


unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
FACULDADE DE CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENSINO DE CIÊNCIAS

Antonio Carlos Jesus Zanni de Arruda

**A IMPORTÂNCIA DA EXPERIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO DA NOÇÃO ESPACIAL,
SEGUNDO A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA DE PIAGET**

Bauru
2004

Antonio Carlos Jesus Zanni de Arruda

**A IMPORTÂNCIA DA EXPERIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO DA NOÇÃO
ESPACIAL, SEGUNDO A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA DE PIAGET**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Para a Ciência, da Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP/Campus de Bauru, como requisito ao Título de Mestre em Educação Para a Ciência, sob orientação do Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro.

Bauru
2004

Ficha catalográfica elaborada por
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - Bauru

Arruda, Antonio Carlos Jesus Zanni de
A importância da experiência na construção da noção
espacial, segundo a epistemologia genética de Piaget / Antonio
Carlos Jesus Zanni de Arruda. - - Bauru : [s.n.], 2004.
208 f.

Orientador: Marcelo Carbone Carneiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista.
Faculdade de Ciências, 2004.

1. Epistemologia. 2. Cognição. 3. Construção do
conhecimento. I - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Ciências. II - Título.

Antonio Carlos Jesus Zanni de Arruda

**A IMPORTÂNCIA DA EXPERIÊNCIA NA CONSTRUÇÃO DA NOÇÃO ESPACIAL,
SEGUNDO A EPISTEMOLOGIA GENÉTICA DE PIAGET**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Campus de Bauru, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Banca Examinadora:

Presidente: Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro
Instituição: UNESP/Bauru

Titular: Prof. Dr. Adrián Oscar Dongo Montoya
Instituição: UNESP/Marília

Titular: Prof. Dr. Fernando Becker
Instituição: UFRGS/Porto Alegre

Bauru, 30 de Setembro de 2004.

DEDICATÓRIA

À minha Esposa Fátima

Com muito amor

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho contou com a ajuda direta e indireta de várias pessoas, as quais quero manifestar aqui meus sinceros agradecimentos de maneira muito especial:

Ao Prof. Dr. Marcelo Carbone Carneiro a quem considero como “irmão”, que sempre me estimulou e que muito me auxiliou neste trabalho.

Ao Prof. Dr. João José Caluzi, por ter acreditado em minha pessoa, possibilitando meu ingresso no mundo da pesquisa científica.

Ao Prof. Dr. Adrián Oscar Dongo Montoya, pelas grandes colaborações sugeridas nesta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Fernando Bastos, pelas valiosas idéias apresentadas e pela participação quando da Banca de Qualificação.

À Prof^a. Léa, pelas colaborações e sugestões de correção deste texto em nossa língua materna.

À Prof^a. Adriana Michelin pelo auxílio na confecção do item “Resumo” em língua inglesa.

Aos meus Pais, pelo amor e pela família que somos.

À meu irmão por ter me ensinado tanto.

À minha saudosa irmã.

Aos meus colegas de Pós-Graduação pelo constante incentivo.

Aos Coordenadores da Pós-Graduação em Ensino de Ciências, por acreditarem tanto na formação de novos pesquisadores.

Ao pessoal administrativo, técnico e servidores da Pós-Graduação em Ensino de Ciências, por todo apoio dispensado.

Aos meus alunos de ontem, de hoje e de sempre.

(...) é evidente que, de posse de conhecimentos e valores, um sujeito que pensa procura necessariamente fazer-se uma concepção de conjunto que os reúna sob uma forma ou outra: esse é o papel da filosofia como tomada de posição raciocinada a respeito da totalidade do real.

Jean Piaget

Sabedoria e Ilusões da Filosofia

ARRUDA, A. C. J. Z. de. **A importância da Experiência na Construção da Noção Espacial, segundo a Epistemologia Genética de Piaget.** 2004. 208f.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

RESUMO

Esta dissertação discute o papel da experiência na formação da noção espacial, apresentando primeiramente este tema através dos filósofos Descartes, Hume e Kant, para depois elucidar esta questão por intermédio da investigação epistemológica proposta por Piaget. Com esses referenciais buscamos apresentar uma contribuição à Educação e particularmente ao Ensino de Ciências à medida que verificamos uma visão racionalista, uma empirista, uma apriorista e por último uma construtivista, a qual referendamos esta última como a mais adequada, à medida que reconhece o conhecimento como uma construção, que respeita os estágios de desenvolvimento cognitivo dos sujeitos e que ainda busca melhores métodos que possibilitem uma melhor aprendizagem e um maior domínio e construção de conhecimentos científicos.

Palavras-chave: Epistemologia, cognição, construção.

ARRUDA, A. C. J. Z. de. **A importância da Experiência na Construção da Noção Espacial, segundo a Epistemologia Genética de Piaget.** 2004. 208f.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2004.

ABSTRACT

This essay discusses the role of experience in the spatial notion formation, presenting firstly this discussion through the following philosophers: Descartes, Hume and Kant, to then, clarify this question through the epistemological investigation proposed by Piaget. On this basis, we aimed at presenting a contribution to Education and, particularly, to Science Teaching as we present a rationalistic, empirical, aprioristic and finally a constructivist view, being the last one considered the most adequate, once it recognizes knowledge as a construction, respects the individual's cognitive development stages and, also searches for more appropriate methods that enable better learning, besides a greater domain and construction of scientific knowledge.

Key-words: Epistemology, cognition, construction

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	01
CAPITULO I	
O Papel da Experiência para o conhecimento das noções espaciais em Descartes, Hume e Kant	07
1.1 O Papel da Experiência para o conhecimento das noções espaciais no Racionalismo de Descartes	08
1.2 O Papel da Experiência para o conhecimento das noções espaciais em David Hume	16
1.3 O Papel da Experiência para o conhecimento das noções espaciais segundo a teoria de Kant	21
CAPÍTULO II	
2.1 A Epistemologia Genética de Jean Piaget	26
2.2 A Relação entre a Experiência e a Dedução no Conhecimento Físico	33
2.3 Operações e Causalidade: da Distinção entre Conhecimento Físico e Lógico-Matemático	41
CAPITULO III	
A Epistemologia e a Psicogênese do Espaço	47
3.1 O Espaço Sensorio-Motor.	48
3.1.1 Percepção e Movimento: O Papel da Atividade Perceptiva	51
3.1.2 Coordenação Operatória.	56

	12
3.1.3 As Relações Espaciais elementares e o Desenho: O “Espaço Gráfico”	58
3.1.4 “Realismo Intelectual”	58
3.1.5 “Realismo Visual”	59
3.1.6 O desenho das formas geométricas	59
3.1.7 O Estádio 0: Simples movimentos ritmados. O Estádio I: Primeiras diferenciações (IA), após início das curvas fechadas (IB)	60
3.1.8 A ordem linear (“linha”, “corda”) e a ordem cíclica (círculo)	63
3.1.9 O Estádio I: Correspondências intuitivas simples por semelhança de objetos não ordenados	65
3.1.10 O Estádio II: A representação intuitiva da ordem. O Subestádio II: A Construção da ordem direta em caso de correspondência ótica	67
3.1.11 O Estádio II (5anos). Representação intuitiva da ordem. O Subestádio II B: Tradução da ordem cíclica em ordem linear simples, mas insegurança na inversão da ordem	68
3.1.12 O Estádio II – Representação intuitiva da ordem. Caso de transição entre os níveis II B e III. Construção da ordem inversa através de tateios sucessivos	70
3.1.13 O Estádio III (6 a 7 anos) – Correspondências Operatórias	70
3.1.14 Os nós e as relações de envolvimento	72
3.1.15 As noções do ponto e do contínuo	76
3.2 O Espaço Representativo	88
3.2.1 A reta e a perspectiva	88
3.2.2 A projeção das sombras	97
3.2.3 O relacionamento da perspectivas	99
3.2.4 As operações de secção	106
3.2.5 Os “rebatimentos” e “desenvolvimento de superfícies”	109

3.3 A passagem do espaço projetivo ao espaço euclidiano	113
3.3.1 As semelhanças e as proporções	120
3.3.2 Os triângulos encaixados. Os Subestádios II A (ausência de paralelismo dos lados) e II B (início de paralelismo)	122
3.3.3 Os triângulos encaixados, o Subestádio III A (paralelismo dos lados), III B (início das relações dimensionais)	125
3.3.4 A semelhança dos triângulos fundada na igualdade dos ângulos. Os Subestádios II A (ausência de análise) e II B (início da análise das inclinações)	127
3.3.5 A semelhança dos triângulos fundada na igualdade dos ângulos. Os Subestádios III A e III B	128
3.3.6 O Estádio II (4-5 a 7-8 anos)– comparações globais com exagero de comprimento	132
3.3.7 O Estádio III – transposições intuitivas das relações dimensionais, mas malogro na construção gráfica	135
3.3.8 Generalização da proporcionalidade	137
3.3.9 Conclusão	137
3.3.10 Os sistemas de referência e as coordenadas – a horizontal e a vertical	139
3.3.11 A horizontal e a vertical – técnica e resultados gerais	141
3.3.12 O estádio I – ausência de abstração das superfícies e dos planos a respeito dos volumes da água e da montanha	145
3.3.13 O Subestádio II A – a superfície da água paralela à base do vidro e as árvores perpendiculares às encostas da montanha	146
3.3.14 O Subestádio II B: reações intermediárias	149
3.3.15 O Estádio III: A descoberta da horizontal e da vertical	152
3.3.16 A utilização de sistemas quaisquer de referência	155

	14
3.3.17 Conclusões – A construção dos sistemas de coordenadas	156
3.3.18 O Estádio I – ausência de correspondência espacial salvo algumas vizinhanças	159
3.3.19 O Estádio II – Coordenações parciais – de 4 a 7 anos	160
3.3.20 O Subestádio III A– início das coords. de conjunto, euclidianas e projetivas	162
3.3.21 O Subestádio III B – melhoria das distâncias e das proporções	166
3.3.22 O Estádio IV – o plano esquematizado e as coordenações métricas	167
CAPITULO IV	
A Epistemologia Genética e o Ensino de Ciências	170
4.1 O Ensino de Ciências	171
4.2 Pressupostos Epistemológicos das teorias na Educação	175
4.3 A Pedagogia Diretiva e seu fundamento epistemológico	176
4.4 A Pedagogia não-diretiva e seu fundamento epistemológico	178
4.5 A Pedagogia Relacional e se fundamento epistemológico	179
4.6 Contribuições do Construtivismo para o Ensino de Ciências	181
4.7 As posturas pedagógicas do professor presentes no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula	184
4.7.1 A Experiência	185
4.7.2 O Apriorismo	188
4.7.3 O Construtivismo	190
CONSIDERAÇÕES FINAIS	193
REFERÊNCIAS	203

INTRODUÇÃO

Buscou-se nesta dissertação discutir a importância da experiência na construção da noção espacial na teoria de Piaget. Para tanto, em um primeiro momento discutimos o racionalismo de Descartes, o empirirismo de Hume e a solução proposta por Kant a esse problema.

Para o Racionalismo de Descartes (1596-1650), só temos conhecimento a partir de “idéias claras e distintas”, conforme o mesmo afirma, através de um trabalho da razão, já o mundo da experiência é enganoso, pois no mínimo já nos enganou pelo menos uma vez, de acordo com o argumento da dúvida nas “Meditações Metafísicas”.

Esse percurso, que objetiva em primeiro lugar duvidar de tudo aquilo que foi fornecido pela experiência, estabelece uma certeza inabalável em Descartes que é a certeza do pensar, a capacidade que a razão possui em interpretar o mundo de um modo certo e seguro e isso é um trabalho da razão humana.

O ato de perceber as coisas é fornecido pelos sentidos; mas, o ato de compreender como as coisas são, somente é organizado pela razão, como é o exemplo clássico de Descartes do “pedaço de cera” retirado de uma colméia que se transforma quando o colocamos junto ao fogo. Diz ele que percebemos as modificações nele ocorridas, porém o ato de compreender é um trabalho da razão (do sujeito).

Portanto, o conhecimento dessa modificação ou transformação espacial dos objetos é trabalho da razão e não da experiência, visto que, por si mesma, nada diz, estabelecendo uma dicotomia entre razão e experiência.

Para o Empirismo de Hume (1711-1776), não é possível elaborar conhecimento sobre o mundo físico, desprezando a experiência, porque o nosso entendimento funciona de maneira a estabelecer relações de causa e efeito, ou seja, é necessário se ter a experiência (ou várias experiências), senão a filosofia se tornaria tão somente uma discussão conceitual, sem vínculo com o mundo.

Segundo Hume, as idéias são extraídas de “sensações externas”, retiradas da experiência e de “sensações internas”, que são experiências retiradas de nosso estado interior. Cabe, então, ao intelecto humano organizar essas idéias, ressaltando que elas sempre serão cópias imperfeitas (imagens) de sensações, pois não as expressam de forma tão viva as sensações.

Mas como descreveremos o que acontece no mundo físico?

Através da observação dos fatos ocorridos na experiência, verificando regularidades, ou seja, se os mesmos se repetem várias vezes. Para Hume é tão somente através dessas regularidades que formamos o conhecimento das coisas, visto que nosso intelecto funciona desta maneira, por força do hábito ou costume (que é o elemento psicológico que faz com que, no futuro, esperemos as mesmas coisas do passado).

Em relação às noções espaciais, Hume observa que só há espaço porque há objetos, e são neles que verificamos as suas propriedades externas, ou seja, a sua regularidade constatada.

Através do tato e da visão é como conseguimos estabelecer relações com os objetos para depois organizá-los, ou melhor dizendo, a idéia de espaço sempre estará ligada diretamente a um objeto por conta da experiência.

Em Kant (1724-1804), há uma tentativa de solucionar esse debate entre racionalismo e empirismo.

Kant defende a tese de que o conhecimento tem início na experiência, mas não sua origem.

A principal investigação de Kant refere-se a uma possibilidade de investigarmos a origem do conhecimento por um meio que não fosse a “metafísica tradicional”, ou seja, o de remeter a um discurso sobre meros conceitos, fechado em si mesmo. Kant propõe uma “nova metafísica do sujeito”, ou seja, de que o homem possui um aparato subjetivo *a priori*, demonstrando que a razão (*a priori*) organiza, de modo universal e necessário, os dados da experiência (*a posteriori*), ainda que tenhamos uma capacidade *a priori* que não depende da experiência, mas que se realiza por conta desta.

Por ocasião da experiência, o sujeito impõe formas puras de receber os objetos e, a partir daí, começa a organizar os dados externos. Essas formas puras, ditas por Kant como “*a priori*”, são o espaço e o tempo, intuições puras responsáveis por receber os objetos.

O tempo e o espaço nada mais são do que formas puras da sensibilidade dos sujeitos que, por conta da experiência, representam os objetos. Então, os objetos nada mais são do que aquilo que representamos dos mesmos num certo espaço e tempo, melhor dizendo, só conhecemos nos mesmos os seus fenômenos, pois são os sujeitos que os representam.

Em Kant, todo conhecimento é fenomênico e não conhecemos o objeto como ele é, pois somos nós quem o representamos.

O espaço é uma representação necessária. É através dele que organizamos os objetos.

Discutimos uma teoria racionalista, uma empirista e a solução dada pelo Criticismo Kantiano a este debate para elucidar o entendimento da discussão epistemológica construída por Piaget. Segundo Piaget (1978, 3)

.... o conhecimento não poderia ser concebido como algo predeterminado nas estruturas internas do indivíduo, pois que estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nos caracteres preexistentes do objeto, pois que só estes são conhecidos graças à mediação necessária dessas estruturas; e estas estruturas os enriquecem e enquadram¹.

Para a Epistemologia Genética, o conhecimento não pode ser concebido como derivado da experiência ou do trabalho exclusivo da razão, mas é uma construção que depende de uma relação intrínseca entre razão e experiência.

Por fim, buscamos entender as implicações da Epistemologia Genética de Piaget para a Educação e, em particular, para o Ensino de Ciências.

A concepção empirista fundamenta uma prática docente que considera que o aluno aprende se o professor repetir o conteúdo, que o sujeito, enquanto dotado de inteligência, é passivo e só aprende por transmissão, que a aprendizagem depende de estímulos externos adequados, que os estímulos externos (positivos ou negativos) são determinantes para a formação

¹ PIAGET, J. **A Epistemologia Genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1978, 03.

do sujeito, que o conhecimento é contingente e dependente da ocorrência das coisas e não uma construção operativa da razão, que se aprende pela experiência e que o meio determina o sujeito.

De outro lado, a teoria racionalista, centrada no poder da razão, fundamenta as seguintes posturas pedagógicas:

- que o aluno conhece pela razão ou capacidade de pensar ativamente as coisas;
- que a experiência não fornece conhecimento e nos leva ao erro;
- que a razão é como um sol, tudo ilumina e não é iluminado por nada;
- que o meio não determina o sujeito;
- que o conhecimento é construção subjetiva ou elaboração da razão.

Nesse contexto, a teoria construtivista possibilita conceber o conhecimento como construção, isto é, elaboração subjetiva que leva em conta os dados exteriores.

As idéias presentes nessas concepções que possuem fundamento no construtivismo são as seguintes:

- que o conhecimento é uma construção;
- que há uma íntima colaboração entre a experiência e a razão;
- que o sujeito é um vir-a-ser contínuo e que não existe conhecimento-estado;
- que a experiência é organizada pelo intelecto, segundo uma forma dinâmica.
- que o conhecimento é construção subjetiva ou elaboração da razão, dependente dos objetos ou do meio exterior.

A experiência possui um papel fundamental para a construção do conhecimento; porém, esta é entendida como integrada nos sistemas de coordenações ou ações que o sujeito elabora.

Entendemos, portanto, ser importante essa discussão sobre os fundamentos epistemológicos da Educação e, em especial, do Ensino de Ciências, por reconhecer que o

conhecimento é uma construção, na medida em que respeita os estágios de desenvolvimento cognitivo do indivíduo e ainda busca métodos apropriados para possibilitar a construção de conhecimentos e uma conseqüente melhor aprendizagem.

CAPÍTULO I

O Papel da Experiência para o conhecimento das noções espaciais em Descartes, Hume e Kant

1.1 O papel da Experiência para o conhecimento das noções espaciais no Racionalismo de Descartes

Discutiremos, nesse capítulo, qual o papel da experiência para o conhecimento das noções espaciais, segundo o Racionalismo de Descartes².

Para Descartes, o Conhecimento verdadeiro, que nos dá a certeza e evidência sobre as coisas (“Clareza e Distinção”), é produto de um trabalho da razão. A experiência não nos dá a conhecer verdadeiramente as coisas em si mesmas e nem as noções espaciais.

Para reconstruirmos seu raciocínio sobre esta questão, nos dedicaremos à análise do texto clássico, que oferece as bases do pensamento moderno, as “Meditações Metafísicas”.

Sabemos da forte influência do Ceticismo sobre o pensamento de Descartes e a maneira cética como inicia as suas meditações, colocando em dúvida tudo aquilo que apresentar a menor possibilidade de erro ou falsidade (como um método para bem conduzir a razão e chegar a

² Nasceu em 1596 e morreu em 1650, considerado por muitos como o “Pai da Filosofia Moderna”, pois reforça a tese de que somente conhecemos verdadeiramente as coisas através da construção racional pelo sujeito.

verdade). O primeiro argumento construído no 3º. parágrafo é o de duvidar (suspender os juízos) sobre os sentidos, pois são fontes constantes de erros e ilusões. Citemos alguns exemplos que corroboram este argumento:

- 1- Se estamos no porto e vemos um navio distante, ele parece pequeno e parado; quando se aproxima vemos que, relativo a nós, ele é grande e está em movimento.
- 2- Um remo, metade na água e metade fora, parece quebrado.
- 3- Existe uma limitação natural nos nossos sentidos, que nos levam a considerar de forma errada as coisas. O Sol parece girar em torno da terra.

Portanto, os sentidos não nos dão a conhecer as coisas e constituem-se em uma fonte inesgotável de erros e ilusões. Encontramos, neste primeiro grau da dúvida, uma desqualificação do elemento sensível (da experiência) para a formação do conhecimento verdadeiro. Posição que será mantida, durante o texto (“Meditações Metafísicas”).

No segundo argumento, que estende e radicaliza a dúvida, Descartes pondera sobre a limitação do argumento anterior (erro dos sentidos), pois me enganar com relação às coisas distantes e pouco sensíveis não me dá possibilidade de duvidar de todas as questões sensíveis, como, por exemplo, que eu esteja aqui sentado junto ao fogo e vestido com este chambre.

Descartes, então, constrói o segundo argumento, que é o do sonho. Há uma possibilidade, ainda que pequena, que eu esteja, neste momento em que escrevo, dormindo e tudo não passa de ilusões produzidas em meus sonhos. A idéia deste argumento é a de que tudo poderia ser uma ilusão produzida por mim mesmo em meu sonho e que devo suspender os meus juízos sobre a verdade acerca de todas as coisas que percebo. O que valida este argumento é o

fato de nós já termos nos enganado no sonho algumas vezes, o que pode levar a crer que neste momento estejamos sonhando e, portanto, sendo enganado.

O argumento do sonho tem a função de estender e radicalizar a dúvida e de levar, portanto, a uma impossibilidade nas afirmações que realizamos sobre os dados sensíveis. A experiência sensível pode ser uma ilusão produzida em meus sonhos.

No entanto, quer esteja sonhando, quer esteja acordado, algumas verdades parecem que não são afetadas por estes argumentos, por exemplo: as quantidades, as formas etc. E, sobretudo, as verdades matemáticas (que o quadrado tenha quatro lados e que dois mais três seja cinco etc.).

Dentro dessa argumentação, será elaborado o terceiro argumento que estende e radicaliza a dúvida, o argumento do Deus Enganador³. A idéia fundamental deste argumento é a de atribuir minha origem a um Deus (como dirá Descartes mais à frente na meditação: quanto mais imperfeito for aquele que me produziu mais imperfeito serei) e argumentar que eu posso ter sido produzido de uma tal forma que me engane sobre tudo o que penso.

Ao final da 1^a. Meditação, o que temos é a dúvida tornando-se generalizada e radical. Como diz Descartes no começo da 2^a. Meditação:

A Meditação que fiz ontem encheu-me o espírito de tantas dúvidas, que doravante não está mais em meu alcance esquecê-las. E, no entanto, não vejo de que maneira poderia resolvê-las; e, como se de súbito tivesse caído em águas muito profundas,

³ Deus Enganador e Gênio Maligno possuem a mesma função, porém, o gênio maligno possui uma função psicológica, isto é, o engano acontece por que ele produz as ilusões no exato momento em que penso e a falsa impressão de que são verdadeiras.

estou de tal modo surpreso que não posso nem firmar meus pés no fundo, nem nadar para me manter à tona⁴

Este comentário de Descartes dá a medida da dúvida empreendida pelo autor e o propósito seguinte é continuar nesse caminho até que tenha encontrado um ponto que fosse fixo e seguro.

A partir daí temos o argumento que conduz à conquista da primeira verdade, que inaugurará a cadeia de razões, levando ao conhecimento verdadeiro. Neste ato de duvidar, será que duvidei da própria existência?

Não, a minha existência estava assegurada no ato do pensar. Eu sou, eu existo como coisa que pensa (*res cogitans*).

Diz Descartes:

De sorte que, após ter pensado bastante nisto e de ter examinado cuidadosamente todas as coisas, cumpre enfim concluir e ter por constante que esta proposição, eu sou, eu existo, é necessariamente verdadeira todas as vezes que a enuncio ou que a concebo em meu espírito⁵.

Eu tenho a certeza de que sou uma coisa que pensa. O que é uma coisa que pensa? “É uma coisa que duvida, que concebe, que afirma, que nega, que quer, que não quer, que imagina também e que sente” (DESCARTES, René. 1987, 27).

⁴ DESCARTES, René. **Meditações Metafísicas**. São Paulo: Abril Cultural/Nova Cultural. Coleção Os Pensadores, 1987, 23.

⁵ Idem, 24.

É sobre este ponto fixo (que é o pensamento⁶), que Descartes solidificará a questão do conhecimento.

O conhecimento das coisas é elaborado pelo pensamento e a experiência não fornece senão dados mutáveis e aparentes.

O conhecimento do mundo físico e, em particular do espaço, é desenvolvido por Descartes na 2^a. meditação (parágrafos 10 a 18), que analisaremos de forma minuciosa.

Para discutir a questão do conhecimento do mundo físico, Descartes fala não:

dos corpos em geral, pois essas noções gerais são ordinariamente mais confusas, porém de qualquer corpo em particular. Tomemos, por exemplo, este pedaço de cera que acaba de tirado da colméia: ele não perdeu ainda a doçura do mel que continha, retém ainda algo do odor das flores de que foi recolhido; sua cor, sua figura, sua grandeza, são patentes; é duro, é frio, tocamos-lo e, se nele batermos, produzirá algum som. Enfim, todas as coisas que podem distintamente fazer conhecer um corpo encontram-se neste⁷.

O que temos, nesta argumentação de Descartes, é a descrição daquilo que os sentidos nos dão a conhecer dos objetos, isto é, o que a experiência fornece das coisas. O que temos é a doçura, o odor das flores, a cor, a figura etc.

⁶ Pensamento, entendimento, espírito e razão são utilizados como sinônimos.

⁷ DESCARTES, René. **Meditações Metafísicas**. São Paulo: Abril Cultural/Nova Cultural. Coleção Os Pensadores, 1987, 28.

No entanto, a argumentação de Descartes prossegue para a questão da modificação ou transformação do pedaço de cera e a conseqüente conclusão que somente a razão ou o pensamento é capaz de conhecer o que são as coisas materiais.

