

A CONSTRUÇÃO DO ESPAÇO, SEGUNDO JEAN PIAGET

The construction of the space, according to Jean Piaget

Livia de Oliveira
Profª. Dra. da UNESP – Rio Claro

Artigo recebido em 02/08/2005 e aceito para publicação em 08/09/2005

RESUMO: *O problema do espaço é muito complexo e pode ser estudado de vários pontos de vista. Segundo Piaget e o Grupo de Genebra reconhecem uma filiação entre as estruturas perceptivas elementares e as operatórias mais complexas da inteligência. Apontam, ainda, que as relações espaciais estabelecidas por um indivíduo são descritas dentre as possíveis geometrias. Afirmam, também, que a construção espacial, inicialmente, se prende a um espaço sensório-motor, e em seguida ao espaço operatório, precedido pelos espaços simbólicos e intuitivos.*

Palavras-chave: Piaget; espaço; construção; estruturas perceptivas e operatórias.

ABSTRACT: *Piaget and his co-workers have produced a steady studies about spatial construct and representation by children. They recognize a filiation among the elemental perceptives structures and the complex operatories intelligence. The authors assert that spatial relations stabilished can be among possible geometries. The mental development of space is conceptually proced from a sensory-motor space after a symbolic space and intuitive, and finally a operatory space.*

Keywords: Piaget; space; construction; perceptives and operatories structures.

INTRODUÇÃO

O pensamento lógico constitui a forma mais elaborada do pensamento humano.

Jean Piaget

O problema do espaço é muito complexo e pode ser estudado de vários pontos de vista. A respeito da construção do espaço pela criança, incluindo como ela percebe e representa o espaço, a teoria de Piaget se destaca pelo esforço na investigação do problema. Piaget e seus colaboradores

vêm-se preocupando com o problema de espaço há várias décadas, como atestam os inúmeros livros e experimentos dedicados ao assunto.

O Grupo de Genebra aborda o espaço dos pontos de vista psicológico e epistemológico. A abordagem psicológica piagetiana apresenta o desenvolvimento mental da noção de espaço na criança como uma construção, na qual há uma interação entre a percepção e a representação espaciais. Mas convém destacar que o desenvolvimento do espaço, como não poderia deixar de ser, é coerente com o desenvolvimento mental da criança como um todo.

Entre todos os trabalhos sobre psicologia infantil, Piaget incluiu desde o início da década de vinte do século passado, estudos acerca do espaço: investiga a representação do espaço, assim como a do mundo, e a gênese da geometria espontânea nas crianças. Investiga também como a criança constrói a realidade, mediante o relacionamento do objeto com o espaço, e como desenvolve a formação do símbolo mediante a imitação e o jogo. A preocupação de Piaget se estende aos mecanismos perceptivos e à imagem mental, atribuindo um papel importante mas não decisivo a esses aspectos, no desenvolvimento da mente.

A obra de Piaget é um todo que exige por parte do leitor um conhecimento do que já foi denominado por Battro (1971, p.341) de “Sistema de Piaget”, para não correr o risco de, conhecendo apenas um aspecto, confundir a parte com o todo.

Piaget (1967, p.10-17) concebe a conduta humana como uma adaptação ou mesmo como uma contínua readaptação. A conduta é explicada como trocas funcionais entre o indivíduo e o meio exterior, comportando dois aspectos intimamente interdependentes: o cognitivo e o afetivo.

Enquanto o aspecto cognitivo se refere à estruturação da conduta, o afetivo pode ser compreendido como a sua energia ou economia, porquanto os sentimentos são os responsáveis pela regulação das energias internas (interesses) e pelas trocas externas (valores). Para Piaget, a vida cognitiva e a vida afetiva são inerentes, apesar de distintas. Não podem ser separadas porque toda troca com o meio supõe ao mesmo tempo uma estruturação e uma valorização, não podendo uma ser reduzida à outra. Ainda mais, a inteligência é concebida como um sistema de operações vivas e atuantes; é uma tendência para as formas superiores de organização e equilíbrio; é muito mais um ponto de chegada do que de partida. Assim posto, o desenvolvimento mental é uma construção que se processa através de sucessivas adaptações entre o indivíduo e o meio, e que evolui por etapas seqüenciais. A adaptação mental deve ser encarada como equilíbrio entre as

ações do indivíduo sobre o meio e deste sobre aquele, e é uma função intelectual constituída por dois processos: a assimilação e a acomodação.

A assimilação consiste na ação do indivíduo sobre os objetos do seu meio, no sentido de procurar incorporá-los aos esquemas de sua conduta: o indivíduo impõe sua organização, agindo ativamente sobre o meio. Na acomodação, é o meio que age sobre o indivíduo, isto é, é o processo através do qual o sujeito se acomoda ao objeto, modificando os seus esquemas de assimilação, o que lhe permite enfrentar o meio exterior. Mas, ao mesmo tempo que o indivíduo se acomoda, ele também assimila, pois os elementos novos são incorporados a esquemas que já existem, os quais a inteligência modifica para poder ajustá-los às novas informações. O processo de adaptação é desenvolvido durante toda a infância e adolescência, havendo uma sucessão de várias formas de adaptação, o que equivale a dizer que o indivíduo procura continuamente equilibrar a assimilação e a acomodação.

Em outras palavras, Piaget (1971, p.395-402) afirma que a inteligência avança de um estado no qual a acomodação do meio é indiferenciada da assimilação dos objetos aos esquemas do indivíduo, para um estado no qual a acomodação de esquemas múltiplos é distinta de sua assimilação recíproca, ou seja, a assimilação e a acomodação procedem de um estado caótico de indiferenciação para um estado de diferenciação, com coordenação correlativa.

