indicado, el material se estructuraba, al menos para nosotros adultos, alrededor del tema general "PE-SO". Todos los objetos presentes debían guardar alguna relación con el tema elegido. Sin embargo, casi todos los objetos eran polivalentes y los niños han podido desarrollar un abanico de actividades mucho más amplio que el esperado en el inicio del trabajo. Un primer conjunto de resultados interesantes consistirá pues, en ver cuáles han sido los objetos elegidos, lo que nos proporcionará una primera idea de cómo los sujetos han asimilado y estructurado el material en función de las diferentes actividades desarrolladas que examinaremos en el punto siguiente.

Ya podemos afirmar, por ejemplo, que la atención de los niños del nivel II y del nivel V se dirige hacia objetos diferentes. Por otra parte, los niños de ambos niveles que manipulan los mismos objetos les imponen actividades diferentes y obtienen, a menudo, resultados diferentes. Pero el solo hecho de que, frente a un conjunto de objetos disponibles, los mismos objetos sean elegidos por unos sujetos y completamente ignorados por otros es ya significativo. El análisis de esta elección discriminativa de los objetos presentados constituye el objetivo del presente párrafo.

En lugar de considerar cada uno de los objetos aisladamente y ver la frecuencia con que ha sido manipulado en cada nivel, hemos empezado por establecer varios grupos de objetos,

lo cual facilita evidentemente el análisis. Pero estos grupos no han sido constituidos a priori, según ciertas ideas previas, sino que ha sido la clasificación que los propios niños han operado sobre el material lo que nos ha guiado en su división en diferentes grupos. Así, por ejemplo, los niños que manipulan las balanzas con dos platillos manipularán también probablemente el pesacartas, pero es muy probable que no se interesen en absoluto por los dinamómetros o la balanza romana. De esta manera, los grupos de objetos constituidos han sido los siguientes:

- GRUPO I. Balanza con dos platillos, balanza con ástil y dos platillos móviles, pesacartas (100 y 500 grs.)
- GRUPO II. Dinamómetros (250 grs., 2 Kg. y 12 Kg.) y balanza romana.
- GRUPO III. Cubos y paralelepípedos de madera de diferentes dimensiones, arandelas de hierro de diferentes dimensiones, guijarros, muelles, bolas de madera y de corcho de diferente diámetro, perlas de plástico agujereadas, canicas, plastalina, vasos de plástico, varitas de madera, tapones de corcho.
- GRUPO IV. Barras de madera, rieles, tablas de madera de diferentes dimensiones, planchas de madera.
- GRUPO V. Poleas, cordeles, elásticos, martillos, clavos, tijeras, chinchetas, tornillos.

El cuadro siguiente resumen la elección del material en

los diferentes niveles en función de esta división en grupos:

○ Ausente o casi ausente

□ Poco frecuente

△ Bastante frecuente

◇ Predominante

	GRUPO I	GRUPO II	GRUPO III	GRUPO IV	GRUPO V
NIVEL II	□	○	◇	○	○
NIVEL III	△	□	◇	○	□
NIVEL IV	△	○	△	◇	○
NIVEL V	△	△	△	□	○
NIVEL VI	△	△	◇	△	△

CUADRO 1. ELECCION DEL MATERIAL

La lectura del cuadro 1 muestra como, mientras ciertos objetos son completamente ignorados, otros se sitúan en el centro de la atención de los niños. Así, los niños del nivel II se han centrado principalmente en los objetos clasificados en el grupo III, y en particular en la plastilina, los cubos y paralelepípedos de madera de todas dimensiones y las varitas de madera. Los pesacartas y las balanzas con dos platillos, sin ser determinantes, aparecen también en algunas manipulaciones. Por el contrario, los dinamómetros y la balanza romana no son nunca objeto de una manipulación específica y, cuando son utilizados (2 veces en las tres sesiones) lo son como "objetos para pesar", con la misma condición que un cubo de madera o una canica. Lo mismo sucede con los objetos de los grupos IV y V.

Los objetos del grupo III siguen siendo los elegidos con mayor frecuencia por los niños del nivel III. Sin embargo, las manipulaciones de los pesacartas y de las balanzas son mucho más frecuentes que en el nivel precedente. Incluso los dinamómetros parecen llamar la atención de los niños de este nivel, aunque de manera muy esporádica; por el contrario, la balanza romana no ha sido utilizada y las sugerencias hechas en este sentido no han dado ningún resultado. Si las barras de madera y los rieles han sido también completamente ignorados, los niños del nivel III han presentado por el contrario una tendencia muy marcada a utilizar los martillos.

Los objetos clasificados en el grupo IV, en particular las barras de madera, los rieles o barras de metal y las tablas de madera, ignorados casi por completo en los niveles precedentes, son los principales protagonistas de las manipulaciones de los niños del nivel IV. (Como veremos, esto es debido al descubrimiento de los "circuitos de canicas" y a la

imitación generalizada inmediata). Por otra parte, solamente las balanzas y los pesacartas, así como los objetos del grupo III -sobre todo los cubos, los paralelepípedos y las varitas de madera- tienen una presencia relativamente importante en sus manipulaciones. La balanza romana continua siendo ignorada, o porque no interesa en absoluto a los niños, o porque no conocen su función, o por las dos causas al mismo tiempo. Al principio de la primera sesión, un niño ha tomado la balanza romana sosteniéndola con la mano izquierda, al mismo tiempo que con la derecha suspendía algunas arandelas de los ganchos que se encuentran en el extremo derecho de la barra; ha mirado fijamente el conjunto durante unos instantes, como si esperase ver algún efecto de sus manipulaciones, y después la ha depositado sobre la mesa, desinteresándose y cambiando de actividad.

La casi totalidad de las manipulaciones observadas en el nivel V han girado alrededor de las balanzas: balanza con dos platillos, balanza con ástil y dos platillos móviles, pesacartas, dinamómetros y balanza romana. Otros objetos utilizados -cubos y paralelepípedos, arandelas, canicas, perlas, muelles, barras de madera, etc.- lo han sido en función de las balanzas, siendo considerados como "objetos para pesar" o como elementos útiles para la construcción de balanzas.

Es necesario alcanzar el nivel VI para encontrar todos los objetos presentes con una frecuencia de aparición sensiblemente igual en las manipulaciones espontáneas de los niños. Como veremos a continuación, es muy raro que los niños observados en este nivel se interesen por los diferentes objetos aisladamente. Intentan casi siempre construir objetos complejos a partir de los objetos disponibles. De este modo, los dinamómetros son utilizados para construir "instrumentos para

pesar" más complejos; o las poleas, como los elementos de base para la construcción de los teleféricos, etc.

Podríamos resumir como sigue la evolución observada en la elección que los niños han operado sobre el material: los objetos del grupo I aparecen ya en las actividades de los sujetos del nivel II y son cada vez más frecuentes hasta alcanzar una preponderancia manifiesta en el nivel V. Es precisamente a partir de este nivel cuando los objetos del grupo II adquieren una cierta importancia. Los objetos clasificados en el grupo III, por el contrario, son igualmente frecuentes en las manipulaciones de los niños de todos los niveles, lo que no puede sorprendernos si se tiene en cuenta que son los que materializan con mayor exactitud el criterio de polivalencia al que hemos aludido precedentemente. Los objetos del grupo IV aparecen en las actividades del nivel IV, V, y VI y deberían considerarse, habida cuenta de su naturaleza y de su frecuencia de aparición, como una subclase del grupo III. Finalmente, los objetos del grupo V, y en particular las poleas, los elásticos y los martillos, sólo son utilizados de una manera generalizada en el nivel VI.

Vemos pues que hay una cierta evolución en la preferencia de los niños en cuanto a los objetos manipulados, y podemos ya preveer una evolución paralela de la naturaleza misma de las manipulaciones. En efecto, podemos anticipar, sin gran temor a equivocarnos, que un niño del nivel II que manipula la balanza con ástil y dos platillos móviles no busca el mismo resultado, no persigue el mismo fin, que otro niño del nivel V o VI que manipula la misma balanza. Vemos pues que este análisis de la evolución de los objetos elegidos no es suficiente y puede inducir a valoraciones erróneas; por ejemplo, una varita de madera puede ser utilizada por el niño como un

objeto para pesar, como pasarela de un puente, como brazo de una balanza, como catapulta, como techo de una casa, etc. Evidentemente el significado de la elección de este objeto es diferente en cada caso.

En definitiva, las observaciones relativas a la elección de los objetos por los niños de los diferentes niveles sólo adquirirán su plena significación en el contexto de un análisis de las actividades desarrolladas con ellos ya que, si ignorar un objeto disponible es ya un hecho psicológicamente significativo, la actividad a la que sirve de soporte cuando es elegido varía también con la edad. El estudio de esta evolución será el objeto del punto siguiente.

II. Análisis de las actividades espontáneas

A) Análisis por niveles (cursos)

NIVEL II (2° PRIMARIA)

Las actividades espontáneas observadas a lo largo de las tres sesiones de manipulación libre pueden ser clasificadas de la manera siguiente:

Construcciones que representan objetos estáticos. Se trata de construcciones que intentan respetar en cierto modo algunas de las características figurativas de los objetos representados, que son en general objetos corrientes como casas, castillos, llaveros, collares, perchas, etc., y que calificamos como "estáticos" en el sentido de que no comportan un mecanismo cualquiera de funcionamiento. En este tipo de construcciones

Actividades Sesiones	Construcción de objetos estáticos	Construcción de objetos mecánicos	Construcción de mecanismos	Construcción de juegos	Utilización de las cons- trucciones previas	Actividades centradas so- bre las ba- lanzas
PRIMERA SESION	Nathalie D. Andréana Audrey Marc-André Elianne Frédéric Cédric 7	Marc-André Frédéric Cédric 3		Nathalie H. Corinne 2		Nathalie D. Andréana Audrey Stéphane 4
SEGUNDA SESION	Nathalie D. Andréana Audrey Marc-André Elianne Frédéric Cédric Nathalie H. Corinne 9	Marc-André 1	Marc-André Frédéric Cédric Stéphane 4		Frédéric 1	Nathalie D. Stéphane 2
TERCERA SESION	Andréana Audrey Marc-André Elianne Nathalie H. Corinne 6	Stéphane 1	Andréana Marc-André Elianne Frédéric Cédric Stéphane 6	Nathalie D. Audrey 2	Nathalie D. Audrey Frédéric Cédric 4	Andréana Elianne 2
TOTAL	22	5	10	4	5	8

CUADRO 2 A. CLASIFICACION DE LAS ACTIVIDADES NIVEL II (1).

(1) - Para leer correctamente este cuadro de resultados, como todos los otros relativos a la clasificación de las actividades observadas en los diferentes niveles, debe tenerse en cuenta que cada columna representa una clase de equivalencia cuyos criterios han quedado claramente definidos anteriormente. Su validez exige que cualquiera de las conductas protocolarizadas debe poder incluirse en una de estas categorías, pero solamente en una. La disposición de las columnas de izquierda a derecha, ha sido establecida de manera arbitraria y no implica ninguna ordenación ni valoración de las actividades reseñadas.

Por otra parte, un mismo sujeto puede aparecer en varias columnas a la vez que si ha desarrollado actividades diferentes. Sin embargo, aunque un sujeto repita la misma actividad varias veces durante una sesión, sólo aparece contabilizado una vez.

los niños utilizan sobre todo los objetos del grupo III (ver cuadro 1). Ha sido la actividad observada con mayor frecuencia durante las tres sesiones: sobre un total de 54 actividades contabilizadas, 24 pertenecen a esta categoría. (ver cuadro 2 A).

Construcciones que representan objetos mecánicos. Como en el caso precedente, se intenta reproducir algunas características formales de ciertos objetos corrientes que poseen en la realidad un funcionamiento propio: barcos, aviones, coches, etc. Es una actividad poco frecuente (5 veces en total) y se presenta casi siempre junto con otras de la categoría anterior, lo cual nos hace suponer que estamos en presencia de dos tipos de actividades de significación psicológica muy similar.

Construcciones de mecanismos. Si en las dos categorías precedentes la actividad se limitaba a imitar la forma externa de los objetos representados, ahora, por el contrario, se intenta construir objetos que "funcionen"; el funcionamiento se convierte en la meta de la actividad. Evidentemente, el mecanismo construido suele tener poco en común con el mecanismo de los objetos reales, pero los efectos aparentes del funcionamiento son "grosso modo" los mismos. Hemos incluido en esta categoría las construcciones de catapultas, que han aparecido en la segunda sesión y que se han generalizado en la tercera.

Todas las catapultas construidas reposan sobre el mismo principio:

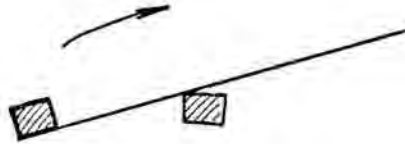


Figura 1. La catapulta

Un cubo de madera es utilizado como soporte, sobre el que se coloca una plancha, en una de cuyas extremidades se coloca otro cubo que será el proyectil y que es impelido por el golpe producido en la otra extremidad. Este principio es mantenido en todas las catapultas construidas y las únicas variaciones corresponden a las dimensiones del soporte, del brazo y de los proyectiles. Asimismo, en la tercera sesión, hemos asistido a la construcción de series de catapultas idénticas, colocadas paralelamente unas al lado de otras, y que eran disparadas al mismo tiempo. La construcción de catapultas, gracias a la generalización de que ha sido objeto a partir de la segunda sesión, presenta una frecuencia total de aparición relativamente importante. (10/49).

Construcción de juegos de mesa. Se trata de una actividad muy poco frecuente (4/49) que consiste en construir el material necesario para desarrollar juegos de competición corrientes en el ambiente del niño. Así, por ejemplo, la construcción de dados con pequeños cubos, o de tableros de parchesi con planchas de madera.

Las actividades centradas en la utilización de las construcciones previamente realizadas no son muy frecuentes (5/49), pero presentan en cambio un gran interés. Es el caso de los

niños que fabrican un juego de mesa para jugar a continuación. El ejemplo más significativo es el de los dos niños (Cédric y Frédéric) que, en la tercera sesión, establecen un verdadero plan de trabajo:

- construcción de "casas", "torres", "castillos" y "montañas" con cubos y paralelepípedos de madera.
- construcción de catapultas según el principio descrito.
- demolición de los edificios construidos apuntando con la catapulta.
- correcciones en las catapultas (cambios de orientación, de proyectil, de soporte) para alcanzar el objetivo.