Diz Descartes (1987, p. 28):

Mas eis que, enquanto falo, é aproximado do fogo: o que nele restava de sabor exala-se, o odor se esvai, sua cor se modifica, sua figura se altera, sua grandeza aumenta, ele torna-se líquido, esquentando-se, mal o podemos tocar e, embora nele batamos, nenhum som produzirá. A mesma cera permanece após a modificação? Cumpro confessar que permanece: e ninguém o pode negar. O que é, pois, que se conhecia deste pedaço de cera com tanta distinção? Certamente não pode ser nada de tudo o que notei nela por intermédio dos sentidos, posto que todas as coisas que se apresentavam ao paladar, ao olfato, ou à visão, ou ao tato, ou à audição, encontram-se mudadas e, no entanto, a mesma cera permanece⁸.

O pedaço de cera, assim como todo o mundo material, é suscetível de transformações ou modificações. O que permanece é algo de extenso, flexível e mutável, que é apreendido pela razão.

O que temos como tese fundamental do pensamento cartesiano é que o conhecimento das coisas materiais é uma elaboração do sujeito (pensamento, entendimento ou razão).

Diz Descartes:

Ora, qual é esta cera que não pode ser concebida senão pelo entendimento ou pelo espírito? Certamente é a mesma que vejo, que toco, que imagino e a mesma que conhecia desde o começo. Mas o que é de notar é que sua percepção, ou a ação pela

⁸ Idem.

qual é percebida, não é uma visão, nem um tatear, nem uma imaginação, e jamais o foi, embora assim o parecesse anteriormente, mas somente uma inspeção do espírito, que pode ser imperfeita e confusa, como era antes, ou clara e distinta, como é presentemente, conforme minha atenção se dirija mais ou menos às coisas que existem nela e das quais é composta⁹.

Portanto, a transformação ou modificação espacial dos corpos significa uma passagem de um estado A para um estado B e a permanência daquilo que podemos caracterizar como substancial. Percebemos pelos sentidos esta transformação, no entanto, esse ato de perceber é coordenado e organizado pelo sujeito (razão). Somente a razão apreende o elemento substancial das coisas.

Segundo Descartes, os sentidos só nos informam a mudança de estado, a forma etc., cabendo, se e somente se, à razão perceber a transformação.

É o entendimento ou razão que concebe as transformações espaciais dos objetos, aprendendo a verdade.

Estabelece-se a partir daí um desprezo da experiência na formação do conhecimento sobre o mundo físico e, em especial, sobre a noção espacial. Cabe tão somente à razão conhecer as coisas ou os objetos. A experiência nada organiza, nada representa, nada conhece.

⁹ Idem, 29.

Portanto, a experiência em si mesma, nada representa como fonte de conhecimento, ou como organização espacial dos objetos, visto que é a razão através de suas elaborações e representações que formata e organiza o mundo dos objetos¹⁰.

¹⁰ Descartes buscou construir uma física geométrica, isto é, elaborar uma físico-matemática capaz de conhecer as propriedades do mundo físico.

1.2 O papel da Experiência para o conhecimento das noções espaciais em David Hume¹¹

David Hume, em sua teoria do conhecimento, especificamente na obra intitulada “Investigação sobre o Entendimento Humano”, na Seção IV, afirma que todos os objetos da investigação humana são divididos em duas espécies.

A primeira pressupõe que existem verdades evidentes por si mesmas, não necessitando de colaboração por parte de alguma experiência, e que estas são suficientes por suas proposições. No caso, as verdades matemáticas, pois a sua linguagem garante a verdade.

A segunda é através do que ele denomina de “questões de fato”, levando-se em conta que não se garante nada como verdadeiro somente através do discurso (conceitos e idéias), pois somente a experiência nos fornece a evidência de que algo é verdadeiro, sendo comprovado.

As questões de fato são as questões sobre o mundo físico e observável e a tese defendida por Hume é que não é possível formar um conhecimento sobre estas questões de forma a priori e independente da experiência. Ao contrário, não é possível falar em conhecimento físico sem a regularidade experimental constatada.

Os raciocínios que elaboramos sobre o mundo físico para se constituírem como conhecimento, necessitam sempre da experiência.

Nossos raciocínios sobre as questões de fato fundam-se em uma relação de causa e efeito e este, por sua vez, não é um princípio que derive da razão. A origem das nossas relações de causa e efeito está na experiência.

¹¹ Filósofo. Nasceu na Escócia em 1711 e morreu em 1776, defendeu a tese de que todas as nossas idéias derivam da experiência, pois esta é a grande guia da vida humana, cabendo à mente a capacidade de combiná-las.

Neste sentido, Hume elabora uma crítica à Filosofia e a todos os sistemas metafísicos de interpretação do conhecimento, pois produziram um discurso descolado do mundo, desprezando a experiência como referência da vida humana, tornando-se tão somente uma discussão conceitual, ao qual refugia-se em si mesma, dando a si um certo ar de arrogância de conhecer as coisas, porém sem fundamento. Para o empirismo de Hume, o conhecimento necessita de comprovação física, pois do contrário é mera especulação filosófica.

Mas, de onde provêm essas idéias?

Segundo Hume, todas as idéias derivam da experiência e a natureza humana, através do intelecto, possui a capacidade de combinar e de formar idéias, através da experiência.

As idéias provêm de 02 fontes, a saber, das “sensações externas”, onde há a memorização de imagens, que se caracterizam como cópias imperfeitas e internas de uma sensação, retiradas de uma experiência. Podemos exemplificar isso através da imagem de qualquer objeto. E a outra maneira é através das “sensações internas”, as quais são experiências internas retiradas de nós mesmos, experiências internas como a ira, o apaixonar-se etc.

Essas idéias nunca expressarão totalmente as sensações experimentadas, pois são cópias das sensações, sendo estas mais vivas do que as idéias em si mesmas.

Então, o intelecto humano forma idéias a partir de “combinação, transposição, aumento ou diminuição, sendo estes limites fornecidos pelos sentidos e pela experiência”(Da origem das Idéias, Seção II, parágrafo 13), realizando conexões, associações, através da experiência.

Essas idéias que retiramos da experiência são conectadas a partir de princípios, os quais se dividem em 03 categorias, a saber.

SEMELHANÇA – uma coisa parecida com outra.

CONTIGUIDADE DE TEMPO E LUGAR – proximidade de tempo e lugar.

CAUSA E EFEITO – ocorrência de um fato e sua consequência .

Percebemos aqui que não é através de juízos que chegamos à verdade dos fatos.

Neste sentido, podemos citar o famoso exemplo de Hume sobre o juízo que emitimos sobre o nascimento do Sol.

É perfeitamente concebível que o Sol nascerá amanhã e que o Sol não nascerá amanhã.

Somente a experiência validará um dos juízos e o conhecimento sobre esta questão de fato somente será elaborado quando verificarmos repetidas experiências.

Portanto, o conhecimento científico das coisas somente dar-se-á através da constatação experimental dos fatos e somente tenho a garantia do conhecimento através desta observação, pois a experiência é o grande guia da vida humana e a repetição dos fatos ocorridos faz com que o intelecto, através de hábito e costume forme leis gerais dos fatos que se repetem.

Só a experiência nos ensina a natureza e os limites da coisa e do efeito e nos permite inferir a existência de um objeto da existência de um outro. Tal é o fundamento do raciocínio moral que constitui o grosso dos conhecimentos humanos e é a origem de toda a ação e conduta humana¹².

A partir do que foi discutido, como formamos as noções espaciais? Certamente pela experiência.

Sobre o raciocínio que elaboramos sobre a proximidade espacial, o empirismo de Hume nos conduz à conclusão de que os raciocínios e as noções de espaço são formados pela experiência.

¹² HUME. David. **Da filosofia cética ou acadêmica.** Seção XII, 198.

Só conhecemos as propriedades físicas dos objetos e elaboramos as noções espaciais quando observamos nos próprios objetos a extensão dos mesmos, ou seja, suas propriedades externas, como este se apresenta com certa regularidade, como aparece etc.

Segundo Hume (2000), a idéia de espaço é derivada de dois sentidos que são a visão e o tato, para se haver uma organização espacial dos objetos, faz-se necessário que os mesmos possam ser observados, tocados, apalpados ou sentidos, pois idéias claras e distintas implicam a possibilidade de existência, senão não seriam claras e distintas e sim contraditórias. E que ainda, sem os objetos toda definição torna-se infrutífera, pois por mais que se queira traçar uma linha, desenhar uma superfície, meramente conforme a definição, sem existência, haveria tão somente uma aproximação e não exatidão.

O que é o espaço? Como organizamos os objetos de maneira espacial?

Segundo Hume, nossa mente possui uma capacidade limitada de atingir o mundo dos objetos. Neste sentido, somente podemos afirmar que elaboramos representações adequadas? Esta limitação refere-se ao modo pelo qual representamos idéias dos objetos através dos sentidos, que estão em um espaço e em um tempo.

Em primeiro lugar temos as impressões dos objetos pelos órgãos dos sentidos e posteriormente formamos idéias dos mesmos. Ex.: Quando percebo objetos à minha frente, imediatamente adquire não só a idéia de espaço, como também a idéia de extensão visto que cada objeto possui sua própria extensão e, através de uma impressão representada como cópia dos objetos percebidos pela minha mente, percebo que cada objeto é uma unidade, pois só posso conceber este conceito quando percebo que tal objeto não pode existir sozinho, porque outros objetos também se relacionam a este, ou seja, de que o espaço é ao mesmo tempo coexistente e simultâneo.

Ora, tais as partes, tal o todo. Se um ponto não for considerado colorido ou tangível, ela não poderá nos transmitir nenhuma idéia; e, como consequência, a idéia de extensão, que é composta das idéias desses pontos, jamais poderá existir. Mas se a idéia de extensão realmente pode existir (e temos plena consciência de que o pode), suas partes também têm de existir; e, por isso, devem ser consideradas como coloridas ou tangíveis. Portanto, só possuímos idéias de espaço ou extensão se o consideramos como um objeto de nossa visão ou de nosso tato¹³.

Só podemos ter a idéia de espaço quando esta idéia está implicada diretamente ao objeto, sendo que a recebemos através dos sentidos, especificamente a visão e o tato, sendo a visão espacial como se fosse uma cópia daquilo que recebemos pelos sentidos.

A idéia de espaço é transmitida à mente por dois sentidos, a visão e o tato; nada jamais parecerá extenso se não for visível ou tangível. A impressão composta que representa a extensão consiste em várias impressões menores, que são indivisíveis ao olhar ou ao tato, e que podem ser denominadas impressões de átomos ou corpúsculos dotados de cor e solidez. Mas isso não é tudo. Não é preciso apenas que esses átomos sejam coloridos ou tangíveis para que possam se mostrar a nossos sentidos; é igualmente necessário que preservemos a idéia de sua cor ou tangibilidade para que os possamos compreender por meio de nossa imaginação. Somente a idéia de sua cor ou tangibilidade pode torná-los concebíveis pela mente. Se suprimirmos essas qualidades sensíveis, tais átomos serão inteiramente aniquilados para o pensamento ou imaginação¹⁴.

¹³ Hume, David. “Tratado da Natureza Humana”. “Das outras qualidade de nossas idéias de espaço e tempo”. Editora UNESP, 2000, nota 16, 65.

¹⁴ Idem, nota 15, pg. 64.

1.3 O Papel da Experiência para o conhecimento das noções espaciais, segundo a teoria de Kant¹⁵

A teoria de Kant aparece no século XVIII com a tentativa de solucionar o debate entre o racionalismo e o empirismo no que tange ao papel da experiência na formação do conhecimento e, em especial, do conhecimento do mundo físico. O racionalismo e o empirismo apresentavam-se como posições extremas, isto é, ora descartando totalmente a experiência para o conhecimento ora colocando-a como a fonte do conhecimento do mundo físico.

Para Kant, todo o nosso conhecimento começa com a experiência, mas sua origem estaria na forma lógica como a mente organiza esses objetos que afetam nossos sentidos.

Kant quer demonstrar inicialmente na sua famosa frase presente na “*Crítica da Razão Pura*”(1987), que “...todo conhecimento começa pela experiência, mas nem todo conhecimento se origina da experiência”, que a experiência é imprescindível para o conhecimento e é organizada pelas formas (*a priori*) que o sujeito possui.

Ao investigar as condições de possibilidade do conhecer, conclui que não é o sujeito que gravita em torno do objeto, mas, ao contrário, que é o objeto que gravita em torno do sujeito e que existe uma necessidade da experiência para a formação do conhecimento. É o sujeito que “determina o objeto”, impondo-lhe as formas puras da intuição e as categorias, que constituem o modo como o espírito humano organiza os dados externos e constrói o

¹⁵ Nasceu em 1724 e morreu em 1804 em Königsberg, estabeleceu que o conhecimento é uma união entre intuição e conceito, ou seja, daquilo que recebemos pela experiência e organizamos pelo entendimento.

conhecimento. O conhecimento é relativo ao sujeito e não podemos conhecer as coisas como são nelas mesmas, pois só conhecemos fenômenos.

Conhecer, então, é enquadrar os dados empíricos nas formas *a priori* da sensibilidade e nas categorias puras do entendimento. Portanto, é necessário receber os objetos pela experiência, “*obtendo representações mediante o modo como somos afetados por eles*” (“*Crítica da Razão Pura*”, 1987, 33), *através da sensibilidade*” .

A sensibilidade é a faculdade responsável pela receptividade dos objetos, na medida que somos afetados pelos mesmos, isto é, os objetos tocam os nossos sentidos e de forma passiva organizamos (recebemos) esses no espaço e no tempo.

As formas puras da sensibilidade¹⁶, que representam os objetos quando estes afetam nossos sentidos, são o espaço e o tempo. Portanto, para Kant, espaço e tempo deixam de ser determinações ou estruturas dos objetos e tornam-se formas que o sujeito possui para organizar os objetos de que temos experiência.

Os objetos, então, “aparecem a nós”, segundo a matéria fornecida pela experiência e segundo a forma dada pela sensibilidade. Não conhecemos as coisas como elas são nelas mesmas (coisa em si). Como dissemos, todo conhecimento, para a teoria kantiana, é sempre fenomênico¹⁷.

¹⁶ A intuição pura caracteriza-se: “... quando nada mais contém além da forma de sensibilidade que no meu sujeito precede todas as impressões reais pelas quais eu sou afetado pelos objetos” (“Prolegômenos a toda Metafísica Futura”, 1982, pg.50).

¹⁷ É sempre conhecimento daquilo que se manifesta aos nossos sentidos, ou seja, daquilo que é organizado no espaço e no tempo.

O tempo e o espaço não são determinações ou estruturas dos objetos e sim formas apriorísticas próprias do sujeito. Neste sentido, os objetos externos por ocasião da experiência não passam de meras representações da nossa sensibilidade através da matéria (*a posteriori*) e a ordenação destes é *a priori*.

O espaço é uma forma de representação das coisas externas e os objetos só podem ser num espaço, é possível representar um espaço sem objetos e não o contrário.

Diz Kant (1987, 37) que “*mediante o sentido externo (uma propriedade da nossa mente) representamo-nos objetos como fora de nós e todos juntos no espaço. Neste são determinadas ou determináveis as suas figura, magnitude e relação recíproca*”.

A representação das coisas no espaço é necessária, sendo que:

o espaço não é um conceito empírico abstraído de experiências externas. Pois a representação de espaço já tem que estar subjacente para certas sensações se referirem a algo fora de mim (isto é, a algo num lugar do espaço diverso daquele em que me encontro), e igualmente para eu poder representá-las fora de mim e uma ao lado da outra e, por conseguinte, não simplesmente como diferentes, mas como situadas em lugares diferentes. Logo, a representação do espaço não pode ser tomada emprestada, mediante a experiência, das relações do fenómeno externo, mas esta própria experiência externa é primeiramente possível só mediante referida representação¹⁸.

O espaço está subjacente a qualquer representação do objeto, pois é uma representação *a priori* que, quando da organização dos fenômenos, já pressupõe um espaço subjacente. O espaço é a forma de todos os fenômenos externos, pois todas as coisas, enquanto fenômenos externos, estão organizadas no espaço.

¹⁸ KANT, I. **Crítica da Razão Pura**. São Paulo: Nova Cultural, 1987, B., 38.

Diz Kant (1987,38) que “*o espaço é uma representação a priori necessária que subjaz a todas as intuições externas. Jamais é possível fazer-se uma representação de que não haja espaço algum, embora se possa muito bem pensar que não se encontre objeto algum nele*”.

Somente mediante a representação no espaço, os objetos podem ser recebidos pela nossa mente. Fora do espaço não existe, segundo Kant, qualquer representação do objeto. Os objetos externos são representações de nossa sensibilidade, o espaço é a forma desta representação.

Na “*Dissertação de 1770*¹⁹”, Kant diz que:

... o espaço é algo subjetivo e ideal, se ele fosse real, os axiomas geométricos seriam uma universalidade relativa; a capacidade de espírito que coordena todas as sensações; a natureza submetida aos princípios da geometria, no que se refere a todas a propriedades do espaço é intuitivo como condição subjetiva.

O conceito de espaço é uma representação singular que compreende em si todas as coisas e não uma noção abstrata. Ele é objeto de intuição e não de conhecimento conceitual, sendo *a priori*, porque longe de derivar da experiência, é a sua condição de possibilidade.

É também intuição porque é possível pensá-lo sem objetos e o contrário não é verdadeiro. É puro, sendo anterior à experiência e por ocasião desta se organiza.

Na teoria kantiana encontramos, portanto, a tese que não existe conhecimento sem a experiência, mas que esta é organizada segundo as formas *a priori* da nossa mente. A experiência não possui um papel para a construção da noção espacial, embora esta noção só se manifeste por ocasião da experiência. O espaço é uma forma *a priori* e por mais que tentemos

¹⁹ KANT, **Dissertação de 1770** Lisboa: Casa da Moeda. 1982.

afastar a linguagem do *a priori* de um pré-formismo psicológico, subsiste uma anterioridade lógica e um determinismo do objeto por esta forma (espacial) que organiza os objetos.

CAPÍTULO II

2.1 A Epistemologia Genética de Jean Piaget²⁰

Talvez a busca mais intrigante da Filosofia prenda-se à discussão em como se estabelecer um fundamento verdadeiro e explicativo e como se forma o conhecimento, melhor dizendo, qual a fonte originária deste: pela experiência ou pela razão?

As teorias filosóficas nos direcionam de maneira intrigante neste caminho, objetivando responder esta polêmica. Neste sentido, os filósofos percorrem um caminho privilegiando de um lado (a razão) ou o mundo empírico (a experiência), separando as duas realidades.

²⁰ Epistemólogo suíço, que nasceu em 1896 e morreu em 1980, se auto proclamava “antigo-futuro-filósofo”, pois se preocupava em investigar as estruturas e a gênese do conhecimento.

Como construir uma nova epistemologia, sem reduzir a questão do conhecimento, ou seja, como resolver a discussão epistemológica da fonte ou origem do conhecimento.

O conhecimento provém de fontes externas ou é um produto de organização interior?

Tornou-se lugar comum, desde Kant, que a experiência tem um papel importante para o conhecimento e o sujeito é quem dá forma às coisas, mas o problema está em desenvolver uma teoria que fale sobre os esquemas ou o processo de elaboração progressiva para construção do conhecimento²¹.

Jean Piaget procura estabelecer um novo campo investigativo, fundando as suas bases de um novo projeto epistemológico onde:

... o conhecimento não poderia ser concebido como algo predeterminado nas estruturas internas do indivíduo, pois que estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nos caracteres preexistentes do objeto, pois que só estes são conhecidos graças à mediação necessária dessas estruturas; e estas estruturas os enriquecem e enquadram²².

Piaget procura demonstrar que duas teses centrais norteiam as suas pesquisas.

A primeira é que, todo organismo possuindo uma estrutura permanente, que se pode modificar sob as influências do meio, mas não se destrói jamais enquanto estrutura de conjunto, todo conhecimento é sempre assimilação de um dado exterior a estruturas do sujeito". "A segunda é que os fatores normativos do pensamento correspondem biologicamente a uma necessidade de equilíbrio por auto-regulação: assim a lógica poderia corresponder no sujeito a um processo de equilibração²³.

²¹ tanto no sujeito como na história da ciência.

²² PIAGET, J. **A Epistemologia Genética**. Editora Abril Cultural. SP. 1978. pg.03.

²³ PIAGET, J. **Sabedoria e Ilusões da Filosofia**. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Editora Abril Cultural. 1983, 96.

Segundo Piaget, não podemos tratar a história do conhecimento, do ponto de vista da ciência e do sujeito, como algo definitivo encarcerado em estados, de que “... é assim, ou desta maneira, etc.”, mas como algo sempre móvel, nunca fechado num postulado metafísico ou científico, mas sim só a uma possível delimitação e escolha de métodos que permitam tratar destas questões, tendo como apoio a experimentação, a formalização lógico-matemática ou nas duas, pois os fatos não existem em estado puro, mas sempre solidários com uma interpretação. Ao que, a Educação possui uma grande responsabilidade, ou seja, a de construir métodos e pedagogias que promovam o desenvolvimento do indivíduo, levando em conta a sua história psicogenética e ainda o adquirir paulatino de aquisição de novos conhecimentos.

Nesta análise, há que se considerar que do ponto de vista filosófico, com a dissociação entre vertentes idealistas e empiristas, ocorre um erro, segundo Piaget, em dicotomizar um campo de outro, pois na verdade, segundo ele, não é possível prever ou identificar conhecimento sem a interação entre razão e meio. É claro que é a razão quem coordena ou constrói esses movimentos de conhecer; mas somente no momento em que interage com o meio. A razão, em Piaget, é histórica e se constitui progressivamente.

Convém lembrar que não existe nenhuma diferença de natureza entre os problemas cognitivos filosóficos e científicos, mas somente uma diferença na sua delimitação ou especialização e, sobretudo, nos métodos, quer sejam simplesmente reflexivos ou fundados sobre uma observação sistemática ou experimental para os fatos e sobre algoritmos rigorosos para a dedução²⁴.

²⁴ PIAGET, J. **Sabedoria e Ilusões da Filosofia**. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Editora Abril Cultural. 1983. página 99.

Piaget procura, no caso de questões metafísicas²⁵, criticar aqueles que a tomam como fonte máxima de conhecimento; pois segundo ele, quando se fundam essas bases em cima de um sujeito que constrói conceitos, já é uma análise epistêmica e não mais metafísica.

Penso, logo existo e meu mestre Reymond via no Cogito a verificação de uma hipótese metafísica. Mas verificação de quê? Desde que se trate de precisar a significação metafísica de pensar e existir, as verificações se esfumam. Trata-se, por outro lado, de sustentar que todo conhecimento está subordinado à existência de um sujeito: é o momento da grande descoberta do sujeito epistêmico, mas isso é epistemologia e não mais metafísica²⁶.

O sujeito epistêmico, tal como desenvolvido por Descartes é, na leitura de Piaget, uma construção fundamental para pensar a questão do conhecimento, mas que não discute as operações envolvidas no processo de conhecimento e opta por um inatismo das operações da razão.

Não se trata aqui de se adotar uma postura dogmática ou cientificista ou em simplesmente ignorar postulados metafísicos, nem tampouco supervalorizar filosofias que adotam o senso-comum como verdade, muito menos ainda, em dizer que as ciências experimentais são a fonte primeira e última de todo fundamento de teoria do conhecimento, mesmo porque estas surgiram após o aparecimento das ciências dedutivas, mas em discutir em que bases é possível estabelecer um conhecimento?

Por uma análise da história da Ciência através de Piaget, tem-se a idéia de que as teorias científicas possuem uma construção progressiva, a ponto de, para se garantir a própria

²⁵ Segundo Piaget, podemos classificar a discussão sobre os problemas clássicos da filosofia em 05 pontos: a) a procura pelo absoluto, ou mais propriamente por conceitos metafísicos; b) As disciplinas não cognitivas como a moral e a estética; c) a lógica; d) a psicologia e a sociologia; e) a epistemologia ou teoria do conhecimento.

²⁶ PIAGET, J. **Sabedoria e Ilusões da Filosofia**. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Editora Abril Cultural. 1983, III.

coerência das teorias de início, ser preciso se edificar teorias mais fortes que se apoiem elas próprias nas seguintes. Ou seja, de que há uma perspectiva histórica à medida que vai respondendo às questões antigas e preparando as seguintes, o que se denomina como “devir científico”.

Assim nasceu a epistemologia genética, pesquisa essencialmente interdisciplinar que se propõe a estudar a significação dos conhecimentos, das estruturas operatórias ou de noções, recorrendo, de uma parte, à sua história e ao seu funcionamento atual em uma ciência determinada (sendo os dados fornecidos por especialistas dessa ciência e de sua epistemologia), e de outra, aos seu aspecto lógico (recorrendo aos lógicos) e enfim à sua formação psicogenética ou às suas relações com as estruturas mentais (esse aspecto dando lugar às pesquisas de psicólogos de profissão, interessados também na epistemologia). Assim, concebida a epistemologia não é mais trabalho de simples reflexão, mas, propondo-se a apoderar-se do conhecimento no seu desenvolvimento (a própria formação é um mecanismo de desenvolvimento, não comportando jamais um começo absoluto) e supondo que esse crescimento sai sempre simultaneamente de questões de fato e de norma, ela se esforça para conciliar as únicas técnicas decisivas para dividir essas questões : a lógica que ninguém mais discute sob sua forma especializada, a história das idéias e a psicologia de seu desenvolvimento, esta última tendo sempre sido invocada implícita ou explicitamente, mas quase nunca sob sua forma experimental e especializada nas questões de inteligência propriamente dita²⁷.

