

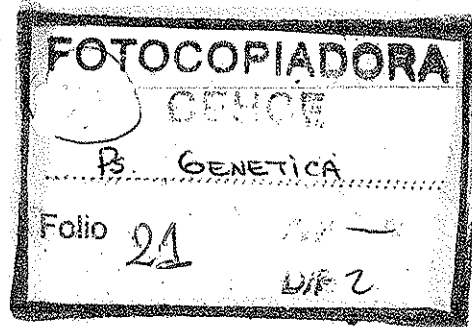
Castro - Palau

Introducción a la lógica operatoria de Piaget

INTRODUCCION

El propósito de este libro es desarrollar la *lógica operatoria* de Piaget. Pero explicar de qué trata la lógica operatoria no es tarea sencilla. El camino que creemos más fructífero nos retrotrae a los comienzos de las investigaciones psicogenéticas. Estas se originaron cuando Piaget, al estudiar los razonamientos infantiles tales como eran considerados por el test de Binet, observó regularidades y cierto tipo de sistematicidad en los "errores" que cometían los niños al tratar de resolver los problemas planteados. Este carácter sistemático de las respuestas infantiles sugirió a Piaget la existencia de una especificidad del pensamiento del niño irreductible al pensamiento adulto. Esta especificidad del pensamiento del niño se convirtió así en el punto de partida que determinó el propósito de todos sus estudios posteriores: la formación progresiva de los instrumentos que posibilitan el conocimiento. A partir de esta idea básica Piaget se propuso estudiar la evolución del pensamiento lógico desde el niño hasta el adulto a fin de determinar el modo de su constitución. Un primer resultado de este enfoque fue la teoría sobre los períodos del desarrollo de la inteligencia desde el niño hasta el adulto (períodos sensoriomotor, preoperatorio, operatorio concreto y operatorio formal), que todo lector familiarizado con temas pedagógicos y psicológicos seguramente conoce. Esta teoría sobre los estadios del desarrollo de la inteligencia no consiste en una simple enumeración de las acciones que un niño puede o no puede hacer en cada estadio de su desarrollo. El objetivo de Piaget va más allá de esta mera descripción de las acciones observadas en los niños; su propósito es explicar, aunque no causalmente, por qué los niños en una determinada etapa son capaces de realizar ciertas acciones y sin embargo cometen "errores" al realizar otras. La respuesta a esta cuestión Piaget la ofrece en la tesis que pasa a convertirse en uno de los principios más importantes de la teoría: las acciones de los niños (y también las de los adultos) no se presentan en forma caótica, inconexa y desordenada, sino que evidencian *formas de organización* distintas para cada período de desarrollo. Estas formas de organización de las acciones son pensadas por Piaget como *estructuras de conjunto*, que al organizar las acciones les otorgan significados integrándolas en un todo coordinado y estructurado. De ahí que la tarea inmediata se haya convertido en especificar qué estructura de conjunto posibilita los logros cognoscitivos característicos de cada etapa del desarrollo de la inteligencia y de esa manera comprender qué es lo que un niño puede hacer y qué es lo que no puede hacer y que sin embargo sí podrá lograr en una etapa posterior de su desarrollo.

El próximo problema al que debió enfrentarse Piaget fue entonces describir las estructuras de conjunto características de los períodos operatorios del pen-



samiento del niño, y para tal descripción eligió el lenguaje de la lógica y la matemática moderna. La descripción de tales estructuras de conjunto mediante el lenguaje lógico-matemático constituye el objeto de la lógica operatoria y está presentada en su *Ensayo de lógica operatoria*. Precisamente el propósito de este libro es detallar la formulación lógico-matemática de estas estructuras y explicitar su significado en la forma más clara y sencilla posible, pero sin abandonar el rigor imprescindible.