Finalmente las actividades centradas sobre las balanzas son las terceras en importancia por su frecuencia de aparición (8/49). Los instrumentos manipulados son los pesacartas, la balanza con dos platillos y la balanza con ástil y dos platillos móviles. Pueden distinguirse cuatro tipos de actividades diferentes:

- Pesar uno o varios objetos o, como dicen algunos niños, "medir" el peso. En el caso más simple, se coloca un objeto cualquiera sobre el plato de un pesacartas y se mira hasta donde llega la aguja indicadora; a continuación, se añaden otros objetos o se substituye el primero, repitiendo la misma observación varias veces. Evidentemente, cuando los niños quieren pesar algún objeto utilizando las balanzas, y sin disponer de unidades de peso, encuentran algunas dificultades, resueltas a menudo de manera original. Así por ejemplo, Nathalie D. (8;5), tras hacer un pingüino con plastilina, lo coloca sobre uno de los platillos de la balanza y permanece perpleja algunos instantes. Le preguntamos :

- ¿Qué quieres hacer? - quiero medirlo

- ¿Medir qué? - esto (señala el pingüino)
- ¿Y cómo vas a hacerlo? - con la aguja
- ¿Ah, sí?, ¿cómo? - no lo se ...
- Cuando tengas una idea me llamas, ¿de acuerdo? - Sí.

Diez minutos más tarde nos llama para explicarnos la solución encontrada. Nos enseña un papel que ha pegado al pie de la balanza y sobre el cual ha escrito la cifra "100". A continuación desplaza un poco la aguja hacia la izquierda y dice "200"; la desplaza un poco más hacia la izquierda y dice "300"; y así sucesivamente hasta que la aguja queda perpendicular al soporte, lugar que corresponde a "700".

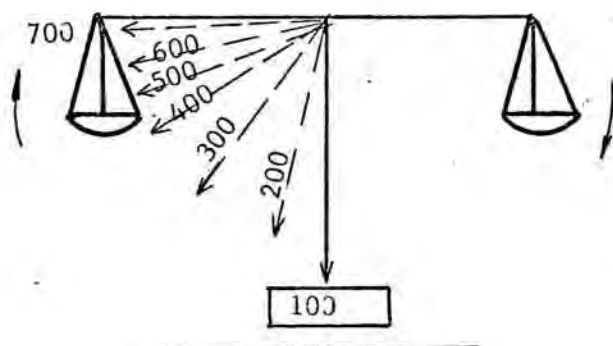


Figura 2. Cómo "medir" el peso de un pingüino

Tras esta explicación, Nathalie D. coloca el pingüino en el platillo de la derecha, señala la punta de la aguja, desplazada algunos centímetros hacia la izquierda, y dice: "200". Cuando le preguntamos cómo sabe que es 200 y no 300, nos responde sin dudar "oh no, 300 es más hacia allá", y señala un punto en el aire un poco más arriba del lugar ocupado por el extremo de la aguja.

- Encontrar el peso máximo o, como dicen los niños, "medir el peso mayor". Colocan uno o varios objetos sobre el platillo de los pesacartas hasta que la aguja indicadora llega al tope. Lo que parece interesarles no son los objetos elegidos, sino el hecho mismo de que la aguja alcance el tope. Así, por ejemplo, Stéphane (8;1) coloca varios objetos sobre el platillo de un pesacartas y, cuando le preguntamos qué está haciendo, responde "he puesto la aguja aquí abajo... intento pesar lo más bajo posible". El mismo niño, en una sesión posterior, coloca varias arandelas de metal en uno de los platillos de la balanza para hacerlo descender "hasta aquí abajo...hago el más pesado...el más pesado posible".

- Comparar el peso de dos objetos o, de dos grupos de objetos, para saber cuál pesa más.

- Hacer el mismo peso o, con sus propias palabras, "hacer partes iguales". Esta actividad, como la anterior, es muy poco frecuente y aparece sólo dos veces en total. El niño comienza por poner varios objetos en un platillo de la balanza y se da como meta la igualación de los platillos o la perpendicularidad de la aguja, para lo cual coloca en el otro platillo cuantos objetos encuentra a su alcance hasta conseguirlo.

Para finalizar con la descripción de este tipo de actividades, señalemos todavía que los niños de este nivel no conocen la diferencia entre el kilogramo y el gramo como unidades de peso. Es decir, conocen los términos, sin duda por haberlos oído muchas veces, pero no les atribuyen ninguna significación precisa. Por ejemplo, Stéphane (8;1) pone un cubo de madera en el pesacartas y lee: "240". Le preguntamos: "240 ¿qué?". Responde: "240 kilos". "Y ¿tú, sabes cuánto pesas?",

le preguntamos de nuevo. "Sí, 25 kilos", responde. "Y el cubo, ¿cuánto pesa?", insistimos. La respuesta es inmediata, sin ningún asomo de duda: "240 kilos". En el mismo sentido, hemos mantenido la siguiente conversación con Andreana (7;6), que ha puesto la balanza romana sobre el pesacartas:

- | | |
|---|--|
| - ¿Qué estás haciendo? | Estoy pesando cosas |
| - ¿Cuánto pesa esto? | 500... (la aguja señala esta cifra) |
| - ¿500 qué? | ... gramos |
| - ¿Cómo gramos? | Hay una g. aquí (en la <u>es</u> cala del pesacartas) |
| - ¿Qué diferencia hay entre un gramo y un kilo? | No lo sé |
| - ¿Cuánto pesas tú? | Yo, veinte... |
| - veinte... | Veinte kilos |
| - ¿Seguro? | ... sí |
| - Podrías pesar 20 gramos | Los gramos son para pesar la comida. ¡Yo no soy comida!. |

Resumiendo, los objetos del grupo III (los que tienen una función menos definida entre todos los presentes) son utilizados por los niños de este nivel para desarrollar tres tipos de actividades principales: las construcciones que intentan imitar la forma externa de objetos corrientes en el medio ambiente, las construcciones que intentan reproducir los efectos de mecanismos igualmente conocidos por los niños y la exploración de las balanzas y los pesacartas. Los dinamómetros y la balanza romana han sido dejados de lado. Las actividades espontáneamente desarrolladas con las balanzas son aún de tipo muy simple y presentan a menudo un carácter puntual. Las balanzas y los pesacartas constituyen en sí mismos un centro de interés y se intenta más bien explorar sus posibilidades y sus límites que utilizarlos como instrumentos con una finalidad posterior (pesar diferentes objetos, ordenarlos por el peso, constituir grupos de objetos de mismo peso, etc.). Los

términos "kilo" y "gramo" son conocidos, pero los conceptos correspondientes no han sido aún adquiridos. No ha habido ningún intento de utilización de unidades de peso.

NIVEL III (3^a PRIMARIA)

Todas las actividades observadas a lo largo de las cuatro sesiones de manipulación libre pueden ser divididas en cinco grandes categorías, cuyas características y frecuencias de aparición son las siguientes:

Las construcciones que representan objetos estáticos es una categoría ya encontrada en el nivel II y que presenta características similares a las antes explicitadas. Los objetos representados más corrientemente, cuya forma externa se intenta imitar, son casas, collares, banderas, llaveros, perros, etc. Hay sin embargo pequeñas particularidades que vale la pena señalar. En efecto, si los objetos imitados son "estáticos", en el sentido de que no poseen un mecanismo propio de funcionamiento, a menudo desempeñan en la realidad una función determinada y, en este caso, los niños hacen construcciones que tienen en cuenta esta función. De este modo, por ejemplo, cuando Christina (8;7), en la primera sesión, construye un llavero, no sólo hace un esfuerzo para imitar la forma sino que intenta hacer un llavero "utilizable". Lo mismo sucede en general con las construcciones de otra naturaleza, como las casas, en cuyo caso el esfuerzo se dirige a reproducir con más exactitud el objeto real: así, vemos aparecer las casas con ventanas, patios, terrazas, escaleras interiores, etc.

Actividades / Sesiones	Construcción de objetos estáticos	Construcción de objetos mecánicos	Construcción de balanzas	Actividades centradas sobre las balanzas y pesacartas	Actividades centradas sobre los dinamóme- tros
PRIMERA SESION	Robin Nathalie Christina Christophe Christian Valèrie Rafaella Yvan Renata 9	Robin Rafaella Renata Gilles 4		Yvan 1	
SEGUNDA SESION	Nathalie Christina Christophe Valèrie Renata Gilles 6	Christophe Christian 2	Nathalie Valèrie Yvan 3	Nathalie Christian Valèrie Yvan Renata Gilles 6	
TERCERA SESION	Christina Christophe 2	Robin Christophe Christian Yvan Gilles 5	Nathalie Valèrie 2	Robin Christophe Rafaella Yvan 4	Robin Nathalie Valèrie Rafaella Yvan Renata Gilles 7
CUARTA SESION	Robin Christina Christophe Christian Valèrie Gilles 6	Robin Gilles 2	Rafaella Renata 2	Robin Christina Valèrie Rafaella Renata Gilles 6	
TOTAL	23	13	7	17	7

CUADRO 3 A. CLASIFICACION DE LAS ACTIVIDADES NIVEL III.

Estas actividades han sido las observadas con mayor frecuencia (23 veces sobre un total de 67), pero hay una evolución en su frecuencia de aparición en las diferentes sesiones de la que nos ocuparemos en detalle más tarde.

Las construcciones que representan objetos mecánicos nos son también conocidas por haberlas encontrado en el nivel anterior. Recordemos que su única diferencia con las precedentes reside en el hecho de que los objetos representados tienen un mecanismo de funcionamiento propio, aunque la imitación se limita a la forma externa. Estos eran los criterios de definición en el nivel II y continúan siéndolo ahora, pero hay una novedad que, aunque puede parecer mínima, está llena de interés. En muchos casos, el niño se limita a imitar única y exclusivamente la forma externa, como cuando intenta representar aviones, cámaras fotográficas, robots, etc., pero en otros casos es evidente un inicio de interés por imitar también algunos de los aspectos más visibles del funcionamiento. Podemos citar los ejemplos de Gilles (9;0) que, en la primera sesión, construye un teleférico intentando por todos los medios que el cordel se deslice suavemente por el hueco de la polea haciéndola girar convenientemente; de Robin (8;6) que, en la cuarta sesión, abandona la construcción de una hélice porque no consigue hacerla girar alrededor de su eje; o de Christophe (8;6) cuando en la tercera sesión hace un coche y atornilla tres poleas a modo de ruedas a una bola para que pueda desplazarse rodando. Señalemos aún que, dada la complejidad de los objetos que se quiere imitar, a menudo estos intentos no tienen éxito y entonces se produce un cambio de actividad, como en el caso de Robin. La construcción de objetos mecánicos ha sido contabilizada 13 veces en las cuatro sesiones, lo que convierte esta actividad en la tercera más importante por la frecuencia de aparición.

Todos los objetos e instrumentos necesarios para lograr con éxito la construcción de balanzas se encuentran entre el material disponible en la sala, lo cual no quiere decir en absoluto que los niños que se dan este objetivo lo consigan sin dificultades. Sucede a menudo que estos niños poseen un conocimiento superficial e incompleto del mecanismo subyacente al funcionamiento de la balanza, así como de su utilización correcta, todo lo cual se traduce en las construcciones que realizan. Tomemos el ejemplo de Nathalie (8;6) y de Valérie (8;6) que, tras haber manipulado la balanza con dos platillos haciendo comparaciones cualitativas entre varios objetos, deciden construir "un peso":

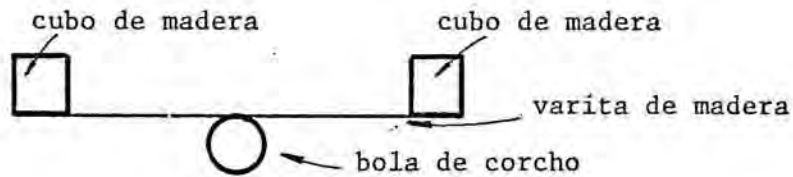


Figura 3. " El peso "

Notemos que el soporte (bola de corcho) está situado en el centro geométrico de la varita de madera a la cual ha sido clavado para asegurar mejor el equilibrio de ésta; además, dos cubos idénticos han sido colocados en cada uno de los extremos a la misma distancia del soporte. Dos ideas parecen subyacentes a esta construcción: el modelo de una balanza con dos platillos y la horizontalidad del brazo de la balanza. Sin embargo, el soporte esférico sigue presentando algunos problemas de equilibrio, incluso tras el intento de fijarlo al brazo con un clavo. Por ello, Nathalie y Valérie abandonan la construcción precedente y hacen una segunda versión del "peso"

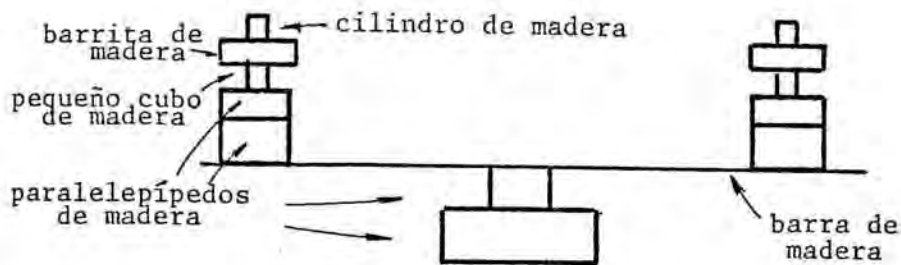


Figura 4. Segunda versión del "peso"

Esta segunda construcción es, como la primera, rigurosamente simétrica. A continuación, cogen un clavo y un resorte para hacer una aguja indicadora del peso. He aquí la conversación mantenida con el experimentador:

- | | |
|----------------------------------|---|
| - ¿Qué queréis hacer con esto? | Una aguja. |
| - ¿Y cómo váis a hacerla? | Precisamente, no lo sabemos |
| - Pero, ¿qué habéis hecho, aquí? | Un peso, hemos puesto lo mismo de cada lado con esto se puede pesar. |
| - ¿Cómo se puede pesar? | ¡Hay lo mismo en los dos lados! |

Las mismas niñas, en la siguiente sesión, hacen todavía otra construcción sobre el mismo tema: dos vasos de plástico llenos de cubos están suspendidos, con cordeles, en los extremos de una barra que se apoya sobre un soporte formado por varios cubos y paralelepípedos. Esta nueva construcción parece estar inspirada en la balanza con ástil y dos platillos móviles, pero el principio es el mismo que en las construcciones anteriores; el problema de la aguja, no resuelto, ha sido eliminado, la construcción sigue siendo completamente simétrica con respecto al soporte, y la horizontalidad del brazo sigue siendo un objetivo de primera importancia.