Observamos então que o conhecimento não se limita à esfera do empírico, ou seja, de que abstraímos do objeto seus caracteres, nem tampouco de que somente a razão é capaz por si mesma de dar conta do mundo real. Na verdade, o conhecimento resulta de interações entre a razão e o objeto, dependendo então dos dois lados ao mesmo tempo. Não é através da percepção, nem tampouco do abstrair, mas da ação de interagir. Neste sentido, o conhecimento reveste-se de uma maneira construtiva.

A discussão sobre as formas de se conhecer, o papel do sujeito e a dimensão do mundo real ganha nova dimensão na Epistemologia Genética. A questão é estabelecer

²⁷ PIAGET, J. **Sabedoria e Ilusões da Filosofia**. Coleção Os Pensadores. São Paulo: Editora Abril Cultural. 1983.119.

explicações sobre as raízes do conhecimento, desde suas formas mais elementares, do nascimento até o nível mais elaborado, ou seja, o científico, o mundo das abstrações ou proposições hipotético-dedutivas, notadamente dos 12 anos de idade (em média) em diante.

A propositura de Piaget é a de enxergar no conhecimento uma elaboração contínua, tanto na história do sujeito, quanto na história da ciência.

Neste sentido, há que se levar em conta o desenvolvimento desse sujeito epistêmico, tanto pelo lado histórico, como pelo biológico, apresentando uma interação, que se inicia por uma indiferenciação entre o “eu” e o “objeto”, passando a uma descentração progressiva, conduzindo a um movimento de exteriorização.

Devemos, então, levar em conta que o conhecimento constitui-se em um processo de descentração progressiva, ou seja, que tanto a história da ciência, como a do sujeito, possuem um processo análogo, no sentido de um egocentrismo inicial que é superado progressivamente.

O grande questionamento levantado é indagar se a Filosofia tem examinado de maneira correta e adequada as questões de fato pois, segundo Piaget²⁸, os filósofos muitas vezes ficam presos ao universo meramente conceitual, à lógica, à intuição, ou às formas, estando as grandes questões sobre o conhecimento desligadas de sua verdadeira realidade, ou seja, de que a Filosofia não pode e não deve ser tão somente objeto de especulação, mas que filosofia + fatos, torna-se ciência, a prova real do conhecimento, devendo haver uma colaboração entre cientistas e sábios : *‘... a ciência, a ancilla pshilosophiae, traz os materiais e a filosofia retifica os métodos de elaboração, discute as interpretações e finalmente dita suas próprias soluções’*(Piaget, J. *“Sabedoria e Ilusões da Filosofia”*, 1983,188). mesmo porque as idéias raramente surgem de um começo absoluto, e sim de uma séria reflexão, não por si mesmo, mas por exemplos reais,

²⁸ Piaget é chamado de positivista e empirista por esta posição anti-metafísica. A discussão conceitual não conduz ao conhecimento, há a necessidade da análise dos fatos.

levando-se em conta que assim como os fenômenos físicos são reversíveis (mecânica) e irreversíveis (termodinâmica, etc.), também a vida mental do sujeito possui estruturas irreversíveis (Gestalten) e reversíveis (inteligência operatória).

Não se trata, portanto, de empirismo, nem tampouco de meras elocubrações teóricas, pois, em uma experiência científica, há sempre uma questão, que é uma resposta dada pelos fatos e uma interpretação, e esta interpretação consiste em hipóteses explicativas que conseqüentemente comportam novas interpretações.

2.2 A Relação entre a Experiência e a Dedução no Conhecimento Físico

Para a elaboração do conhecimento físico, no exemplo estudado da dissolução do açúcar na água, podemos afirmar que há uma íntima colaboração entre a experiência e a dedução, segundo Piaget. Acompanhem por etapas:

Durante a primeira fase, o sujeito apresenta a sua atividade de maneira egocêntrica aos dados fornecidos pela experiência, sendo a elaboração do conhecer de maneira imediata e perceptiva, podendo então afirmar-se estar de acordo com um certo fenomenismo dos objetos. Esta união de egocentrismo e fenomenismo configura-se como marco inicial superficial do pensamento, prevalecendo o lado exterior dos objetos.

Em uma segunda etapa, começa a haver uma diferenciação entre a atividade do sujeito e o mundo da experiência, passando a existir uma coordenação. Ex:

”o sabor é concebido como durável e ocasiona a dedução de uma substância permanente, do mesmo modo que, no decurso das experiências finais, a balança e a leitura da

constância do nível persuadem o sujeito da conservação do peso e do volume” (Piaget e Inhelder 1975,164).

No terceiro e quarto estádios, a diferenciação e a coordenação entre a dedução e a experiência se acentuam, sendo que a dedução proporciona a quantificação do peso e depois do volume e a experiência confirma essas antecipações. A dedução torna-se possível sobre um ponto e a indução pela experiência aparece nas outras, até o ponto em que ocorre a generalização, construindo assim um sistema de relações, que foi construída passo a passo.

Observando a primeira etapa, nota-se a não coordenação de pontos de vista, pois há uma indiferenciação entre sujeito e objeto, sendo então equivocado afirmar que a experiência fornece as relações e que a dedução as coordena, visto que é a própria atividade do sujeito que intervém desde o estabelecimento de relações, quando da experiência.

A relação entre a dedução e a experiência supõe uma história inicial de um conhecimento centrando no “eu” a construção de um grupo de operações físicas, coordenado de maneira lógico-matemático e experimental, já que se configura em um sistema de composição geral em uma coordenação das transformações em jogo. Neste sentido, devemos levar em conta de que só é possível deduzir algo se houver uma coordenação da experiência, com construção de relações possíveis de composição associativa e reversibilidade, formando assim grupos, composições dedutivas.

A construção das invariantes (esquemas operatórios que permitem a conservação)
“não é devida somente à experiência, nem ao raciocínio puro, mas aos dois ao mesmo tempo” (Piaget e Inhelder, 1975,162).

Os princípios de conservação e o atomismo não são de origem puramente a priori, se considerarmos o desenvolvimento.

A experiência não conduziria a conservação rigorosa nem a um atomismo de composição, se fatores dedutivos não viessem estruturar e completar os dados oferecidos pela percepção. No entanto, quando da coordenação que possibilita a estruturação da experiência, há a construção de uma necessidade que ultrapassa a experiência e atesta a intervenção da dedução (juízos sintéticos *a priori*, fruto de um processo). A quantificação é a expressão do método de composição que conduzem a conservação.

Os dados da experiência (como o gosto, constância do nível, etc.) servem de estofo à elaboração esquemática que as modelam e completam, assimilando-os a um sistema de operações coerentes.

A experiência e a dedução “*são indissociáveis de fato e que somente a análise pode discerní-las uma em relação à outra*”(Piaget e Inhelder, 1975, 164).

Em resumo, dessa maneira, parece que assim que a dedução é tornada possível sobre um ponto (a invariante substancial), a indução experimental aparece nas outras (peso e volume durante a segunda e terceira etapas), até o momento em que o sistema inteiro se torna dedutivo e se fecha assim sobre si mesmo²⁹.

Há um mesmo sistema de relações no qual repousam a indução e a dedução, “mas que a composição indutiva constrói passo a passo, enquanto que as operações dedutivas as reúnem num todo acabado” (Piaget e Inhelder, 165).

O atomismo não é:

²⁹ PIAGET, J., INHELDER, B. **O Desenvolvimento das Quantidades Físicas na Criança: Conservação e Atomismo**. Rio de Janeiro: Zahar, 1975, 164.

uma imagística ou uma coleção de esquemas representativos: é um sistema de composições e, na medida em que a imaginação fornece a estas últimas um substrato simbólico, ela se submete ao mesmo tempo e inteiramente às suas exigências, de maneira tal que o caráter operatório deste modo de raciocínio vence pouco a pouco seu aspecto representativo³⁰.

O conhecimento físico, para Piaget, é produto de um processo que vai do fenomenismo centrado no eu às coordenações tornadas reversíveis e compostas em sistemas dedutivos. O conhecimento para Piaget é essencialmente construção.

É necessário então, descrever como são os estágios das operações mentais no sujeito e como o mesmo estabelece relações entre as próprias relações e a experiência.

- “Nível I A (4-5 anos) – reações pré-operatórias anteriores à formação das funções constituintes;
- *Nível I B (5 ½ - 6 anos) – começo da objetivação e funções constituintes;*
- *Nível II A (7 – 8 anos) – formação das operações concretas (classes, relações, números e espaços) e das primeiras conservações;*
- *Nível II B (9-10 anos) – consumação das operações concretas, conservação do peso nas mudanças da forma dos objetos; coordenações naturais do espaço;*
- *Nível III A (11- 12 anos) – operações proposicionais, combinações, grupos de reversibilidade, coordenações possíveis dos sistemas de referências, etc.;*
- *Nível III B (12 – 15 anos) – equilibração e generalização das reações dos nível IIIA”.*
(“Las explicaciones causales” – Piaget, Breve Biblioteca de Respuesta, Barral Editores, 1973,10-11).

Fica claro que nos primeiros níveis das operações mentais, há uma predominância da experiência fenomênica, na elaboração do conhecimento do mundo dos objetos, porém não a experiência como designava Hume, mas no sentido de que no desenvolvimento da experiência

³⁰ Idem, 166.

sensório-motora, buscando uma objetivação e espacialização dos objetos, apresenta-se uma solidariedade entre a experiência e a dedução, com a construção dos objetos no espaço e no tempo, havendo então coordenações gerais, que mais tarde se constituirão em operações.

Verificamos que os estágios de elaboração possuem uma lógica interna, e esta lógica permite que superemos a simples observação dos objetos. À medida que o sujeito faz inferências, ele transforma os objetos, elaborando uma dedução, senão não haveria construção de objetos.

Em outras palavras, as operações do sujeito são aplicadas ao objeto por ocasião da experiência, verificando assim que a experiência procede da própria ação do sujeito em elaborar modelos e não em si mesma. O elemento para a construção do conhecimento é a ação e não a experiência.

A possibilidade dessa interação entre o sujeito e o mundo dos objetos quando da experiência, se dará no espaço, por sua dupla natureza, lógico-matemática (abstrações geométricas) e física, já que as abstrações geométricas são iguais às espaciais, porque permitem construir a partir dos objetos, havendo possibilidade de se produzir novas formas, de abstrações simples ou físicas. Neste sentido, as operações espaciais possuem um papel fundamental no desenvolvimento da causalidade, desde o período sensório-motor (Nível I A).

Ao “construir” o objeto através de coordenações, advém uma ação física sobre as qualidades do espaço físico, sendo que o sujeito realiza somente ações gerais que consistem em coordenar formas que engendram as operações lógico-matemáticas aplicadas diretamente à composição interna dos objetos, não levando em conta as características do objeto.

Quando da ação de operar sobre as qualidades do objeto, ou ainda, quando se tratar de movimentos deste, seccionamentos etc., independentes do sujeito, o espaço real físico é indissociável das outras qualidades físicas (tempo, massa etc.). Esse espaço experimental

interage com o espaço matemático, com as formas etc., pois a forma é inseparável do conteúdo dos objetos materiais.

Para concluir, podemos dizer que o conhecimento lógico-matemático ou aritmético no seu acabamento não recorre à experiência, na medida em que é puramente dedutivo.

O conhecimento infralógico ou físico, pelo contrário, repousa na experiência e visa a atingir as relações, objetos e acontecimentos, tais como são na realidade.

Portanto, o conhecimento físico busca a assimilação do real a esquemas operatórios, o que significa a construção de explicações dedutivas. Este tipo de conhecimento é essencialmente ligado ao real e sua construção envolve esquemas especializados de assimilação, isto é, para o conhecimento físico devemos levar em conta as propriedades dos objetos e não poderíamos construir raciocínios *a priori* sobre eles³¹, quando da sua construção.

As noções matemáticas constituem-se por coordenações gerais das ações por oposição às noções físicas que se constituem por coordenações particulares que diferenciam os objetos entre si, abstraindo suas propriedades específicas. No entanto, as ações particulares devem estar coordenadas entre si, isto é, participam da coordenação especializada (física) coordenações gerais (lógico-matemático). Portanto, apesar de distintos é bastante móvel a fronteira entre o conhecimento físico e o lógico-matemático.

O conhecimento físico não é um produto da experiência externa ou interna, senão por uma união necessária entre as estruturas lógico-matemáticas (que nascem das coordenações gerais das ações) e os dados experimentais assimilados àquelas.

³¹ Esta idéia aparece no pensamento de Hume, de que o conhecimento das questões físicas necessitam da experiência, no entanto, para Piaget o conhecimento físico depende de uma composição operatória (física e lógico-matemática) que leva em conta as propriedades dos objetos.

A importância do estudo da noção espacial está em compreendermos como a inteligência constrói formas de relações entre o sujeito e o mundo real, isto é, compreender a natureza da contribuição da experiência e dos processos dedutivos da razão na construção dos conhecimentos físicos.

Piaget critica as explicações fundadas na idéia de que o espaço seria adquirido pela experiência ou por um conjunto de imagens sobre as coisas.

Os estudos dos dados genéticos mostram que, durante as fases iniciais de formação das noções, o quadro se constrói em correlação com a organização do seu conteúdo e consiste nessa mesma organização.

Para Piaget³²:

De uma parte, as coordenações gerais da ação que constituem, nós temos visto, o ponto de partida das formas lógico-matemáticas, se estruturam e se afirmam somente na medida do seu exercício, isto é, a propósito das ações especializadas (portanto físicas) que se trata de coordenar entre elas. Disso resulta que, antes dos 11-12 anos, não existe, na criança, lógica formal aplicável indiferentemente a tudo, mas os diversos tipos de raciocínios (por ex. $A = B$; $B = C$ portanto $A = C$ ou $A < B$; $B < C$ portanto $A = C$ etc.) devem ser reconstruídos por ocasião de cada nova noção que se trata de elaborar (quantidade de matéria, peso, volume etc.). De outra parte, não existe dado experimental que não suponha, nem sequer para sua leitura, uma coordenação lógico-matemática (não importa a qual nível) para a qual esse dado é necessariamente relativo.

Como o sujeito se relaciona com os objetos no desenvolvimento e aquisição das noções físicas, como é o caso da noção espacial?

³² PIAGET, J. **Introduction a l'Épistémologie Génétique**: La Pensée Physique, Paris: PUF, 1974, 18.

O conhecimento físico é dependente de coordenações lógico-matemáticas e há uma formação simultânea e de uma solidariedade progressiva entre essas duas formas de conhecimento.

A constituição de coordenações gerais, fonte dos conhecimentos lógico-matemáticos, é indissociável das coordenações especializadas, fonte de conhecimentos físicos. O conhecimento do mundo físico e as coordenações lógico-matemáticas se elaboram em função de um duplo movimento de interiorização e de exteriorização.

Os conhecimentos físicos iniciais nascem de ações relativamente isoladas, que ligam diretamente o objeto ao sujeito e apreendendo o objeto somente sob seu aspecto mais exterior e mais fenomenista, enquanto as relações que ligam ao sujeito permanecem egocêntricas, isto é, relativas à atividade momentânea do sujeito. O progresso do conhecimento físico, pelo contrário, é resultado da atividade de coordenar as ações entre si tornando-as relativas ao sistema de conjunto, nas quais cada ação constitui uma transformação entre outras.

Essa coordenação consiste numa descentração das ações iniciais, na medida em que as ações se coordenam, o sujeito se afasta do seu ponto de vista egocêntrico, pois cada uma das suas ações é inserida num sistema coerente e reversível que o engloba.

A atividade coordenadora se produz sobre a ação direta ligada ao objeto e esta atividade coordenadora se interioriza em esquemas operatórios e, estes, quanto melhor estruturados ou formalizados se encontrem, mais se afastam das ações concretas imediatas. Por outro lado, e reciprocamente, o objeto se exterioriza e se objetiva na medida em que encontram assimilados às coordenações gerais da ação ou do pensamento, e não mais à atividade imediata do sujeito.

Evidencia-se, portanto, que existe um papel imprescindível da experiência para a construção dos esquemas operatórios.

2.3 Operações e Causalidade: da Distinção entre Conhecimento Físico e Lógico-Matemático.

Segundo Piaget (1973), existem três formas progressivas de relações entre as operações e a causalidade:

- 1) As operações se desenvolvem em um sentido autônomo, à medida que há a construção lógico-matemática, as operações seriam elaboradas nível a nível, sendo cada vez mais atribuída aos objetos a formação de novos modos de explicação, e posteriormente a reconstrução de novas causalidades;
- 2) Primazia da causalidade sobre as operações, visto que a mesma precede as operações ou as ações pré-operatórias. Nesta fase, as noções causais seriam impostas ao sujeito pelo real;

- 3) Interação entre as composições operatórias e a causalidade, havendo uma colaboração íntima, já que se transformam reciprocamente, proporcionando assim uma relação entre as operações lógico-matemáticas e a causalidade; pois, do contrário, as operações lógico-matemáticas no sujeito não encontrariam o real, não tendo conhecimento que este último se modifica.

Podemos exemplificar esta interação entre composição operatória e causalidade através de um estudo clássico de Piaget e Inhelder (1975) sobre a “dissolução do açúcar na água”.

O estudo consiste em indagar a criança sobre essa dissolução: o que o açúcar se torna após a dissolução? De imediato, a criança responde pelo desaparecimento completo da substância, pois indagá-la se esta se conserva apesar, do real, não demonstra tal fato, exige da criança uma elaboração interna.

Representar ou elaborar o real exige que um quadro de que a criança construa um grupamento operatório, pois conservar a substância não se dá por um simples amontoado de imagens, mas por composições operatórias. Segundo Piaget:

O atomismo, do qual traçamos o desenvolvimento gradual, não é, portanto em sua essência, uma imagística ou uma coleção de esquemas representativos: é um sistema de composições e, na medida em que a imaginação fornece a estas últimas um substrato simbólico, ela se submete ao mesmo tempo e inteiramente às suas exigências, de maneira tal que o caráter operatório deste modo de raciocínio vence pouco a pouco seu aspecto representativo³⁴.

O experimento realiza-se da seguinte forma:

- Utiliza-se 02 copos com $\frac{3}{4}$ de água.

- 1) Pesa-se a fim de se verificar a igualdade dos pesos.
- 2) O que acontecerá se colocarmos um pedaço de açúcar na água? R. – subirá ou – não sei.

³⁴ PIAGET, J. **Introducción a la Epistemología Genética. 1 – El pensamiento matemático.** Buenos Aires: Paidós, 1975.

- 3) Assinalar, com um risco de tinta ou elástico o nível inicial.
- 4) Assinalar, com um risco de tinta ou elástico, após imergirmos o açúcar.
- 5) Qual será o nível do açúcar depois que estiver dissolvido?
- 6) No item 01, foi verificada a igualdade dos pesos, sendo que pedimos agora para pesar o copo de água que contém o açúcar ainda não dissolvido e fazemos prever o peso após a dissolução.
- 7) Enquanto o açúcar se dissolve perguntamos o que se passará quando ele se tiver dissolvido? Existirá ainda no copo ou não? Se sim, sob que forma? A água ficará pura como a de uma torneira? Que gosto terá a água, o que é o gosto, se ele dura e por quê?
- 8) Depois de inteiramente dissolvido o açúcar, fazemos constatar o nível da água e o peso.
- 9) Depois perguntamos : Por que a água não desceu? Por que o peso permaneceu sendo o mesmo? Que aconteceu com o açúcar?
- 10) Nas etapas da investigação, primeiro solicita-se a previsão e, posteriormente, a constatação experimental.

Os resultados constataam uma estruturação progressiva do grupamento operatório para a conservação da substância, peso e volume.

Respostas:

1ª Etapa: Nem o peso, nem o volume se conservam e a substância diminui até o aniquilamento (até 7/8 anos).

2ª Etapa: Conservação da substância com não-conservação de peso nem volume (8/9 anos).

3ª Etapa: Acrescenta-se a conservação do peso (10/11 anos).

4ª Etapa: Acrescenta-se a conservação do volume (11/12 anos).

Na 1ª Etapa observa-se a transformação do açúcar como desaparecimento, não conservando a substância, nem peso nem volume, pois a conservação depende da construção de um esquema operatório de permanência no tempo, ficando o sujeito submisso à experiência imediata, visto que para a criança o açúcar deixando de ser visível, há um acreditar em seu aniquilamento, pois saiu do campo de percepção, criando uma certa insensibilidade aos dados experimentais.

Em relação ao peso, as crianças representam que após a dissolução será igual em A (só com água) e B (açúcar dissolvido na água), pois o açúcar perde o peso ao ser dissolvido.

Com relação ao volume, a criança representa, verificando que o nível da água se eleva quando se imerge nela os três pedaços de açúcar, que este nível volte à cota inicial, uma vez dissolvido o açúcar.

É próprio da 1ª Etapa, a criança ficar centrada nas coisas de maneira egocêntrica e fenomenista; pois mesmo apesar de constatação empírica, há uma certa insensibilidade aos dados perceptivos, somente havendo afirmação do tipo sensorial, pois toda conservação composta supõe uma representação não-contraditória os dados da percepção visual. Não há portanto, uma coordenação possível de reversões e composições. Porém, essa percepção não é passiva e já prepara as relações em que a operação transformará, havendo então um conteúdo experimental ou causal. E essa operação é um sistema de conjunto que permite relações espaço-temporais reversíveis, culminando com uma representação objetiva do mundo que, nesta 1ª etapa, a criança ainda é incapaz. Essa interpretação correta, permite enquadrar esses dados qualitativos em constituir um operar de maneira lógica e quantificante, em relações recíprocas no espaço e no tempo, sem contradições.

Na segunda etapa, ocorre a construção de um grupamento operatório que permite a conservação da substância, pois já há um processo de diferenciação e de coordenação de qualidades ou relações percebidas, mas ainda não há a conservação de peso, nem de volume.

Piaget afirma:

em definitivo, os casos mais avançados desta etapa II chegam, pois, seja para explicar a permanência açucarada, seja para a ela ligar o peso e o volume constantes revelados pelas experiências feitas no fim do interrogatório, a conceber um sistema de operações físicas que coordenam todos os dados numa composição de conjunto : o pedaço de açúcar é formado de grãos que se pode deslocar após o fracionamento de conjunto, mas essa decomposição e esses deslocamentos deixam invariante não apenas cada grão individualmente mas também a totalidade constituída por sua reunião³⁵.

As representações que as crianças fazem sugerem:

- a) transformação do açúcar em água;
- b) pulverização com liquefação;
- c) atomismo, o pedaço do açúcar se divide em grãos invisíveis, que perdem seu peso e seu volume.

Essas representações caracterizam um mecanismo operatório, chegando à conservação e esse atomismo consiste em fracionar e deslocar, salvo que o pulverizar e o liquefazer caracterizam a transformação qualitativa do açúcar.

A conservação completa da substância, peso e volume só se efetua quando a criança compuser as operações de deslocamento, fracionamento e compreensão num sistema coerente e fechado, ou seja, quando houver um rearranjo, visto que, para a substância,

³⁵ Idem.

corresponde à ação de encontrar, o de peso à de sopesar, ou seja, de compor a igualdade de peso total e o da soma das partes e a igualdade das partes entre si ou a identidade, sejam quais forem os seus deslocamentos e a de volume à de contornar ou rodear.

A conservação do peso implica segundo *Piaget*, em duas formas de quantificação: a “*intensiva*” e a “*extensiva*”.

A “*quantidade intensiva*” se define nas relações entre a parte e o todo e se limita a afirmar que o todo é maior que a parte ou que uma parte tem a mesma grandeza que ela mesma, mas sem comparar uma parte com outra qualquer.

Já a “*quantidade extensiva*” refere-se à comparação das partes entre si, sem especificação de unidade. A noção de peso é construída na relação do sujeito com as propriedades do objeto (que possui um peso).

Em relação ao volume, a criança distinguirá o chamado “volume global” (contorno externo), no caso do experimento citado, o volume de grãos reunidos mais os espaços vazios deixados entre esses grãos e o que *Piaget* denomina de “volume total”, sendo a soma dos volumes dos grãos particulares, sem levar em conta os espaços (intervalos entre as partes).

Essa forma de representação operatória (atomismo) não são imagens, são composições na medida em que a imagem fornece um substrato simbólico, de tal modo que o caráter operatório vence aos poucos a própria imagem. Há, então um operar da inteligência e não por imagens estáticas.

Para *Piaget*, o conhecimento do mundo físico é um produto que vai de um certo fenomenismo centrado em um egocentrismo às coordenações reversíveis e compostas em sistemas dedutivos.

CAPÍTULO III

A EPISTEMOLOGIA E A PSICOGÊNESE DO ESPAÇO

Apresentaremos a seguir uma longa descrição e caracterização da epistemologia e psicogênese do espaço, segundo Piaget, no livro “A Representação do Espaço na Criança”, de Piaget e Inhelder, 1993.

3.1 O Espaço Sensório-Motor

O espaço sensório-motor remete aos dados da experiência e à expressão da atividade do sujeito, assim sendo, abstrair os primeiros dados experimentais do objeto e depois em dissociar aspectos particulares da ação, considerando certos mecanismos de coordenações gerais de reunir, inverter ações etc, e a construção de novos esquemas através dos elementos advindos das ações. Então, fica categorizado que a experiência atua mais por sugestão do que por coação.

O período sensório-motor caracteriza-se por percepções espaciais anteriores à representação, a saber: simbólica ou semiótica.

1º Período – caracteriza-se pela não-coordenação dos diversos espaços sensoriais entre si, ou seja, o espaço visual e o espaço tátil-cinestésico não estão ainda ligados em uma totalidade única.

A primeira relação espacial mais elementar que possuímos é a de percepção de vizinhança, ou seja, a de “proximidade” dos elementos percebidos num mesmo campo. Esta noção evolui com a idade; no caso, quanto menor a criança, mais a proximidade leva vantagem sobre outros fatores de organização; já com o passar do tempo esta importância diminui.