El lector vislumbrará que, dada su función explicativa de procesos cognoscitivos, las estructuras de conjunto descritas por la lógica operatoria son estructuras psicológicas y que su formulación en el lenguaje lógico-matemático no afecta en nada su naturaleza. Por ello consideramos de importancia fundamental para una comprensión adecuada de esta lógica operatoria, decir en qué consisten estas estructuras desde el punto de vista psicológico. Para este enfoque, las estructuras de conjunto características de ciertos períodos del desarrollo se definen por ser sistemas de acciones que denominaremos *operaciones*. Así, el concepto de operación se convierte en el eje principal de la convergencia entre la psicología genética y la lógica, y por tal motivo haremos algunas referencias a la noción psicológica de operación, dejando los aspectos lógico-matemáticos para cuando tratemos la teoría lógica propiamente dicha.

TEORIA PSICOLOGICA DE LAS OPERACIONES, EQUILIBRACION Y REVERSIBILIDAD OPERATORIA

La definición de "operación" en el sentido piagetiano se encuentra en casi todas sus obras, pero su sentido pleno se adquiere en el cuadro de la teoría sobre la formación de los conocimientos y es ésta la que la justifica y la constituye. Una operación es una *acción interiorizada*, es decir, una reconstrucción de las acciones sensoriomotrices mediante la función semiótica. En otras palabras, se trata de acciones representadas significativamente mediante instrumentos semióticos como las imágenes y el lenguaje.

La segunda nota característica de una operación consiste en la dependencia de una acción respecto de otras dentro de un *sistema estructurado*. Así, una clase cualquiera es inseparable de la clasificación de la que forma parte.

La tercera característica de una acción operatoria consiste en que puede ser efectuada en un doble sentido, es decir, que toda acción operatoria implica simultáneamente un sentido directo y un sentido inverso. Esta característica, conocida con el nombre de *reversibilidad* constituye la propiedad fundamental del sistema operatorio como tal. Por ejemplo, la acción de transformar una bolita de plastilina en "salchicha" implica a los ojos del niño *simultáneamente* la acción de convertirla nuevamente en bolita.

En cuarto lugar, estas estructuras de conjunto tienen un carácter *formal* o *abstracto*, en el sentido de que una misma estructura es generalizable a diversos contenidos. Como veremos más adelante, la estructura de conjunto llamada agrupamiento da cuenta de acciones tan dispares como ordenar objetos discretos de distinto tamaño, efectuar desplazamientos en el espacio, etc.

Por último, las estructuras de conjunto constituyen *sistemas en equilibrio*, porque las acciones involucradas son capaces de compensar perturbaciones, es decir, que ante una situación perturbadora de la estructura, ésta es capaz de corregirla mediante mecanismos reguladores, a fin de conservar el equilibrio, el cual se manifiesta en la reversibilidad de las acciones.

Mientras que las primeras cuatro características apuntan fundamentalmente a describir la noción de operación, cuya mayor comprensión se logrará cuando se traten los temas lógicos específicos, la última sólo puede entenderse a la luz de los procesos que originan las operaciones. Más aun, el concepto de operación se hace efectivamente comprensible sólo cuando se explicita su mecanismo formador. De estos procesos da cuenta la *teoría de la equilibración* y por ello consideramos necesario referirnos a ella brevemente.

El propósito de Piaget es dar una teoría explicativa del modo en que las operaciones llegan a constituirse, de tal manera que éstas aparezcan como el producto final y no estén presupuestas en sus mecanismos formadores. Explicar el proceso de formación de una estructura de conjunto o sistema cognoscitivo, (implica explicar las sucesivas estructuras o estructuraciones que elabora un sujeto desde la niñez hasta la edad adulta. Pero este proceso no es continuo, sino que presenta momentos en que las estructuras actuantes posibilitan la asimilación del objeto de conocimiento, y otros momentos en los que tales estructuras se tornan insuficientes y se hace necesario su reemplazo por otras más ricas y eficaces. Los primeros son llamados *estados de equilibrio* y los segundos *estados de desequilibrio*. El reemplazo de un estado de desequilibrio por otro de equilibrio, recibe el nombre de *reequilibración*. Debemos preguntarnos entonces en qué consisten estos estados de equilibrio y desequilibrio.