Renata (9;0) y Rafaella (8;6) hacen en la cuarta sesión una construcción muy parecida a la última versión del "peso" de Natalie y Valèrie, siendo altamente significativo que, cuando se les pregunta qué han hecho, dicen haber hecho algo "para hacer el mismo peso", "para hacer el mismo equilibrio". Las balanzas parecen no tener otra función para los niños de este nivel. La contradicción con que se enfrentan Renata y Rafaella al manipular su propia construcción nos informa también sobre su nivel de comprensión del funcionamiento de una balanza con ástil y dos platillos móviles. El brazo está en posición horizontal, completamente equilibrado, y lo que les sorprende es que, mientras en el vaso de plástico suspendido en la extremidad derecha del brazo hay siete arandelas de metal, en el izquierdo hay ocho, siendo todas las arandelas de la misma dimensión y de idéntico peso. Renata y Rafaella cuentan una y otra vez las arandelas estando convencidas de que "hay que poner las mismas de cada lado". Lo que sucede en realidad es que el vaso de plástico de la derecha está más cerca del soporte que el izquierdo, pero la diferencia no es perceptible y las niñas no llegan a tomar en consideración este hecho.

Las actividades centradas sobre las balanzas y los pesacartas, casi inexistentes en la primera sesión, adquieren una importancia considerable en las sesiones posteriores, llegando a alcanzar una frecuencia total de aparición que las coloca en segundo lugar (17/67). La balanza romana continua siendo completamente ignorada. Las manipulaciones efectuadas, según el objetivo perseguido, presentan características diferentes:

- La actividad simple de pesar uno o varios objetos continua siendo muy puntual y ha sido desarrollada por muy pocos suje-

tos. Sin embargo, es ya más compleja que en el nivel precedente. Por ejemplo, Christophe (8;6) pone un paralelepípedo sobre el pesacartas y lee el resultado: "ésto pesa 100". Después añade un cubo de madera pero la aguja no se mueve, pues ya ha alcanzado el tope: "no se puede saber... ésto pesa 100 ...lo quito...pongo el otro y pesa 50...en total 150".

- La casi totalidad de manipulaciones con las balanzas y pesacartas en este nivel tienen como objetivo hacer el mismo peso, o como dicen los niños "hacer partes iguales" o "hacer equivalente". Esto implica la comparación de dos objetos, o de dos grupos de objetos, que se colocan en cada uno de los dos platillos hasta conseguir que la barra de la balanza quede en posición completamente horizontal o, lo que es lo mismo, que los dos platillos alcancen el mismo nivel. Los ejemplos son abundantes; así, Nathalie y Valérie, al principio de la segunda sesión, intentan equilibrar los dos platillos de la balanza poniendo bolas y canicas para ver "cuántas bolas hacen falta para una bola grande"; Renata, tras una serie de manipulaciones, llega a la conclusión de que "4 redondas (arandelas grandes) pesan lo mismo que 8 pequeñas"; Renata y Rafaella, tras poner en un platillo seis arandelas y una bola de corcho y en el otro siete arandelas iguales y una pequeña bola de madera, concluyen que "es lo mismo...el mismo peso, porque si quitamos las arandelas (de los dos lados) la bola de madera pesa más que la bola de corcho".

Estas comparaciones suelen presentar a menudo problemas interesantes que son resueltos con más o menos acierto. Yvan (9;0) pone una cierta cantidad de clavos en un platillo y va añadiendo canicas en el otro hasta que los dos están en el mismo nivel, explicándonos el sentido de su actividad:

- ¿Qué has encontrado? He podido ver que un clavo pesa más que una perla.
- ¿Cómo lo sabes? Porque aquí hay más perlas que clavos.
- ¿Lo has contado? No, no estoy seguro...
- ¿Puedes saberlo sin contar? ¡Ah, no! voy a hacerlo ... (cuenta) ... 28 clavos... 24 perlas, las perlas pesan menos que los clavos, hay más (¡).

Empieza a haber una utilización práctica, todavía muy elemental, de las unidades arbitrarias de peso. Así, por ejemplo, Christian (8;5) ha estado poniendo cubos de diferentes dimensiones sobre el pesacartas y al final nos dice "cinco pequeños hacen lo mismo que dos grandes". A la pregunta del experimentador de cuántos cubos pequeños serán necesarios para hacer lo mismo que uno de grande, el niño duda: "tres...dos... uno, no, no, tres"; tras probarlo con el pesacartas, constata que "tres es un poco demasiado", pero anticipa que "cuatro grandes seguro que harán lo mismo que 10 pequeños".

Otro hecho interesante es la aparición, en este contexto, de conductas de control y verificación, cuando la lectura de los resultados obtenidos está en contradicción con una idea previamente aceptada. Christina y Valérie ponen dos cubos idénticos de madera, uno en cada platillo, y encuentran que "es extraño...los dos cuadrados son exactamente los mismos y no pesan lo mismo", entonces, para controlar este resultado aparentemente contradictorio, van a buscar un pesacartas para saber si los dos objetos pesan o no exactamente lo mismo.

Las actividades centradas en la manipulación de los dinamómetros son quizás, con alguna excepción, las más puntuales, no dando lugar a ninguna prolongación. Aparecen en la tercera sesión, se generalizan acaparando la atención de casi todos los

niños y desaparecen tan repentinamente como han aparecido. Los dinamómetros, según las observaciones efectuadas, son utilizados con dos objetivos diferentes: suspender objetos "para ver cuánto pesa" y hacer "ensayos de fuerza". Así, por ejemplo, Yvan (9;0) nos enseña un dinamómetro y nos dice que "con esto puedo medir mi fuerza"; lo coge por los extremos, estira todo lo que puede y lee: "¡nueve!...nueve kilos, no, no, kilos no...no lo sé". Renata (9;0) y Rafaella (8;6) han cogido el dinamómetro cuya escala está graduada en gramos y de él suspenden otro cuya escala está graduada en kilos, del cual suspenden a su vez diez arandelas de hierro. Cuando se les pide una explicación, dicen que el peso de las arandelas aparece señalado en el dinamómetro inferior, del cual están suspendidas; en el dinamómetro superior aparece marcado el peso del dinamómetro suspendido de él, pero no el peso de las arandelas, con las que no tiene ningún contacto. Es evidente que el problema de la transmisión del peso todavía no ha sido resuelto por estos niños.

En resumen, aunque las construcciones que intentan imitar la forma externa de los objetos representados siguen siendo la actividad más frecuente, aparece un marcado interés por las balanzas, pesacartas y dinamómetros, lo que da lugar a un conjunto de actividades de exploración de estos instrumentos con prolongaciones interesantes. Asimismo, aparecen las primeras construcciones de imitación de balanzas con actividades que pueden prolongarse a lo largo de toda una sesión e incluso de dos sesiones consecutivas.

Los objetos del grupo III son aún los que gozan de mayor preferencia en los niños de este nivel, puesto que pueden ser utilizados en contextos muy diferentes: construcción de obje-

tos estáticos y mecánicos, construcción de balanzas, manipulación de balanzas (grupo I) y de dinamómetros (grupo II). Asimismo, empiezan a ser utilizados los martillos, las poleas, los cordeles y los elásticos (grupo V) en estas construcciones. La balanza romana es completamente ignorada.

La representación de los objetos estáticos empieza a caracterizarse por el esfuerzo de conseguir una imitación más exacta del modelo. Asimismo se observa la tendencia a intentar reproducir algunos de los aspectos más visibles del funcionamiento de los objetos mecánicos, llegando a producirse un cambio de actividad cuando no se consigue.

La construcción de balanzas pone de manifiesto las lagunas e inexactitudes en la comprensión del funcionamiento de estos instrumentos. Resalta, en particular, la creencia de la necesaria horizontalidad del brazo de la balanza, lo que conduce a algunos niños a fijar el brazo al soporte, clavándolo o utilizando otros medios, con el fin de conseguir su inmovilización. Este mismo hecho viene reforzado por la elevada frecuencia de actividades cuyo objetivo explícito es "hacer el mismo peso", "hacer partes iguales" o "hacer equivalente". Las comparaciones de peso entre dos objetos, o dos grupos de objetos, produce una primera utilización pragmática, no siempre fácil, de lo que podía ser considerado como unidades de peso. Cabe asimismo destacar, las conductas elementales de control y verificación de los resultados que contradicen una idea previamente aceptada.

NIVEL IV. (4° PRIMARIA)

Durante las tres sesiones de manipulación libre, han sido observados los siguientes tipos de actividades:

Actividades Sesiones	Construcción de objetos estáticos	Construcción de objetos mecánicos	Construcción de mecanismos	Actividades centradas so- bre las ba- lanzas
PRIMERA SESION	Sylvie Hans Silvain R. Anthony Didier 5	Silvain R. Silvain G. Laurent Stèphan 4	Sylvie Silvain R. Anthony Laurent Stèphan 5	Sylvie Hans Silvain R. Anthony Didier Silvain C. Laurent Stèphan 8
SEGUNDA SESION	Sylvie Anthony 2		Sylvie Hans Silvain R. Anthony Didier Silvain C. Laurent Stèphan 8	Sylvie Silvain R. Anthony Didier 4
TERCERA SESION			Sylvie Hans Silvain R. Anthony Didier Silvain C. Laurent Stèphan 8	
TOTAL	7	4	21	12

CUADRO 4 A. CLASIFICACION DE LAS ACTIVIDADES. NIVEL IV

La construcción de objetos estáticos es una actividad poco frecuente (ha sido contabilizada 7 veces sobre un total de 44) y aparece únicamente en las dos primeras sesiones. Los objetos construidos son una casa, un puente, una torre de control, un muñeco y un inmueble. Llama la atención el hecho de que todas estas actividades giran alrededor del problema del equilibrio, produciendo a veces, la impresión de verdaderos ejercicios espontáneos sobre el tema, y ello independientemente del objeto que se quiera representar. Así, Sylvie (9;11), mientras construye un objeto que posteriormente calificará como una casa, mantiene con el experimentador el diálogo siguiente :

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| - ¿Qué estás haciendo? | intento que se tenga en pie |
| - ¿Por qué? | ... porque si ... |
| - ¿Y lo consigues? | No muy bien, es difícil. |

Los objetos que el niño toma como modelo, aunque siguen siendo estáticos en el sentido ya explicitado, deben poseer ciertas propiedades y una exigencia cada vez mayor caracteriza estas imitaciones. A este propósito, y siempre en relación con el problema del equilibrio, Silvain R. (10;0) y Anthony (9;8) abandonan la construcción de una torre de control porque "no está bien, no llegamos a mantenerla de pie". Incluso cuando los objetos representados son casas o inmuebles, el tema del equilibrio reaparece con una fuerza tal, que la forma exterior del edificio parece volverse accesoria. Todo sucede como si, entre todas las propiedades de un edificio, los niños toman sólo en consideración la de su estabilidad, y a lograrla dedican sus esfuerzos. Anthony, al principio de la segunda sesión, inicia la construcción de un puente entre dos mesas separadas por unos 80 centímetros; para ello, utiliza dos barras de unos 60 cms. que coloca una enfrente de la otra, reposando cada una en una mesa por un extremo y cuya estabilidad asegura utilizando unos cubos de madera como contrapeso. Como se recordará, entre el material hay barras de madera

cuya longitud es superior a los 80 cms. Habida cuenta de las características de estas actividades de construcción, cabía esperar que hubieran sido más frecuentes de no aparecer los "circuitos de canicas", que han monopolizado toda la actividad a partir de la segunda sesión.

La construcción de objetos mecánicos es la actividad menos frecuente (4/44), apareciendo sólo durante la primera sesión. Los objetos representados son un asador mecánico, un teleférico y una carreta. Como en el caso precedente, los niños de este nivel no se limitan a imitar la forma externa, sino que eligen algunas propiedades de los objetos representados y trabajan sobre ellas. Por esta razón, Laurent (9;8) nos dice que el teleférico que ha construido junto con Stêphan (9;7) "no ha salido bien"; en efecto, para ellos el hecho de que las dos extremidades del teleférico estén situadas a dos alturas diferentes parece ser una propiedad fundamental, y es precisamente este problema el que no consiguen solucionar.

En la rúbrica de las actividades de construcción de mecanismos encontramos en este nivel los "circuitos de canicas", que aparecen en los últimos minutos de la primera sesión y que devienen rápidamente el centro de interés por excelencia. Todo ha empezado con la construcción de un puente a cargo de Silvain R. (10;0) y de Anthony (9;8), para lo cual han colocado dos rieles, uno al lado de otro y separados por unos tres centímetros, entre dos mesas. Encima de las extremidades de los rieles, que reposan sobre las mesas, han amontonado cubos de madera con el fin de impedir que se mueva. A continuación deslizan, por la parte hueca de los rieles dos poleas que sim

bolizan otros tantos coches. Pero las ruedas de las poleas son más anchas que el hueco de los rieles y no consiguen hacerlas rodar. En este momento se produce una intervención del experimentador, que resultará ser determinante, sugiriendo que en lugar de deslizar las poleas quizás sea más fácil hacerlo con las canicas. Los niños aceptan inmediatamente pero, aunque la dimensión de las canicas conviene perfectamente al hueco de los rieles, al estar éstos en posición completamente horizontal, aquellas permanecen inmóviles si no se les empuja con la mano; otra solución consiste en soplar fuertemente sobre ellas para ponerlas en movimiento. Se produce una segunda intervención del experimentador invitándoles a encontrar una solución mejor para hacer rodar las canicas sobre los rieles. Inmediatamente, uno de los niños tiene la idea de poner un cubo debajo de una de las extremidades de los rieles con lo cual éstos quedan en una posición inclinada. El problema inicial está resuelto y basta con dejar una canica en la extremidad superior del riel para que descienda rápidamente. El resultado fascina a todos los niños, que empiezan a reproducir masivamente esta construcción y, aunque la sesión se termina algunos minutos después, el impacto ha sido tal que la reproducción proseguirá en las sesiones siguientes.