Já a segunda relação espacial caracteriza-se pela “separação”, ou seja, dois elementos vizinhos podem se interpenetrar e se confundir em parte. Faz-se necessário então introduzir uma relação de separação a fim de se possa distinguí-los. Tomemos como exemplo o caso de um bebê que vendo um objeto apoiado na parede à maneira de uma sombra que apenas se sobressai àquela; há aqui vizinhança sem separação clara. Com a evolução da idade, a análise aumenta, porém não se deve concluir que as evoluções de separação e de vizinhança sejam divergentes; elas na verdade vão se alterando de acordo com a idade, fazendo com que a criança estabeleça “separações” cada vez mais numerosas entre elementos inicialmente indiferenciados.

A terceira relação espacial se identifica com o estabelecimento entre elementos ao mesmo tempo vizinhos e separados, quando distribuídos em seqüência: é a relação de ordem ou de sucessão espacial. Quando o olhar ou o tocar de um bebê percorre uma seqüência de elementos arranjados de maneira constante, segundo pontos de referência ordenados, uma seqüência de movimentos habituais, há a formação de um seqüencial de percepções ordenadas tanto no espaço como no tempo.

A quarta relação espacial caracteriza-se por uma percepção elementar de circunscrição. Ordenando-se seqüências, por exemplo, ABC, o elemento B é percebido como estando entre A e C, o que constitui uma circunscrição a uma dimensão. As três dimensões, a circunscrição é dada numa relação de interioridade, como a de um objeto numa caixa fechada. Mas se a relação de circunscrição é dada perceptivamente, tão logo sejam organizadas as vizinhanças, as separações e os diversos tipos de ordem, é claro que ela dá lugar a uma evolução complexa, em particular quanto às três dimensões: é assim que a desaparecimento parcial de um objeto atrás de um anteparo não provoca de imediato uma percepção adequada, mas a percepção de alguma coisa comparável a uma reabsorção.

Finalizando, podemos observar que, desde o início de toda percepção, parece haver uma certa relação de continuidade, mas a questão é saber em que sentido o conjunto de um campo perceptivo constitui um campo espacial contínuo, o que pelas observações e verificações indicam que a percepção das continuidades modificar-se-á, pois, em função do aperfeiçoamento crescente da sensibilidade e em consequência da evolução das relações de vizinhança e de separação.

Constata-se que essas relações perceptivas elementares (proximidade, segregação, regularidade) também são relações espaciais elementares, e nada mais são do que as relações espaciais elementares a que os geômetras nos ensinam o caráter primitivo e que caracterizam essa

parte da geometria chamada de “topologia”. Não são relações euclidianas, pois não há constância das dimensões nem de organização dos deslocamentos enquanto distintos das mudanças de estado. Também não seria uma estrutura projetiva, pois não há constância da forma e as mudanças de perspectiva ainda não são compreendidas como tais, como ligadas a mudanças de pontos de vista.

2º Período – Caracteriza-se pela coordenação da visão e da apreensão, ou seja, a sistematização dos movimentos guiados pela visão e à sua repercussão sobre ela.

A manipulação dos objetos visíveis conduz à análise das figuras ou das formas. Ex: um objeto passado de uma mão para outra, girando ativamente em todos os sentidos, apalpando-os, ao mesmo tempo em que é visto, do ponto de vista espacial, adquire uma consistência de um sólido, em oposição às figuras elásticas e deformáveis do primeiro período.

A partir de quando se realiza a permanência do objeto, há a construção de figuras euclidianas (constância das dimensões atribuídas ao objeto) e projetivas (coordenação dos pontos de vista sobre o objeto). O caráter próprio deste período (de 4-5 a 10-12 meses) é a elaboração tanto das figuras como das constâncias perceptivas da forma e da grandeza, reforçando a noção de que a percepção das boas formas (formas euclidianas simples) desenvolve-se com a idade em função da atividade sensório-motriz, já que, no 1º período, os movimentos do objeto e do próprio corpo são confundidos (topologia perceptiva e motora, sendo estas de caráter egocêntrico, não diferenciando da atividade do sujeito), daí a incapacidade de o bebê “agrupar” os deslocamentos objetivos, bem como de atribuir uma permanência ao objeto não percebido.

3º Período – A atividade sensório-motora se enriquece com condutas de pesquisa dirigida e de experimentação tateante, depois de atos completos de inteligência prática por coordenação

interna das relações, fazendo relações dos objetos entre si (12 a 16 meses), tornando possível constituir uma função simbólica, através da aquisição da linguagem ou do sistema dos signos coletivos. De puramente perceptivo, o espaço torna-se, em parte, representativo.

3.1.1 Percepção e movimento: o papel da atividade perceptiva

Antes que a criança seja capaz de imaginar, em pensamento, perspectivas ou medir objetos através de operações efetivas, já está apta a perceber projetivamente e estabelecer, através da percepção, certas relações métricas implícitas; o que afirma que a intuição espacial deverá reconstituir no plano que lhe é próprio e que é o da representação por oposição direta e atual, tudo o que a percepção conquistou antecipadamente, pois é somente após 7-8 anos que se chega à construção de um espaço intelectual capaz de triunfar definitivamente sobre o espaço perceptivo.

A pergunta que surge é se esses dois elementos (o perceptivo e o intelectual) estão indissociavelmente unidos, um precede o outro, se têm a mesma importância, ou um dirige o outro?

Veremos que, em todos os graus de desenvolvimento, a natureza construtiva parece ser a verdadeira; pois, se o elemento figurativo e o elemento motor da intuição espacial estão sempre unidos e sempre presentes, é a natureza construtiva que nos aparecerá constantemente como dirigente e não a percepção, pois é o esquema “sensório-motriz” do conjunto que deve, pois, constituir o elemento de partida da análise das condutas, e não a percepção isolada ou o movimento isolado, mesmo essa percepção sendo um determinado sistema de relações. O equilíbrio destas não depende somente de relações reais, intervêm nele também relações virtuais e tal intervenção supõe a motricidade, enquanto esta comanda sempre a passagem de uma percepção a outra.

Ora, todo desenvolvimento, que da percepção chega à inteligência, mostra precisamente que a transformação como tal adquire uma importância cada vez maior e cada vez mais explícita, em oposição ao primado inicial aparente da forma perceptiva estática. E esta atividade perceptiva não é sem dúvida outra coisa senão o prolongamento da inteligência sensório-motora em ação antes da aparição da representação. Compreende-se porque as constâncias perceptivas, engendradas durante o primeiro ano pela atividade sensório-motora, continuem melhorando em função da idade; é somente ao redor de 9-10 anos que a constância das grandezas atinge o nível adulto. Então, o movimento intervém não somente desde os inícios da percepção, mas ainda que desempenha um papel cada vez maior graças à atividade perceptiva. Reencontraremos sua influência na passagem da percepção à representação.

A “percepção” é o conhecimento dos objetos resultante de um contato direto com os mesmos.

A “representação” consiste seja ao evocar objetos em sua ausência, seja quando duplica a percepção em sua presença em completar seu conhecimento perceptivo, referindo-se a outros objetos não atualmente percebidos. A representação introduz um elemento novo, um sistema de significações que comporta uma diferenciação entre o significante e o significado; sendo que o significante não consiste senão em índices inerentes ao esquema sensório-motor que lhe servem de significado.

A significação representativa marca uma diferenciação clara entre os significantes que consistem os signos (língua corrente ou matemática) ou em símbolos (imagens, gestos) e os significados (no caso da representação espacial, pelas transformações do espaço ou pelos estados espaciais). Então, o problema da passagem à representação espacial é, portanto, duplo, e se apóia simultaneamente no significante e no significado, respectivamente, na imagem e no pensamento.

As relações intelectuais que constituem o espaço representativo, em seu início, são ligadas à imagem, como algo dependente, mas à medida que atingem as transformações espaciais em oposição às figuras estáticas, dissociam-se das imagens caso em questão, que é a intervenção da imagem. Coloca-se o sujeito em uma questão nova, visto que tão logo os objetos a serem reconhecidos tornam-se complexos, que se trata de formas geométricas abstratas e figuradas no plano, por meio de cartões recortados, o sujeito não consegue mais num primeiro contato, reconhecer a estrutura dada e é, pois, levado a explorar de maneira tátil.

Então, a criança é levada a construir uma imagem visual e assim assistimos não somente do tátil-cinestésico ao visual perceptivo, mas da percepção tátil-cinestésica à imagem visual. E aí perguntamo-nos: “quanto se evoluiu?” “Será que as relações espaciais permanecem atrasadas em comparação com as já conhecidas pela percepção?” A este estudo, citam-se as seguintes verificações:

Estádio I – pode ser subdividido em dois subestádios bem distintos:

I A - não há reconhecimento dos objetos, a não ser dos familiares, não das formas; mesmo a correspondência visual entre as figuras;

I B – (3,6 a 4 anos) – início da abstração das formas, não euclidianas, mas topológicas: o círculo e o quadrado são ainda indiferenciados um do outro enquanto formas fechadas, mas não distinguidos de uma forma aberta etc. As retas e os ângulos também não são diferenciados.

Estádio II – três níveis sucessivos:

I B e II A (4 anos a 4,6) – diferenciação entre formas curvilíneas e retilíneas com indiferenciação entre as diversas formas retilíneas particulares (quadrado, retângulo etc.), ou entre as formas curvilíneas particulares (círculos, elipses etc.). Há ainda a representação pelo desenho e a exploração tátil permanece global;

II A (4,6 a 5 ou 5,6 anos em média) – distinção progressiva das formas segundo seus ângulos e um ligeiro distanciamento entre o reconhecimento e o desenho;

II B (5 a 5,6 anos) – a descoberta através de numerosos tateios do losango e do trapézio; as cruces e as estrelas começam a diferenciar-se; a exploração é mais ativa, porém nem sempre sistemática;

Estádio III (6,6 a 7 anos) – exploração metódica, distinguindo as formas complexas (“cruz gamada”), levando em conta a ordem e as distâncias. A imagem apresenta uma correlação exata com o reconhecimento.

O Estádio I – Reconhecimento dos objetos familiares, depois das formas topológicas, mas ainda não euclidianas.

Nesta fase o sujeito se contenta em apalpar uma superfície e tocar uma parte somente do contorno; sendo então que a forma geométrica não é assim abstraída da forma atribuída pelos movimentos de apreensão ou de exploração global dos próprios objetos usuais. Mas por que, no caso das formas geométricas, a criança não prolonga essas acomodações até explorar o contorno, discernir as retas e as curvas, avaliar o número e o valor dos ângulos, reconhecer as linhas paralelas ou divergentes etc. ?

Porque o tatear de cada objeto produz “centrações específicas” e, estas, sendo isoladas, são deformantes porque são incompletas e conduzem à superestimação do elemento. A passagem de uma centração à outra, ou descentralização conduzirá a uma regulação ou correção de centrações, fazendo-se comparações, transposições e antecipações. Neste sentido, as percepções das crianças tornam-se passivas e estáticas, ao invés de integrarem-se em um sistema de coordenação sensório-motriz que as liga umas às outras. Por isso é que se afirma que, nesta

fase, a exploração pelo olhar é mais fácil do que pela mão, pois uma centração visual abrange muito mais elementos simultâneos do que uma centração tátil.

O questionamento que surge é saber: como as crianças realizam a abstração das formas geométricas? Elas são caracterizadas não pelas qualidades sensíveis à percepção corrente (retas ou incurvações, ângulos etc.), mas pelas qualidades que a análise abstrata dos matemáticos revelou ser bem mais primitiva, como as de fechamento ou de abertura, de enlaçamento etc. À medida que a forma é abstraída das ações que o sujeito aplica ao objeto, ações que consistem pouco a pouco, a rodear, a percorrer, a separar etc., as relações de vizinhança e de separação (fechamento e abertura), de enlaçamento, adquirem uma importância que domina as relações euclidianas, mesmo muito simples do ponto de vista perceptivo.

Compreendemos porque, dependendo das condições elementares da ação, tais relações fundamentais tenham escapado tanto tempo à ciência geométrica, que começou com a medida e só extremamente tarde na pesquisa das noções primitivas, não se configurando assim como “abstração pura”.

O Estádio II: Reconhecimento progressivo das formas euclidianas.

São reconhecidas pouco a pouco por estereognosia (percepções táteis) e o desenho se desenvolverá no mesmo sentido, pois traduz os movimentos de exploração bem mais do que sua percepção visual, mesmo quando ele tem depois os modelos sob os olhos. Esse reconhecimento supõe precisamente uma abstração a partir da ação e não mais unicamente do objeto. Ex: o ângulo é o resultado de dois movimentos (olhar e da mão) que se juntam, ou do afastamento entre um movimento de ida e o movimento de volta. O objeto com suas propriedades de espaço físico desempenha um papel na diferenciação das formas euclidianas, mas essas propriedades são assimiladas ao mesmo tempo, graças à construção prévia das relações

topológicas a um sistema de movimentos coordenados, do qual o desenho constitui uma das manifestações. Assim, todas as formas são abstraídas de certas ações, sendo esse o papel da coordenação das ações próprias que confere de imediato a tais estruturas um caráter geométrico e não somente físico.

O desenho como a imagem mental não prolonga a percepção pura, mas o conjunto dos movimentos, antecipações e reconstituições, comparações etc. que acompanham a percepção e que chamamos de atividade perceptiva. Tanto o desenho como a imagem, são imitações, exteriores ou interiores, do objeto e não fotografias perceptivas. A criança extrai do objeto aquilo que é capaz de reconstruir e de construir com sua própria ação.

3.1.2 Coordenação Operatória

Simplemente configura-se como uma ação suscetível de voltar ao seu ponto de partida e de fazer composição com outras segundo esse duplo modo direto e inverso, explorando a mesma atividade perceptiva, dirigida por um método operatório que consiste em agrupar os elementos percebidos em função de um plano de conjunto e a partir de um ponto de referência fixo ao qual sempre é possível voltar. São os chamados movimentos de exploração e de acomodação imitativa.

Toda forma é assimilada ao esquema de ações coordenadas, necessárias à sua reconstrução, e obedece fielmente a essa reconstituição.

OBSERVAÇÕES:

Uma coisa é perceber visualmente o objeto (percepção), outra é concebê-lo pela via da exploração tátil reconstituindo a imagem visual correta (representação - objeto fora do campo perceptivo da visão). A noção de espaço passa por um processo da percepção à

representação, então se faz necessário compreender a passagem de um plano a outro, ou seja, compreender como funciona o mecanismo da percepção, como a percepção tátil é traduzida pelo sujeito em imagens gráficas ou mentais e a introdução ao estudo da abstração das formas:

- Sendo a percepção o primeiro plano, ela sugere um deslocar de suas mãos ou deslocar o objeto, configurando-se como receptiva não no sentido de passividade, vindo a se estabelecer uma atividade sensório-motora, envolvendo relações de reciprocidade entre a percepção e o movimento, coordenando as centrações;

- É à nível das operações concretas (7-8 anos), o aparecimento de explorações sistemáticas com retorno contínuo a um ponto de partida;

- Posteriormente, o sujeito passa à formação de uma imagem visual, que não procede da percepção, mas como símbolos representativos construídos, como se fosse uma imitação interiorizada às modificações sofridas pelos esquemas da ação sob a influência dos objetos sobre os quais o sujeito se apóia (espaço perceptivo e espaço representativo);

- Sobre a abstração das formas: o sujeito só é capaz de reconhecer as formas graças às suas próprias ações, a partir da coordenação das ações ou não somente do objeto.

No início das formas euclidianas (distinção das retas e das incurvações, dos ângulos e de diferentes valores ou dos paralelismos, relações de igualdade ou desigualdade entre os lados das figuras), há a correspondência com as construções do espírito, resultantes das coordenações mais elementares depois das relações topológicas e a correlação entre as formas e a coordenação das ações, visto que é necessário o retorno a um ponto fixo de referência, devido à questão da reconhecimento e à representação.

3.1.3 As Relações Espaciais representativas elementares e o Desenho: O “Espaço Gráfico”

A criança estando apta à representação figurada saberia perceptivamente o que é uma distância, uma reta, uma figura métrica, uma perspectiva, mas não saberia transpor essas realidades em pensamento ou em representação direta. Se existe um nível da representação em que somente as intuições topológicas são acessíveis à criança, elas se ligarão às percepções euclidianas ou projetivas, enganando assim o observador não avisado.

Faz-se necessário, então, dissociar cuidadosamente a percepção (percepção tátil) e a representação (modelos visuais), sendo o desenho um certo modo de representação espacial.

O espaço, citando as relações euclidianas de proporção e de distância e as relações projetivas, tem início somente na construção de relações topológicas.

3.1.4 “Realismo Intelectual”

O realismo intelectual apóia-se nas formas, fixando-se por muito tempo em um determinado tipo particular de desenho, apresentando “... tudo o que está ali...”, havendo a intencionalidade.

Podemos afirmar que neste nível já se constitui um modo de representação espacial no qual as relações euclidianas e projetivas apenas começam e de uma forma ainda incoerente em suas conexões, ao passo que as relações topológicas esboçadas no estágio precedente encontram sua aplicação geral em todas as figuras e triunfam, em caso de conflito, sobre as novas relações.

No que diz respeito às relações euclidianas e projetivas, seu caráter incoerente no “realismo intelectual” vai precisamente de um espaço representativo não estruturado em relação

às perspectivas e às distâncias, ou seja, sem coordenação, exprimindo novamente a presença de uma representação essencialmente topológica, mas mesmo assim há o aparecimento de retas, ângulos, círculos, quadrados e outras formas geométricas simples, ainda que sem medidas, nem proporções.

3.1.5 “Realismo Visual” – 8-9 anos

O desenho caracteriza-se pela preocupação com perspectivas, proporções, medidas e distâncias, conservando uma certa identidade com o “realismo intelectual”. As relações projetivas (perspectiva) e as relações euclidianas (medida, coordenadas e proporções) se constroem solidariamente, apoiando-se uma na outra, conservando as posições reais das figuras, umas em relação às outras e nas relações euclidianas, há uma determinação e conservação de distâncias recíprocas.

3.1.6 O desenho das formas geométricas

Estádio I

Subestádio I A (3,6 a 3,10 anos) – certas modificações das “garatujas”, com diferenciação das formas abertas e fechadas, copiando-se formas sem reproduzi-las exatamente.

Subestádio I B – as relações topológicas se apresentam de maneira correta; em contrapartida, as euclidianas não; pois, por exemplo, um círculo é representado sob a forma de uma curva fechada sem regularidade métrica, os quadrados e triângulos são indiferenciados do círculo, isto é, figurados por curvas fechadas.

Estádio II (4 anos) – caracterizado pela diferenciação progressiva das formas euclidianas, distinguindo-se as formas curvilíneas e as retilíneas, porém sem diferenciação das diversas formas retilíneas entre si (quadrado e triângulo).

Estádio III (a partir de 6,6 ou 7 anos) – há uma evolução nas relações topológicas, bem como nas euclidianas, com favorecimento às formas geométricas.

3.1.7 O Estádio O: Simples movimentos ritmados. O Estádio I: Primeiras diferenciações (I A), após início da curvas fechadas (I B)

Estádio O (2 anos de idade) – fase das “garatuja puras”, com a incapacidade de fechar uma linha para se constituir uma figura, mesmo com a ajuda de alguém. Também não há a influência de nenhum modelo geométrico e é a partir das garatuja que vão se diferenciar muito gradualmente as formas curvilíneas e retilíneas, por uma série de regulações perceptivo-motoras e intuitivas.

A criança não está a copiar nenhuma forma.

Estádio I A (3 anos) – A criança torna-se capaz, após alguns exercícios e tendo a mão guiada por um orientador, de diferenciar movimentos iniciais num sentido que a orienta mais ou menos claramente rumo a uma cópia, não do modelo, mas de alguns de seus aspectos: linhas em partes descontínuas, direção horizontal e depois vertical, círculos em movimentos unicamente cíclicos, porém sem fechamento.

Estádio I B (4 anos) – aparecimento de desenhos espontâneos, sendo muito instrutivos no que se refere à conexão entre as relações topológicas elementares e as relações euclidianas. Neste sentido, há um desvencilhar-se das garatuja, pois os movimentos rítmicos são interrompidos e, no ritmo do conjunto, sucede uma série de movimentos parciais, coordenando-se entre si, graças

a um conjunto de relações sucessivas, devidas à ação das percepções umas sobre as outras. As regulações perceptivas e intuitivas engendram relações de vizinhança e de separação, de fechamento, de envolvimento e abertura, de sucessão ordenada e de continuidade. Essas relações inerentes são de caráter topológico e não euclidianos, pois exprimem coordenadas mais simples de regulação. Ex. : o círculo é bem figurado e o quadrado primeiro é circular, depois contém um início de ângulo obtuso e curvilíneo.

O Estádio II – A diferenciação das formas euclidianas

É caracterizado pela simples diferenciação dos ciclos e das retas, no seio das estruturas ainda em parte curvilíneas, mas sem distinção clara dos quadros e dos triângulos. Ex: desenho quase certo de um quadrado, com exceção do lado um pouco curvilíneo, porém a criança desenha o retângulo com apenas duas retas que reúne com um traço ondulado. O triângulo tem três lados curvilíneos, com belo bico (análogo aos ângulos da garatuja espontânea) para um dos ângulos e uma pequena banda acrescentada ao cume par marcar o segundo ângulo; o terceiro ângulo é arredondado. O losango é um quadrado, mas que se prolonga sem fechamento, em uma forma análoga ao triângulo precedente. Portanto, há que se citar que também neste estádio, a uma diferenciação progressiva dos ângulos e das retas, com sucesso seja do retângulo e em parte do quadrado. E esta análise ainda se dá pela relação estereognóstica, sendo extraída dos movimentos rítmicos iniciais, como as formas cíclicas e não é senão a partir de tais extrações que se diferencia a reta como tal, até o momento em que o ângulo poderá ser, por sua vez, reconstituído através de uma reunião de retas. E em razão desse ajustamento de retas desenhadas isoladamente ser muito mais difícil de regular do que a abstração do ângulo tomado em bloco: que as primeiras figuras retilíneas são mal diferenciadas entre si. Podemos, então notar que há diante desse momento, um esforço de composição a partir dos elementos diferenciados e tal composição é o verdadeiro

motor da abstração das formas, que ainda não procede por operações reversíveis, procedendo tão somente por regulações sucessivas e tateantes. Neste sentido há que citar essas regulações:

1ª) objetivam as distâncias e os comprimentos – esforço para levar em conta igualdades e desigualdades de comprimentos em caráter de exploração tátil e a reconhecimento das formas;

2ª) aplicar às formas euclidianas as relações de contigüidade e de separação – determinando as posições de figuras inscritas em outras; por exemplo, no caso de 02 círculos;

3ª) regulagem das inclinações necessárias à diferenciação do triângulo e do quadrado – até esse estágio a criança não chega a distinguir a diferenciação de inclinação da cruz, nem a desenhar as diagonais, muito menos dirigir as inclinações a dissociar os triângulos dos quadrados ou o inverso. O foco deste estágio está na conquista de uma construção euclidiana supondo uma percepção visual correta, em um jogo singularmente complexo de ações.

Observações: As explorações próprias da estereognosia revelam a existência de estágio III, a partir do qual os movimentos podem ser qualificados de operatórios e reversíveis para o retorno incessante a um ponto de referência que serve de ponto de partida às construções sucessivas.

A análise dos desenhos de figuras geométricas leva a uma evolução muito mais regular do que a dos desenhos espontâneos. O espaço geométrico não é um puro decalque do espaço físico construído ao mesmo tempo que ele e ao qual corresponde, há muito, termo a termo: a abstração da forma é uma verdadeira reconstrução daquele, a partir de ações próprias e do espaço sensorio-motor depois mental e representativo, determinado pelas coordenações dessas ações. Essa é a grande lição do estudo dos desenhos, quer se trate das relações topológicas de vizinhança, de separação, de ordem, de envolvimento e de contigüidade, ou das relações euclidianas de distância, de retilinearidade, de ângulos, de inclinações e de paralelismos etc., é, do começo ao fim do desenvolvimento traçados, da coordenação das ações que procedem de tais estruturas; a impressão de uma extração mais direta da forma a partir do objeto. Ainda que a

reconstrução das formas não consista simplesmente em isolar qualidades perceptivas, nem *a fortiori* em retirar-se mais essas formas do objeto, mas que repousa num relacionamento ativo e implica, em conseqüência, uma abstração a partir das ações do sujeito e de suas coordenações progressivas. Essa construção nada exclui, mas implica uma acomodação aos objetos de tais ações e das formas geométricas assim elaboradas e torna mesmo possível a abstração das formas físicas desses objetos, pois há uma assimilação do objeto às coordenações das ações como tal, que o sujeito exerce sobre ele e que permitem reconstituir sua forma física por analogia com as formas geométricas engendradas por elas.

3.1.8 A ordem linear (“linha”, “corda”) e a ordem cíclica (“círculo”)

Como já vimos anteriormente, é a relação de vizinhança que exprime o caráter mais fundamental das ações constitutivas do espaço, pois uma estrutura espacial é formada de partes vizinhas, porque a ação que engendra o espaço apóia-se no objeto e consiste em construir ou reconstruir suas partes pouco a pouco. E, também, dois elementos vizinhos podem ser indissociáveis porque se interpenetram sem distinção possível: a relação de espaço lhes confere essa exterioridade, da qual também se fez, freqüentemente, um caráter essencial do espaço.

No caso de uma seqüência linear pressupõe-se uma noção de ordem, constituindo uma terceira intuição topológica fundamental (as anteriores: vizinhança e separação já estudadas anteriormente), havendo vantagem em estudar a gênese psicologia antes da gênese do envolvimento, pois a relação “entre”, que exprime um envolvimento a uma dimensão, é ela mesma uma relação de ordem (B está situado entre A e C na seqüência ABC).