Todo estado de equilibrio está compuesto por dos procesos: por un lado la *asimilación* que consiste en la incorporación de elementos exteriores compatibles con un esquema de acción; por otro lado, la *acomodación*, que consiste en la auto-modificación de la estructura para poder asimilar el elemento. El estado de equilibrio debe entenderse entonces como el resultado de una interacción entre la asimilación y la acomodación.

Piaget describe tres tipos fundamentales de equilibrio. Primero, la asimilación y acomodación respectiva de un esquema de acción a un objeto exterior. Por ejemplo, frente a una serie de objetos de distinto tamaño ya construida por el niño, éste es capaz de incorporar un nuevo objeto al sistema ya formado. Segundo, la asimilación y acomodación de un *sistema de acción* a otro esquema de acción, cuyo resultado es una coordinación entre los dos esquemas. Por ejemplo, ante ciertos problemas como la conservación de la longitud, pero constituida por objetos discretos (fósforos), los niños son capaces de afirmar la conservación de la longitud a pesar de que una de las filas de fósforos esté deformada en zig-zag respecto de la otra que está en línea recta. En este caso la coordinación se da entre el esquema de poner en correspondencia los fósforos de una y otra fila y los esquemas espaciales involucrados. Tercero, la diferenciación e integración de esquemas en uno más general. Si se quiere comprender el desplazamiento de un móvil sobre una planchuela en movimiento, habrá que integrar dos sistemas diferenciados: el sistema de movimiento del móvil respec-

to de la planchuela y el sistema de movimiento de la planchuela respecto de la superficie de desplazamiento. Se origina así un sistema más general en el que se han integrado ambos, pero manteniendo su diferenciación.

Ya hemos dicho que los estados de desequilibrio se originan cuando las estructuras actuantes se tornan insuficientes para la asimilación del objeto o la situación nueva de conocimiento. Todo estado de desequilibrio es producido por una perturbación. Esta se debe o bien a las dificultades para incorporar un objeto a un esquema de acción, o bien cuando hay dificultades en la asimilación recíproca de dos sistemas de acción. Un ejemplo del primer tipo se presenta en la siguiente situación: si se le da a un niño de aproximadamente cuatro años, dos objetos de distinto tamaño, es capaz de ordenarlos, pero cuando se le pide que incorpore un tercer elemento, no puede hacerlo porque es incapaz de considerar un objeto como mayor y menor que otro al mismo tiempo. El tercer objeto causante del conflicto es desdeñado, o sea, no tomado en cuenta. El segundo tipo de perturbación se ejemplifica con la misma situación experimental de los fósforos. Los niños que no tienen conservación de la longitud estiman sin dudar que se mantiene la equivalencia término a término entre las filas, pero a la vez, estiman que sus longitudes no son equivalentes, porque uno de los extremos de la línea recta sobrepasa el extremo de la línea en zig-zag. El desequilibrio se debe a una utilización independiente, no coordinada, de la correspondencia ordinal en el espacio y la correspondencia de los elementos discretos.

Enfrente a situaciones perturbadoras como las indicadas, el sujeto por lo general pone en marcha mecanismos reguladores que apuntan a compensar dichas perturbaciones a fin de equilibrar el sistema cognoscitivo. Lo fundamental es entonces el mecanismo que permite superar los desequilibrios, reequilibrando al sistema cognoscitivo. Este mecanismo es puesto en funcionamiento a partir de las contradicciones a las que conducen los desequilibrios. Volviendo a nuestro ejemplo, se pide al niño que construya un camino paralelo al modelo, es decir, a la línea de fósforos, pero utilizando fósforos más cortos que el modelo. El niño, o bien intenta efectuar la copia por correspondencia numérica, pero como los fósforos son más pequeños, no puede llegar a nivelar los extremos, o bien intenta la correspondencia ordinal tratando de igualar los extremos, pero entonces se da cuenta que no tiene la misma cantidad de elementos. Este comportamiento revela que el niño ha comenzado a tomar conciencia de la perturbación no compensada o de los resultados contradictorios según el esquema que ha empleado en cada caso. Esta toma de conciencia da lugar, más adelante, a un intento por vincular los esquemas estableciendo una especie de compromiso entre ellos. Por ejemplo, si desde el punto de vista ordinal ha colocado las hileras en correspondencia tratando de no sobrepasar los extremos, trata de igualar el número de elementos cortando alguno de los fósforos. Finalmente, y después de un proceso regulador de las perturbaciones, accede a una estructuración operatoria de los esquemas, compensándolos entre sí; en particular, los correspondientes al número y el tamaño de los segmentos que hacen de unidades.