Como muestra el cuadro 4 A, todos los niños han construido variantes de "circuitos de canicas" durante la segunda y tercera sesión. El principio de base consiste en hacer descender las canicas por un plano inclinado, delimitando cuidadosamente el recorrido. El número de rieles disponible era limitado y los niños se han visto obligados a encontrar diferentes realizaciones prácticas del mismo principio. Así, por ejemplo, Silvain C. (10;5) utilizará para hacer el plano inclinado una barra ancha de madera sobre la cual traza un sinuoso recorrido con plastilina. Como es lógico, los niños no se limitan a

construir estos recorridos, sino que desarrollan a partir de ellos todo un conjunto de actividades. En primer lugar, hay una actividad de complicación de los circuitos; los primeros contruidos enlazan dos mesas y su longitud es la misma que la del riel que les sirve de base, pero después se hacen progresivamente más largos y en la tercera sesión algunos componían hasta cuatro rieles dispuestos en línea recta. Una variación es el cruce de circuitos a diferentes niveles, lo que supone por lo menos dos planos con diferente pendiente. Otra prolongación interesante consiste en poner una o varias arandelas a una cierta distancia del final del circuito, procediendo a las correcciones necesarias hasta lograr que las canicas (las perlas o simplemente las bolas de madera y de corcho, que empiezan a ser utilizadas a partir de la segunda sesión) pasen a través del agujero de la arandela. Este nuevo objetivo plantea una nueva serie de problemas, como la velocidad y la dirección de la bola al abandonar el plano inclinado, que son generalmente resueltos de manera satisfactoria tras prolongados tanteos con sus correcciones respectivas.

Pero quizá la más frecuente de estas actividades de complicación es la que tiene por objeto el simple relleno o embellecimiento del circuito de base: construcción de puentes con cubos de madera debajo o encima de los rieles, de túneles que tapan los rieles impidiendo ver cómo descienden las bolas, etc.; se trata pues de modificaciones o de adiciones de elementos que no modifican en absoluto el trayecto, pero que confieren a los recorridos un aspecto muy complejo.

Otra actividad derivada, menos frecuente que la anterior pero sin duda mucho más rica en consecuencia, consiste en intentar hacer recorridos en ángulo recto o simplemente curvos. En el primer caso, al final del primer riel los niños colocan

una torre de cubos o de paralelepípedos sobre los que va a chocar la bola al terminar el primer tramo de su recorrido; el segundo riel se encuentra en una posición tal que la bola, tras el choque, cae exactamente en el hueco y comienza la segunda parte de su recorrido; el problema consiste en calcular correctamente la fuerza del choque y la dirección posterior de la bola. Silvain R. (10;0), Didier (10;0) y Sylvie (9;11) presentan un ejemplo de recorrido curvo: al final del plano inclinado han continuado, sobre la mesa, delimitando con pequeños cubos de madera el recorrido que debe seguir la bola; el objetivo que persiguen es que la bola vaya a parar al punto superior de un nuevo plano inclinado que se encuentra un poco desplazado hacia la derecha con respecto al precedente. Para conseguirlo, se han visto obligados a hacer un recorrido curvo, pero la bola, al chocar con los cubos de madera, los desplaza y cae al suelo. En los minutos siguientes la actividad estará dirigida a encontrar cubos que puedan resistir la fuerza del choque y orientarlos adecuadamente para que la bola tome la dirección deseada.

Un último ejemplo de actividad desarrollada a partir de los circuitos nos viene dado por Sylvie (9;11) que pone al final del riel, en la parte inferior del plano inclinado, un grueso cubo de madera que sirve de tope; asimismo, coloca en el hueco del riel, y apoyado en el cubo de madera, un muelle. A continuación, deja rodar una bola por el plano inclinado esperando que, al llegar a la parte inferior y tras chocar con el muelle, volverá a subir recorriendo el camino inverso. Sin embargo, esta anticipación no se cumple y la bola, después de chocar contra el muelle, se para en seco. Silvain R. (10;0), que ha estado observando la actividad de Sylvie, le sugiere que, si quiere hacer subir la bola, tiene que elegir otra que sea más pesada. Las dos niñas proceden seguidamente a una se-

rie de tanteos concerniendo la dimensión y peso de la bola, a la resistencia del muelle y a las dimensiones del cubo utilizado como tope.

Finalmente, hemos de destacar la ausencia de actividades espontáneas dirigidas a resolver problemas tales como intentar que la bola llegue lo más lejos posible, que descienda lo más rápidamente posible, etc. La única información de que disponemos proviene del siguiente diálogo que el experimentador ha mantenido con Silvain R. (10;0), Didier (10;0) y Sylvie (9;11):

- ¿Por qué habéis puesto aquí debajo cuatro cubos y aquí cinco? (en dos circuitos paralelos) Aquí (cinco cubos) las bolas descienden con más impulso...
- ¿Qué bola cae más rápida? Esta (cinco pisos)...es la altura...mira (dejan caer las dos bolas al mismo tiempo en los dos circuitos)
- Y si ponemos la misma altura, pero hacemos uno más largo que el otro... Irá menos rápido el más largo ...sí, sí porque está más alejado y pierde velocidad.
- Y si hacemos descender una bola más gruesa, ésta por ejemplo... Bajará más de prisa, porque es más pesada.
- ¿Seguro? Es como si cogemos un cubo grande y un cubo pequeño y los dejamos caer al mismo tiempo...el cubo grande cae más de prisa (lo hacen, pero no hay ninguna diferencia, sin que por ello se sientan turbados)
- Lo que hace caer más de prisa las bolas, ¿es el grosor o el peso? El peso, el peso...
- ¿Seguro? Sí.

Las actividades centradas sobre las balanzas son las más frecuentes hasta la aparición de los circuitos: todos los sujetos en la primera sesión, y la mitad en la segunda, manipulan las balanzas y/o los pesacartas. Esta actividad desaparece también completamente en la tercera sesión. Sobre el total de las 12 manipulaciones de este tipo que han sido contabilizadas, 9 tienen como objetivo "hacer el mismo peso" o "hacer equivalente". Las tres restantes se dirigen a encontrar "el límite" o el "peso máximo" de los pesacartas. Así, Silvain R. (10;0) va colocando pequeños cubos de madera sobre el pesacartas hasta que la aguja indicadora llega al tope y entonces dice: "tengo la prueba formal...31 cubos para tener el límite de la balanza".

En resumen, aunque los objetos del grupo III siguen siendo bastante frecuentes en las manipulaciones de los niños de este nivel, los rieles, las barras y las planchas de madera (grupo IV) serán los verdaderos protagonistas gracias a la generalización de los circuitos. Estos reposan desde un comienzo sobre el principio del plano inclinado, y dan lugar a todo un conjunto de actividades derivadas que indican el marcado interés que sienten estos niños por los problemas relacionados con el movimiento de los cuerpos. Una característica importante de estas construcciones es que monopolizan por completo la actividad, siendo significativo el hecho de que en la tercera sesión la construcción de circuitos sea la única actividad presentada por todos los sujetos.

Las actividades centradas sobre las balanzas presentan las mismas características que en el nivel precedente, siendo de señalar que la balanza romana y los dinamómetros han sido completamente ignorados. Estas actividades, aunque mucho más puntuales que la construcción de circuitos, son las más frecuentes hasta la aparición de éstos. El objetivo que se inten-

ta conseguir con estas manipulaciones es casi siempre "hacer el mismo peso".

La construcción de objetos mecánicos es una actividad muy minoritaria y no presenta novedades apreciables. En cambio, en la construcción de objetos estáticos, al mismo tiempo que se afirma la tendencia a una imitación más exigente, aparece el problema del equilibrio como tema fundamental.

NIVEL V (5ª PRIMARIA)

El gran protagonista de las actividades de los niños de este nivel durante las cuatro sesiones ha sido la balanza. Todas las balanzas disponibles han sido manipuladas y los niños han pedido a menudo más instrumentos de este tipo, pues los que se encontraban en la sala de experiencia eran insuficientes para satisfacer la demanda. Los pesacartas (de 100 a 500 gramos), la balanza con dos platillos, la balanza con ástil y dos platillos móviles y la balanza romana han servido de base a un conjunto de actividades que analizaremos con detalle a continuación. Hay que señalar sin embargo, el escaso interés demostrado por los dinamómetros, cuya manipulación aparece esporádicamente sólo durante las dos primeras sesiones. La única actividad que no tiene como objetivo o centro de interés uno de estos instrumentos, desarrollada por Thomas (10;6) y Jeanne (10;5) en la tercera sesión y que consiste en encontrar el centro de una plancha de madera, no ha sido una actividad espontánea. En realidad, ha sido sugerida, por no decir impuesta, por el experimentador en un momento en que estos niños no hacían nada concreto y molestaban al resto del grupo.

Actividades Sesiones	Pesar uno o varios objetos	Hacer el mis mo peso	Exploración de balanzas	Construcción. de balanzas
PRIMERA SESION	Fabienne Anne Noémi Christina 4	Christina Carole Patrick Thomas Danielle Jeanne Eric 7	Carole Patrick Thomas Eric 4	
SEGUNDA SESION	Fabienne Anne Noémi Christina Carole Danielle 6	Fabienne Anne Noémi Christina Carole Danielle 6	Anne Noémi Patrick Thomas Jeanne Eric 6	
TERCERA SESION		Fabienne Carole 2	Anne Noémi Christina Danielle 4	Patrick Thomas Jeanne Eric 4
CUARTA SESION		Christina Carole Danielle 3	Anne Noémi Christina Carole Danielle Jeanne 6	Patrick Thomas Eric 3
TOTAL	10	18	20	7

CUADRO 5A. CLASIFICACION DE LAS ACTIVIDADES. NIVEL V

Para comprender mejor estas actividades espontáneas, las hemos agrupado en cuatro categorías. Las cuatro clases de equivalencia así definidas, que aparecen en el cuadro 5 A, recogen la totalidad de las actividades observadas, pero hay algunas de características intermedias entre lo que hemos llamado "pesar uno o varios objetos" y "hacer el mismo peso", cuya atribución a una u otra de estas dos categorías no es siempre fácil. Sin embargo, los protocolos de observación muestran claramente que los niños que comienzan pesando simplemente algunos objetos suelen prolongar esta actividad intentando hacer el mismo peso con otros elementos. Además, la actividad de pesar es más simple y presenta un carácter mucho más puntual, lo cual, junto al hecho de que aparece solamente en las dos primeras sesiones, nos ha conducido a guardar dos categorías diferentes en lugar de fundirlas en una sola.

Así pues, las actividades que consisten en pesar uno o varios objetos, los más simples desde el punto de vista de las manipulaciones realizadas, aparecen casi siempre con los pesacartas y los dinamómetros y consisten en poner objetos diversos sobre el platillo, o en suspenderlos de la pinza, para ver "hasta donde llega la aguja". Fabienne (10;5), Anne (10;6) y Noémi (11;8) colocan varios trozos de plastilina sobre el pesacartas y dicen "esto pesa 200 gramos". Danielle (10;7) acumula varios cubos de madera, muelles, perlas, etc. y anticipa "ahora ya tengo todas estas cosas y voy a ver cuánto pesan". Los niños de este nivel parecen haber superado los problemas de comprensión de los términos "kilo" y "gramo", como muestra el siguiente diálogo mantenido con Danielle que ha suspendido ya del dinamómetro los objetos recogidos:

- | | |
|------------------------|--------------------------------|
| - ¿Qué has encontrado? | Ahora sé cuánto hace todo esto |
| - ¿Cuánto hace? | Esto hace 100 |
| - ¿100 qué? | ... gramos |

- ¿Para qué sirve esto (el dinamómetro)? Para medir el peso, esta máquina mide el peso.
- ¿Y cómo se mide el peso? En kilos
- ¿todo esto pesa 100 kilos? no, no, 100 gramos.
- los gramos, ¿también sirven para medir el peso? ... si, no lo sé, sí, sí, sí.

En el caso de Carole (11;2) y Christina (10;4), esta actividad simple aparece combinada con una actividad de construcción: colocan varios tapones de corcho de tamaño decreciente unos sobre otros haciendo una "torre" sobre el plato del pesacartas; adornan la torre con clavos y perlas cuidando que "esté bien recta" y, al final, miran hasta dónde llega la aguja. Lo que interesa a estas dos niñas no es sólo "cuánto pesa", sino también la construcción realizada.

Las actividades cuyo objetivo explícito consiste en "hacer el mismo peso" son las más frecuentes y se presentan por igual con los pesacartas y las balanzas. Con los primeros, los niños colocan varios objetos sobre la bandeja, miran hasta dónde llega la aguja, los quitan y ponen otros hasta que la aguja indica el mismo peso. He aquí el ejemplo de Carole (11;2) y Christina (10;4):

- ¿Qué estáis haciendo? Hemos puesto este puente (un trozo de madera con esta forma) y hemos visto el peso.
- ¿Por qué queréis ver el peso? Para hacer el mismo peso con esto (pequeños cubos de madera).
- ¿Cómo hacéis el mismo peso? Se pesa y ya está

El procedimiento empleado presenta escasas variaciones cuando se utiliza la balanza. Anne (10;6), Noémi (11;8) y Fabienne (10;5) equilibran los dos platillos poniendo varios

objetos en cada uno. Para saber el peso, cogen todos los elementos de un lado y los colocan sobre la bandeja del pesacartas constatando que "todo esto hace 60", de lo cual deducen que "del otro lado de la balanza hará también 60".