Piaget aponta vários tipos de ação concreta dos anos iniciais da infância (jogo, imitação, linguagem mental, grafismo) a que a criança recorre para desenvolver a sua adaptação. A imitação e o jogo são os dois pólos do equilíbrio intelectual, que supõem uma coordenação entre a acomodação, fonte de imitação, e a assimilação lúdica. É esta coordenação que possibilita a representação efetiva na criança.

Além da imitação e do jogo, Piaget considera o desenho uma ação concreta que ajuda a criança a interpretar o mundo através da imitação do real.

O desenho é uma acomodação imitativa.

O desenvolvimento mental, segundo Piaget, pode assim se resumido e caracterizado:

I – Período sensório-motor: estende-se desde o nascimento até a aparição da linguagem, compreendendo, pois, mais ou menos os dois primeiros anos de vida. A inteligência sensório-motora é a ação prática do sujeito sobre a própria realidade, e não comporta distâncias muito longas entre a ação e a realidade.

II – Período pré-operatório: apresenta-se como uma etapa de preparação e organização das operações concretas de classes, relações e números. Este período se inicia com o aparecimento da função simbólica, que permite o uso das palavras de maneira simbólica, e termina quando a criança é capaz de organizar seu pensamento mediante operações concretas. Este período apresenta duas etapas distintas: a) pensamento representativo, que se estende até ao redor dos quatro anos e se caracteriza pelas funções simbólica e representativa, e b) pensamento intuitivo, dominado pelas percepções imediatas, isto é, pelo aspecto ao qual se prende a atenção, e se caracteriza pela incapacidade de guardar mais do que uma relação ao mesmo tempo. Este é o período de elaboração de noções tais como classes, séries e relações, que permitirão à criança, no período seguinte, operar com as noções de número e espaço.

III – Período operatório: inicia-se ao redor de 6-7 anos, com o aparecimento da noção de invariância, sucessivamente, aparecem as noções de conservação de substância, de peso e de volume. Quando a criança domina estas três conservações, mais ou menos entre 11-12 anos, atinge a etapa final deste período. Assim, o período possui dois subperíodos: a) das operações concretas, quando a criança opera sobre os objetos ou sobre as ações exercidas sobre os objetos, e b) das operações lógicas, quando o indivíduo opera sobre operações, prescindindo da presença concreta do objeto.

A inteligência operatória concreta permite

à criança acompanhar as transformações sucessivas do objeto, descentrando sua atenção e estabelecendo caminhos de ida e volta para poder apreendê-lo como um todo, atingindo assim um nível de equilíbrio mais estável entre a acomodação e a assimilação. A operação é a interiorização da ação e possui propriedades como: reversibilidade, transitividade, mobilidade e associatividade. Porém o sujeito, em suas relações com o meio, ainda se prende ao objeto ou às ações exercidas sobre o mesmo. É somente a inteligência operatória formal que permite ao indivíduo desprender-se do objeto e pensar em todas as possíveis relações entre o sujeito e o objeto. É o pensamento lógico-matemático que permite ao indivíduo conceber a realidade como uma das n possibilidades de ocorrência; como um subconjunto da totalidade das coisas, que podem ser admitidas como hipóteses. Poderíamos dizer, como Flavell (1963, p.205) enuncia, que a realidade “é” uma porção do que “deve ser” a totalidade, e esta porção é descoberta mediante um esforço individual.

O pensamento formal é fundamentalmente hipotético-dedutivo e procura determinar a realidade em um contexto de possibilidade. Além disso, ele é, acima de tudo, um pensamento proposicional; o adolescente, em seus raciocínios, não se prende unicamente aos dados brutos, mas manipula enunciados e suposições. Outra propriedade do pensamento operatório formal é ser combinatório.

Piaget distingue em seus estudos as operações lógico-matemáticas e as operações infralógicas, apesar de haver correlação entre elas. As operações lógico-aritméticas apresentam várias propriedades: a) apóiam-se em conjuntos discretos, em objetos descontínuos; b) são independentes da proximidade espaço-temporal e mesmo da presença do objeto, nem alteração de sua estrutura ou mesmo modificação de localização no tempo e no espaço. Podemos citar como exemplo a operação de classificar: uma classe pertence a uma coleção de objetos discretos, descontínuos uns dos outros; não é preciso modificar o caráter ou a posição dos objetos para que pertençam a uma classe, e atribuir um objeto a uma classe é completamente independente de sua localização

espaço-temporal. O mesmo acontece com a operação de seriar e outras operações lógicas. As operações infralógicas, apesar de se desenvolverem paralelamente às operações lógicas, apresentam diferenças em escala e em certo sentido são opostas às operações lógico-aritméticas. Assim sendo, as suas propriedades são: apóiam-se em objetos e figuras contínuas; dependem da proximidade espaço-temporal; dependem da posição e distância dos objetos e das relações de todo-parte; apóiam-se nas ligações interiores dos objetos, quaisquer que sejam as dimensões destes; envolvem objetos como tempo, espaço, mensuração, etc. Enquanto o número é a síntese da classificação e da seriação, a medida é a síntese da participação e do deslocamento.

PERCEPÇÃO E INTELIGÊNCIA

Para explicar a construção do espaço, é preciso esclarecer a questão básica: o espaço é abstraído exclusivamente das percepções ou é engendrado a partir da atividade da inteligência sensório-motora?

Piaget (1961, p.13) reconhece que, entre as estruturas perceptivas mais elementares e as estruturas operatórias mais complexas da inteligência, encontra-se efetivamente uma série ininterrupta de estruturas intermediárias. As estruturas representativas pré-operatórias são constantemente dominadas pelas formas de raciocínio, não sobre as transformações como tais, mas sobre as configurações, que são, de fato, muito semelhantes às configurações perceptivas.