Esta análise segue cinco questões principais:

Reproduzir uma ordem linear direta – fornecendo, por exemplo, ao sujeito, 7 a 9 pérolas de cores diferentes, enfiadas numa haste rígida, assegurando-se que o próprio reconhece

as cores, associando as mesmas cores e, claro, oferecendo a escolha de mais cores do que há no modelo, para que a reprodução dos últimos elementos não seja simplesmente determinada pela ausência de escolha possível. E ainda a apresentação de dois cordões, sendo um suspenso a alguns centímetros do outro em que pequenas peças de roupa (de 7 a 9 imitadas em papel) são alinhadas no primeiro e o sujeito deve alinhar as peças na mesma ordem. Solicita-se constituir essa correspondência ordenada seja em relação ao modelo, seja com um intervalo de alguns elementos para que a correspondência não resulte simplesmente da configuração perceptiva;

Tradução da ordem cíclica em ordem linear, correspondendo as 7 ou 9 pérolas de um colar de pérolas das mesmas cores variadas a serem enfiadas numa haste retilínea rígida;

Estabelecer a ordem inversa: copiar em ordem inversa as pérolas alinhadas ao longo de uma haste rígida, fazendo executar essa ordem inversa e em simetria com o modelo. Escolhendo um número ímpar de elementos, por exemplo, ABCDE em EDCBA, sendo que C encontra-se em simetria com os mesmos elementos na ordem direta;

Ordem de empilhamento direto ou inverso: colocar, em pilha, as roupas da corda em dois cestos pegando os objetos seja da esquerda à direita e prever a ordem de sucessão;

A essas questões podemos distinguir três estádios, isso sem levar em conta o Estádio 0 (2 a 3 anos) que é caracterizado pela ausência de qualquer correspondência, mesmo por semelhança e independentemente da ordem: o das correspondências intuitivas simples, limitadas à correspondência dos objetos sem ordem; o da ordem linear direta (não-cíclica), após das intuições articuladas que permitem a correspondência de uma ordem cíclica a uma ordem linear e encontrar, através de tateios, a ordem inversa; e o das correspondências operatórias com inversões sistemáticas fáceis.

Estádio I - subdivide-se em dois:

I A (3 a 4 anos) – a criança, convidada a reproduzir um colar de pérolas numa ordem dada ou a pendurar roupas na mesma ordem do modelo, limita-se a estabelecer uma correspondência por semelhança dos elementos, colocando os mesmos objetos sem respeitar a ordem de localização;

I B – constrói pares segundo o princípio de vizinhança, mas não faz correspondência entre eles.

Estádio II (4 a 6 anos) – a correspondência de ordem torna-se possível. Durante o subestádio II A ainda não o é, a não ser que os objetos possam ser postos em simetria, uns em relação aos outros. Não há também nenhuma compreensão da relação “entre”. No II B, observa-se uma maior mobilidade nas correspondências de ordem, tornando-se possíveis, sem identidade de configuração perceptiva entre o modelo e a cópia. E finalmente entre II B e III a ordem inversa é constituída através de tateios sucessivos. Há que se salientar que, a partir de 6 a 7 anos, pode-se falar em estágio III de caráter operatório, sendo a ordem inversa construída de imediato por uma reversibilidade do pensamento e não mais por tateios semimotores, tão somente semi-intelectuais.

Então, apresenta-se de maneira clara uma evolução das correspondências em caráter muito contínuo, através da intermediação de coordenações motoras de diversos níveis e da representação intuitiva elementar ou articulada.

3.1.9 O Estádio I: Correspondências intuitivas simples por semelhança de objetos não ordenados

A solicitação a sujeitos de 2 a 3 anos de uma cópia de uma seqüência de objetos ordenados, mostra a incapacidade de compreensão dessa instrução; existindo aí um comportamento negativo comparável às garatujas, sem tentativa de cópia que antecede o desenho (exs: o das “pérolas” e o das “roupas”, citados acima).

Já nos sujeitos de 3,5 a 4 anos, observa-se um comportamento característico do nível I B; em que os próprios colocam em sua cópia os mesmos objetos do modelo, igualmente sem ordem geral, mas com algumas tentativas de ordem parcial, através de pares ou pequenas seqüências não coordenadas entre si; ou seja, de que colocam os objetos em linha, conforme a configuração de conjunto do modelo, mas não conseguindo as vizinhanças a não ser através de pares de elementos e vizinhos (AB ou BA), nem, sobretudo em concebê-lo quando um par é acrescentado a um segundo (ABCD ou CDAB, etc.). Podemos exemplificar com uma situação em que a criança é levada a suspender as roupas em uma corda, umas ao lado das outras, numa ordem denominada ABCDEFG. Quando solicitada a fazer a mesma coisa na outra corda, ela pega os mesmos objetos, porém coloca-os sem ordem alguma e se dá por satisfeita. Perguntamos se a cópia está correta e ela observa que não, dizendo que vestido verde D e a meia vermelha E vizinhos no modelo, não o são na cópia. Solicitada a corrigir seu erro numa terceira corda ela coloca, então, ED e não DE. Constatando depois que B e C são vizinhos, põe BC após DE. Pergunta-se à mesma se meia E está ao lado da camisa C no modelo: ela põe então C ao lado de D, resultando em DCEB, etc. Essas reações elementares nos fazem compreender as condições psicológicas da construção de uma ordem e que, para haver a reprodução exata da ordem dada em uma seqüência de elementos vizinhos, trata-se inicialmente de conservar as vizinhanças e estas sejam concebidas como relativas, isto é, independente do valor dos intervalos e especialmente da proximidade perceptiva. Observamos neste exemplo que sujeitos nesta faixa etária apresentam uma condição preliminar ausente nos de 2-3 anos: a capacidade de reproduzir um modelo, encontrando os mesmos elementos graças às semelhanças qualitativas (cores etc.) e o que falta é conservação da relação de proximidade dada no modelo. Se a vizinhança é a relação espacial, mas primitiva, é suficiente, todavia, que a análise dos elementos vizinhos os separe, seja para concebê-los por meio do desenho, seja para reproduzi-los em um conjunto correspondente, para

que tal separação altere as próprias vizinhanças, tornando necessária a reconstrução dessas relações iniciais dissociadas durante o processo. A síntese da vizinhança e da separação suporá, então, a escolha de uma ordem de sucessão constante na análise ou na enumeração, mas essa constância só pode ser obtida pela coordenação das vizinhanças entre elementos separados. O sujeito não conseguiria seguir uma ordem constante de percurso nas suas correspondências, a não ser apoiando-se na coordenação das vizinhanças, por falta de outros critérios. E, para construir a ordem, o sujeito é, pois reduzido a proceder através de pares e concebê-los uns aos outros segundo o método descrito no início desta discussão. Mas para chegar a essa coordenação, é preciso ainda que a criança se limite a uma ordem de sucessão esquerda-direita ou direita-esquerda. No que se refere à ordenação de pares uns em relação aos outros é preciso que o sujeito atinja uma coordenação motora suficiente, que lhe permita conservar seu próprio sentido de percurso. No entanto, para atingir essa coordenação é preciso que proceda aos poucos e se apóie na coordenação externa das vizinhanças e dos pares. É nesse envoltório que se põe obstáculos à descoberta da ordem geral, ao passo que a dificuldade será superada no nível seguinte pela articulação de conjunto de vizinhança, da separação e do sentido do percurso, cada uma dessas três relações apoiando-se nas duas outras.

3.1.10 O Estádio II: A Representação intuitiva da ordem. O Subestádio II: A Construção da ordem direta em caso de correspondência ótica

Uma criança de 4 a 5 anos atinge a ordem nos casos em que pode concebê-la incessantemente, colocando em correspondência os elementos do modelo e os de uma cópia executada diretamente abaixo, mas falha quando se trata da ordem inversa, ou direta e cíclica, ou ainda, quando a cópia de uma série retilínea com pequeno deslocamento de lugar é solicitada. Podemos exemplificar citando a aplicação de um exercício em que a criança copia em uma haste

rígida uma seqüência de pérolas apresentadas da mesma maneira. Ela começa, procurando as mesmas pérolas, mas sem se preocupar com a ordem, depois aproxima sua haste à do modelo e constata que as pérolas de mesma cor não correspondem umas às outras. Recomeça, verificando cada elemento sucessivamente, através de nova aplicação de cópia ao modelo. Em contrapartida, um colar (ordem cíclica) a ser copiado numa haste rígida retilínea dá lugar a uma reprodução exata quanto aos elementos escolhidos, mas não quanto à ordem. Neste sentido, as vizinhanças são mais ou menos respeitadas, mas os pares de elementos vizinhos não podem ser ajustados uns aos outros por falta de movimentos do sujeito que assegurem um sentido único de percurso, com os que tornavam possível a configuração perceptiva simples.

Então, a partir do momento em que há deslocamento no espaço, entre a cópia e o modelo, esse procedimento se dificulta, por falta de coordenação motora. Dificuldades que apresentam ao mesmo tempo, à separação e à ordem de percurso, levando a situações análogas às dos pequenos no que respeita à ordem linear. Do ponto de vista de separação dos elementos, o círculo sendo fechado e não comportando ponto de referências, o sujeito apresentará maiores dificuldades em separar pela análise todos os elementos sem esquecer um só.

3.1.11 O Estádio II (5 anos) – Representação intuitiva da ordem. O Subestádio II B: Tradução da ordem cíclica em ordem linear simples, mas insegurança na inversão da ordem

A ordem depende no início das vizinhanças absolutas (proximidades perceptivas) e é somente neste nível que o sujeito liberta-se, não levando em conta senão vizinhanças relativas e que situa, por exemplo, B após A e C após B, qualquer que seja o valor dos intervalos que os separam.

Em outro aspecto, a ordem cíclica é reproduzida corretamente, em sentido direto, de modo que o elemento inicial A é colocado no mesmo pólo ou no pólo oposto. É interessante constatar que, se essa transformação é compreendida, às vezes o sujeito parece manter alguma resistência em admitir a idéia de que em ordem linear o último termo não pode ser mais vizinho do primeiro como em uma seqüência cíclica.

Neste sentido, o ponto que mais chama a atenção é a dificuldade em reproduzir uma ordem linear ou cíclica, no sentido inverso. Ex: não distinguir em presença de dois ou de três colares, dos quais um em sentido inverso, a diferença de ordem das pérolas. Isso é por conta da falta de coordenação motora, produzindo um fenômeno análogo àquilo que impede no nível II, ainda, a tradução da ordem cíclica em ordem linear simples, e que reaparece aqui quando se trata de comparar duas ordens cíclicas inversas uma da outra; e, no caso de dois círculos, o sentido de percurso é então constantemente perturbado pelo fato de que, já num só círculo, os dois sentidos possíveis conduzem precisamente aos mesmos elementos e que, comparando duas ordens cíclicas inversas uma da outra, a confusão é reforçada do simples ao duplo, saltando de um par de elementos ao outro nos dois círculos.

Essas insuficiências de coordenação motora colaborarão em dificuldades em coordenar os pontos de vista perspectivais (relações de esquerda e direita e perspectivas em geral) e em construir sistemas de coordenadas no espaço euclidiano (vertical, horizontal e inclinações diversas segundo eixos em três dimensões diferentes). Estas exposições são reveladoras de complicações ao mesmo tempo motoras e intelectuais de caráter muito geral e um caso particular bem conhecido é a escrita em espelho. Isto reforça a tese da importância da motricidade e da ação efetiva na elaboração do pensamento intuitivo e da representação espacial figurada. Sendo assim, as vizinhanças dadas pela percepção tornam-se conciliáveis com as separações introduzidas pela

análise necessária à reconstrução, sendo essa conciliação assegurada pela escolha de um mesmo sentido de orientação mantido por via motriz no curso da ação.

3.1.12 O Estádio II: Representação intuitiva da ordem. Caso de transição entre os níveis II B e III. Construção da ordem inversa através de tateios sucessivos

Somente no estágio III é que o problema da ordem inversa será resolvido de imediato: num nível intermediário entre II B e III não o é ainda senão progressivamente através de regulações intuitivas. Podemos exemplificar: uma criança de 5 anos alinha as roupas numa primeira corda, mas começando “pelo outro lado”. Aqui (sob o A do modelo) ela quer colocar o vestido verde (G). O que vem depois? A criança coloca F depois CDFG. Pede-se para ela tentar novamente. Ela não consegue melhor do que GFCDEAB. Em contrapartida, as reações do colar são superiores. Mostra-se inicialmente três colares iguais, um em ordem inversa: “São iguais? Sim (mostra as vizinhanças, certas os dois de ordem direta). E o outro? -.. Ao lado da prateada, qual é? A azul. – E aqui? – Não está do mesmo lado”. Após, a criança reproduz corretamente o colar em ordem linear. “Agora você vai fazer igual, mas virando o colar para o outro lado. - (Segue com o dedo elemento por elemento e faz certo)”. Evidencia-se assim que tal sujeito tendo chegado às articulações mais móveis do estágio II e, em conseqüência, ao patamar das operações no estágio III, não chega à inversão do modelo dado, senão ao preço de grandes dificuldades e após numerosos tateios ou regulações intuitivas.

3.1.13 O Estádio III (6 a 7 anos) – Correspondências Operatórias

Neste estágio a criança atinge o estado de equilíbrio das intuições anteriormente dadas, no que se refere à ordem direta e à ordem inversa. Agora essa articulação é encontrada em cada um dos movimentos e essa reversibilidade geral transforma a ação intuitiva em operatória.

Podemos citar como exemplo também neste estágio, quando uma criança nesta faixa etária, após ter alinhado os elementos na corda de roupa, lhe é solicitado que faça o contrário e ela o faz sem hesitar. Pergunta-se a ela se é a mesma coisa, ou os mesmos? Ela responde que sim. Ainda é inquirida por quê? E descreva que começou igual, mas de outra forma (aponta com o movimento do dedo nos dois sentidos). Solicita-se novamente fazer o contrário (inverso do inverso). Realiza com exatidão e mostra a ordem direta. E, para o empilhamento, ela prevê corretamente, nos dois sentidos de construção, o de cima, o de baixo e o meio.

Então, a questão que surge não é a de o resultado somente ser obtido através de tateios sucessivos, mas que a reversibilidade simples, atingida no plano do pensamento, jorra sobre a atividade motriz, orientando-a.

Conclusões

Podemos concluir neste estudo sobre a diferença essencial que opõe à simples percepção da ordem a representação da mesma ordem, ou seja, a reprodução desta por meio da intuição figurada ou de uma imitação material correspondente ao modelo percebido.

A percepção de ordem implica a percepção das vizinhanças, a separação dos elementos vizinhos e um sentido de percurso na centração sucessiva dos elementos assim separados, sendo que a representação ou reprodução da ordem também o é dessa maneira. Somente a imagem mental e a reprodução material da ordem como elementos correspondentes são, um e outro, comparáveis à imitação de um desenho. Também reforçamos que as vizinhas perceptivas não são suficientes para a construção de uma ordem representativa, pois a separação de elementos é necessária, tanto quanto o transporte mental entre o modelo e a cópia imitativa a

análise prévia indispensável. Então, além de deslocar as vizinhanças perceptivas, é preciso reconstituí-las.

Observamos que a motricidade ocupa papel de destaque; pois, desde os estádios iniciais (do I até o III), ela é encarregada da missão de elaboração da intuição e das operações.

No nível II A, aparece a ação de percorrer e de transportar pouco a pouco os elementos separados até reconstituir uma ordem linear simples. E depois, no nível II B, a ação modifica a ordem perceptiva até reduzi-la igualmente a uma ordem linear simples.

No nível de transição II B e III ocorre a aprendizagem das mesmas ações, mas desenroladas segundo o sentido de orientação inversa. E, finalmente, no estádio III, o agrupamento dessas ações sob a forma de uma coordenação móvel e rápida sua composição reversível, transformando-as, assim em operações.

A representação da ordem não resulta, então, de uma simples abstração do objeto e sim, da coordenação crescente das ações que consistem em seguir, deslocar (transporte mental) e recolocar aos poucos que a ordem é abstraída; sendo esta o produto de uma reconstrução do objeto por meio das ações ordenadas e não uma qualidade diretamente extraída do objeto como tal, cuja ordem física é simplesmente reconstituída em relação a uma acomodação dessas ações que são a fonte da ordem geométrica.

3.1.14 Os nós e as relações de envolvimento

Dizem respeito aos resultados intuitivos da ação de “rodear” por ocasião das relações de continente a conteúdo apresentadas por sólidos indeformáveis, como por exemplo, caixas etc., com o devido cuidado de que à medida que estas apresentam formas definidas de caracteres euclidianos, reencontraremos a interferência entre relações representativas elementares

e relações perceptivas já complexas. Mas quando, por exemplo, certas condutas como a de rodear uma haste rígida por meio de um anel, já estão construídas no plano sensório-motor aos 4-5 anos. É claro que para se atingir tal nível já foi construído anteriormente o que denominamos de domínio de escolha e que apresenta a vantagem de ter sido objeto das análises mais avançadas da geometria: o domínio dos nós.

Apresentando nós a crianças anteriores a 4 anos de idade (estádio I A), sendo este estágio caracterizado pela aprendizagem de nós simples, observamos que, neste período, a criança, apesar do exemplo perceptivo e de explicação verbal, não consegue imitar o nó, por não compreender o enlaçamento, ou enrola uma extremidade do cordão na outra, mas sem conseguir enfiar uma ponta no anel, ou enfia uma extremidade no meio-anel, sem superposição, falhando assim o envolvimento nos dois casos. No estágio I B, ela realiza a atividade, mas não consegue seguir com o dedo os segmentos de um nó distendido, nem distinguir os falsos nós dos verdadeiros. No nível II A não reconhece como igual ao primeiro modelo o mesmo nó aumentado, nem quando disposto em forma de trevo, nem tampouco um falso nó de um verdadeiro. No subestádio II B, há o reconhecimento das formas de um nó apertado e de um aumentado, mas ainda não há a distinção dos verdadeiros e dos falsos.

Somente após um nível intermediário entre os estádios II B e o estágio III em que as respostas são dadas por tateios, o estágio III (7 anos) é caracterizado pela generalização da correspondência entre os nós, que tornam reversíveis, por questões operatórias.

O Estádio I: A aprendizagem dos nós (até 4 anos)

A criança não reconhece a construção dos nós. É lógico que ela sabe aproximar as duas pontas de um cordão de modo a obter uma figura fechada; a estereognosia já evidenciou isso, tendendo com que elas procurarem inicialmente a obtenção de um anel. Então, o que está

faltando para que consiga fazer um nó? É que um cordão não é constituído senão de segmentos sucessivos, isto é, de envolvimento em uma só dimensão, ao ponto que, para se obter o nó, é necessário construir por meio desse cordão um envolvimento a três dimensões, isto é, um sistema de enlaçamentos. E que no espaço de representação, as dimensões não podem ser construídas pela criança de 2 a 4 anos, a não ser por meio de envoltimentos topológicos, por ausência de todo um sistema de coordenadas, mesmo segundo eixos horizontais e verticais e de toda coordenação projetiva.

Assim, a primeira dimensão é dada pelas seqüências lineares simples, isto é, o objeto de uma intuição imediata.

A segunda dimensão é inicialmente construída pela criança através de simples superfícies topológicas, daquilo que é compreendido “no interior” de uma curva fechada – “entre” (envolvimento a duas dimensões).

E a terceira dimensão é dada na intuição de um objeto encerrado numa caixa e de tal modo que para concebê-lo é preciso abrir a tampa ou atravessar as paredes. Caracteriza-se então por um envolvimento tal que o ponto interior não pode ser ligado a um ponto exterior a não ser por um segmento que corte uma superfície.

São essas relações que engendram as três dimensões do espaço, sendo que não são estas que constituem a dificuldade da confecção de um nó, mas a passagem de uma a outra por meio de um só objeto.

O Estádio II: Correspondências intuitivas parciais entre nós acessíveis à reprodução ativa

A criança está apta a refazer o nó que tem sob os olhos, sem ajuda. E, no nível II A, é capaz de apertar ou desapertar ligeiramente o nó familiar para que não seja mais reconhecido e, freqüentemente, o sujeito ainda não consegue distinguir um verdadeiro de um falso nó.

Em avanço ao primeiro estágio, sabe fazer o nó mesmo sem modelo, mas ainda não traduz em representação, pois se alguém mostra um nó apertado e em seguida lhe solicita que trace uma reta figurando o cordão e um círculo fechado no meio representando o nó, fará corretamente, sendo que posteriormente lhe apresenta um nó desapertado, perguntando-lhe “o que é?”. A resposta será “um anel”, e ainda ser inquirido sobre “se é o mesmo nó que fora feito antes?” A resposta será “não”; fazendo como se tratasse de figuras em duas dimensões, não fazendo correspondência sobre envolvimentos a três dimensões, considerando o nó estaticamente apertado e o aumentado sem ligar à transformação que conduziria de um ao outro e que consistiria em puxar as extremidades do cordão para apertar ou desapertar. Não reconhece mais na percepção, por ausência de representação, embora sabendo concebe-los na ação. São transformações sim, porém curtas e restritas, não sendo de caráter generalizador.

O Estádio III: Correspondência operatória entre os nós simples e distinção do trevo à esquerda e do trevo à direita (“intuição articulada” – ao redor de 7 anos)

Entendendo os atos de apertar e desapertar, compondo de modo transitivo e reversível as correspondências das formas entre os envolvimentos, não raciocinando mais por simples intuições perceptivas: a forma percebida é prolongada em pensamento pela antecipação exata do que resultariam as ações de apertar, desapertar o nó, aproximar partes distantes etc. A figura percebida situa-se no conjunto de suas transformações, em função da ação motora real ou de representação figurada. Neste sentido, as ações chegaram ao seu estado de acabamento, estado definível por sua reversibilidade e pelo tipo específico de conservação necessário que acarreta toda reversibilidade. A operação começa desde que a articulação torne-se completa, isto é, desde que a ação se torne representativa em seu conjunto, sob forma de uma representação de envolvimento de três dimensões, havendo uma certa forma de correspondência, que não conserva

ainda as distâncias ou formas euclidianas e projetivas (retas, círculos, ângulos etc.), mas relações de vizinhança, de separação, de ordem e de envolvimento, apoiando-se em operações concretas e não ainda abstratas ou formais. Como então substituir os “nós reais” por linhas ou curvas ideais, não mais por ação refletida, mas pelo pensamento abstrato? Somente a partir do estágio 7-8 a 11-12 anos, que é do que trataremos adiante.

3.1.15 As noções do ponto e do contínuo

O espírito não salta, de uma só vez, da noção perceptiva do contínuo aos esquemas axiomáticos que podem ser construídos. Toda uma elaboração intelectual faz-se necessária para se chegar aos esquemas complementares da decomposição de uma linha ou de uma superfície em ponta e da recomposição do conjunto a partir desses pontos.

Sabemos que as relações de vizinhança e de separação só consistem em relações muito gerais e que, as relações de ordem e de envolvimento dão lugar a operações aditivas de colocação, geradores de seqüências ordenadas e as operações multiplicativas de correspondência, geradores das homeomorfias qualitativas elementares. Citamos, ainda, as operações de partição que prolongam as separações iniciais, ou de reunião das partes separadas equivalentes no domínio infralógico do espaço ao que sendo estas as operações de reunião ou de dissociação das classes no domínio da própria lógica, representando o complemento necessário das operações de ordem e de envolvimento. Esta etapa é observada em um certo paralelismo entre as etapas da construção simultânea das noções de pontos e do contínuo e as do desenvolvimento do atomismo da física infantil, quando o sujeito parte da intuição de partes separadas, mas perceptíveis, à noção de partes invisíveis inicialmente semelhantes às primeiras, sendo que a única diferença é que os pontos físicos ou átomos possuem ainda, uma superfície e um volume, ao passo que os pontos

matemáticos tendem a liberar-se em toda a superfície. Então é necessário abordar o estudo do ponto e do contínuo na criança sob as formas de partição, que são corretivas das de ordem e de correspondência, da mesma forma que, no plano lógico, as operações de classe são correlativas das que se apóiam em relações simétricas.

Esta temática apóia-se essencialmente em 04 questões:

Em primeiro lugar, como a criança concebe o seccionamento de uma figura ou de uma linha até seus contornos últimos. Ex: quando esta desenha o menor quadrado visível ou realizável através de traços de lápis, supõe que o espírito percorra, através de uma antecipação fundada num esquema operatório de seriação, a mesma série de quadrados que se poderia intercalar entre o quadrado inicial e o quadrado de 2-3mm de lado que constitui o limite prático desejado, sendo a seriação efetuada sob a forma de um encaixamento dos próprios quadrados. Estas operações de seriação ou de encaixamento fundadas na ordem das grandezas são paralelas às que intervêm no seccionamento das figuras ou das linhas que devem chegar ao último elemento;

O segundo problema é o do seccionamento da figura dada (quadrado, círculo, triângulo etc.). Procedese por dicotomia – para uma reta dada pede-se ao sujeito que desenhe a metade dessa reta, depois a metade da metade etc. Quando ele atinge tamanhos tão pequenos, impossíveis de ultrapassar pela representação gráfica, perguntamos se não poderia continuar com o pensamento. Se ela responde uma linhazinha, logo afirmaremos que ela está correta e posteriormente solicitaremos que continue cortando-a com o pensamento, sendo que o resultado mostrará que o sujeito pode conceber as partições como limitadas e concebê-lo prolongar em pensamento, as operações esboçadas materialmente.