Esta actividad lleva a menudo a establecer una serie de comparaciones entre el peso de los objetos utilizados, como en el caso de Fabienne (10;5) y Carole (11;2), que enuncian de este modo el resultado obtenido: "hemos encontrado que una bola, una bola grande, hace el mismo peso que dos cubos y este cubo pequeño". Superada la dificultad que implica la indiferenciación de los conceptos "kilo" y "gramo", los niños de este nivel se muestran capaces de manipular las unidades de peso, pero todavía no consiguen establecer espontáneamente unidades arbitrarias, como lo ejemplifica el siguiente diálogo mantenido con Christina (10;4) y Carole (11;2) en la cuarta sesión:

- ¿Qué estáis haciendo? Intentamos poner lo mismo
- ¿Cómo? Intentamos poner el mismo peso.
- ¿Qué es ésto? Una balanza.
- ¿Para qué sirve? Para ver el mismo peso.
- ¿Para ver el mismo peso o para ver qué peso? ... Para ver qué peso
- ¿Con esta balanza, ¿podéis ver qué peso? No ... no hay kilos.
- Si tuviéramos kilos, ¿cómo podríamos hacer? Se pone un kilo aquí (en un platillo) y allí (el otro platillo) se ponen cosas has ta un kilo.
- Bueno, no tienes kilos, pero quizás podamos utilizar estos cubos pequeños en lu gar de kilos
- ¿Cuánto creéis que pesa uno de estos cubos? ... tal vez 10 gramos
- Entonces podemos decir que un cubo pequeño vale 10 gramos... ¿os sirve ésto para poder saber cuánto pe san las cosas? ... Sí, pero ... bueno, sí.

A continuación, colocan en un platillo 11 cubos pequeños y en el otro van depositando canicas hasta que los dos quedan equilibrados: "aquí hay 110 gramos y del otro lado es el mismo peso".

Una parte considerable de las actividades clasificadas en la categoría de exploración de balanzas conciernen la balanza romana, y dan lugar a un trabajo de grupo que se prolonga a lo largo de dos sesiones consecutivas, durante las cuales los niños se ven confrontados a una multitud de problemas que van resolviendo progresivamente. Patrick (11;2), Thomas (10;6) y Eric (11;2), tras haber manipulado los pesacartas en los minutos iniciales de la primera sesión, se acercan de nuevo a la mesa sobre la que está expuesto el material y cogen la balanza romana ("Mira una balanza antigua"). Inmediatamente, suspenden varios dinamómetros de los ganchos que se encuentran en un extremo de la barra y desplazan el cilindro de plomo hacia el otro extremo, al mismo tiempo que intentan mantener el brazo en posición horizontal utilizando los dedos como soporte. Como no lo consiguen ("esto no funciona"), substituyen los dedos por una gruesa barra de madera y repiten el mismo procedimiento, aunque el resultado sigue siendo negativo. Después intentan, sin ningún éxito, utilizar un paralelepípedo como soporte, tras lo cual se dirigen al experimentador para comunicarle que "a esta balanza le falta un soporte". Cuando éste les responde que no falta ninguna pieza, se quedan un momento perplejos hasta que uno exclama: "¡Ya lo he encontrado! nos hace falta un gancho para colgarla".

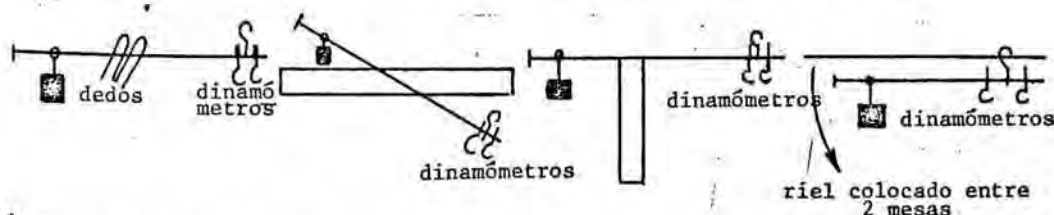


Figura 5. El soporte de la balanza romana

Tras haber colgado la balanza por uno de sus ganchos, colocan de nuevo los dinamómetros y desplazan el cilindro de metal hacia la izquierda, hasta que el brazo queda completamente horizontal. A continuación afirman a gritos que han encontrado "el sistema para pesar con la balanza antigua", y dedican el resto de la sesión a pesar todos los objetos que pueden suspender de los ganchos.

Al comienzo de la segunda sesión, los mismos niños, a los que se ha añadido Jeanne (10;5), cogen la gruesa barra de madera que habían utilizado como soporte anteriormente y, con la ayuda de un gancho, la suspenden de la balanza para pesarla, desplazando convenientemente el cilindro de plomo. Como el gancho de la barra que intentan pesar no se encuentra exactamente en el centro de gravedad, ésta queda un poco inclinada hacia la derecha, por lo que deciden "encontrar el lugar exacto (por donde colgarla) para que la barra no se incline al pesarla". El experimentador les pregunta si creen que la inclinación de la barra puede alterar su peso, a lo que responden negativamente, aunque insisten en que para "pesar mejor" es conveniente que la barra esté horizontal porque "no se sabe nunca". Una vez resueltos los problemas de horizontalidad, un miembro del grupo sugiere que "ahora tendríamos que saber cuánto pesa". En el brazo de la balanza no hay números y las opiniones están divididas: mientras unos creen que hay que empezar a contar por la derecha, otros opinan que se debe comenzar por la izquierda. El resto de la sesión se dedica a resolver este problema. Otros grupos de niños manipulan la balanza romana en la tercera y cuarta sesión. Los protocolos recogidos muestran que los problemas pendientes se refieren a la lectura del peso sobre el brazo y a la supuesta relación existente entre la horizontalidad del brazo y la horizontalidad de la barra que se quiere pesar. Con respecto al primero,

la dificultad reside en el hecho de que sobre el brazo hay una doble escala, para los gramos y para los kilos respectivamente, que no está numerada. Anne (10;6), Danielle (10;7), Noémi (11;8) y Christina (10;4) están pesando una barra de madera:

- Exp.: ¿Ya sabéis cuánto pesa?
Anne.: Si, cinco kilos y seis...
Exp.: ¿cinco kilos y seis...?
Anne.: cinco kilos coma seis.
Exp.: ¿qué significa coma seis?
Anne.: cinco kilos y seis gramos.
Exp.: ¿Cuántos gramos tiene un kilo?.
Anne.: cien.
Exp.: ¿cien gramos?
Noémi.: no, mil gramos.
Anne.: si, mil gramos.
Exp.: entonces, ¿cómo podemos saber si es 6 gramos, 60 gramos o 600 gramos?.
Anne.: 60 gramos.
Exp.: ¿Cómo lo sabes?.
Anne.: No, tiene que ser 600 gramos; es casi el final (del brazo).
Exp.: ¿Cómo habéis colgado la barra?.
Anne.: que esté más o menos derecha, que no se incline.
Exp.: si se inclina...
Anne.: entonces pesa un poco menos.
Exp.: ¿Estais seguras?.
Danielle.: Si, seguro, pesa un poco menos.
Exp.: ¿Estáis todas de acuerdo?.
Noémi.: No, pesa siempre lo mismo, aunque esté así (inclinada).
Christina.: No lo sé.
Anne.: Voy a ver (desplaza el gancho hacia una extremidad de la barra).
Noémi.: Si no toca al suelo pesará lo mismo.

La discusión continua y se producen cambios en el grupo, que está formado por Anne, Noémi y Jeanne cuando nos llaman para explicar que "hemos puesto cuatro anillos (arandelas) de un lado de la barra y cuatro del otro lado...y ahora está bien".

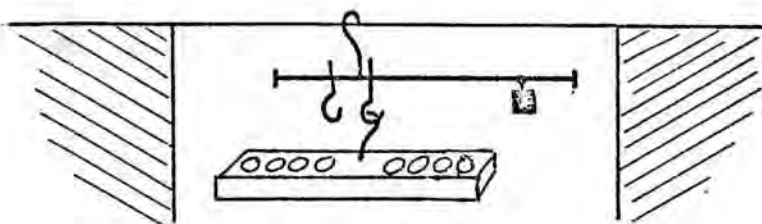
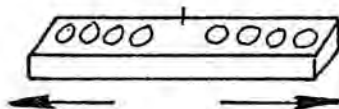


Figura 6. El problema de la horizontalidad en la balanza romana

- Exp.: ¿Qué está bien?
Anne: que lo hemos conseguido.
Exp.: ¡ah!
Anne: la barra está exacta
Exp.: ¿cuál?
Anne: ...las dos: ésta (brazo) y ésta.
Exp.: ¿para qué sirve esta barra? (brazo)
Anne: ¡para ver el peso!
Exp.: ¿Qué quieres decir con eso de que la barra está exacta?
Anne: que hay el mismo peso de este lado y de este lado.



- Noémi: Yo no estoy segura... si la barra (brazo) no está plana, esto quiere decir que no hay el mismo peso que aquí (barra suspendida).
Anne.: voy a poner todos los anillos al mismo lado y vamos a ver si pesa lo mismo... yo digo que no.
Jeanne: Esta barra (el brazo) subirá hacia arriba y ésta también.
Noémi: pesará lo mismo...

La creencia de que el peso de un objeto cambia según su posición espacial es un fenómeno que no se limita a la balanza romana. Así, por ejemplo, Danielle (10;7) en la cuarta se

sión manipula un pesacartas sobre el que ha colocado un cubo al lado de dos pequeñas barritas de madera. A la pregunta del experimentador sobre si, con los mismos objetos, puede lograr se que la aguja indique un peso mayor, responde afirmativamente y propone colocar las dos barritas sobre el cubo. Para lograr un peso menor siempre con los mismos elementos, coloca las barritas de manera que una parte de ellas no se apoya sobre el platillo, afirmando que la parte que sobresale ya no tiene peso. Cuando procede al control de estas anticipaciones, se muestra muy sorprendida de que la aguja indique el mismo resultado en toda circunstancia: "es muy raro, el peso no cambia...yo creo que debería cambiar".

La construcción de una balanza es el último ejemplo de actividad de este nivel que presentamos en detalle para ilustrar qué tipo de problemas los niños se plantean espontáneamente y, sobre todo, cómo intentan resolverlos. Patrick (11;2), Jeanne (10;5), Thomas (10;6) y Eric (11;2) pretenden seguir durante la tercera sesión con la exploración de la balanza romana, que ha sido ya acaparada por otro grupo de niños. Proponen entonces explicar a todo el grupo el funcionamiento de este instrumento, a lo que el experimentador se opone alegando que es mejor que lo encuentren por sí mismos. En este momento surge la idea de "construir nuestra propia balanza". Se aproximan a la mesa sobre la que está expuesto el material y cada uno por su parte, sin mencionar qué tipo de balanza van a hacer ni cómo la van a hacer, empiezan a buscar los elementos necesarios. Unos minutos después han finalizado la primera construcción: una barra con dos vasos de plástico suspendidos en los extremos hace la función del brazo de la balanza, mientras que el elemento elegido para soporte provoca una animada discusión, Jeanne, Thomas y Eric proponen un cubo, pero Pa-

trick se opone argumentando que "si ponemos aquí el cubo, ten dremos que poner más peso en los vasos para hacerla volcar". . En su lugar, propone un prisma triangular de tal manera que el brazo se apoye en una de las aristas. Lo que propone Patrick, aunque no lo formule en estos términos, es en realidad que el punto de contacto entre el brazo y el soporte sea lo más pequeño posible. Esta proposición es finalmente aceptada, pero Thomas sugiere que deberían pegar el brazo y el soporte con un poco de plastilina para que la construcción posea una estabilidad mayor. Patrick se opone con el mismo argumento y obtiene satisfacción. Como a pesar de todo no están muy satisfechos con el soporte, finalmente colocan un riel entre dos mesas y encima el prisma triangular, sobre una de cuyas aristas reposa el brazo de la balanza con los dos vasos de plástico suspendidos en los extremos. Thomas y Jeanne insisten en poner "algo que sea pesado" sobre el brazo, justo en su punto de contacto con el soporte, a lo que sigue oponiéndose Patrick, reproduciendo así de nuevo la discusión entre dos objetivos aparentemente contradictorios: la estabilidad de la construcción y la sensibilidad de la balanza. En este momento se produce una intervención del experimentador:

- | | |
|---|--|
| - ¿Qué habéis hecho? | Una balanza. |
| - ¿una balanza para qué? | Para hacer equivalente. |
| - ¿Cómo? | Para hacer el peso equivalente (señalan los dos lados) |
| - ¿Para qué sirve una balanza? | Para medir el peso. |
| - ¿Y con la balanza que habéis hecho, podéis medir el peso? | ¡Ah, no! sólo se puede hacer equivalente. |
| - ¿Podríais hacer una balanza que mida el peso? | Sí, sí, ... vamos a hacer una balanza de verdad para medir el peso. Tenemos que poner números. |

Patrick, Thomas y Eric dedicarán la cuarta sesión íntegramente a la construcción de "la balanza de verdad con números para medir el peso". Empiezan poniendo un riel entre dos mesas como soporte, sobre el cual, y perpendicularmente, colocan otro que será el brazo. Equilibran el segundo riel sobre el primero y hacen una señal en el punto de contacto, que representa el origen. A continuación, suspenden del extremo derecho del brazo un gran vaso de plástico lleno de arandelas, clavos, muelles y otros objetos. Sobre un pesacartas han colocado otro vaso de plástico vacío que van llenando hasta que la aguja indica quinientos gramos. Este segundo vaso lo suspenden, con ayuda de un cordel, del lado izquierdo del brazo, tanteando hasta encontrar el lugar en el que éste permanece en posición horizontal; justo en este lugar escriben "500"

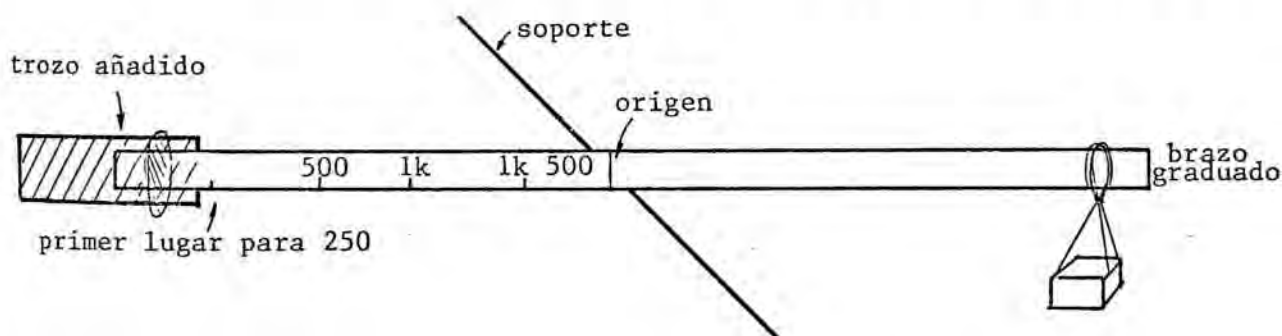


Figura 7. La graduación de una balanza

Repiten el mismo procedimiento con un kilogramo y escriben sobre el brazo: "1k". Para un kilogramo y medio, se limitan a medir con una regla la distancia entre las dos señales precedentes y la transportan a la derecha del lugar señalado con "1k". Como no pueden continuar aumentando el peso por encontrarse la última señal demasiado cerca del origen, deciden continuar con 250 gramos, para lo cual transportan la misma distancia a la izquierda del lugar señalado con "500". El ex-

perimentador, que ha asistido sin intervenir a todo el proceso, les sugiere ahora controlar si el lugar marcado con 250 gramos es el correcto. Cuando suspenden el vaso de 250 gramos, evidentemente el brazo de la balanza bascula hacia la derecha: "ésto no funciona...tendríamos que ponerlo más hacia allá... hay que hacer la barra más larga". Añaden pues un trozo de madera para prolongar el brazo y encuentran el lugar donde la suspensión del vaso que pesa 250 gramos no modifica su horizontalidad. En realidad, la balanza que han construido participa simultáneamente de las propiedades de un sistema de balanza romana y de un sistema de balanza con ástil y dos platillos móviles, lo que origina sus contradicciones.