Ao tratar das diferenças, semelhanças e filiações possíveis entre as estruturas da percepção e da inteligência, Piaget (1961, p.351-385) apresenta duas interpretações: uma unitarista e a outra interacionista. A primeira interpretação parece à primeira vista mais plausível, porque aparentemente se observa uma continuidade linear entre a percepção e a inteligência, isto é, uma unidade, parecendo que as estruturas perceptivas crescem e se desdobram progressivamente até engendrarem as estruturas operatórias. A segunda interpretação, ao contrário,

distingue em todos os níveis do desenvolvimento das funções cognitivas: a) um aspecto operativo, que fornece motricidade às operações intelectuais, e b) um aspecto figurativo, que corresponde à percepção, à imagem, etc., revelando uma interação entre as duas formas de estrutura. Assim, Piaget afirma que as estruturas operativas são engendradas por filiação contínua, partindo das atividades sensório-motoras até a inteligência operatória, enquanto as estruturas figurativas ao contrário, estão constantemente subordinadas às operativas e não se desenvolvem por filiação direta, umas a partir das outras, mas, por enriquecimento progressivo, procedem das estruturas operativas e de suas interações com os dados da experiência.

Deste modo, o aspecto operativo do conhecimento se refere às ações ou operações a que o sujeito submete o objeto de sua experiência. Estas são as transformações necessárias a que o sujeito recorre para construir ou reconstruir o objeto. Por seu lado, o aspecto figurativo se refere à apreensão direta ou imaginada dos estados sucessivos ou das configurações momentâneas do objeto. É sobre o aspecto figurativo que intervêm essas atividades de transformação. Convém lembrar que, para Piaget, conhecer um objeto consiste em construí-lo ou reconstruí-lo.

O aspecto operativo, por conseguinte, se origina da inteligência em todos os seus níveis, isto é, desde as formas pré-representativas, as mais rudimentares da atividade sensório-motora, até as formas interiorizadas, as mais evoluídas do pensamento operatório, ao passo que o aspecto figurativo se origina da percepção e mesmo da imagem mental, quer se trate dos efeitos primários resultantes de uma só concentração perceptiva ou dos efeitos secundários engendrados pelas atividades cada vez mais complexas.

Piaget não se cansa de afirmar que a inteligência não procede da percepção por um simples processo de filiação, como se as estruturas perceptivas pudessem por fim se transformar em estruturas intelectuais, mediante suavização e expansão pro-

gressiva. Mas o que realmente acontece é uma influência recíproca, isto é, uma interação funcional entre as duas estruturas. Em outras palavras, Piaget afirma que em todos os níveis de desenvolvimento das informações fornecidas pela percepção, e também pela imagem mental, servem de material bruto para a ação ou para a operação mental. Por sua vez, estas atividades mentais exercem influência direta ou indireta sobre a percepção, enriquecendo-a e orientando o seu funcionamento à medida que se processa o desenvolvimento mental.

As diferenças básicas entre a percepção e a inteligência podem depender das relações entre o sujeito e o objeto, ou então ser relativas às suas estruturas como tais.

No primeiro caso: a) percepção estará sempre ligada a um campo sensorial e ficará, conseqüentemente, subordinada à presença do objeto, que lhe fornece um conhecimento por conotação imediata. A inteligência pode invocar o objeto em sua ausência, mediante a função simbólica, e quando o objeto está presente ela o interpreta pelas ligações mediatas, elaboradas graças aos quadros conceituais de que o sujeito dispõe; b) a percepção é essencialmente egocêntrica, estando sempre ligada à posição do sujeito percebido em relação ao objeto percebido. Daí a percepção ser considerada individual e incommunicável, a não ser através da linguagem, do desenho, ou de outra forma de comunicação. As operações da inteligência, por sua vez, constituem conhecimentos comunicáveis, isto é, universais, independentes do eu individual (o que não significa dizer independente do sujeito humano em geral, ou melhor, das atividades comuns a todos os sujeitos individuais a partir do mesmo nível); c) como a percepção fica subordinada às condições limitativas da proximidade espaço-temporal, o sujeito não pode perceber simultaneamente os objetos situados à direita e à esquerda, em frente e atrás, ou em cima e embaixo. A inteligência, no entanto, pode aproximar um elemento de outro, independente das distâncias no tempo e no espaço, podendo da mesma maneira dissociar, mediante o pensamento, os objetos vizinhos e raciocinar sobre eles em completa independência; d) os “índi-

ces” perceptivos não ultrapassam as fronteiras da percepção, permanecendo os “significantes” e os “significados” próprios das significações perceptivas, indiferenciados e intermutáveis. Ao contrário, os “símbolos” e os “sinais” da inteligência representativa são significantes diferenciados de seus significados e são cada vez mais intermutáveis entre si; e) a percepção não pode se limitar a reter certos elementos ou propriedades do objeto, “fazendo abstração” dos outros. Isto não ocorre com a inteligência, que seleciona os dados e escolhe o que é necessário para resolver um determinado problema. Na resolução de um problema, a construção dedutiva e a abstração são solidárias. Não se pode esquecer que a questão colocada em uma prova perceptiva não constitui um “problema”, dedutivamente falando, não necessitando abstração.

No segundo caso, isto é, o das diferenças relativas às estruturas, Piaget aponta entre outras as seguintes: a) a estrutura operatória apresenta uma propriedade fundamental: a mobilidade, o que equivale a dizer que o sujeito pode à vontade compor, decompor e recompor o objeto em pensamento, sem a sua presença, ao passo que a estrutura perceptiva pode ser qualificada de “rígida”, mesmo em se tratando de percepção de uma velocidade; b) no plano perceptivo, a forma do objeto é indissociável do seu conteúdo, enquanto no plano operatório é possível construir ou “manipular” formas sem conteúdo. O sujeito sempre percebe o conteúdo em função de uma forma; mesmo os objetos dispostos em desordem constituem ainda uma certa forma perceptiva. As operações, a partir de um determinado nível, possibilitam a construção de formas puras, sem conteúdo concreto e apoiadas sobre simples símbolos, como é o caso das operações lógico-matemáticas; c) as inferências que a percepção comporta não ultrapassam o nível da “pré-inferências”, pois se apresentam como imediatas e não são controláveis pelo sujeito durante as suas composições. As inferências próprias da inteligência comportam por parte do sujeito a distinção dos dados e das conclusões, e principalmente o controle de como podem ser compostas; d) a percepção é irreversível e a operação é reversível — isto é, a percepção depende sempre

do fluxo irreversível dos eventos exteriores, ao passo que a inteligência pode remontar o curso do tempo.