La teoría de la equilibración de las estructuras cognoscitivas suministra los lineamientos del proceso activo por el cual los desequilibrios son progresiva-

mente compensados. También postula claramente que tal proceso no equivale a un retorno al estado anterior de equilibrio, sino que procede por un aumento o maximización del equilibrio. Es decir que las compensaciones de las perturbaciones dan lugar a una auténtica construcción o a una reestructuración caracterizada por nuevas composiciones entre los esquemas. En nuestro caso, el sistema de compensaciones —más fósforos porque son más pequeños que los del modelo— supone una coordinación entre los esquemas espacial y numérico que no estaba contenida antes en ninguno de ellos.

En síntesis, la teoría de la equilibración tiene por propósito explicar la constitución de las estructuras cognoscitivas mediante un mecanismo que conduce por etapas sucesivas a la reversibilidad de las operaciones. Se trata de mostrar cómo la reversibilidad es preparada por sistemas de acciones que apuntan a compensar las perturbaciones mediante mecanismos de regulación. En otras palabras, la tarea es determinar de qué manera las regulaciones que se orientan en sentido inverso a las perturbaciones dan lugar progresivamente a las compensaciones exactas entre las perturbaciones y las operaciones. De este modo, las formas de la reversibilidad —inversión y reciprocidad— que analizaremos en su momento, son explicadas como la culminación de procesos de regulación más simples presentes en la génesis de las estructuras cognoscitivas.

LOGICA OPERATORIA Y TEORIA DE LAS OPERACIONES

En el párrafo anterior hemos afirmado que cada período de desarrollo se define mediante una estructura de conjunto responsable de los logros cognoscitivos específicos. La tarea que se plantea inmediatamente es describir esas estructuras mediante el lenguaje de la lógica formal como el instrumento más adecuado para ello. Si bien suponemos al lector familiarizado con los conceptos fundamentales de la lógica, creemos oportuno enfatizar los aspectos que hacen de la lógica una ciencia formal. La lógica formal, desde sus orígenes con Aristóteles hasta el presente, se ha ocupado de establecer métodos tendientes a determinar la validez de los razonamientos o inferencias deductivas. A este fin investiga la relación de consecuencia lógica existente entre las premisas y conclusión de un razonamiento. Ante un razonamiento del tipo "Si María está enferma, entonces no asistirá a la escuela y María está enferma; luego no asistirá a la escuela", se preguntará si las premisas implican lógicamente la conclusión o, lo que es análogo, si la conclusión es una consecuencia lógica o se deduce de las premisas. Si esto sucede, se dice entonces que el razonamiento o inferencia en cuestión es válido o correcto. Si el razonamiento es correcto, las premisas implicarán lógicamente la conclusión independientemente de que ellas sean verdaderas o falsas. Lo único que garantiza un razonamiento válido es que si las premisas son verdaderas, la conclusión será necesariamente verdadera. En forma general, la validez de un razonamiento es independiente de la verdad o falsedad de sus enunciados y depende de la forma lógica del mismo. En nuestro ejemplo, se trata de un razonamiento válido, porque su forma lógica "si p entonces q; p, luego q" corresponde a una regla lógica.