En resumen, todas las actividades observadas a lo largo de las cuatro sesiones giran alrededor de las balanzas y pesa cartas y consisten en explorar los ejemplares presentes, o en construir otros. Los objetos del grupo I y del grupo II desempeñan pues un papel de protagonistas en las manipulaciones de los niños de este nivel. Los objetos del grupo III y IV, presentes también con bastante frecuencia, son utilizados como "objetos para pesar" o como elementos de base para la construcción de balanzas.

Llama la atención la importancia de la actividad "hacer el mismo peso" que, aunque aparece ya en los niveles precedentes, alcanza aquí su máxima expresión. Los niños de este nivel ya no confunden los kilos y los gramos, pero no hemos podido observar la utilización espontánea de unidades arbitrarias de peso. El peso de un objeto, por otra parte, varía con su posición espacial de tal manera que una barra de madera, por ejemplo, no pesa lo mismo en posición horizontal o en posición inclinada. La construcción de la balanza pone de manifiesto el conflicto entre dos de sus propiedades que los ni-

ños consideran fundamentales: la estabilidad y la sensibilidad. Asimismo, su graduación revela la existencia de un modelo mixto entre la balanza romana y la balanza con ástil y dos platillos móviles.

NIVEL VI. (6° PRIMARIA)

El conjunto de actividades desarrolladas por los niños de este nivel durante las tres sesiones puede subdividirse en cinco grandes categorías de las que solamente tres tienen una frecuencia substancial, las otras dos siendo prácticamente inexistentes.

Las construcciones de lo que, respetando la terminología utilizada precedentemente, hemos llamado objetos estáticos son relativamente frecuentes en este nivel (sobre un total de 75 actividades contabilizadas, 14 pertenecen a esta categoría). Tan sólo tres niños intentan representar con estas construcciones objetos de la vida corriente: un colador (Patricia, 12;0, en la primera sesión), una escalera y una varita mágica (Claudina G. 11;8, en la primera sesión) y una flor (Claudina G., en la tercera sesión). Los once niños restantes construyen verdaderos "sistemas de equilibrio", que a menudo reciben también el nombre de "muros", "puentes" o, como dice Françoise (11;5) en su descripción, "una torre de Pisa cuando todavía no estaba inclinada". Estos sistemas, contruidos con barras de madera, cubos, paralelepípedos, cilindros, arandelas, tapones, etc., tienen siempre varios pisos, tantos como el niño puede añadir sin destruir el equilibrio. Aunque en algunos casos están dotados de dos soportes, en general reposan sobre uno sólo, que suele ser un cubo o un paralelepípedo mayor que los otros. Las "columnas" de cada piso son casi siempre dos, aunque puede haber más, pero en todo caso están colocadas a la

Actividades Sesiones	Construcción de objetos estáticos	Construcción de objetos mecánicos	Construcción de mecanismos	Construcción de balanzas	Manipulación de balanzas
PRIMERA SESION	J.Christophe J. Pierre T, Patricia Claudine G. Jean Daniel Dirk Stéphan		Marco Daniel Jean Luc	Christine G. Esther Françoise Claudine F. Sabine André Michel Yvan José J. Pierre K. Matthias Steve Yolaine Claire-Fortune	Tania Christine H.
	7		Hervé 4	14	2
SEGUNDA SESION	Christine G. Claudine G. Claire-Fortune	Claudine F.	Françoise J. Christophe Marco Daniel Jean Luc Christine H. Jean Daniel Michel Yvan José Dirk	Esther Patricia Sabine André Jean Pierre K. Steve Yolaine Alexandre	Tania
	3	1	11	8	1
TERCERA SESION	Françoise Tania Christine H. Claudine G.		J. Christophe Marco Daniel Jean Luc Jean Daniel Michel Yvan José Jean Pierre K. Steve	Christine G. Esther Jean Pierre T. Jean Luc Patricia Claudine F. Sabine Dirk Yolaine Alexandre	
	4		10	10	
TOTAL	14	1	25	32	3

CUADRO 6 A. CLASIFICACION DE LAS ACTIVIDADES. NIVEL VI

misma distancia del soporte. Esta simetría se acentua con la identidad de los objetos utilizados como columnas en ambos lados. Cuando el esqueleto del sistema está terminado, se suele añadir elementos decorativos: los niños proceden a una cuidadosa elección de estos elementos teniendo en cuenta su color y su forma, y los colocan en lugares tales que no hacen peligrar el equilibrio del conjunto. El resultado final son estas construcciones con mezclas extraordinarias de formas y de colores que pueden ser bautizados con nombres diversos, pero que reposan sobre los mismos principios. Un ejemplo paradigmático nos es ofrecido por la descripción y el dibujo de Claire-Fortune (11;10) al final de la segunda sesión:

"hemos intentado hacer el equilibrio poniendo bloques y trozos de madera, unos sobre otros".

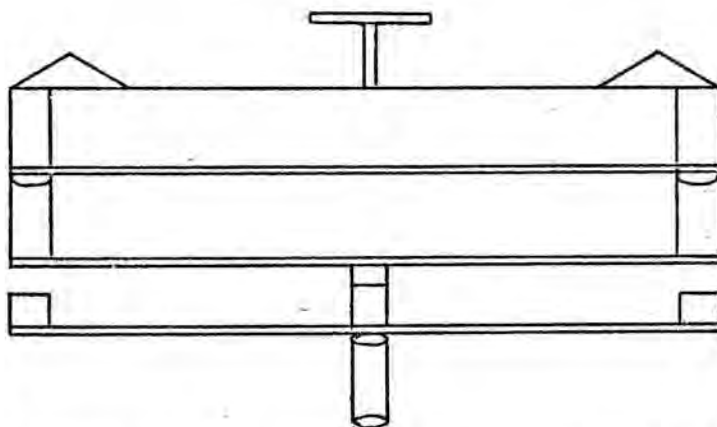
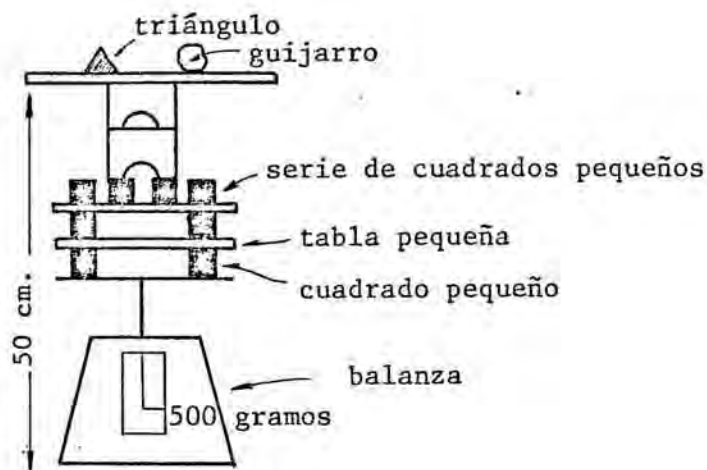


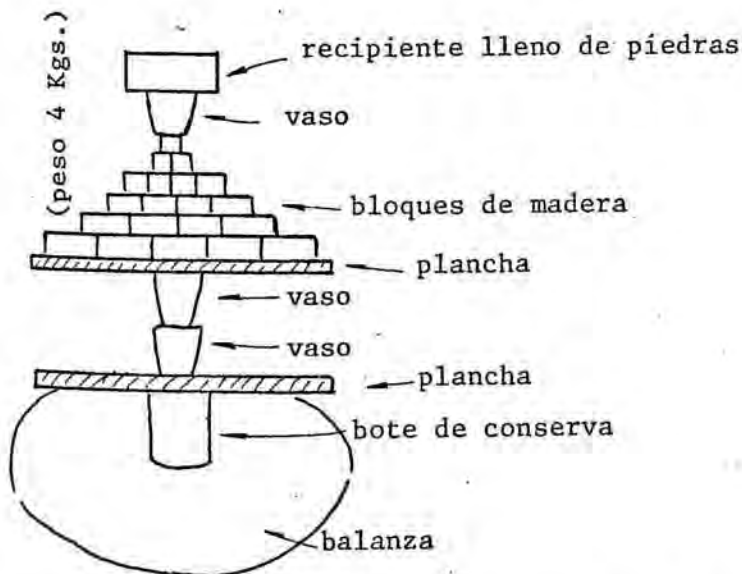
Figura 8. Los "sistemas de equilibrio"

A veces, la bandeja de un pesacartas, o los dos platos de una balanza, pueden hacer la función de soporte. En el primer caso, los niños se interesan simultáneamente al equilibrio total del sistema y al peso indicado por la aguja;

en el segundo, esta preocupación va de par con la inquietud de mantener los dos platillos a la misma altura. He aquí, por ejemplo, las construcciones realizadas por Jean-Christophe (11;2) y Dirk (11;10) respectivamente, tal como aparecen en sus descripciones al final de la primera sesión:



"He querido construir una especie de pared con un puente".



"He querido ver hasta donde podía llegar haciendo la pirámide y cuánto podía pesar"

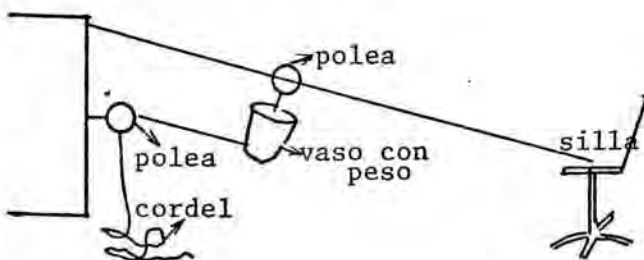
Figura 9. "Sistemas de equilibrio" sobre la bandeja de un pesacartas

La actividad no se limita siempre a la construcción de un sistema que se mantiene en equilibrio, sino que, una vez construido, a menudo los niños proceden a realizar verdaderos ejercicios. Así, Jean-Pierre T. (12;2) construye una pirámide y a continuación pone a prueba su estabilidad: "he hecho una pirámide con 36 cubos de madera; cuando la he terminado, he quitado cuatro cubos y se mantenía, y he quitado un quinto y se ha derrumbado completamente".

Si las construcciones que se limitan a representar la forma externa de determinados objetos mecánicos han desaparecido, en cambio un tercio de las actividades desarrolladas por los niños de este nivel pertenecen a lo que hemos definido como "construcción de mecanismos". Si consideramos los mecanismos representados (tobogán, teléfono, volante, guía y teleférico), el lector se sorprenderá sin duda de que hayamos incluido estas construcciones en la actual categoría y no en la que hace referencia a la imitación puramente formal de lo que hemos llamado objetos mecánicos. La razón es que, a pesar de la identidad de los objetos representados, las actividades que están en su origen presentan características radicalmente distintas. En primer lugar, en casi todas estas construcciones asistimos a la realización de verdaderos proyectos de trabajo que los niños formulan al principio de la sesión y que pueden proseguir durante dos o incluso tres sesiones consecutivas. Y en segundo lugar, aunque no llegan a reproducir con absoluta fidelidad ninguno de estos mecanismos -entre otras razones porque no disponen de los elementos de construcción necesarios-, ya no puede decirse que se limitan a reproducir la forma, o una manifestación externa cualquiera de su funcionamiento. El objetivo explícito es conseguir que el mecanismo construido "funcione", y a lograr una mayor perfección en este funciona-

miento dirigen los niños de este nivel sus esfuerzos, aunque a veces ello suponga que el aspecto de la construcción realizada se aparte cada vez más del aspecto del modelo que está en su origen y que le da su nombre.

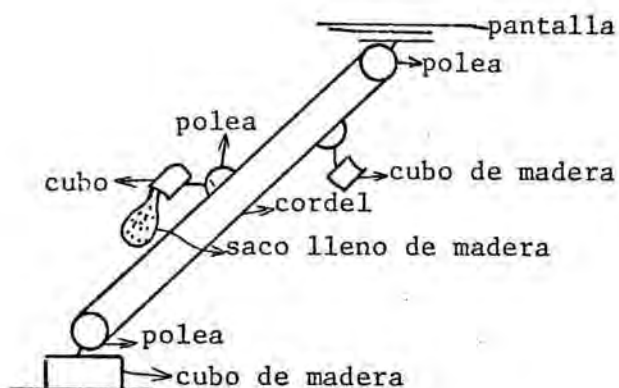
La actividad de construcción de un "teleférico", "montacargas" o "deslizador" ha ocupado, en un momento u otro, a gran parte de los niños que aparecen en esta categoría en el cuadro 6A. En todos los casos, hay una serie de elementos fijos: un cordel de varios metros de longitud se ata por sus exremos de modo que pueda deslizarse por la parte cóncava de dos poleas que lo mantienen tenso; a continuación, se ata la canasta del teleférico (cubo o paralelepípedo de madera, vaso de plástico lleno de piedras, etc.) a un lugar cualquiera del cordel y tirando de este se hace subir o bajar la canasta a voluntad. La diferencia entre el "teleférico" y el "deslizador" es que en el primero las dos poleas están fijadas a diferente altura, por lo que el cordel está en posición inclinada, mientras que en el segundo, al fijar las dos poleas a la misma altura, el cordel permanece en posición horizontal. En todos los casos se han utilizado por lo menos dos poleas, pero a veces se emplea una tercera para suspender la canasta. Evidentemente, el número de variaciones posibles es elevado. He aquí dos ejemplos tomados de las descripciones de Daniel (12;10) y de Michel (11;9) al final de la segunda y tercera sesión respectivamente.