Ao estudar as relações entre a percepção e a inteligência no que se refere ao espaço, Piaget (1961, p.387-440) afirma que inicialmente se observa na criança o aparecimento de uma percepção do espaço, para em seguida o espaço aparecer como noções pré-operatórias, e somente depois como noções operatórias. Acontece que o sujeito, no decorrer de seu desenvolvimento mental, vai estruturando os mesmos conteúdos. O problema que se coloca, portanto, é o de determinar se a noção de espaço deriva ou não da percepção correspondente, ou, dito com outras palavras: o que a noção retira ou acrescenta a percepção? Na verdade esta indagação engloba três questões? a) as informações que a noção extrai da percepção; b) os elementos novos, coordenações ou novas propriedades, que a noção acrescenta a percepção; e c) as eventuais correções que a noção introduz no que obstaculiza a percepção.

No caso do espaço topológico, Piaget e Inhelder (1948: 17-21) estudaram experimentalmente as correspondências entre as estruturas espaciais topológicas operatórias e perceptivas. Assim, a relação espacial mais elementar que a criança pode apreender pela percepção é a de vizinhança, correspondente à estruturação perceptiva mais simples: a de proximidade dos elementos percebidos em um mesmo campo. Outra relação espacial elementar que ela estabelece entre dois elementos vizinhos é a de separação, a qual consiste, pois, em dissociá-los ou pelo menos distingui-los; esta relação espacial topológica corresponde à segregação perceptiva. A terceira relação que a criança estabelece entre os elementos às vezes vizinhos e separados é a ordem ou sucessão espacial; isto ocorre quando os elementos estão distribuídos uns em seguida aos outros. No plano perceptivo, a ordem constitui um dos elementos fundamentais na relação de simetria representada no caso mais simples da dupla ordem – ABC/CBA.

Para Piaget, a noção não é abstraída da percepção; a noção é engendrada a partir de um

conjunto de ações e operações. Ao lado da percepção pura e essencialmente receptiva resultante de uma determinada descentração, Piaget distingue uma atividade perceptiva, que se inicia com as mudanças de concentrações ou de descentrações; esta atividade perceptiva consiste em explorações, transposições, antecipações, comparações, e outras. A atividade perceptiva nada mais é senão o prolongamento da inteligência sensório-motora, que aparece antes da representação.

É preciso esclarecer que, enquanto a percepção e o conhecimento dos objetos implica um contato direto e atual (imediate) com os mesmos, a representação baseia-se em evocar os objetos em sua ausência, duplicando a percepção em sua presença. De uma certa maneira, a representação prolonga a percepção ao introduzir um elemento novo, que é irredutível; um sistema de significações que comporta diferenciação entre o significante e o significado. Isto não quer dizer que a percepção não apresente significações, porém os significantes perceptivos não passam de índices, inerentes ao esquema sensório-motor que lhe serve de significado, ao passo que a significação representativa consiste em uma diferenciação nítida entre os significantes, que podem ser signos (as várias formas de linguagem) ou símbolos (as imagens, os gestos, os desenhos, etc.) e os significados, que na representação espacial constituem as transformações do espaço ou os estados espaciais. Deste modo, a passagem da percepção para a representação espacial apóia-se tanto sobre o significante como sobre o significado, ou melhor, sobre e a imagem e sobre o pensamento.

A imagem é estudada por Piaget e Inhelder (1966, p.429-432), os quais a definem como uma imitação interiorizada, como uma espécie de suporte do pensamento, a qual, ao simbolizar as operações, torna possível uma evocação interior. Quanto a imagem espacial, destacam o problema do movimento e de suas relações com o elemento figural ou sensível. Tanto a imagem como a operação mental procedem da mesma atividade sensório-motora, mas desempenham funções distintas no mecanismo do pensamento. Essa concepção piagetina do pensa-

mento e de seu desenvolvimento revela uma unidade surpreendente, permitindo uma interpretação mais profunda da atividade intelectual do aluno.

ESPAÇO PERCEPTIVO E ESPAÇO COGNITIVO

Antes de entrarmos no assunto específico do espaço perceptivo e cognitivo, convém discutir aspectos gerais ligados ao espaço.

Quando percebemos os objetos de nosso mundo físico como moveis e estáveis, os primeiros são definidos basicamente por uma trajetória, e os segundos por uma localização; tanto a trajetória como a localização são relações estabelecidas entre os objetos pelo sujeito. Para Vurpillot (1969, p.96-176), há vários tipos de espaços: o matemático, o físico e o psicológico.

Os espaços matemáticos são construídos a partir de axiomas e descritos por uma geometria; algumas dessas geometrias podem definir o espaço físico e o psicológico. O sujeito, tanto ao construir o espaço matemático como ao descrever o espaço físico, recorre às suas estruturas mentais — perspectivas e cognitivas. Para Piaget (1949, p.193 e 259), o espaço, em sua gênese psicológica, começa por ser simultaneamente físico e matemático, isto é, depende tanto do objeto como do sujeito; e acrescenta que o mundo no qual vivemos é um meio macrofísico de escala astronômica e a escala microfísica. As nossas ações cotidianas são sobre objetos de pequena velocidade em relação à Terra, tomada como um referencial imóvel.