A terceira questão é a forma do elemento residual último da partição. Trata-se de saber se o último termo é um ponto e que configuração terá o ponto. Se a criança pronuncia

ponto, é preciso perguntar-lhe se ele tem uma forma (quadrado se permanece quadrado e um ponto de triângulo, se permanece triângulo), e qual esta é, ou se não é verdadeiramente mais alongado (no caso da linha) e sem forma. A criança então declara a expressão nada mais mesmo e então reforçamos a sua resposta utilizando-a como pergunta em saber o que haveria antes desse nada mais mesmo, de forma que a questão do ponto é recolocada.

E a quarta questão é se a recomposição do todo a partir de seus elementos pode-se conceber uma linha ou uma superfície como constituída por um conjunto de pontos? É preciso ir além da questão verbal, pedindo ao sujeito que desenhe pontos sucessivos, depois que intercale um entre dois etc. Num primeiro período (estádios I e II reunidos – 7 a 8 anos), caracteriza-se pela incapacidade de ser bem sucedido, pois falta um esquema operatório de seriação, apresentando assim partições em número muito limitado, chegando a elementos finais, mas de grandeza muito perceptível e ainda havendo ausência de reversibilidade entre o seccionamento e a composição - onde uma linha não é concebida como um conjunto de pontos, permanecendo para sempre descontínuos. No estágio III de 7-8 a 11-12 anos a questão do menor ao maior quadrado, é resolvida graças ao esquema antecipador constituído pelo grupamento das operações de seriação, havendo uma maior mobilidade das operações de partição, mesmo que o sujeito admita um grande número de partições possíveis, elas não são ainda ilimitadas, porém não ultrapassando o nível das operações concretas, não se generalizando além do finito, do visível e do manipulável. A composição dos elementos é concebida em reciprocidade reversível com a partição, mas não chega a um contínuo intuitivo e o sujeito descobre uma contradição que ele não consegue eliminar entre o caráter descontínuo dos pontos reunidos e a continuidade do todo resultante dessa reunião. No estágio IV (11-12 anos), assiste-se à liberação do pensamento formal em relação à intuição quase perceptiva do início e às operações concretas ainda encerradas no quadro da representação e da manipulação reais. Em relação à estrutura dos elementos, ela é

concebida como independente da forma do todo - os pontos, ou os átomos espaciais não têm mais nem forma nem superfície, sendo homogêneos entre si, quer pertençam a uma linha ou a uma superfície definida. E as composições constituem o inverso dessa composição ilimitada, sem que o sujeito veja mais contradições entre o caráter descontínuo dos elementos e a continuidade do todo.

2º - O Estádio II – Intuições pré-operatórias

Nas relações iniciais que duram até o estágio II o que se encontra é o caráter de não se admitir senão o que é perceptível. Ex: em relação ao problema do menor e do maior dos quadrados que é possível desenhar numa folha branca, deu lugar a reações de grande interesse. Sujeitos de 4-5 anos, não somente diminuem ou aumentam o quadrado inicial, mas após três ou mesmo dois ensaios decrescentes ou crescentes perdem o sentido da progressão e o invertem sem se darem conta. Os sujeitos um pouco mais evoluídos chegam a uma progressão decrescente ou crescente, mas muito lenta e através de tateios sucessivos. Os mais evoluídos chegam mais rapidamente aos menores e aos maiores quadrados possíveis e sempre por aproximações sucessivas e não por antecipação direta ou resultado final, como no estágio III (após 7-8 anos).

Essas observações revelam a analogia existente entre as reações negativas e as reações observadas no nível correspondente, quanto ao problema da ordem e dos nós. Também da mesma forma crianças de 4-5 anos não sabem traduzir em ordem cíclica, percebida em um colar, em ordem linear ou não reconhecem a homeomorfia de um nó apertado, não se desprendendo da configuração perceptiva. Neste sentido a percepção inicial obstrui e suprime previamente toda a velocidade de transformação, sendo a motricidade subordinada à percepção em lugar de concebê-la em antecipação de outras percepções possíveis, havendo centração da representação intuitiva sobre a percepção dada. Mas mesmo assim nesses casos, o

comportamento estático inicial é a seguir abrandado por uma articulação progressiva da intuição e essas etapas da intuição correspondem umas às outras até o final do estágio II, um ligeiro avanço para a ordem e um ligeiro atraso para os nós. O que falta então ao sujeito?

Um esquema antecipador que forneça um esboço da solução antes de ser substituído pelas ações que acabam efetivamente nestas. No entanto, a noção desse esquema antecipador não constitui senão uma boa descrição e a questão é então compreender como esse esquema se constrói e como funciona.

As articulações da intuição são devidas à motricidade que permite às ações antecipar um pouco de sua realização, uma vez em curso, a constituir, por sua repetição, o esquema de seus sucessos anteriores, que não encontram seu ponto de equilíbrio senão no momento em que a ação interiorizada em representação imaginada ou figurada torna-se reversível, isto é, constitui-se em operações. Então, o esquema antecipador é o responsável pelo agrupamento das operações, a composição das diversas operações diretas e inversas possíveis. Também em relação às seriações de grandezas (maior e menor), que é a verdadeira fonte do esquema antecipador, é um derivado no plano lógico das operações de ordem e também do envolvimento, ou seja, o de ordenar grandezas. Em suma, por ausência das operações de ordem que a seriação das grandezas ainda não é possível e por ausência.

Um outro aspecto a se levantar é a dificuldade experimentada em relação às questões das linhas e da superfície, visto que a ligação inicial irreduzível da intuição é ligada à percepção – os elementos últimos devem ser visíveis, sem o que eles não possuem realidade, onde em parte a criança tem razão, por que poderia ao menos chegar a um ponto, a que ele se recusa precisamente da maneira mais sistemática. Há que se levantar rapidamente o equívoco, deixando claro que se poderia continuar em pensamento, como no jogo da imaginação.

Outra questão pertinente é a da recomposição do todo a partir dos elementos, pois é nesse terreno que é necessário procurar as razões mais profundas da atitude do sujeito, e é na irreversibilidade ou ausência de reciprocidade entre a decomposição da figura total em suas partes últimas e da recomposição do fundo que se percebem melhor as dificuldades da intuição inicial. Há, então, três realidades a se conciliar:

- 1ª) a figura total que é contínua, mas cujo contínuo é de caráter perceptivo;
- 2ª) as partes do todo que lhe pedem para dissociar, que a criança consente em concebê-las, mas concebe o contínuo como rompido e o transfere para o interior das partes;
- 3ª) os pontos concebidos como descontínuos e sem relação nem como todo e nem com suas partes isomorfas.

É possível, pelo sujeito, a reconstrução do todo a partir de seus elementos?

Não haveria obstáculo algum, apenas que se deve levar em conta que ainda não se tratará de operações reversíveis, senão um simples retorno empírico, pois o sujeito recusa a qualidade dos elementos, visto que uma linha muito pequena, um quadrado muito pequeno, tornam-se pontos, mas isso é devido, segundo as crianças, a uma imperfeição de seccionamento.

Poderíamos, então, limitarmos a pergunta ao sujeito: se não poderia conceber uma linha como um conjunto de pontos? A reação é categórica: se pontos permanecem visíveis e descontínuos, não é uma linha e, se eles se tocam de modo contínuo, não são mais pontos. Estimam que, quando os pontos se tocam, eles são muito apertados para permanecerem pontos e que quando eles não se tocam, eles são pontos e não um traço.

Observamos, então, que o resultado que se chega à intuição inicial fundada na imagem copia a percepção: heterogeneidade radical entre o contínuo e os pontos, a decomposição do contínuo em elementos isomorfos ao todo (**espaço cósmico** – *grifo nosso*), mas com o perigo

de que essas partes sejam alteradas durante o seccionamento, caso em que eles se deslocam precisamente em pontos que tornam impossível sua recomposição, bem como a do todo.

3º - O Estádio III: Composições operatórias no finito e reações intermediárias a respeito do contínuo (7-8 anos)

A criança torna-se capaz de operações concretas, o visível e o manipulável é estruturado por operações gerais, componíveis e reversíveis, embora o pensamento só trabalhe por meio de analogias emprestadas ao concreto, constituindo um caráter intermediário entre o intuitivo e o operatório. Ex: quando uma criança desta idade chega logo ao menor e ao maior quadrado, dividindo uma linha em 2, 4, 8 etc., sem hesitação. Inquirida sobre o que haverá no fim, ela responderá que não haverá nada. E antes? Responderá um tracinho ou um ponto. Quantos pontos há em uma linha como esta (2 cm)? Mil, cem ou menos? Responderá menos de cem, ... cinquenta. Um ponto é a última parte antes de nada? - Sim. E aqui há somente cinquenta? - Sim.

Sobre o quadrado: repartições sucessivas imediatas? “E no fim? - Um ponto. - De que forma? A mesma forma da forma da linha? - Haverá mesmo assim, uma forminha: será um pouquinho quadrada”. O triângulo: a criança o secciona em triângulos semelhantes cada vez menores. “E no fim? - Um ponto. - terá uma forma. Uma forma de nada. - Como o ponto da linha ou do quadrado? - Da linha, porque o ponto do quadrado é um quadradinho (a criança mostra pela qual o seccionou) ao passo que no triângulo haverá ainda duas coisas em cima (os lados) como uma ponta”.

O progresso conseguido a partir do estágio II é a conquista das operações de seriação e de divisão, cujo funcionamento reversível afirma-se desde os 7-8 anos, ou seja, de que na medida em que nos apoiamos em operações concretas, baseadas no terreno do finito e da ação possível, o progresso é manifesto em relação ao estágio II.

O que acontece se ultrapassarmos os limites de percepção e do manipulável, cuja interiorização representativa constitui as operações concretas através do jogo de suas composições reversíveis? As dificuldades reaparecem, porque as operações concretas não são hipotético-dedutivas e somente o pensamento formal é capaz de se engajar na direção do infinito ou do ilimitado, da análise do contínuo. Então, durante o estágio III, há todo um esforço para conciliar as operações descobertas no plano concreto com as instituições analógicas que imaginam o invisível sobre o modelo do visível, sem conseguir levantar as contradições inevitáveis por ausência do mecanismo formal, já que se observa o caráter ainda limitado das partições concebidas como possíveis, atribuindo, por exemplo, dez elementos a uma linha de 1,40 cm ou a um quadrado de 1cm cúbico. Esses números simplificariam grandemente a teoria matemática dos conjuntos de pontos e a topologia. Mas o que representa este exemplo dado acima, consistindo em números finitos? O elemento último é, de modo geral, o ponto, mas um ponto que herda em parte propriedades reservadas durante o estágio II às partes visíveis isomorfas ao todo, isto é, que constitui ainda uma superfície que tem uma forma, e que sua forma depende ao mesmo tempo, da forma do todo e do modo de seccionamento aplicado a esse todo. Somente uma criança por volta dos 10 anos de idade admite que os pontos são “redondos” e começa a concebê-los como tão pequenos que não se pode fazer mais nada, o que nos encaminha na direção do estágio IV, mesmo estando ainda longe de uma divisão indefinida.

Sobre a questão da recomposição dos elementos (questão 4), a construção prossegue de 7-8 anos a 10-11 anos, à medida em que os números se multiplicam. Essa recomposição não constitui mais dificuldade e apresenta-se como uma operação mais definida, caracterizando-se com a decomposição e a reversibilidade é fácil de conceber por algumas dezenas de pontos que possui uma superfície. Somente na medida em que os números aumentam, a criança encontrará dificuldade de reconstituir a continuidade do todo a partir desses elementos

descontínuos e sentirá uma contradição crescente entre as duas realidades, na medida em que os pontos ultrapassam o perceptível e se engajam na direção do infinitamente pequeno, que levantam o problema de sua conciliação com o contínuo. Quando uma criança diz “... quando há espaço a gente ainda pode colocar... mas isso dá uma linha”, podemos observar um critério revelador: testemunham a tendência do sujeito a ultrapassar o visível, multiplicando os pontos; por outro lado, para exprimir a passagem desses pontos à linha, e quando solicitamos que resolva a questão da identidade da linha com uma seqüência de pontos, ele recusa-se a responder porque o contínuo intuitivo do todo lhe parece distinto da descontinuidade dos elementos finitos. Há, pois, uma composição reversível do todo a partir dos elementos ou dos elementos a partir do todo, mas a composição permanece concreta e não formal, isto é, finita e perceptível e não infinita e puramente intelectual, permanecendo uma contradição e neste momento insolúvel: o todo é contínuo e seus elementos descontínuos, já que o contínuo é assim colocado pelo progresso espontâneo das operações. O contínuo receptivo, com o qual os sujeitos do estágio II se contentam, aparece, com efeito, com um defeito de separação entre elementos vizinhos, sendo uma síntese entre a vizinhança e a separação, mas uma síntese inacabada, pois, por exemplo, A e B são percebidos como vizinhos, mas não separados, B e C da mesma forma, ao passo que A e C são separados e percebidos como mais vizinhos do que são na realidade.

O contínuo intelectual, então, tem início quando a separação é generalizada em função de operações de partição e não mais é limitada à diferenciação perceptiva: uma nova síntese deve ser encontrada entre a vizinhança e a separação e esta síntese não será completa senão quando todos os elementos vizinhos forem separados ou separáveis pela análise. Acrescenta-se ainda que em toda imediação de um ponto, por pequena que seja essa imediação, ainda existe pelo menos um outro ponto do conjunto: o contínuo aparecerá como uma síntese das relações de vizinhança, separação, envolvimento, imediação de um ponto e de ordem, porém no

que se refere às reações do estágio III é, sobretudo, o progresso da separação que se afirma e que acarreta o restante: o sujeito começa a separar, uns dos outros, pontos não discerníveis perceptivamente.

A contradição sentida pelos sujeitos refere-se ao fato de o progresso das separações sempre mais impulsionadas, devido às operações de partição, acarretar uma ruptura das vizinhanças e uma descontinuidade irreduzível, por falta de compreensão suficiente da segunda condição do contínuo: tudo, multiplicando os pontos separados, precisa assegurar a presença de pelo menos um ponto vizinho em toda imediação, de cada ponto considerado. Por que então essa síntese da vizinhança e da separação por meio dos envoltórios ordenados ainda não se realiza? É simplesmente por ausência de operações formais capazes de impulsionar a partição ilimitadamente e de conceber um número suficiente, isto é, indefinido, de pontos.

4º- O Estádio IV : As operações formais e a síntese do contínuo (11-12 anos)

Início do pensamento formal ou hipotético-dedutivo, isto é, o sistema de operações de segundo grau que opera nas proposições abstratas, referindo-se elas mesmas a operações concretas, concebidas como simplesmente possíveis e colocadas a título de hipóteses. É necessário atingir esse nível para que os elementos últimos do contínuo sejam elaborados a título de pontos invisíveis e puramente hipotéticos que dizem respeito à sua manipulação, mas dedutíveis e componíveis em pensamento de modo ilimitado.

Ex: No caso da divisão da linha: “Vai até onde? – Sempre. Por quê? – Sobra sempre um pedacinho. – E quantos pontos há no pedacinho? – Não dá para contar, de tantos que tem”.

À nível do pensamento hipotético-dedutivo, as operações destacam-se de seu conteúdo concreto para funcionar em virtude de sua única composição formal, o sujeito consegue ultrapassar as noções de divisão e de ponto perceptíveis para prolongar os mecanismos de

decomposição e de recomposição além de todo limite afetivo, razão pela qual uma síntese operatória do contínuo torna-se possível. Não se trata de se ter uma teoria de pontos de acumulação, mas que, num dado momento, o sujeito toma consciência do dinamismo da operação enquanto composição formal indefinida, e que nesse momento sua divisão ou recomposição cessam de figurar como simples operações aditivas que se apóiam em objetos concretos e finitos, para ligar-se à série ilimitada, como tal, de encaixes ou desencaixes. São as virtudes das operações formais que, sendo um sistema de operações que se apóia nas operações, marca um momento na liberação do dinamismo intelectual.

As expressões do tipo: “não dá para contar, de tantos que tem”, revelam um processo indefinido de decomposição, como uma verdade fundamental de que infinitamente pequeno não é um resíduo estático e que, no caso da recomposição dos elementos, os pontos reunidos e a linha como tal são uma só e mesma coisa, invocando um caráter único formado pelo conjunto dos pontos vizinhos.

A síntese de tudo isso se dá pela capacidade de prosseguir as operações de modo ilimitado, por oposição aos limites do concreto ainda representados no estágio III. Ele divide-se em duas direções complementares e a sua reunião é que constitui o contínuo. Em relação à separação de pontos vizinhos prosseguem as noções de vizinhança e de separação, só que há a separação intelectual devido à divisão operatória, prevalecendo sobre a separação intuitiva e apóia-se na própria vizinhança. E em segundo lugar, toda vizinhança de um ponto deve ser preenchida por novos pontos. Então, as imediações ordenadas se caracterizarão por pontos ao mesmo tempo vizinhos e intelectualmente separáveis, o que assegura a síntese entre as quatro relações de vizinhança, de separação, de ordem e de envolvimento já adquiridas no estágio III, mas não componíveis entre si nesse nível por ausência de divisões ou de encaixes ilimitados.

O que falta aos sujeitos ainda prende-se ao fato de não conhecerem a noção do número irracional; pois, na verdade, simplesmente correspondem os pontos à seqüência dos números inteiros, ignorando a espécie espacial dos números destinados a preencher as lacunas que subsistem entre os pontos não numeráveis. Também lhes falta uma teoria dos limites ou dos pontos de condensação que assegurem uma quantificação extensiva dos encaixes em oposição aos puros encaixes lógicos.

Resumindo, a construção do contínuo acaba numa síntese das relações topológicas elaboradas durante os estádios I a III. Enquanto separação intelectual dos pontos vizinhos, as operações de divisão encontram no contínuo sua expressão generalizada e realizam a conciliação entre as relações de vizinhança e de separação.

O contínuo permite às operações de ordem e de envolvimento encontrar também sua forma geral aplicável às linhas, superfícies e espaços a três dimensões, fornecendo um fundamento racional às manifestações intuitivas.

Ele (o contínuo) termina mais tardiamente sua elaboração do que todas as outras relações, já que constitui a síntese de todas, acabando a construção das noções topológicas próprias à representação infantil do espaço.

3.2 O Espaço Representativo

O espaço representativo refere-se ao modo de coordenação das figuras entre si, situando os objetos e suas configurações uns em relação aos outros, sejam em projeções ou em perspectivas, em coordenadas ou eixos, sendo então complexas e, portanto, a elaboração mais tardia.

O espaço projetivo inicia-se psicologicamente quando o objeto ou sua figura cessam de ser considerados simplesmente em si mesmos, para serem relativizados em um ponto de vista, supondo uma coordenação entre objetos espaciais distintos.

3.2.1 A reta e a perspectiva

Para se constituir uma reta faz-se necessário introduzir um sistema de pontos de vista, ou um sistema de deslocamentos, de distâncias e de medidas, supondo assim o espaço projetivo ou o espaço euclidiano.

Os níveis I e II A – a incapacidade de construção de uma reta paralela a um dos lados da mesa (1) após a de uma reta independente (IIA)

Os sujeitos do estágio I não conseguem construir uma reta paralela a um modelo retilíneo, mesmo sabendo reconhecer perceptivamente uma reta, pois distinguem sem dificuldade um quadrado de um círculo, mas não têm nenhuma representação clara da reta, enquanto representação simbólica que ultrapassa o campo perceptivo ou suscetível de orientar uma construção nova no seio desse campo. Verbalmente eles ignoram a palavra “reta” e não conhecem senão a “fila” e graficamente não sabem desenhar retas. Quanto às reações do subestádio II A, elas são igualmente de um vivo interesse, embora capaz de colocar os postes em

linha reta sobre um fundo neutro e, sobretudo, quando esta linha é paralela à uma borda de mesa que serve de apoio perceptivo à construção, o sujeito não consegue se libertar da sugestão exercida por essa borda de mesa quando a reta a ser construída não lhe é mais paralela. Então, no momento da representação, isto é, quando se pede à criança que construa em pensamento uma reta ligando dois elementos dados, as dificuldades apresentam-se e sua variabilidade torna-se reveladora. Há um caso em que essa dificuldade é nula : quando a representação pode apoiar-se em uma percepção, isto é, num modelo dado, tratando-se somente de segui-la passo a passo para orientar a construção. Há um segundo caso em que a dificuldade, embora um pouco mais sensível, permanece superável: é o da reta a ser construída sobre um fundo neutro ou a igual distância dos lados da mesa, a reta imaginada reproduz, com efeito, as percepções anteriores da reta conhecidas e não difere do que são, por exemplo, os desenhos de uma reta ou de um quadrado executados de memória. Há uma terceira situação em que a dificuldade revela-se intransponível – é aquela em que a reta a ser imaginada representativamente e construída de modo efetivo encontra-se em conflito com as retas ou curvas percebidas na vizinhança, isto é, sobre o “fundo” constituído pela mesa.

A representação não consiste mais em imitar simplesmente uma percepção atual ou anterior, mas em engendrar relações novas no seio de uma configuração que só comporta relações distintas daquela a ser encontrada – uma operação projetiva, fundada na ação de “mirar” ou euclidiana, fundada no deslocamento, é então necessária para resolver a questão colocada.

Deve-se aqui frisar que não se trata de ilusão perceptiva, a criança vê que não construiu uma reta e tenta reconstituir, não intervindo a configuração do fundo senão a título de obstáculo intelectual e não de fatores que deformam as próprias percepções.

Então deve-se reforçar que esse resultado é extremamente instrutivo, pois salienta que existem duas espécies de representações espaciais – uma simplesmente intuitiva, que não

passa de uma imitação interior dos dados percebidos, e outra que se funda sobre as operações e libera-se em consequência de toda figura perceptiva.

Subestádio II B – reações intermediárias e o estágio III – construção operatória da reta projetiva por meio das condutas de “miradas”

A resposta a respeito das diversas questões levantadas pela construção do espaço projetivo deve com certeza ser buscada na descoberta de um ponto de vista particular, como a tomada de consciência do ponto de vista próprio. A operação de “mirada” não é uma simples ação, mas um produto de uma diferenciação e em consequência de uma coordenação dos diversos pontos de vista em jogo, conduzindo a uma libertação gradual da configuração perceptiva. Neste sentido, a gênese da reta representativa em oposição à reta perceptiva dá-se pelo viés da conservação de deslocamento. A reta projetiva apresenta-se engendrada pela mirada ou conserva a sua forma independentemente dos pontos de vista e a reta euclidiana determinada pelo deslocamento mais curto ou que conserva sua direção. Os fatos nos mostram que tão logo ultrapassado o nível da reta perceptiva, as construções projetivas e euclidianas aparecem simultaneamente e apóiam-se umas nas outras. Assim, os objetos assim alinham-se em função do olhar e descobrem espontaneamente a reta projetiva pela intervenção do “ponto de vista”. Ora, de que modo o sujeito chega à descoberta do alinhamento visual, cujo aperfeiçoamento ulterior o conduzirá à conduta da “mirada”? Por um início de diferenciação e em consequência de coordenação dos pontos de vista. E é esse realismo visual que explica, ao mesmo tempo, a anterioridade do espaço perceptivo sobre o espaço representativo (da reta perceptiva sobre a representação da reta), e a prioridade das intuições topológicas, não interessando senão o objeto em si mesmo, sobre as intuições projetivas e euclidianas que supõem a coordenação dos objetos entre si.

O Estádio II – Indiferenciação total, depois parcial, dos pontos de vista sobre o objeto e representação do objeto, sem perspectiva.

Neste estágio a pergunta que vem à tona é: Porque o sujeito não consegue representar a perspectiva que conhece tão bem perceptivamente?

Essa causa refere-se, pois, à diferença essencial que subsiste entre a percepção e a representação da perspectiva. Ver um objeto segundo uma perspectiva dada é olhá-lo de um certo ponto de vista, mas de um ponto de vista do qual não é necessário tomar consciência para perceber exatamente. Representar-se através de uma imagem mental, ou representar através do desenho o mesmo objeto visto segundo a mesma perspectiva é, ao contrário, tomar consciência simultaneamente do ponto de vista sobre o qual é percebido e das transformações devidas à intervenção desse ponto de vista. Em oposição à percepção da perspectiva, a representação dessa perspectiva implica uma coordenação operatória, pelo menos consciente, entre sujeito e o objeto, enquanto situados no mesmo espaço projetivo, sobressaindo o objeto e compreendendo o sujeito como tal.

É então, por ausência de uma tomada de consciência ou de uma diferenciação representativa dos pontos de vista que a perspectiva não é representável por tal sujeito e é por isso que ele se prende ao objeto, ao qual empresta uma espécie de pseudoconsciência da forma em virtude desse mecanismo corrente, segundo o qual a inconsciência do ponto de vista subjetivo engendra falsos absolutos.

Mas, por mais que ocorram esforços de entendimento e estes se caracterizem momentaneamente como infrutíferos, esse estágio marca um processo decisivo em relação ao subestádio II A e constitui o início do nível II B - enquanto o sujeito do nível primitivo II A representava para todos os pontos de vista o objeto em si mesmo ou uma parte deslocada desse objeto, sem admitir alguma transformação de perspectiva, agora mesmo não podendo realizar

uma perspectiva de projeção de qualquer objeto, já entende que a projeção perceptiva não basta por si mesma. É claro que aí há uma divisão entre o realismo e a representação do objeto, porque somente ao ver o objeto há a possibilidade de perspectiva, mas é já um avanço na possibilidade da representação.

O Estádio III – Diferenciação operatória parcial (subestádio III A), após completa (subestádio III b) dos pontos de vista do sujeito sobre o objeto e a representação gráfica espontânea da perspectiva – 7 a 8 anos de idade

Exprime-se sob a forma de uma representação da perspectiva do desenho da criança e não mais somente na escolha que se efetua entre desenhos feitos e é mais ou menos no meio do estágio III que os problemas das perspectivas são resolvidos.