"he hecho un montacargas para subir el peso"

Descripción de Daniel (12;10)

Descripción de Michel (11;9)



Hemos cogido:

- 4 poleas
- 3 cubos de madera
- cordel
- 2 pupitres y una pantalla de proyección, he aquí el resultado:

Figura 10. Los teleféricos

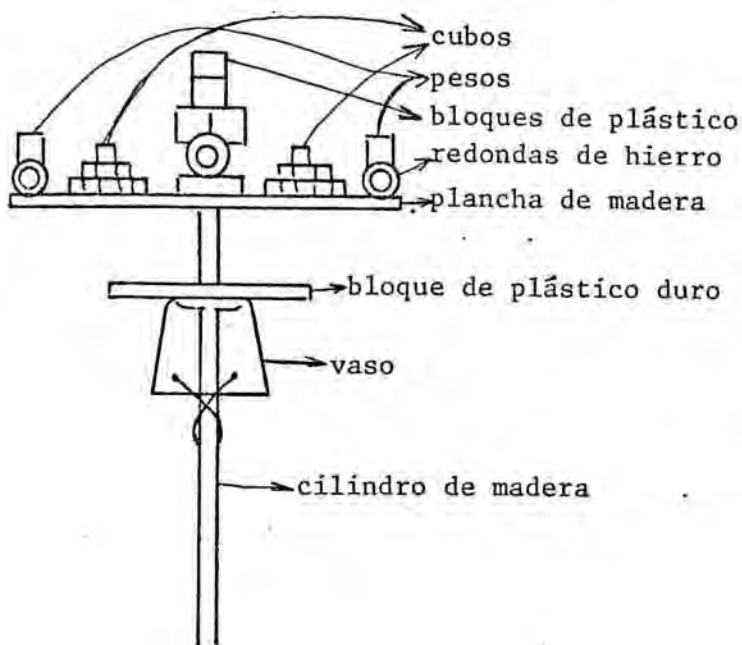
Los niños del nivel VI exploran muy poco las balanzas y pesacartas, y prefieren construirlas ellos mismos procediendo a continuación a una serie de manipulaciones con el fin de poner a prueba su funcionamiento. Las tres actividades (sobre 75) de manipulaciones de balanzas que hemos observado se dan como objetivo "hacer el mismo peso" y presentan las mismas características que en los niveles anteriores. Así, Tania (13;0) nos dice: "he cogido una balanza cualquiera y he puesto bloques, cubos, piedras en vasos de plástico; lo he puesto todo en los dos lados para que haga el mismo peso". Del mismo modo, Christine H. (11;1) nos explica: "he cogido una balanza, he puesto un objeto pesado en una placa y con otros objetos he intentado poner las dos placas paralelas...a veces sale bien y otras no".

Las actividades de construcción de balanzas son muy frecuentes, llegando a totalizar casi la mitad (32/75) del con-

junto de actividades contabilizadas durante las tres sesiones. Pueden clasificarse en tres grupos:

Las balanzas-equilibrio. Se trata de construcciones que aparecen sobre todo en la primera sesión y cuyo resultado final presenta características muy similares a las de los "sistemas de equilibrio" descritos anteriormente. Consisten fundamentalmente en un soporte sobre el que se coloca una barra de madera en equilibrio. El soporte puede comportar diferentes grados de complejidad, y puede ser concretizado por un simple cubo de madera, un cilindro, un paralelepípedo, un vaso de plástico, un cilindro colocado sobre un cubo, un cubo colocado sobre un cilindro que a su vez reposa sobre un vaso, etc. La barra de madera se coloca casi siempre de tal manera que el soporte se encuentra debajo de su centro geométrico. Los objetos que se ponen sobre esta barra, a ambos lados del soporte, presentan una gran variedad: piedras, arandelas, cubos, etc., pero casi siempre ocupan posiciones simétricas con respecto a éste; además, estos objetos suelen tener la misma forma, el mismo volumen y el mismo peso, es decir, que suelen ser idénticos; finalmente, su lugar exacto de emplazamiento responde también en parte a preocupaciones estéticas.

Nuestra hipótesis con respecto a este tipo de construcciones es que los niños se centran en las propiedades de simetría y de equilibrio de las balanzas, mientras que las otras características desaparecen completamente u ocupan un nivel muy secundario. Por decirlo en otros términos, la importancia atribuida a la estabilidad de la construcción implica un sacrificio de la sensibilidad de la balanza. Claire-Fortune (11;10) nos proporciona un ejemplo típico en su descripción de las actividades realizadas en la primera sesión:



"he intentado hacer una balanza con un cilindro de madera para tener el mismo peso de cada lado y al extremo de este bastón había: un vaso, bloques de plástico duro, una plancha de madera y pesos, cubos, redondas de hierro".

Figura 11. Balanza para hacer el mismo peso

El objetivo fundamental parece ser pues la horizontalidad y equilibrio de la barra. La función de estas balanzas no es pesar los objetos, sino "mantener en equilibrio" para "hacer el mismo peso". Veamos cómo los niños lo explicitan:

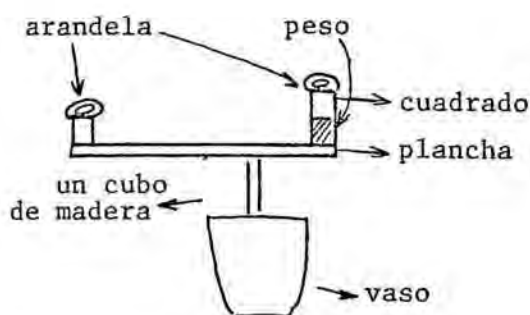
"...he intentado mantener todo esto sobre un triángulo" (Michel 11;9)

"...y de esta manera se mantiene como una balanza" (Christine G. 11;9)

"...y lo he igualado" (Françoise 11;5)

"...para tener el mismo peso de cada lado" (Claire-Fortune 11;10)

Como ya hemos dicho, la simetría es una propiedad esencial de estas construcciones. Hemos encontrado un solo caso de asimetría que vale la pena transcribir por su originalidad. Christine G. (11;9) describe en detalle cómo ha procedido y el material utilizado añadiendo: "...y de esta manera se mantiene como una balanza"



- (1°) se añade un cuadrado en cada extremo
- (2°) se añade una arandela en cada extremo y "Pam, se cae todo"

Figura 12. Balanza asimétrica

Instrumentos complejos para pesar. En este caso, la construcción está suspendida de un clavo, de una barra de madera o de un riel. Los otros elementos utilizados son generalmente dinamómetros de diferente graduación. En estas construcciones, que suelen ser también simétricas y que aparecen sobre todo en las dos primeras sesiones, los autores conceden un interés especial a lograr que las barras o rieles del sistema permanezcan en posición horizontal. En cuanto al objetivo perseguido, he aquí unos fragmentos de las explicaciones dadas por algunos niños que muestran claramente que estos "instrumentos" deberían servir para pesar los objetos:

"...para saber cuánto pesa -ésto" (Sabine 11;5)

"...y ésto nos ha dado el peso" (Yvan 11;10)

"...y hemos hecho un aparato para pesar dos objetos a la vez" (José 11;11).

"...hemos querido saber el peso de la chaqueta" (Yolaine B. 11;7)

Hay a veces una combinación de dinamómetros de diferentes graduaciones que llegan a constituir un sistema jerárquico de medida del peso.

He aquí un ejemplo representativo de esta clase de construcciones que corresponde a la descripción dada por André (11;6) al término de la segunda sesión:

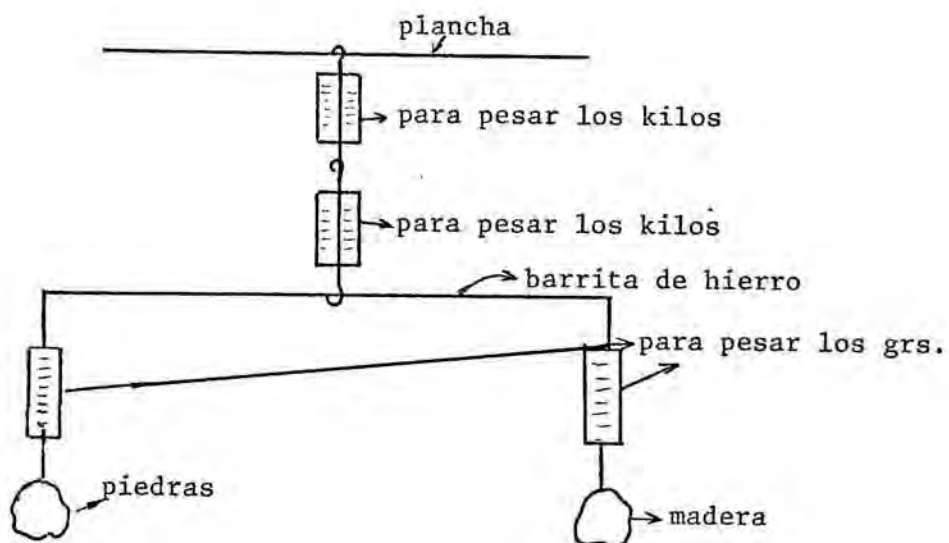


Figura 13. Instrumento para pesar

A pesar de sus declaraciones, es evidente que, si los niños quieren "saber el peso" de un objeto cualquiera, podrían hacerlo mucho más eficazmente utilizando un solo dinamómetro u otra cualquiera de las balanzas disponibles. Delante de una construcción como la realizada por André, es lógico preguntarse cuál o cuáles son los objetos que se intenta pesar y en qué nivel del sistema hay que leer el resultado. Por otra parte, el problema de la horizontalidad y estabilidad de las barras, presente en todas estas construcciones, les confiere un aspecto más parecido a los "sistemas de equilibrio" que a las balanzas propiamente dichas.

Las balanzas simples. A menudo los niños realizan construcciones

nes cuyo modelo es sin duda una u otra de las balanzas que se encuentran entre el material disponible en la sala de experimentación. No hay que creer sin embargo que consiguen imitar de entrada y sin dificultad su funcionamiento. He aquí, por ejemplo, dos construcciones observadas en la primera sesión en las que aparece de nuevo con toda su fuerza la necesidad de asegurar el equilibrio y estabilidad del brazo de la balanza:

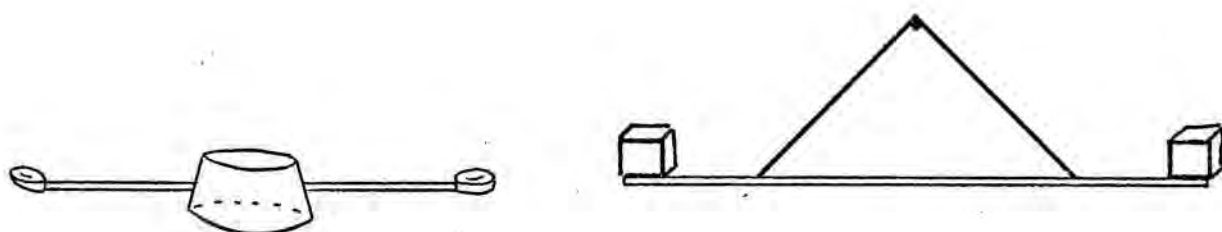


Figura 14. El brazo de las balanzas debe ser estable

Però en general, y sobre todo en la tercera sesión, los niños van mucho más lejos en sus construcciones y consiguen fabricar balanzas más o menos operativas, a veces francamente originales, como nos muestra la descripción de Yolaine (11;7)

objetos empleados

- 1 - barras de madera
- 2 - regla o trozo de madera
- 3 - lápiz que sirve de aguja
- 4 - cordel

explicación del dibujo

Tomar 2 barras de madera y atarlas con un cordel. Mantener el trozo de madera en equilibrio y pegar la regla con el lápiz en el medio. Contrariamente a las otras balanzas, la aguja indica el lado más ligero

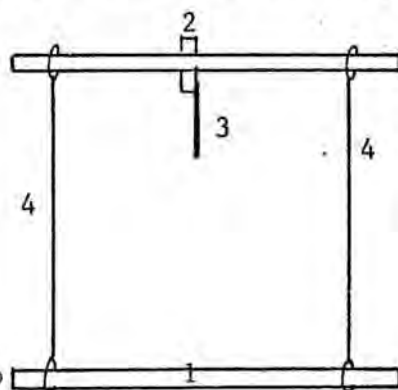


Figura 15. Una balanza que no funciona como las otras

En resumen, el análisis de las actividades espontáneas muestra que el material presentado ha sido percibido por muchos niños como un material de construcción. A través de estas construcciones, aparece un problema interesante que es tratado con multitud de variaciones en este nivel; nos referimos al problema del equilibrio, que está en la base de la casi totalidad de las actividades agrupadas en la rúbrica de construcción de objetos estáticos (sistemas de equilibrio). Asimismo, en la construcción de balanzas, el problema de la estabilidad y horizontalidad del brazo es prioritario, lo que explica el escaso valor operativo de un buen número de las balanzas construidas (balanzas-equilibrio, instrumentos complejos para pesar e incluso algunas balanzas simples).

Esta percepción de los objetos disponibles como material de construcción aparece también en el caso de los dinamómetros, que casi nunca son utilizados aisladamente, sino que son integrados en sistemas más vastos y complejos. Cabe señalar todavía, en el mismo orden de ideas, que la simple manipulación de balanzas no parece despertar el interés de los niños de este nivel.

Todos estos hechos se traducen, a nivel de la elección del material, por una frecuencia de aparición aproximadamente similar de todos los objetos disponibles (ver cuadro 1).

B) Evolución de las actividades en los diferentes niveles

Tras el detallado análisis que hemos efectuado de las actividades espontáneas observadas en cada uno de nuestros grupos experimentales, ha llegado el momento de introducir la variable genética e intentar trazar un cuadro general de evolución de estas actividades. Una tentativa de clasificación aparece en el cuadro 7, pero su interpretación exige unos comentarios previos.