De acordo com Vurpillot (1974, p.89-148), todos os seres humanos vivem mergulhados em um meio ambiente no qual se produzem continuamente transformações, e através de seus órgãos sensoriais recebem as informações provenientes do mesmo. Os seres humanos tomam consciência do mundo físico mediante o registro das informações recebidas; esta consciência pode-se manifestar: a) de um modo prático, orientando os deslocamentos do ser humano, sendo, pois, necessária à sua sobrevivência; e b) de

um modo representativo, constituindo um modelo do meio ambiente. Além disso, esta autora destaca que todos os seres humanos dispõem de órgãos sensoriais, através dos quais eles entram em contato com o mundo físico; por conseguinte, o espaço perceptivo do homem vai depender diretamente das características do mundo físico. Dentre os sistemas receptores sensoriais a que o homem recorre para a percepção espacial sobressaem o visual e o tátil-cinestésico.

Para que o sistema receptor visual colete as informações fornecidas pelas propriedades espaciais do ambiente é preciso que várias condições sejam cumpridas, a saber: haver luz; o sujeito estar com os olhos abertos e focalizados apropriadamente; os olhos reagirem à luz; e o nervo ótico transmitir ao cérebro os impulsos luminosos recebidos. A cena percebida visualmente pelo sujeito possui profundidade, distância e solidez, mas a imagem vista é plana. O meio físico se apresenta tridimensionalmente e é projetado pela luz em uma superfície sensível bidimensional, mas é percebido em três dimensões. Em vista disto, coloca-se uma das questões básicas em psicologia da percepção: como os seres humanos recuperam a terceira dimensão, perdida na imagem retiniana e presente na percepção?

Gibson (1950, p.1-43), explica esta questão dizendo que o espaço que percebemos e no qual nos movimentamos não é um espaço abstrato, com três linhas que se interseccionam em ângulos retos, mas um espaço de ruas, praças, quarteirões, estradas. Ele chama a nossa atenção para o fato de que não é o mundo, não são os objetos que atingem os nossos olhos, mas a luz refletida das superfícies. O cone de raios luminosos passa através da pupila dos olhos e forma uma imagem na superfície posterior – a retina. Assim, a imagem retiniana é um arranjo da luz focalizada sobre uma superfície física bidimensional, que é específica a uma ordenação da luz refletida dos objetos físicos e superfícies em três dimensões. Afirma Gibson que, geometricamente, a imagem retiniana é uma projeção do mundo, não uma réplica do mesmo. Em outras palavras: a imagem não é uma cópia, porque o seu tamanho não corresponde ao do

objeto; falta-lhe a forma tridimensional, isto é, a profundidade, e também a solidez e a distância do mundo físico. Sabe-se, portanto, que não é o mundo que atinge os olhos, mas a luz; e sabe-se também que não é uma figura retiniana que é transmitida ao cérebro pelo nervo ótico. O evento que é transmitido pelo nervo ótico até o córtex cerebral não é composto de luz, porém de descargas nervosas; a atividade visual é um processo nervoso que ocorre na superfície occipital do cérebro, e produz nossa experiência visual do mundo. Logo, a percepção não é uma cópia da imagem retiniana, mas sim uma correlata.

A terceira dimensão é recuperada no cérebro, mediante a percepção. De acordo com Gibson, existem diferenças entre sensação e percepção: a sensação corresponde ao campo visual e está presa aos órgãos sensoriais, e a percepção corresponde ao mundo visual e é elaborada no córtex cerebral.

O campo visual é definido nos seguintes termos: possui fronteiras; muda de direção; é orientado pelas margens da visão; a cena é vista em perspectiva, isto é, um objeto eclipsa o outro; a forma sofre mudanças com a locomoção do sujeito; é uma sensação visual – o objeto é sentido e visto. E o mundo visual é assim descrito: não possui fronteiras; não muda de direção; é orientado pela gravidade; a cena é vista euclidianamente, isto é, um objeto atrás do outro; a forma é constante com a locomoção; é uma percepção visual – o objeto é percebido e conhecido.

A distinção entre espaço perceptivo e espaço cognitivo se relaciona com as proposições feitas por Piaget, acerca da percepção e da inteligência.

Como é um fato conhecido, a teoria de Piaget foi enriquecida pelos trabalhos experimentais, inicialmente realizados por ele com crianças de Genebra e continuados posteriormente por seus colaboradores e outros pesquisadores, em outras partes do mundo. De todos estes estudos vamos referir-nos a alguns que têm contribuído mais diretamente para esclarecer a distinção entre espaço perceptivo e espaço cognitivo.

Piaget e Inhelder (1948, p.13-29), propõem basicamente que as relações espaciais utilizadas por um indivíduo podem ser descritas por uma geometria, e que entre as geometrias possíveis, a que melhor exprime as primeiras condutas da criança é a topológica, vindo depois a projetiva e a euclidiana. Prosseguem ainda afirmando que, em um espaço de ação, que deverá estar construído ao redor do segundo ano de vida, é acrescentado um espaço representativo, que é elaborado entre os dois e doze anos de idade.

O espaço sensorio-motor se constitui nos dois primeiros anos e é uma das conquistas mais importantes da inteligência sensorio-motora. Este espaço é estruturado progressivamente, através de uma coordenação de ações cada vez mais complexas e dos deslocamentos da criança, e implica tanto funções perceptivas como motoras. É um espaço prático e vivenciado, no qual a equilibração se dá ao nível da ação, apesar de ser a criança, por não possuir ainda a função simbólica, incapaz de representá-lo e reconstruí-lo. O espaço sensorio-motor emerge do aspecto operativo do conhecimento e transcende os limites da pura percepção, da qual a criança extrai a orientação espacial.