De agora em diante, o sujeito marca a transformação perspectiva devido às mudanças de ponto de vista e não se limita mais a aceitar tais modificações quando se encontra em presença de desenhos feitos, entre os quais pedimos para escolher o que corresponde ao ponto de vista considerado. Há, então, representação antecipada e não simplesmente tentativa de diferenciação.

Mas, embora tais sujeitos testemunhem capacidade operatória, sua solução para esses problemas elementares de perspectiva permanece intuitiva. A razão desse insucesso parcial mostra-se mais instrutiva do que seria uma chegada demasiado rápida à resposta correta, ou seja, a transformação perspectiva presenciada ainda não dá lugar a um sistema de correspondências operatórias regradas, ao mesmo tempo, por falta de continuidade e de quantificação propriamente extensiva, pois o raciocínio do sujeito limita-se a insistir em certas mudanças de forma qualitativa sem perceber todas elas nem ligá-las de modo contínuo.

Na verdade, a descoberta da perspectiva é devida a um início de diferenciação e de coordenação dos pontos de vista, isto é, a uma espécie de indiferença em relação ao objeto

considerado em si mesmo, e a uma tomada de consciência da relação que liga ao ponto de vista do sujeito. E é claro que o acabamento de tal construção supõe um sistema de operações de relacionamento e que essas operações devem, em primeiro lugar, ser elaboradas quantitativamente antes de poderem ser qualificadas.

As reações do subestádio III B, em contrapartida, nos fazem assistir ao mesmo tempo a uma generalização operatória das relações descobertas no nível III A e à quantificação extensiva da qual acabamos de constatar a carência nesse nível precedente. A generalização operatória consiste em permitir que o sujeito conceba como contínua a transformação cujas intuições do nível III A não fornecem ainda senão as etapas características, ao passo que a quantificação extensiva permite matematizar instantaneamente as transformações qualitativas assim generalizadas.

No curso de subestádio III A, o sujeito já descobre a transformação ligada às mudanças do ponto de vista e procura a lei, mas hesita na construção operatória desta última, não chegando senão à intuição das principais formas perspectivas características.

Ao contrário, observa-se as crianças insistirem espontaneamente nas duas principais relações que ligam, segundo as diferentes posições, o objeto ao ponto de vista do sujeito – as projeções à distância e as secções devidas ao fato de a parte anterior do objeto esconder, em graus diversos a parte posterior.

Em outras palavras, depois que, no subestádio III A, a reta projetiva foi descoberta graças à conduta da mirada, as operações que intervêm nesta última são estendidas no curso do subestádio III B, ao caso das perspectivas em geral.

Ressalta-se que, ao contrário da linha topológica que constitui um objeto considerado em si mesmo, a reta projetiva inicia quando os elementos dessa linha são colocados em relação com um sujeito que os considera “de ponta” e os percebe como escondendo-se uns

aos outros. Tal conduta de mirada já permite, no nível III A, não somente construir uma reta independentemente das configurações perceptivas que lhe servem de “fundo”, mas ainda diferenciar as retas das curvas, sendo as primeiras as únicas a conservar sua forma durante as mudanças de perspectiva. É que a conduta da mirada implica, sob uma forma elementar, as operações de secção (um elemento esconde todos os outros vistos de “ponta”) e de projeção (a reta muda de direção e de comprimento segundo o ponto de vista, mas conserva sempre forma retilínea, com o ponto por limite). São essas duas operações elementares que o sujeito do nível III B libera e generaliza até tirar dela uma construção operatória das transformações perceptivas.

O duplo processo de secção da imagem projetiva por aquelas que a escondem e da diminuição projetiva das dimensões da imagem com o distanciamento sendo assim formulado, é claro que esses sujeitos, por compreenderem a lei das transformações perspectivas, põem-se a então construir a forma que corresponde a cada ponto de vista em função dos deslocamentos do objeto. As operações qualitativas sucedem à simples intuição das formas perspectivas mais características, graças à continuidade introduzida na lei da transformação.

Por outro lado, compreende-se como tão logo elaboradas essas operações qualitativas de relacionamento e de correspondência, a quantificação extensiva torna-se possível por simples reconhecimento da regularidade das mudanças, isto é, de uma relação constante entre as diferenças e isso independentemente de toda a métrica que consiste em aplicar uma diferença escolhida como unidade.

É claro que tais sujeitos estabelecem entre cada entrave e a seguinte ou entre cada intervalo que separa duas traves e a seguinte uma relação permanente, sendo as diferenças como tais assim quantificadas sem que a criança se contente com uma simples seriação qualitativa. Como essa relação é descoberta? Não por uma via métrica, mas por via de pura construção gráfica.

Observando o quanto é simples, as relações projetivas elementares são elaboradas a partir das relações topológicas iniciais, uma vez sejam essas relações agrupadas em função de uma coordenação dos “pontos de vista”. A reta projetiva, inicialmente, é uma seqüência contínua de pontos ordenados de tal modo que considerada de “ponta”, o primeiro ponto esconde todos os outros. Uma vez constituída essa noção sob sua forma concreta (nível IIIA), o sujeito torna-se capaz de conceber as transformações perspectivas ligadas aos diversos pontos de vista possíveis sobre o objeto, segundo suas posições. Essa construção não consiste novamente em agrupar as relações topológicas de vizinhança e de separação, de ordem e de envolvimento, bem como de continuidade, mas segundo um conjunto de pontos de vista coordenados entre si. As três dimensões topológicas devido às relações de ordem (entre) e de desenvolvimento tomam, com efeito, tão logo ligadas a um “ponto de vista” determinado, os significados novos que aparecem aqui. Seja, por exemplo, um objeto considerado de um certo ponto de vista, existem então outros elementos à sua esquerda ou à sua direita e “entre” os quais ele é colocado do ponto de vista do sujeito; existem, por outro lado, elementos situados acima e abaixo dele, do ponto de vista do sujeito, caracterizando essas segundas relações uma segunda dimensão de acordo com a altura e existem, finalmente, elementos situados acima e abaixo dele, do ponto de vista do sujeito, e essas novas relações caracterizam uma terceira dimensão segundo a profundidade. As relações “entre” ou os envoltimentos a duas outras dimensões adquirem assim um significado enriquecido em razão do fato de sua subordinação a um “ponto de vista” (citando-se aqui Kant, quando se referia às noções usuais espaciais de direita e esquerda).

Finalmente, se uma reta isolada caracteriza uma dimensão, feixes de retas constituirão, segundo as relações precedentes, um plano projetivo ou um espaço a três dimensões, suscetíveis de acarretar entre si diversas relações de projeção ou de secção.

É por meio de tais relações novas de esquerda e de direita, de acima ou de abaixo e de frente ou de trás que o sujeito chega à compreensão, sob a forma de projeção ou de secção, das transformações perspectivas de uma reta ou de um círculo e a reduzi-las a operações que exprimem precisamente a coordenação dos pontos de vista.

É assim que uma reta vertical, situada em altura paralelamente ao quadro visual do sujeito, é representada por ele como diminuindo de comprimento quando inclinada para a frente ou para trás, porque o sujeito compreende que ela perde em altura, considerada de seu ponto de vista, o que ganha em profundidade – o processo é, por outro lado, interpretado como conduzindo de modo contínuo ao caso limite no qual seu comprimento aparente se reduz a um ponto porque toda a altura primitiva da reta é afinal distribuída em profundidade sempre do mesmo ponto de vista.

Em síntese, permitindo à reta a compreensão da projeção e as três dimensões do espaço projetivo conduzindo à noção da secção de um conjunto de retas por um plano, as duas operações essenciais da projeção e da secção tornam-se assim suficientemente acessíveis ao sujeito para dar lugar às explicações que esclarecem as observações citadas no nível III B. Mas a construção da reta, bem como das diversas relações que derivam de sua síntese com as relações topológicas iniciais, supõe finalmente a descoberta do papel dos pontos de vista, em outras palavras, sua diferenciação e sua coordenação reunidas.

Como, então, explicar essa descoberta? No momento em que se atribui a gênese da geometria projetiva à influência da percepção visual, esquece-se que o “ponto de vista” de percepção é sempre egocêntrico; portanto, ao mesmo tempo incompleto e, sobretudo inconsciente de si mesmo. Descobrir a existência do ponto de vista próprio é ao contrário situá-lo entre os outros, isto é, diferenciá-lo precisamente dos outros e coordená-los com eles. Ora, a percepção é essencialmente inapta a preencher essa tarefa, pois tomar consciência do ponto de vista próprio é

de fato libertar-se dele e um sistema de operações propriamente ditas, quer dizer, componíveis entre si e reversíveis, é indispensável para esse efeito. Por isso mesmo, compreender que as análises precedentes, apoiando-se exclusivamente nas perspectivas relativas a um único objeto de cada vez, apresentado em posições sucessivas a um único sujeito, não seriam suficientes para a situação do problema; verdadeiramente a descoberta do papel dos pontos de vista supõe uma coordenação e é essa coordenação que é preciso estudar, analisando as perspectivas ligadas a diversos observadores simultâneos, em relação a um conjunto de objetos solidários entre si.

3.2.2 A projeção das sombras

A projeção de uma sombra obedece às mesmas leis geométricas que as leis dos objetos sobre o plano perpendicular ao olhar, ou ao quadro visual do sujeito, isto é, da projeção na qual consiste a perspectiva.

Supondo que a descoberta da perspectiva seja devido unicamente à percepção, essa diferença de dificuldade impor-se-ia de modo evidente, porque então a perspectiva seria diretamente acessível ao conhecimento do sujeito, ao passo que a compreensão da projeção das sombras suporia todo um trabalho de interpretação. Admitindo ao contrário, segundo as quais a representação da perspectiva implica uma diferenciação e uma coordenação dos diversos pontos de vista possíveis, portanto um agrupamento operatório das relações projetivas em jogo, a projeção das sombras devem ser compreendidas geometricamente mais ou menos no mesmo nível que as transformações perspectivas relativas aos mesmos objetos.

Há, no primeiro nível, incompreensão completa da forma projetiva da sombra. Qualquer que seja a explicação física que o sujeito dê a si mesmo sobre a formação das sombras, ele as imagina como devendo dobrar simplesmente o objeto, independentemente das posições

daquele, assim como o objeto é desenhado em si mesmo, independentemente da perspectiva, assim também a sombra é figurada sob uma forma semelhante à do objeto.

No curso do subestádio II B, em contrapartida, assistimos a um início de diferenciação das projeções, por exemplo, o lápis inclinado é desenhado obliquamente, mas algumas vezes de comprimento maior do que vertical, de ponta é representado por uma ponta e, freqüentemente, mesmo por um pequeno círculo.

A representação projetiva, que supõe a construção da forma das sombras, é de natureza exatamente análoga à representação das perspectivas. Esta última supõe a diferenciação do ponto de vista próprio e sua coordenação com o dos outros observadores. No caso das sombras, é a luz que equivale ao ponto de vista do observador, sendo a sombra de alguma forma o negativo do ponto de vista da fonte luminosa, isto é, constitui o que pode ser visto do ponto de vista da luz ou mais precisamente o que, sobre o anteparo, permanece não iluminado enquanto mascarado pelo objeto.

As formas mais simples, isto é, de secções transversais iguais entre si, dão lugar ao mesmo desenvolvimento que as representações perspectivas dos mesmos objetos – o feixe de retas que liga a fonte luminosa ao anteparo e que é seccionado pelo objeto que mascara a luz é comparável ao que une o olho ao objeto visto em perspectiva e nos dois casos é o mesmo sistema de projeções e de secções que o sujeito constrói. A única diferença é a sombra constituir o ponto de vista da luz, mas precisamente uma vez chegada à coordenação operatória dos pontos de vista, o negativo não apresenta maiores dificuldades do que o positivo para um pensamento capaz de reversibilidade.

Em contrapartida, no caso dos objetos de secção transversais desiguais entre si, como os cones, acrescenta-se uma dificuldade suplementar, que é o encaixe das projeções parciais na de maior seção, a ponta do cone é assim mascarada, do ponto de vista de luz, pela

base circular, qualquer que seja a relação frente versus atrás entre esses dois elementos. Um tal encaixe é mais difícil de conceber nos domínios das formas projetivas do que no das formas topológicas, já que implica, simultaneamente, um jogo das operações de encaixe e um sistema de pontos de vista ao mesmo tempo distintos do próprio objeto e coordenados entre si.

3.2.3 O relacionamento das perspectivas

Se as relações projetivas são geometricamente mais complexas do que as relações topológicas e se supõe, em sua construção teórica, um jogo de axiomas equivalentes aos da geometria euclidiana, poderíamos esperar que, geneticamente, as operações que conduzem à sua elaboração sejam formadas mais cedo, sendo guiadas pela intuição visual da perspectiva.

Constata-se justamente o contrário, sendo que a ordem de sucessão genética corresponde à ordem de construção teórica e que a perspectiva intervém relativamente tarde no comportamento geométrico da criança. Ela não se constitui, curiosamente, senão no mesmo nível em que os sistemas de coordenadas são elaborados, como se ela dependesse de uma construção operatória de conjunto bem mais do que as facilidades da intuição e da experiência. E, em segundo lugar, as relações inerentes à perspectiva que já intervém na percepção imediata parecem exprimir, de modo mais direto, o ponto de vista do próprio sujeito. Toda atividade cognitiva da criança é precisamente egocêntrica e transforma em um falso absoluto o que, na realidade, permanece relativo à atividade e à percepção próprias.

Por que então o sujeito não conquista, senão tardiamente e somente quando se torna capaz de relacionar os diversos pontos de vista possíveis, as relações em jogo na perspectiva elementar?

É porque a perspectiva supõe um relacionamento entre o objeto e o ponto de vista próprio, tornado consciente de si mesmo e que aqui, como em outros lugares, tomar consciência do ponto de vista próprio consiste em diferenciá-lo dos outros e, em consequência, em coordená-los com eles. Pode-se compreender então, porque uma construção de conjunto é necessária à elaboração das perspectivas, construção que leva a relacionar simultaneamente objetos entre si segundo um sistema de coordenadas e os pontos de vista entre si segundo uma coordenação das relações projetivas que correspondem aos diversos observadores possíveis.

O estágio III (7-8 a 11-12 anos) marca a diferenciação e a coordenação crescente das perspectivas. No nível III A (7-8 a 9 anos de idade), há diferenciação de certas relações segundo as mudanças de posição do observador, mas ainda não coordenação de conjuntos de vista, ao passo que esta é adquirida ao redor de 9-10 anos a um nível III B, isto é, na idade que vimos completar a compreensão das perspectivas simples ou a perspectiva aparece no próprio desenho (realismo visual).

2º - O Subestádio II A – a representação centrada no ponto de vista próprio

A criança considera o ponto de vista no qual é colocado momentaneamente como sendo o único possível e não chega a deduzir as transformações exigidas pelas mudanças de posição do observador. Por exemplo: como acontece que embora sabendo representar as mesmas montanhas de dois pontos de vista distintos, sucessivamente descobertos durante a experiência, o sujeito permanece incapaz de imaginar os outros pontos de vista possíveis e limite-se com uma obstinação impressionante a assimilá-los à sua perspectiva momentânea?

A resposta deve indicar na direção de uma espécie de não-constância de caráter figurado ou representativo, isto é, de um fenômeno intermediário entre a percepção e o raciocínio.

Então esse caráter egocêntrico ilusório prolonga a ilusão devido às contrações perceptivas que explicam a não-constância da forma no bebê, bem como a ilusão devido às contrações ao mesmo tempo perceptivas e representativas que ainda constituem obstáculo antes de 4-5 anos à constância da forma dos grandes objetos. Isso só será alterado no momento em que o sujeito diferenciar as perspectivas dos outros do ponto de vista próprio. E tomará consciência deste enquanto particular e o caracterizará através de relações especificamente projetivas.

3º O Subestádio II B – reações intermediárias com tentativas de diferenciação dos pontos de vista

Esse estágio é particularmente sugestivo – o sujeito consegue entrever a relatividade (variabilidade em função do ponto de vista) de certas relações em jogo, mas tais reações nascentes são logo estabilizadas sob forma de falsos absolutos ou de “pré-relações”. Ou seja, o observador é suposto ver sempre o mesmo quadro, caracterizado por relações de esquerda-direita e frente-atrás absolutas ou imutáveis, mas tal quadro é simplesmente orientado de modo diferente segundo os pontos de vista ou os deslocamentos, isto é, ele se vira de alguma forma na direção do observador se mudar de configuração.

Que a criança permaneça presa a pontos de vista próprio é o que decorre com evidência do fato, sem exceção, as reações sucessivas de as crianças consistirem em reproduzir o seu ponto de vista, é também porque ela está satisfeita com o resultado obtido e acredita ter realmente levado em conta o ponto de vista dos outros observadores.

As relações de “esquerda-direita”, “diante-atrás”, ainda não são relações verdadeiras para a criança, sujeitas a transformações e mesmo a inversões segundo as mudanças de posição do observador. São as propriedades absolutas dos objetos que definem de uma vez por todas a configuração. Ou seja, a criança ainda não raciocina por “agrupamento” das relações e das correspondências projetivas, isto é, em encontrando a invariância das segundas no seio das

transformações indefinidas das primeiras, mas apega-se a uma espécie de quadro exemplar e rígido.

Portanto, neste estágio, há uma semi-relatividade, global e não analisada, e que se refere à relação entre o conjunto dos objetos e o sujeito e não entre um objeto e cada um dos outros, inclusive o objeto. Há, uma “pré-relação” por ausência de um agrupamento possível das relações, não se tornando uma relação perceptiva ou intuitiva uma relação propriamente dita a não ser a partir do momento em que pode ser coordenada com outras em um “agrupamento” ou um “grupo” de conjunto, que une a invariância de certas relações (correspondência entre os pontos de vista) à variação das outras (relações de ordem – esquerda-direita, frente-atrás e distâncias aparentes), havendo ainda mesmo com a presença do esforço de diferenciação dos pontos de vista e de relatividade em função da posição dos observadores. A criança desse nível permanece sempre dominada pela ilusão egocêntrica.

4º - O Subestádio III A – A relatividade verdadeira, mas incompleta.

A criança estabelece muito bem a sua relação com um outro objeto, mas negligencia se a relação extrapolar para mais de um objeto, por influência dos estádios anteriores, ou seja, da visão do ponto de vista próprio.

5º - O Subestádio III B – A relatividade completa das perspectivas

A correspondência entre as posições do observador e as relações projetivas das quais é feita sua perspectiva torna-se biunívoca e é essa biunivocidade que comprova a existência de um esquema operatório de natureza antecipadora, isto é, acabado.

O nível III B marca o acabamento das operações de coordenação da perspectiva e isso sob diversas formas. Em primeiro, a cada posição do observador corresponde um certo sistema de relações “esquerdaXdireita” e “frenteXatrás”, determinadas pelas projeções e pelas

secções relativamente ao quadro visual do observador (perspectiva). E é essa a correspondência entre as posições e as perspectivas cuja biunivocidade é descoberta durante este subestádio.

Em segundo lugar, entre esse ponto de vista perspectivo, ligado a uma posição unívoca do observador, e a cada um dos outros existe igualmente uma correspondência, mas que se traduz por uma transformação determinada das relações de esquerda e de direita ou de frente e de atrás, portanto, das projeções das secções em jogo. É essa correspondência entre todos os pontos de vista possíveis que constitui a coordenação das perspectivas, isto é, a unidade própria do espaço projetivo assim acabado, em sua forma elementar, no presente nível.

Convém ressaltar alguns pontos já levantados.

O sujeito não sabe o que é um ponto de vista próprio, distinto de outros pontos de vista possíveis, que esse ponto de vista próprio, assim erigido em uma espécie de falso-absoluto, nada tem de representação perspectiva e constitui simplesmente uma intuição ilegitimamente centrada, isto é, egocêntrica. É na medida em que, coordenando seu ponto de vista com o dos outros, a criança consegue simultaneamente reconstituir o ponto de vista dos outros e diferenciar o seu próprio nível que dominará as relações perspectivas relativas a um objeto isolado. Isto posto, demonstra-se que a construção de relações projetivas elementares supõe uma coordenação de conjunto dos pontos de vista, que não pode estar isolado, mas supõe necessariamente a construção de um sistema total ou coordenação de todos os pontos de vista (como no espaço euclidiano, toda relação métrica e toda distância são solidárias de um sistema de conjunto de coordenadas). Esta é a primeira grande diferença entre o espaço projetivo e as relações topológicas.

O espaço topológico, sendo inerente ao objeto e formado de relações que esse estabelece aos poucos, corresponde a uma seqüência de percepções possíveis cujo caráter é o poder se justapor sem mais, voltando a tarefa própria à operação a reunir os dados em um mesmo

todo coerente e ordenado. Ao contrário, no caso de um sistema de relações projetivas ou de pontos de vista perspectivos, as operações não consistem de modo algum em reunir sem mais os dados perceptivos, mas essencialmente, em coordená-los segundo relações de reciprocidade. Não consistindo o espaço projetivo em ligar entre si as partes do objeto, mas as inumeráveis projeções de um mesmo objeto, as percepções às quais podem corresponder essas diversas projeções ou perspectivas não são comparáveis às vistas parciais que seriam necessário justapor, mas vistas completas e tomadas sob ângulos diferentes que é preciso conciliar.

Essa natureza espacial é constituída pelas operações que permitem ligar uma perspectiva às outras, ou seja, nenhuma percepção real engloba a totalidade do objeto, suportando unicamente a parte do todo; portanto, a totalidade de tais aspectos só é acessível a um ato de inteligência que liga entre si todas as percepções possíveis através de operações bem mais diferenciadas dos pontos de vista perceptivos do que as operações segundo as quais uma vizinhança operatória não se distingue de uma proximidade perceptiva, dado que essas operações apóiam-se nas transformações que conduzem de um ponto de vista possível a um outro.

O espaço projetivo é constituído antes de tudo pelo grupo de transformação, cuja expressão psicológica é o sistema representativo e não perceptivo das perspectivas elaboradas pela criança.

Durante um primeiro período, o espaço do bebê aparece sem profundidade, como o espaço celeste para um adulto não instruído, por ausência de manipulação, não poderia ser questão *a fortiori* uma pesquisa dos objetos desaparecidos atrás de anteparos nem de uma compreensão dos movimentos de rotação que podem conduzir à descoberta do inverso dos objetos e na forma constante em três dimensões. Essa primeira etapa é comparável à ausência de perspectiva e ao primado da aparência imediata que caracterizam o primeiro dos níveis.

Durante um segundo período, a criança aprende, através da manipulação, a diferenciar diversos planos de profundidade e em conseqüência diversos aspectos do objeto, mas não sabe procurar um sólido atrás de um anteparo, nem desvirar em relação ao seu próprio corpo, não atribuindo uma forma perceptiva constante.

Durante um terceiro período, a criança torna-se capaz de certas ações reversíveis que implicam a profundidade, mas não as coordena com o conjunto das relações em jogo. Da mesma forma, revela-se capaz de virar um objeto em relação ao seu próprio corpo, mas ainda não em relação a outros objetos e, finalmente, desloca lateralmente a sua cabeça para examinar as mudanças de forma resultantes dessas mudanças de posição, o que constitui um início de aprendizagem da perspectiva, em caráter perceptivo.

Finalmente, em um quarto período é observado pela caracterização de coordenação de conjunto das relações que permitem ordenar as profundidades e encontrar objetos uns atrás dos outros etc., o que corresponde à coordenação operatória.

Em síntese, as coordenações sensório-motoras acabam nas percepções das relações perspectivas que parecem já se constituir de uma maneira funcional análoga à coordenação operatória dos pontos de vista que engendra, no plano representativo, o espaço projetivo, e do qual se pode dizer que ela constrói, assim, em parte o que foi adquirido no plano da atividade perceptiva, mas ultrapassando-o com todo poder do mecanismo dedutivo. O caráter comum a essas espécies de evoluções não é senão outra coisa senão a passagem de realismo egocêntrico à coordenação relativista, passagem que se revela tanto mais constitutiva da formação do espaço projetivo do que parece, pois se revela semelhante a si mesma com alguns anos de intervalo. Apenas, no plano perceptivo ou sensório-motor, não se trata senão de uma coordenação entre a percepção ou a ação momentânea e as percepções ou ações imediatamente anteriores e posteriores, ao passo que, no plano representativo, essa passagem da centração atual à

descentralização virtual toma a forma de uma coordenação geral do ponto de vista próprio com todos os outros pontos de vista possíveis, por eliminação de egocentrismo em proveito do agrupamento.

3.2.4 As operações de secção

Coloca-se em questão um problema psicológico real – o da estreita solidariedade entre a formação das operações euclidianas e a formação das operações projetivas, constituindo as primeiras, os deslocamentos e as segundas as representações, pois um movimento só pode ser orientado no espaço sob condição de poder representar os pontos afastados do ponto ocupado atualmente pelo móvel.

Num primeiro nível de entendimento, a criança permanece num desenho caracterizado pela “mistura dos pontos de vista”, na qual juntará desordenadamente a imagem do objeto cortado visto do exterior, a do objeto inteiro visto do interior e do exterior ao mesmo tempo, exemplificando, a da secção enquanto lâmina da faca, a do plano de seccionamento etc., sem poder diferenciar nenhum desses “pontos de vista”.