Los números que aparecen en los recuadros representan el número de veces que la actividad correspondiente ha sido observada en el conjunto de las sesiones de experimentación, es decir, su frecuencia total de aparición. Los porcentajes correspondientes, calculados sobre el total de cada línea, aparecen entre paréntesis. Estos totales varían en cada uno de los cinco niveles considerados; así, por ejemplo, en el nivel II hemos contabilizado un total de 49 actividades diferentes, mientras que en el nivel III son 67. Estas diferencias hay que atribuir las en gran parte al hecho de que el número de sujetos, el número de sesiones y la duración de éstas no son constantes.

El recuento ha sido hecho por sesiones. Si un niño desarrolla durante una sesión dos o tres actividades diferentes que pertenecen a la misma categoría, aparece una sola vez en el cuadro. Por ejemplo, el niño que fabrica un avión con plastilina, un coche con trozos de madera y un barco con elementos diversos, todo durante la misma sesión, se contabiliza una sola vez en la columna "objetos mecánicos". Por el contrario, si construye un avión, luego una balanza y finalmente un

castillo con cubos de madera, siempre en el interior de la misma sesión, aparecerá una vez en la columna "objetos mecánicos", una vez en "construcción de balanzas" y una vez en "objetos estáticos". Finalmente, aunque las actividades desarrolladas por un mismo niño en dos o más sesiones puedan ser asimiladas a la misma categoría, son contabilizadas una vez en cada sesión.

Los criterios que nos han servido de base para el establecimiento de las diferentes categorías son los mismos que han presidido la confección de los cuadros 2A a 6A. Sin embargo, como el número y la naturaleza de éstas no son necesariamente los mismos en los cinco niveles, hemos procedido a algunas modificaciones con la intención de simplificar al máximo esta presentación de los resultados, siempre que esta simplificación no supusiese un enmascaramiento de datos especialmente significativos. Así, en la línea correspondiente al nivel II, las columnas "construcción de mecanismos" y "construcción de juegos" han sido fundidas en una sola bajo el título "mecanismos diversos". Como se recordará, estos dos tipos de actividades presentan características similares, siendo la "construcción de juegos" muy poco frecuente en este nivel e inexistente en los otros. En la misma línea, la columna "utilización de las construcciones previas", que aparecía en el cuadro 2A ha sido eliminada. Lo que nos ha conducido a proceder de esta manera es que en los restantes niveles la construcción de mecanismos se entremezcla y confunde invariablemente con todo un conjunto de manipulaciones destinadas a probar su funcionamiento, y cuyo resultado lleva a introducir nuevas modificaciones en los mecanismos iniciales. Así pues, en el cuadro 7 se sobrentiende que la "construcción de mecanismos diversos" y la "construcción de balanzas" incluyen estas actividades de prueba o control de las construcciones realizadas, recordando que

únicamente en el nivel II se ha podido observar la puesta a punto de ciertos mecanismos sin estas prolongaciones posteriores.

La única modificación aportada a la línea correspondiente al nivel III es la fusión de las dos columnas "actividades centradas sobre balanzas y pesacartas" y "actividades centradas sobre dinamómetros" en una sola. Las líneas correspondientes a los niveles IV y VI no han sufrido cambio alguno, mientras que en la del nivel V hemos agrupado en una sola categoría todas las actividades que tienen como base las balanzas, es decir, las columnas "pesar uno o varios objetos", "hacer el mismo peso", y "explotación de balanzas".

Examinar la evolución de una misma actividad en función de los diferentes grupos de edad consiste, no solamente en proporcionar su descripción lo más detallada posible en cada uno de estos grupos, sino también en intentar comprender los problemas cognitivos subyacentes que plantea. Simultáneamente a la evolución de las frecuencias de aparición, que puede leerse en el cuadro 7, asistiremos pues a una evolución de la naturaleza de estas actividades, así como de los resultados a los que conducen.

Actividades Niveles	Actividades de construcción que res- petan los aspectos figurales de los objetos representados				Actividades de construcción de mecanismos				Actividades centradas sobre las balanzas
	Objetos estáticos	Objetos mecánicos	TOTAL		Mecanismos diversos	Balanzas	TOTAL		
	F %	F %	F %		F %	F %	F %	F %	F %
NIVEL II	22 (45)	5 (10)	27 (55)		14 (29)	-	14 (29)	8 (16)	
NIVEL III	23 (34)	13 (19)	36 (53)		-	7 (11)	7 (11)	24 (36)	
NIVEL IV	7 (16)	4 (9)	11 (25)		21 (48)	-	21 (48)	12 (27)	
NIVEL V	-	-	-		-	7 (13)	7 (13)	48 (87)	
NIVEL VI	14 (18)	1 (1)	15 (19)		25 (34)	32 (43)	57 (77)	3 (4)	

CUADRO 7. CUADRO GENERAL DE EVOLUCION DE LAS ACTIVIDADES

La construcción de objetos estáticos, que como se recordará consiste en la reproducción de la forma externa de objetos corrientes que no poseen un mecanismo propio del funcionamiento, es la actividad más frecuente en el nivel II. Presentan a menudo un carácter muy puntual, de tal manera que un mismo niño puede realizar hasta tres o cuatro construcciones de este tipo en la misma sesión. Así, por ejemplo, Corinne (8;3), en la tercera sesión, construye sucesivamente un castillo con cubos de madera, varias casas y puentes con cubos y barras de madera, un pingüino y un hombre con plastilina.

Aunque son todavía muy frecuentes en el nivel III, su importancia disminuye considerablemente. Presentan exactamente las mismas propiedades que en el nivel anterior, pero en algunos casos empieza a observarse una tendencia que se ampliará considerablemente en los grupos de mayor edad. Hay en efecto una mayor preocupación por aproximar al máximo la construcción realizada al modelo real, lo que nos ha hecho decir que en algunos casos los niños no sólo intentan imitar la forma, sino también hacer objetos "utilizables".

Las dos tendencias, cuantitativa y cualitativa, se manifiestan también en el nivel IV. Por una parte, su frecuencia de aparición disminuye de tal manera que este tipo de construcciones pasa a ocupar por primera vez una posición secundaria desde el punto de vista cuantitativo. Pero, por otra parte, la imitación deja de ser global y los niños se centran en una u otra de las propiedades del objeto representado, muchas veces con el consiguiente olvido de las otras. La propiedad elegida con mayor frecuencia suele ser la estabilidad de la construcción realizada.

Este tipo de actividades desaparece por completo en el ni

vel V y cuando vuelve a presentarse en el nivel VI, lo hace bajo una nueva forma. Ya no se trata de actividades que podrían calificarse, con razón o sin ella, como lúdicas, sino que traducen la toma de conciencia de un problema físico en ningún modo trivial para los niños de esta edad (12-13 años). Aunque el problema del equilibrio, o estabilidad de las construcciones, empieza a manifestarse en el nivel IV, alcanza ahora su máxima actualidad con las construcciones que hemos descrito con el nombre de "sistemas de equilibrio".

En resumen, la construcción de objetos estáticos, que está en el origen de algo menos de un cuarto (23%) del total de actividades observadas, es numéricamente importante sobre todo entre los niños de menor edad (7-9 años) y su frecuencia disminuye progresivamente hasta desaparecer por completo en el nivel V; su resurgimiento brusco entre los niños de 11, 12 y 13 años reposa en una mutación de los problemas subyacentes.

En la rúbrica de construcción de objetos mecánicos hemos incluido las actividades que intentan imitar determinados objetos corrientes en nuestro medio ambiente, cuya particularidad reside en que están dotados de un mecanismo interno de funcionamiento (barcos, aviones, robots, etc.). Evidentemente, los niños no consiguen una representación fidedigna de tales objetos, que en su mayoría son demasiado complejos, por lo que los esfuerzos suelen dirigirse a reproducir determinados aspectos de la forma externa, con exclusión del mecanismo.

De hecho, estas actividades poseen características muy similares a las precedentes. Hemos conservado sin embargo, la distinción porque se sitúan, en último análisis, a medio camino entre la construcción de objetos estáticos y la construc-

ción de mecanismos. Esta posición intermedia explica su escasa importancia numérica en todos los niveles.

Los objetos mecánicos, que constituyen el contenido de aproximadamente el 8% del total de actividades contabilizadas, aparecen ya en el nivel II, aunque su frecuencia es muy pequeña. Adquieren una mayor importancia en el nivel III, produciéndose al mismo tiempo una evolución en su contenido; en efecto, hemos visto cómo en algunos casos los niños intentan reproducir los efectos más visibles del funcionamiento de los objetos imitados. Este cambio se acentúa aún más en el nivel IV, donde se produce a menudo un abandono de la actividad cuando estos intentos no obtienen resultados satisfactorios.

Pero, a medida que los niños dejan de centrarse en la simple imitación formal e intentan reproducir uno u otro de los aspectos del funcionamiento, pueden suceder dos cosas: o no lo consiguen, y entonces cambian de actividad; o lo consiguen, y entonces suelen avanzar todavía más en la realización de este mecanismo, con lo que la actividad desarrollada entra a formar parte de una nueva categoría. De este modo, los objetos mecánicos ocupan una posición secundaria con respecto a los objetos estáticos entre los niños más pequeños (7-9 años), y son prácticamente inexistentes entre los mayores a partir del momento en que la construcción de mecanismos ve aumentar considerablemente su frecuencia de aparición.

En las actividades de construcción de mecanismos los aspectos externos de las construcciones realizadas tienen una importancia secundaria, y los esfuerzos de imitación se dirigen al mecanismo mismo. El objetivo principal que los niños persiguen con sus manipulaciones es que los objetos construidos "funcionen": un teleférico tiene que hacer subir la canasta;

una grúa tiene que poder elevar los objetos y su brazo debe poder desplazarse a la derecha y a la izquierda; una catapulta debe servir para lanzar proyectiles, etc. Vemos pues como dos actividades de construcción que intentan representar el mismo objeto -un teleférico, por ejemplo- pueden pertenecer a dos categorías diferentes en nuestra clasificación, sea que la imitación se limite a reproducir simplemente la forma externa o que se centre principalmente en su funcionamiento.

En buena lógica, hubiéramos debido incluir en esta categoría la construcción de balanzas, que son una clase particular de mecanismos. Hemos preferido, sin embargo, distinguirlas de los "mecanismos diversos" por dos razones principalmente: en primer lugar, porque un análisis específico de estas construcciones puede ser de gran utilidad para una mejor comprensión de las actividades centradas sobre la exploración de balanzas; y en segundo lugar, porque entre los objetos disponibles en la sala de experimentación hay varios instrumentos de este tipo, que los niños pueden tomar como modelos en cualquier instante en el curso de sus manipulaciones.

Estas construcciones están en la base del 20% del total de actividades observadas, lo que da una muestra de su importancia. Como señala el cuadro-7, la evolución de su frecuencia de aparición en los diferentes niveles no presenta un aspecto genético. En efecto, la construcción de mecanismos o no aparece, como en los niveles III y V, u ocupa un lugar importante: la segunda actividad más frecuente en los niveles II y VI, la primera en el nivel IV. Hay que señalar todavía que el nivel III, del que están ausentes, es el único en el que la construcción de objetos mecánicos tiene una importancia considerable. Estas actividades presentan aún otra propiedad común a todos los niveles y relativa a su modo de aparición: la imitación general

zada por todos los niños. Algunos instantes después de la aparición de la primera catapulta en el nivel II, todos los niños empiezan a realizar este mismo tipo de construcciones; algo similar puede decirse de los "circuitos de canicas" en el nivel IV y de los teleféricos en el nivel VI. Parece pues evidente que la construcción de mecanismos y su manipulación son susceptibles de provocar el interés tanto de los niños de 7-8 años como el de los de 12-13 años.

Las diferencias entre unos y otros no hay que buscarlas en la frecuencia de aparición de este tipo de construcciones, sino en la naturaleza de los mecanismos contruidos, en sus principios básicos, en las actividades de puesta a prueba y de control a que dan lugar y en las modificaciones aportadas a las construcciones de partida. En el capítulo anterior hemos descrito con suficiente detalle los mecanismos contruidos por los niños para poder ver estas diferencias de complejidad a las que aludimos.

La construcción de balanzas supone el 16% del conjunto de actividades presentadas, con su máxima frecuencia de aparición en el nivel VI en el que es, por otra parte, la actividad de mayor peso numérico. Aparecen por primera vez en el nivel III, aunque son muy minoritarias. Con el título de "balanza", "peso" o "columpio", los niños realizan una serie de construcciones que poseen características muy definidas y estereotipadas: el brazo reposa sobre un soporte situado en su punto geométrico y es considerado como inamovible; la superficie de contacto entre el soporte y el brazo es suficientemente grande para asegurar la estabilidad; aunque en ambos lados del brazo suele haber una especie de platillos en principio móviles, en realidad son considerados también como absolutamente fijos; se ponen objetos idénticos en ambos lados del brazo y riguro-

samente simétricos con respecto al soporte; estas balanzas sirven para "hacer el mismo peso" de los dos lados o para "hacer equivalente". La sensibilidad de estos instrumentos es algo que no entra dentro de la consideración de los constructores que, aunque saben que las balanzas de este tipo poseen una aguja indicadora, no ven demasiado bien cómo compaginar este elemento con los restantes.

Las balanzas están ausentes en el nivel IV y reaparecen tímidamente en el V, aunque con propiedades diferentes. Como se recordará, la construcción de una balanza es el objetivo que se da un grupo de niños al principio de la tercera sesión, tras haber dedicado las dos primeras a descubrir "el sistema de la balanza romana". Después de una construcción inicial muy parecida a los del nivel III, inspirada también en la balanza con ástil y dos platillos móviles, y en el curso de la cual aparece por primera vez la toma de conciencia del problema de la sensibilidad, se inicia un proceso de graduación del brazo con el objetivo explícito de construir "una verdadera balanza para pesar". Para ello, los niños fabrican una especie de balanza romana en la que el contrapeso está fijo y los objetos que se pesan se desplazan a lo largo de la otra mitad del brazo.

Es sobre todo en el nivel VI cuando la construcción de estos instrumentos alcanza una importancia de primer orden, dando lugar a un gran abanico de variaciones sobre el mismo tema, que van, desde la imitación pura y simple de las balanzas que se encuentran entre el material, hasta la construcción de balanzas originales, pasando por lo que hemos llamado "instrumentos complejos para pesar" y "balanzas-equilibrio". Aunque en algunos casos se llegan a construir instrumentos realmente operativos, dotados con escalas de medida del peso, en la ma-