É ao redor dos dois anos de idade, com o aparecimento da função simbólica, que se diferencia o espaço sensorio-motor do espaço representativo. A criança passa ao plano representativo por todas as etapas conquistadas no plano prático. Assim, novamente, as primeiras relações espaciais a serem estabelecidas são as topológicas e depois as projetivas e euclidianas, mas agora em um plano representativo. Esta defasagem que Piaget aponta no domínio do espaço está presente também em todos os setores do pensamento infantil, e explica por sua vez a reconstrução no plano operatório, tanto concreto como formal, das vitórias alcançadas no plano da atividade prática: do mesmo modo que o espaço de ação foi, sucessivamente, topológico, depois projetivo e finalmente euclidiano, o espaço representativo é também inicialmente topológico, entre dois e sete anos, isto é, no período pré-operatório, e após este período, no decorrer das operações concretas, são organi-

zados paralelamente os sistemas de relações projetivas e euclidianas.

Piaget e Inhelder (1948, p.30-61), demonstram a seqüência na construção do espaço representativo, através de suas pesquisas. O caráter topológico do espaço representativo observado nas crianças de menos de sete anos é apoiado nos experimentos sobre percepção estereognóstica e sobre o desenho infantil.

As pesquisas sobre percepção estereognóstica dizem respeito à intuição das formas que ocorre na fronteira entre percepção e a imagem. Os problemas apresentados às crianças consistiam em traduzir as percepções táteis-cinestésicas em percepções visuais e construir uma imagem visual para exprimir os dados táteis, através de atividades exploratórias.

As observações feitas por Piaget e Inhelder revelaram que: em um primeiro estágio, as crianças reconhecem os objetos familiares, para depois serem capazes de reconhecer as formas topológicas, mas não reconhecem as formas euclidianas; e somente em um terceiro estágio realizam uma coordenação operatória, em termos espaciais.

As conclusões destes experimentos mostram que, ao mesmo tempo em que há oposição entre as formas perceptivas e a representação imaginada, há também continuidade entre elas. Piaget esclarece que perceber visualmente um círculo ou um quadrado não é a mesma coisa que perceber estas formas mediante a exploração tátil ou reconstruir a imagem visual de maneira a permitir o reconhecimento da forma do círculo ou do quadrado, entre vários modelos; e ser capaz de desenhar essas formas é ainda mais difícil para a criança.

Além disso, na percepção a tomada de conhecimento da forma se deve a uma estruturação imediata, e a imagem visual desta mesma forma supõe uma representação intuitiva. A representação, por sua vez, se efetua quando o objeto permanece fora do campo perceptivo da visão, requerendo funções mais complexas que somente vão aparecer no

segundo ano de vida da criança.

Nas pesquisas sobre desenho, foram consideradas as relações espaciais elementares que intervêm no espaço representativo, ou, mais precisamente, no “espaço gráfico”. Não há dúvida de que o desenho constitui um certo tipo de representação espacial, e assim o “espaço gráfico” é uma das formas do espaço representativo.

Piaget e Inhelder (1948, p.62-101) estudam o espaço do desenho espontâneo e das formas geométricas. Eles consideram o desenho como uma representação que implica a construção de uma imagem diferente da própria percepção do objeto, e chamam a atenção para o fato de que nada prova que as relações espaciais, das quais é feita esta imagem, sejam do mesmo nível daquelas que correspondem à percepção.

Os resultados encontrados em Genebra com o estudo sobre o desenho das formas geométricas mostram que num primeiro momento a criança traça simples movimentos ritmados, não chegando a constituir um estágio. É no primeiro estágio que se observa os primeiros traços diferenciados e em seguida se iniciam as curvas fechadas. Somente em um segundo estágio é que começa a diferenciação das formas euclidianas. No estágio terceiro a criança começa a executar movimentos dos quais é abstraída a forma; estes movimentos podem ser qualificados de operatórios, porque já apresentam mobilidade e reversibilidade.

Piaget preconiza que o espaço geométrico não é uma simples cópia do espaço físico. A abstração da forma é, na verdade, uma reconstrução a partir das próprias ações do sujeito, inicialmente no espaço sensório-motor e em seguida no espaço mental e representativo, que já é determinado pelas coordenações das ações espaciais.

Piaget e seus colaboradores procuram, portanto, estudar a percepção e a representação das relações espaciais mediante uma série de experimentos, utilizando o método clínico. O espaço topológico

foi estudado através das seguintes relações topológicas: proximidade, separação, ordem ou sucessão espacial, inclusão ou envolvimento e continuidade. Estas relações espaciais foram investigadas através de experimentos sobre estereognosia e desenho geométrico; sobre a ordem linear e cíclica, e os nós.

O espaço projetivo foi estudado através das seguintes relações projetivas: estruturação de grandeza e de formas aparentes. Do ponto de vista psicológico, a noção de espaço projetivo aparece quando o projeto ou o seu desenho já não é considerado isolado, mas sim quando é relacionado a um determinado ponto de vista, quer em relação ao próprio sujeito ou a um interlocutor, quer em relação a objetos. Algumas das provas aplicadas foram sobre a reta projetiva, a projeção de sombras e a coordenação de perspectivas.

A prova sobre coordenação de perspectivas concerne às posições dos objetos em relação com outros e com vários observadores imaginários; seu objetivo foi constatar a evolução dos vários pontos de vista, iniciando-se com o da própria criança e passando em seguida para os pontos de vista alheios sobre um mesmo objeto. Nesta prova, os problemas colocados à criança foram de relações de ordem espacial aplicadas a duas das três dimensões do espaço físico. As relações aqui consideradas foram de direita-esquerda e frente-atrás. O material utilizado foi um modelo em relevo de três montanhas, de diferentes alturas e cores, sobre um cartão retangular. Para a criança menor de sete anos (antes do período das operações concretas) as relações de direita-esquerda e frente-atrás se apresentam como absolutas, porque cada uma permanece unida ao ponto de vista da própria criança. Somente por volta de 9-10 anos é que a criança é capaz de coordenar o seu próprio ponto de vista com os de outros possíveis observadores, permitindo-lhe construir pontos de vista alternativos e distinguindo uns dos outros; e, ao dominar as relações simples de perspectiva, ela é capaz de resolver os problemas de coordenação geral.