De ahí en más, toda construcción lógica consiste en un proceso progresivo de abstraer la forma lógica de los diversos tipos de razonamientos sin tomar en cuenta los significados o el valor de verdad de los enunciados. A este proceso de eliminación de los significados podemos llamarlo *formalización*, en un sentido *débil*. Esta acepción constituye el uso más intuitivo y simple del concepto. La lógica lo utiliza en un sentido más riguroso para referirse a sistemas axiomáticos que cumplen determinados requisitos, pero por el momento no interesa a nuestra cuestión y a él nos referiremos en adelante como constituyendo el sentido *fuerte de formalización*.

Ahora bien, siguiendo a Piaget, cabe entonces preguntarse: *¿qué es lo que formaliza la lógica?* En esta concepción, la lógica es la culminación de un proceso de formalización de las acciones constitutivas de la inteligencia. En otras palabras, la lógica es la culminación de un largo proceso de construcción que se apoya en los procesos naturales de la inteligencia de los niños y los adultos. Es decir, que la ciencia de la lógica construida por los lógicos prolonga el proceso natural de abstracción presente en el sujeto.¹ Esto plantea la existencia de una *lógica natural* propia del sujeto, construida espontáneamente a partir de las coordinaciones de las acciones y cuyo desarrollo posibilita la ciencia de la lógica.

Pero, a pesar de que la lógica natural posibilita genéticamente la ciencia de la lógica y que por lo tanto, ésta puede considerarse como una formalización que tiene su punto de partida en las estructuras operatorias, ambas tienen características específicas que las distinguen claramente y que las hacen irreducibles. Así, la lógica natural es más pobre y menos coherente que los sistemas formales. Pero desde el punto de vista psicológico, la lógica natural es la más rica e interesante, porque en última instancia, como ya lo hemos dicho, la lógica de los lógicos es un producto reconstructivo de las estructuras de la lógica natural.

La llamada por Piaget *lógica operatoria* apunta precisamente a describir las estructuras de conjunto de la lógica natural de los sujetos mediante el aparato teórico de la lógica formal y de la matemática. Esta lógica aparece así como una construcción intermedia entre la lógica natural de los sujetos y la lógica formal de los lógicos. En síntesis, la lógica operatoria construye los modelos formales, dirigidos a describir esta *lógica natural* tales como el agrupamiento de clases y de relaciones y el grupo de transformaciones proposicionales.

Veremos en el desarrollo de este libro que la lógica natural sigue un proceso que va de las estructuras de conjunto elementales que permanecen todavía indiferenciadas de sus contenidos extralógicos, a estructuras más avanzadas que se caracterizan por haber logrado el máximo nivel de abstracción posible respecto de esos contenidos. Ahora bien *¿por qué llamar lógica operatoria a la ló-*

gica que describe estas estructuras de conjunto de la lógica natural? Simplemente porque las estructuras de conjunto, cuya descripción es el objeto de la lógica operatoria, constituyen *sistemas de operaciones*. Recordemos que una operación es una acción equilibrada, que tiene una historia constitutiva que la vincula a las actividades concretas del sujeto. Afirmar que tiene una historia, significa que hay una continuidad entre las coordinaciones sensoriomotrices y su reconstrucción en el plano del pensamiento. Por ello, los sistemas de operaciones son sistemas de acciones que han alcanzado un grado tal de coordinación entre ellas, que se vuelven reversibles. De ahí que la lógica operatoria se transforme en un *modelo posible* de esos sistemas de acciones y su propósito sea por lo tanto netamente psicológico. Que la lógica operatoria sea un instrumento de la psicología, no la transforma en una rama de la psicología. Como su nombre lo indica, la lógica operatoria es lógica en tanto es un instrumento formal de descripción de estructuras que pertenecen a la psicología. Es precisamente su objetivo psicológico la característica fundamental que la distingue de la lógica formal de los lógicos.

¹ Este proceso de abstracción, bajo el nombre de abstracción *reflexionante*, que más tarde Piaget distinguirá de la abstracción *reflexionada* juega un papel fundamental en la construcción de las estructuras operatorias y para su estudio remitimos al lector a la obra de Piaget: *Investigaciones sobre la abstracción reflexionante*. Buenos Aires, Huzemui, 1979 (edición francesa, PUF, 1977).