O problema colocado pelo modelo das três

montanhas não é uma questão topológica de vizinhança ou separação, nem mesmo uma questão euclidiana de medida, mas sim uma questão nitidamente projetiva. A natureza espacial deste conjunto de relações projetivas não pode ser dada pela percepção do sujeito, o qual percebe apenas uma das partes do todo, isto porque o espaço projetivo é constituído por um grupo de transformações e não existem relações projetivas isoladas, porquanto este espaço é, intrinsecamente, uma coordenação dos pontos de vista, de início sensorio-motores, depois representativos e finalmente operatórios. A criança só tem acesso à totalidade destes aspectos espaciais projetivos mediante um ato da inteligência, o qual lhe permite efetuar a ligação entre todas as percepções possíveis. A coordenação dos vários pontos de vista surge como resultante de processos que permitem à criança efetuar uma descentração, isto é, colocar-se efetivamente em posições ocupadas por outras pessoas ou objetos, e em seguida ser capaz de se colocar mentalmente nestas mesmas posições.

Piaget e Inhelder (1948, p.357-529) estudaram, também, a passagem do espaço projetivo ao espaço euclidiano. O espaço projetivo e o espaço euclidiano, do ponto de vista da matemática, podem ser construídos de maneira independente a partir do espaço topológico. Entre as homologias projetivas e os deslocamentos euclidianos são possíveis formas intermediárias, como as transformações afins e as semelhanças. As transformações afins são aquelas que conservam tanto as linhas paralelas como as retas, mas não conservam os ângulos ou as distâncias; por sua vez, o grupo geométrico das semelhanças conserva os ângulos como invariantes. Os sistemas de referências foram estudados através da evolução da coordenação das linhas horizontais e verticais.

Piaget e Inhelder demonstram, em seus estudos sobre a representação do espaço na criança, que as noções e relações espaciais projetivas e euclidianas são construídas de maneira simultânea e estreitamente interdependentes, como revelam os resultados dos experimentos nos quais foi utilizada a planta de uma aldeia.

Esta interdependência entre o espaço projetivo e o espaço euclidiano emerge no estudo de como a criança atinge um estágio no qual pode construir ou interpretar plantas e mapas. Os problemas colocados à criança foram os seguintes: a) localizar um boneco em um modelo idêntico, em uma posição que deve corresponder exatamente à que é ocupada por um boneco igual no modelo original. O modelo é girado 180°, solicitando-se que a criança coordene vários pontos de vista projetivos e estabeleça várias relações euclidianas; b) desenhar em uma escala reduzida um modelo de uma aldeia que inclua algumas casas, árvores, animais, etc. O importante nesta prova do desenho reside em que a criança deverá colocar-se mentalmente nas posições ocupadas pelo boneco. As relações espaciais de ordem, como direita-esquerda, frente-atrás e em cima-embaixo são estabelecidas pela criança menor do seu próprio ponto de vista, não sendo ela capaz de considerá-las do ponto de vista do boneco.

Em resumo, o espaço euclidiano se baseia essencialmente sobre a noção de distância, e a equivalência das figuras depende de sua igualdade matemática. O espaço projetivo, ao contrário, é baseado na noção de reta e é a perspectiva ou a possibilidade de transformação projetiva que permite a equivalência das figuras, enquanto o espaço topológico se fundamenta sobre as relações puramente qualitativas, tais como: vizinhança, separação, envolvimento, etc., e inerentes a uma figura particular. A equivalência topológica entre duas figuras é quando uma é homeomorfa à outra em virtude de uma simples deformação contínua, excluindo a recuperação e o rasgão.

Piaget conclui, por conseguinte, que as representações topológicas são as primeiras a se constituírem em operações mentais. As operações projetivas e euclidianas não são engendradas simultaneamente com as topológicas, mas se pode constatar uma defasagem temporal nítida. Em outras palavras, as relações projetivas e euclidianas pressupõem as relações topológicas.

A CONSTRUÇÃO DO ESPAÇO

Para Piaget a construção do espaço ocorre desde o nascimento do indivíduo e é paralela às demais construções mentais, constituindo-se com a própria inteligência. Esta construção se processa progressivamente, nos planos perceptivo e representativo.

Inicialmente a construção do espaço se prende a um espaço sensorio-motor ligado à percepção e à motricidade. Este espaço sensorio-motor emerge dos diversos espaços orgânicos anteriores, como o postural, o bucal, o tátil, o locomotor, etc. O espaço sensorio-motor não é constituído por simples reflexos, mas por uma interação entre o organismo e o meio ambiente, durante a qual o sujeito se organiza e se adapta continuamente em relação ao objeto. Em seguida, a construção do espaço passa a ser representativa, coincidindo com o aparecimento da imagem e do pensamento simbólico, que são contemporâneos ao desenvolvimento da linguagem.

A representação procede, na construção do espaço, como que ignorando as relações métricas e projetivas já construídas no nível sensorio-motor. Na verdade, o espaço representativo se processa como uma reconstrução, só que não mais a partir das atividades sensorio-motoras, mas sim a partir das intuições elementares concernentes às relações topológicas. Deste modo, a criança reconstrói o espaço, mediante a atividade representativa exercida sobre a atividade perceptiva.

A última etapa da construção do espaço é operatória e, como as anteriores, se processa através de reconstruções sucessivas, sendo a primeira concreta e a segunda formal.

As primeiras operações espaciais engendradas pela criança são topológicas, a partir delas é que são estabelecidas simultaneamente as relações projetivas e euclidianas. O espaço operatório, coerente com todo o desenvolvimento mental, também se apresenta de início baseado em estruturas operatórias concretas e depois em estruturas operatórias formais.

Piaget teoriza que a filiação entre os três espaços (sensório-motor, representativo e operatório) é contínua. As ações espaciais interiorizadas no nível sensório-motor engendram o espaço intuitivo correspondente ao nível pré-operatório. Por sua vez, as representações espaciais no nível pré-operatório engendram o espaço operatório correspondente ao nível concreto; e as operações concretas engendram o espaço formal correspondente ao nível lógico-matemático. O processo de construção do espaço, como se deduz do exposto, é um longo caminho que procede da ação para a operação.

Resumindo: a construção do espaço, tanto no plano perceptivo como no representativo, é engendrada pelas atividades perceptiva, representativa e operatória.

De início, a criança concebe topologicamente o espaço; este espaço topológico é para ela uma reunião de espaços fragmentários e distintos; ela não é capaz de situar os objetos uns em relação aos outros segundo um plano de conjunto. As fronteiras deste espaço são fixadas pelo campo perceptivo ou pela unidade funcional de cada campo de experiência particular da própria criança. Para que ela disponha de estruturas espaciais acabadas, é preciso que considere as distâncias objetivas e os pontos de vista possíveis, coordenando esses espaços parcelados em um espaço total; essa coordenação só será possível mediante a construção de dois sistemas de conjunto diferentes e complementares.

Um destes sistemas é o sistema de coordenadas, fonte do espaço euclidiano, que permite à criança situar os objetos uns em relação aos outros e colocar e deslocar os objetos em uma mesma estrutura; é através deste sistema que a criança engloba os objetos e os lugares por eles ocupados. O outro sistema é o de perspectivas, fonte do espaço projetivo, mas agora considerando os diferentes pontos de vista reais ou possíveis. Esta coordenação de perspectivas implica que a criança organize um sistema de referência estável, na qual lhe seja possível articular as dimensões projetivas de direita-esquerda, frente-atrás, e cima-baixo em relação às posições

sucessivas de um mesmo observador. A construção destas coordenadas espaciais permite tanto a concepção de um sistema de referências independentes do ponto de vista próprio e momentâneo, como a estruturação das três dimensões fundamentais do espaço euclidiano. Esta interdependência dos sistemas de conjunto na realidade constitui prolongamentos das noções topológicas.

Não há nenhuma evidência que contradiga a suposição de que a construção do espaço geográfico se desenvolva seguindo as mesmas etapas do espaço em geral, e que ele é produto dos mesmos mecanismos perceptivos e cognitivos, e tampouco existe na literatura especializada consultada nenhum argumento que refute esta suposição. Porém Vinh-Bang confirma a suposição de que, de um ponto de vista lógico, a construção do espaço geográfico deve ser solidária com a do espaço intelectual.

O professor Vinh-Bang nos manifestou que no seu entender o problema da gênese da representação do espaço geográfico é atual e necessita de estudos experimentais que apliquem a teoria de Piaget. Em sua opinião, a base do problema do espaço geográfico reside na impossibilidade de percebê-lo em sua totalidade; para compensar esta dificuldade, sempre se recorreu ao uso de sua representação cartográfica. Chamou a atenção para o fato de que há somente alguns anos o homem pode ver a Terra de um ponto suficientemente distante para percebê-lo integralmente; esta visão nova e global da Terra permite prever mudanças profundas na representação geográfica. Tal conquista do homem contemporâneo, mantidas as diferenças, pode ser comparada com a das grandes explorações geográficas realizadas desde o século XV. Referindo-se à criança, Bang considera que a representação espacial geográfica, como no caso do mapa, com certeza se inicia pela percepção e representação das relações espaciais topológicas locais, para depois passar às relações projetivas e euclidianas. Da percepção e representação local, a criança passaria à representação geográfica de toda a Terra.

A mente humana está situada na encruzilhada

entre a natureza que selecionou o cérebro humano, a linguagem que permitiu a comunicação, a história pessoal que moldou o rosto de cada um e a história coletiva que nos dá padrões médios de ação e juízo. (Del Nero, p. 21-22)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATTRO, Antonio M. **El Pensamiento de Jean Piaget**. Buenos Aires: Emece, 1971.

DEL NERO, Henrique S. **O Sítio da Mente**. São Paulo: Collegium Cognitionis, 1997.

FLAVELL, John H. **The Developmental Psychology of Jean Piaget**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1963.

GIBSON, James J. **The Perception of Visual World**. Boston: Houghton Mifflin, 1950.

PIAGET, Jean. La Construction Opératoire de L'Espace, Chapitre II, **La Pensée Mathématique**, vol. I, **Introduction à L'Epistemologia Gé-**

tique. Paris: PUF, 1949.

_____. **Les Mécanismes Perceptifs**. Paris: PUF, 1961.

_____. **La Psychologie de L'Intelligence**. Paris: Armand Colin, 1967.

_____. **The Construction of Reality in the Child**. New York: Ballantine Books, 1971.

PIAGET, Jean et INHELDER, Bärbel. **La Représentation de L'Espace chez L'Enfant**. Paris: PUF, 1948.

_____. **L'Image Mentale chez L'Enfant**. Paris: PUF, 1966.

VURPILLOT Éliane. A Percepção do Espaço, **Tratado de Psicologia Experimental**. A Percepção, Paul Fraisse e Jean Piaget. Rio de Janeiro: Forense, 1969. v. VI.

_____. "Les Debuts de la Construction de L'Espace Chez L'Enfant". **De L'Espace Corporal à L'Espace Ecologique**. Paris: PUF, 1974.