Tão logo é ultrapassado o nível das intuições topológicas elementares, nas quais ainda não são distinguidos nem movimentos nem pontos de vista, é a representação euclidiana dos deslocamentos ou mudanças de posição possíveis que leva a imaginar as primeiras perspectivas e as primeiras projeções, e inversamente são essas perspectivas e essas projeções que permitem distinguir tais posições e, em consequência, imaginar os movimentos. Ora, acontece exatamente assim no que concerne às secções, sendo a operação euclidiana constituída pelo movimento de seccionamento e a operação projetiva pela transformação correlativa dos pontos de vista, isto é, pela representação das secções, a qual implica a secção, por meio de um

plano imaginado, dos diversos volumes, eles próprios imaginados projetivamente. Essa representação inicial não é, portanto, nem euclidiana nem projetiva, mas indiferenciada e dominada, sobretudo pelas vizinhanças e envolvimentos topológicos. Após vem a representação do seccionamento como tal, enquanto movimento ou intuição euclidiana do deslocamento.

A terceira etapa consiste em encurvar essas diversas retas de modo que se adaptem à forma do volume seccionado. Esta etapa tem uma grande importância, na medida em que marca a passagem da intuição euclidiana do movimento de seccionamento à representação projetiva da superfície de secção. Todavia, antes de poder atingir a representação dessa superfície, é preciso imaginar seu contorno, isto é, a linha ao longo da qual a faca agirá sobre o volume. Finalmente, de posse dessa representação meio-euclidiana e meio-projetiva, o sujeito imagina projetivamente a superfície de seccionamento.

Fica entendido, portanto, que um volume euclidiano não poderia dar lugar a uma representação outra que projetiva (geometria dos pontos de vista) e que, inversamente, os pontos de vista inerentes ao espaço projetivo são sempre relativos a posições ou a deslocamentos efetuados no espaço euclidiano (geometria dos objetos), como pois explicar, por um lado, a incapacidade inicial da representação das superfícies de secção e, por outro, a construção ulterior dessa representação?

As reações observadas no curso do estágio II é que as dificuldades em representar a superfície de secção prendem-se em última análise, a uma indiferenciação ainda muito resistente entre a geometria dos pontos de vista e a geometria dos objetos. Tal indiferenciação, aliás, é também a verdadeira razão dos insucessos registrados nos mesmos níveis no que concerne às perspectivas e às projeções, mas é particularmente clara no caso das secções.

Partindo das intuições topológicas elementares, o sujeito é obrigado cedo ou tarde a colocar os objetos, uns em relação aos outros, ou de colocá-los em relação com os pontos de

vista (perspectivas, projeções e secções). É, portanto, natural, que ainda dominado pelas intuições topológicas iniciais, o sujeito comece por não dissociar umas das outras as relações euclidianas e projetivas (4-6 anos de idade).

A “mistura dos pontos de vista” caracteriza todos os desenhos dessa idade (realismo intelectual), opõe-se assim à representação da superfície de secção, não porque ela exclui a imaginação de um ponto de vista interior ao objeto, mas porque é essencialmente indiferenciação entre geometria dos pontos de vista e a dos objetos e que essa indiferenciação opõe-se à abstração de um ponto de vista isolado e delimitado como o da superfície de secção.

Mas, reciprocamente, a descoberta progressiva dessa superfície de secção é testemunha não somente de uma dissociação gradual entre a geometria dos pontos de vista e a geometria dos objetos, mas ainda de uma interação e mesmo de uma colaboração cada vez mais estreita entre as operações de projeção e de secção perspectiva inerentes à segunda. É assim que, para prever a forma que adotará a superfície de secção de um cilindro, de um cone, de uma espiral, de uma trança evidentemente é necessário o primeiro imaginar, por exemplo, exatamente o movimento da faca e a linha exterior que ela seguirá em seu deslocamento. Mas para ser capaz dessa antecipação, é preciso, em compensação, poder imaginar esse volume projetivamente, quer dizer, sob os diferentes ângulos perspectivais possíveis. É por isso que vemos, em cada nova etapa do desenvolvimento, a representação euclidiana do movimento através de um volume supor a representação projetiva desse volume com seus planos diferenciados e vice-versa. Ora, isso não somente é verdadeiro com superfícies, mas igualmente com as linhas. Longe de ser a simples extração de um caráter inerente ao objeto, ela é uma abstração a partir das ações, pois implica não somente a intervenção de duas espécies de operações, as que se referem aos objetos e as relativas aos pontos de vista, mas ainda um relacionamento dessas duas categorias de ações ou operações.

3.2.5 Os “rebatimentos” e “desenvolvimentos de superfícies”

As relações projetivas parecem apoiar-se diretamente na percepção visual e em prolongar sem mais os dados. Assim, a avaliação das grandezas em perspectiva parece ser fácil nos pequenos, na medida em que seu espaço ainda não é estruturado, depois ela se torna difícil, na medida em que progride a estruturação ao mesmo tempo mais euclidiana e projetiva do espaço representativo, para tornar-se mais exata, na medida em que esta estruturação representativa recai sobre a percepção.

A representação projetiva não é um simples decalque da percepção correspondente e tal representação supõe a intervenção de ações propriamente ditas, cujas imagens constituem a imitação interiorizada e cujas operações são o resultado final, quando sua regulação atinge o nível das composições reversíveis. Entre a percepção e a representação intercala-se, portanto, uma seqüência de ações de sistematização progressiva, que se interioriza em imagens imitativas. A representação correspondente supõe a diferenciação consciente desse ponto de vista em relação a outros e sua coordenação com eles, isto é um sistema de ações propriamente ditas.

Em conseqüência, por um lado, o procedimento gráfico de “mistura de pontos de vista” e do pseudo-rebatimento ainda não corresponde a uma representação projetiva ou “descritiva” geometricamente exata, não se trata ainda senão de uma representação topológica, visando ao objeto em si mesmo e exprimindo a simples vizinhança entre seus elementos etc., sem coordenação euclidiana nem projetiva. Por outro lado, o sujeito revela-se incapaz de ultrapassar esse nível para imaginar verdadeiros rebatimentos ou desenvolvimentos, porque estes repousam em outra coisa que a simples intuição perceptiva e implicam um conjunto de ações efetivas depois mentalizadas, coordenadas entre si graças a um duplo mecanismo motor (ou euclidiano) e

perspectivo (agrupamentos dos pontos de vista segundo operações projetivas e não por simples justaposição). Falta a esses sujeitos a experiência das ações de dobragem e desdobragem.

A questão que se coloca, então, é a de compreender o mecanismo da imagem mental ou representação imitativa suscetível de permitir ao sujeito a antecipação de um desenvolvimento ainda não executado. A esse respeito, a evolução das reações precedentes mostra que não é suficiente perceber as superfícies exteriores do objeto para imaginá-los justapostos em plano - a representação figurada não é, portanto, um prolongamento da percepção, mas da ação que se apóia no objeto e esse prolongamento da ação consiste em uma imitação interiorizada dos movimentos, antes de poder tornar-se uma imaginação de seus resultados. A operação, ao contrário, é um sistema de ações coordenadas entre si de modo transitivo e reversível, de tal sorte que um único rebatimento ou o desenvolvimento das superfícies de um único objeto a três dimensões supõe, em realidade, uma coordenação de conjunto dos múltiplos pontos de vista projetivos possíveis sobre esse objeto e, correlativamente, uma estruturação euclidiana de espaço segundo um sistema de coordenadas, ou seja, de que as operações supõem um sistema de conjunto, ao passo que a simples o precede.

A primeira grande lição que se observa é que não é suficiente perceber corretamente um objeto a três dimensões, nem prolongar essa percepção em uma imagem adequada do objeto não desdobrado, para conseguir imaginar o rebatimento dos lados desse objeto. Em outras palavras, a intuição de uma figura desenvolvida não é um produto da simples percepção, a percepção das seis faces quadradas de um cubo não é suficiente para engendrar a imagem desses seis lados rebatidos sobre um mesmo plano. O que intervém na imagem do desenvolvimento, além da percepção do volume não desdobrado, é uma ação, portanto, uma modificação motriz da percepção, a passagem de um estado perceptivo a um estado perceptível, mas ainda não percebido. Entre esse nível inicial e o sucesso da antecipação intervém uma série

de processos que explicam a passagem da simples intuição perceptiva do início à representação dos estados perceptíveis futuros e essa passagem que implica outras, a da simples ação às operações coordenadas entre si.

Os fatos demonstrados evidenciam que a imagem é uma imitação interiorizada, isto é, que esta constitui um decalque, não do objeto, mas das acomodações próprias da ação que se apóiam no objeto, sendo um esquema de ação, exprimindo uma ação exercida sobre os objetos em uma de suas fases ou um de seus resultados, ultrapassando os dados perceptivos que caracterizam o objeto estático para antecipar o resultado das transformações (ações de desdobrar ou rebater), permanecendo ainda incompletos por falta de uma ordem introduzida entre as ações sucessivas assim imaginadas, ou os sujeitos conservam a ordem, as vizinhanças etc. A imagem, nestes casos, não consegue antecipar as ações porque se tratam de ações não-coordenadas entre si e não de operações.

Em outro nível aparece um conjunto de imagens de terceira categoria, móvel e ativo, que apóia nas transformações do objeto, ou antes, no seu produto, mas sem malogros nem limitações, como na categoria precedente. É esse conjunto de imagens que os geômetras chamam intuição do espaço. Quando esta intuição torna-se racional e ultrapassa o sensível, em oposição às formas elementares, reservamos o qualificativo de intuição pré-operatória. Então essa imagem não é mais do que um símbolo da operação, símbolo imitativo com os precedentes, mas símbolo incessantemente ultrapassado pelo dinamismo das transformações da qual exprime somente certos estados momentâneos a título de simples referência ou de alusões simbólicas.

O estudo das secções, das projeções e das perspectivas, a análise dos desenvolvimentos e dos rebatimentos conduz de modo evidente a duas conclusões - uma operação difere de uma ação isolada naquilo que implica a coordenação de conjunto de ações diferenciadas, e as operações projetivas consistem em coordenações de pontos de vista,

correlativos às coordenações de movimentos, isto é, às operações euclidianas estruturadas por seus sistemas próprios de coordenadas.

Essas operações asseguram a solução correta dos problemas de desenvolvimento e de rebatimento?

Desenvolver a superfície consiste em considerar cada uma das faces segundo pontos de vista distintos e em coordenar a seguir esses pontos de vista em uma totalidade única, determinada pelo plano que compreende todos os lados. Uma tal operação supõe, portanto, no todo, ou em parte, a conservação das relações topológicas de vizinhança e de separação, de ordem e de envolvimento, bem como de continuidade; mas, além disso, com uma subordinação dessas relações a um sistema de “pontos de vista” ao mesmo tempo diferenciados e coordenados entre si, segundo um sistema de composição reversível, transformando-se em operação. Por um lado, trata-se de movimentos imprimidos ao objeto ou de movimentos descritos pelo sujeito em volta do objeto, isto é, de operações euclidianas, cuja coordenação supõe a construção de um sistema de “coordenadas”. Mas por outro lado, em conexão tão estreita com este primeiro aspecto que o segundo não poderia ser dito nem antes nem depois dele, trata-se de “pontos de vista”, ligados à posição do observador ou às posições dos objetos, em relação aos planos considerados e é a coordenação desses pontos de vista que constitui as operações projetivas.

Em suma, o estudo dos desenvolvimentos e rebatimentos confirma e precisa os resultados da análise das outras noções projetivas e põe em evidência, ao mesmo tempo, a independência do sistema que elas constituem em seu conjunto no desenvolvimento de espaço infantil e sua correlação em relação ao sistema das noções euclidianas.

3.3 A passagem do espaço projetivo ao espaço euclidiano

É necessário explicitar que ambos derivam, independentemente um do outro, do espaço topológico, pois a criança parte das intuições topológicas para chegar às noções de distância e medida euclidianas.

A primeira questão conveniente a ressaltar a essa suposta ligação seria a que se refere entre a consciência do paralelismo e a percepção ou o desenho de uma forma simples de dados paralelos, prendendo-se à questão de direção. Por exemplo: o desenho de um quadrado colocado de ponta ou o desenho de um losango é bem menos fácil do que o quadrado colocado sobre um de seus lados. Para analisar a conservação do paralelismo convém, portanto, recorrer ao desenho do losango e não de figuras, como o quadrado e o retângulo, que só comportam ângulos retos e são compostos de verticais e de horizontais em sua apresentação perceptiva habitual. Não é tanto o estudo de uma figura estática que se trata de prosseguir com a criança, mas o das transformações das figuras.

Ex2: a cópia correta de um losango não prova, com efeito, a posse de uma representação exata das paralelas, pois numa tal cópia pode permanecer a questão das percepções e das motricidades, ao passo que a representação supõe a intuição de modificações possíveis. A representação das paralelas implica um sistema de operações que assegura certas transformações, mesmo conservando o paralelismo. Se queremos estudar o paralelismo partindo de uma figura de lados paralelos, mas sem ângulos retos, tal como o losango, são as próprias transformações do losango que é preciso analisar e não a forma perceptiva acabada dessa figura.

Então, deve-se estudar a previsão das formas dos losangos na medida das transformações do aparelho, e especialmente a conservação do paralelismo dos lados opostos do losango através dessas transformações. Assim representado, o problema do paralelismo está

ligado a um sistema de transformações e nisso ele é colocado em termos operatórios e não somente perceptivos.

No curso do **estádio I A (antes de 4 anos)**, a criança é, por um lado, incapaz de desenhar losangos (tanto quadrados como triângulos), a não ser sob a forma de uma figura fechada mais ou menos circular. No nível II A, o sujeito começa também não podendo antecipar nenhuma transformação enquanto o aparelho está imóvel. Em contrapartida, quando assistem a um início de transformação, eles imaginam o prolongamento, mas sem preocupação com a situação final nem naturalmente com a colocação da questão de um decréscimo. Quanto à forma, os sujeitos do estágio II A, sabem desenhar um losango; mas, curiosamente, não conseguem sequer abstrair a forma dos losangos na estrutura de conjunto. O sujeito limita-se a desenhar cruces antes de ter seguido com o dedo o contorno das janelas, que são representadas sob a forma de elipses, de retângulos, de figuras fechadas, pontudas etc.

No curso do **subestádio II B (5 e meio ou 6 a 7 anos)**, a criança prevê, em presença do aparelho entreaberto, que os losangos aumentarão e admite, por outro lado, que acabarão por diminuir. Mas a previsão permanece global e incompleta e isso sob dois pontos de vista. Por um lado, há a estruturação progressiva de forma dos losangos, a criança desse nível já admite sempre um aumento ou uma diminuição do comprimento de seus lados. Por outro lado, as transformações antecipadas não implicam ainda uma seriação contínua das figuras, com inversão das relações de altura e largura a partir da posição média, não havendo mesmo seriação das superfícies. No nível III A (ao redor de 7-8 anos), há estruturação exata do losango, com conservação do paralelismo dos lados postos e invariância do comprimento dos lados, também uma procura das transformações contínuas da figura, verificando ainda a presença de losangos deitados que mostram a compreensão da relação entre o aumento da largura e a diminuição da altura e esses losangos deitados conservam o paralelismo de seus lados opostos. Finalmente, nos

níveis III B (9-10 anos) e IV, há justificativa de todas as relações precedentes, fundada na consciência das transformações da figura.

2º - O subestádio II A – A ausência de estruturação dos losangos e aumento indefinido da figuras percebidas quando das transformações do dispositivo

O caráter próprio das primeiras intuições geométricas da criança, quando o sujeito se prende ao que vê, sem imaginar as transformações e quando as perceber, prolonga-as sem mais, por não coordenar as relações por meio de um esquema antecipador de natureza operatória. O sujeito não consegue nem estruturar os losangos no interior do dispositivo percebido nem conceber as transformações de outra maneira que sob a forma de um aumento constante.

As reações desse nível são interessantes em dois pontos de vista. Por um lado, embora parecendo “janelas” que aumentam durante a primeira fase de alongamento do dispositivo, esses sujeitos não conseguem abstrair a estrutura de conjunto dos losangos, eles desenham cruces e só após a exploração tátil do contorno de uma “janela” descobrem o losango. Do ponto de vista do paralelismo como tal, as reações desse nível são, portanto, claramente negativas.

É impressionante constatar nos sujeitos a falta de aptidão em antecipar qualquer transformação, a criança limita-se a imaginar o que vê e ainda não está de posse de nenhuma dessas imagens de segunda espécie. Em contrapartida, uma vez percebidas as primeiras transformações, elas são prolongadas simplesmente em imaginação, daí a crença no aumento indefinido das “janelas”, sem preocupação com a conservação do comprimento dos lados. Enfim, os sujeitos não conseguem nem antecipar as transformações possíveis do dispositivo nem decompor de modo adequado as figuras percebidas num dado estado do aparelho.

3º- O subestádio II B – estruturação progressiva da forma dos losangos e início de antecipação das transformações, mas sem paralelismo nem conservação do comprimento dos lados

Ex. – com varetas à escolha, a criança pega elementos maiores para o aumento e menores para a diminuição. É somente copiando o que vê que ela consegue figurar a transformação com lados de comprimento constante, mas não procurando o paralelismo dos lados opostos.

As reações desse subestádio estão adiantadas em relação às do nível II A, em dois pontos de vista essenciais. Por um lado, há a estruturação progressiva dos losangos, que todos esses sujeitos chegam a desenhar como tais, ou a reconstituir por meio de varetas, mesmo quando se trata de abstrair sua forma do dispositivo de conjunto. Por outro, há a antecipação global das transformações sob a forma de um aumento depois de uma diminuição da superfície dos losangos na medida da extensão. Sobre os dois pontos, podemos falar de uma articulação da intuição, em oposição à intuição estática do início.

Mas essas duas espécies de progressos solidários são limitadas pelo conjunto de lacunas igualmente correlativas entre si. Em primeiro lugar, os losangos, tanto construídos por meio de varetas quanto desenhados simplesmente, são irregulares, assimétricos e sem paralelismo dos lados opostos. Essa ausência de paralelismo é confirmada pela prova dos losangos feitos, a comparar, o que ainda não é bem sucedida nesse nível, não somente nos sujeitos do início do subestádio, cujos losangos são ainda informes (curvilíneos), mas também nos sujeitos mais avançados, com desenho bem estruturado. Por outro lado, o losango muda de dimensões ao se transformar, a criança ainda não concebe um mesmo losango de lado constante suscetível de espichar ou se contrair, mas uma seqüência de losangos de comprimentos variáveis, procedendo não se sabe como uns dos outros sem operações precisas que assegurem suas transformações. Essa incompreensão de detalhe da transformação explica a segunda lacuna sistemática desse

nível. Se o sujeito consegue conceber o aumento, depois a diminuição da superfície dos losangos, ainda não é sob a forma de uma seriação contínua, mas através de modificações mais ou menos bruscas. Em particular, a criança não consegue antecipar o ponto médio de inversão, a partir do qual a largura do losango começa a ser maior do que a altura, e isso precisamente por não conceber as transformações do losango como afetando suas relações dimensionais e não suas dimensões absolutas.

4º - O Estádio III, Subestádio III A – início de estruturação operatória com paralelismo dos lados opostos do losango e conservação de seu comprimento (7-8 anos)

É caracterizado pela constituição das operações concretas, marcando a partir do nível III A, um progresso essencial – o aumento e a diminuição previstas das superfícies não é mais explicado pela criança como uma mudança de dimensões dos lados do losango, mas como uma transformação das relações de altura e de largura da figura, com conservação do comprimento dos lados, acrescentando-se a isso uma preocupação clara em marcar o paralelismo dos lados opostos e um reconhecimento da continuidade de série crescente das superfícies. Por um lado, a seqüência das transformações afins do losango é corretamente prevista, de modo contínuo e em certos sujeitos, com antecipação da forma quadrada. Por outro lado, o detalhe de tais transformações é aprendido operatorialmente como uma simples mudança de relações entre a altura e a largura do losango, sem modificação das dimensões absolutas, isto é, do comprimento dos lados.

5º O Subestádio III B e o Estádio IV – formulação explícita das relações

Presença de uma formulação cada vez mais explícita das relações em jogo, bem como de uma dedução antecipada do conjunto do processo. Essa formulação é deduzida *a priori*, inclusive o momento da inversão da relação entre altura e largura.

Conclusões

O paralelismo não é percebido em erros em nenhuma idade, mesmo no adulto exercitado, o que confirma cada vez mais o caráter racional das noções geométricas, que informam e corrigem a percepção sem depender dela unicamente. Constata-se, ao analisar os limites e os erros sistemáticos obtidos, que antes de 7-8 anos a percepção de uma inclinação ou de uma direção no espaço é tanto pior quando as crianças pequenas têm mais facilidade que as maiores em avaliar o comprimento das linhas diferentemente orientadas, precisamente porque permanecem insensíveis a tal orientação. Tudo se passa, portanto, como se o espaço perceptivo dos pequenos não tivesse estruturação quanto às direções e não tivesse sistemas de coordenadas. A partir de 7-8 anos observa-se uma melhoria, mas ainda muito lenta, continuando de 9-12 anos e até a idade adulta.

O paralelismo dos lados do losango, do qual observamos a constituição ao redor dos 7-8 anos (nível III A), no plano da representação, não é, pois, produto direto de aquisições perceptivas prévias, mas parece, ao contrário, fazer parte do conjunto dos fatores operatórios que atuam na percepção, para corrigi-la e melhorá-la gradualmente.

Portanto, se a noção do paralelismo não constitui um simples produto perceptivo, como explicar a sua elaboração? No que se refere às linhas, como a representação da reta, ligada à conduta da mirada, isto é, à coordenação da linha topológica com um “ponto de vista”

perspectivo, era acompanhada tão logo construída (ao redor de 7-8 anos precisamente), da noção de conservação de uma direção. Ora, é claro que a conservação operatória de uma direção acarreta logo a idéia de uma direção comum a diversas linhas, tão logo os sujeitos do nível III A reconhecem que, perceptivamente, os trilhos da estrada de ferro aproximam-se ao se distanciarem, eles o concebem como paralelas em si mesmas, fazendo-as convergir projetivamente. Em resumo, o paralelismo de duas retas é uma noção acessível ao sujeito desde que ele possua a representação operatória da reta.

Resta ainda compreender as relações entre o paralelismo das retas quaisquer e o dos lados opostos do losango, mas esta relação é simples de ser estabelecida.

A grande dificuldade está em compor entre si linhas oblíquas, não perpendiculares entre si e sem outra base de referência além da simetria de seus pares. É claro, portanto, que a construção exata de um losango não poderia ser possível antes da construção exata de retas quaisquer (oblíquas, verticais e horizontais e sem sistema perceptivo de referência). Por outro lado, o paralelismo de linhas retas quaisquer é adquirido tão logo as retas são construídas em estado isolado, é claro que a conservação do caráter paralelo dos lados do losango, a construção das retas oblíquas e a do paralelismo de duas retas quaisquer existe uma correlação estreita fundada no mecanismo operatório comum dessas diversas noções que implicam a direção no espaço. Em que consiste esse caráter comum? Que se as transformações afins do losango não comportam ainda a idéia de proporções, elas supõem, todavia, uma quantificação extensiva particular, vizinha à das transformações projetivas, e que, é claro, intervém implicitamente na criança, tão logo a série de transformações do losango seja concebida por ela como contínua e como ligada a um ponto de inversão mediano.

3.3.1 As semelhanças e as proporções

Falaremos das proporções puramente geométricas sob diversos pontos de vista, implicando as noções de ângulo e de semelhança. Dedicar uma certa atenção ao estudo das proporções no domínio espacial, analisando os respectivos estádios é algo muito mais fácil do que nos terrenos não-geométricos, porque, bem antes de saber raciocinar sobre figuras “semelhantes”, a criança sabe, seguramente, discernir, unicamente pela percepção, se certas figuras de dimensões absolutas distintas estão nas mesmas relações. A gênese da idéia de proporção deve então ser procurada na própria percepção da figuras (“Teoria da Forma”). Esse reconhecimento perceptivo das formas semelhantes é o que chamamos “transposição” e a capacidade de “transpor”, como um dos poderes mais fundamentais da percepção. Entretanto, uma coisa é saber discernir perceptivamente as figuras semelhantes ou as figuras diferentes e outra coisa é saber construir, através de operações apropriadas, uma figura ainda não dada e semelhante a um modelo dado. Portanto, o problema perceptivo não poderia, em nada, suprimir a questão da psicologia da inteligência. Convém simplesmente relacioná-las, mesmo estudando-as em separado. Convirá, então, distinguir cuidadosamente, no plano perceptivo, a transposição das formas gerais, da transposição das relações dimensionais e de transposição dos próprios ângulos. O problema consiste em saber como a percepção das proporções sob esses diversos aspectos tão diferentes de desenvolvimento, prolonga-se em inteligência das proporções, ou mais precisamente, como a inteligência. Em seus diversos níveis de evolução, utiliza os resultados da percepção das proporções ou submete-se a eles. Saberá a criança desenhar uma figura proporcional a um modelo dado na medida em que sabe reconhecer perceptivamente figuras semelhantes ou, ao contrário, novas construções intelectuais serão necessárias?

Uma coisa é, com efeito, comparar duas figuras construídas ou mesmo construir uma figura através de encaixes de um modelo no seu aumento e outra coisa é estabelecer a

semelhança de duas figuras através de transporte ativo e recobrimento - enquanto em algumas experiências a criança, por não poder fazer coincidir os ângulos, deve recorrer ao paralelismo dos lados e, em outras experiências, ela faz coincidir os ângulos por deslocamentos e congruência e não é necessariamente conduzida a recorrer ao paralelismo. É interessante constatar que, com os dois métodos, a criança chega, nas mesmas idades (7 anos e meio em média), à descoberta de acordo com as primeiras experiências do paralelismo dos lados e, com as outras experiências, à igualdade dos ângulos. Chega, portanto, nos dois casos a fazer abstração do comprimento dos lados, o que sempre atrapalha os pequenos – no nível III A haveria assim descoberta, por meio das experiências citadas, das semelhanças qualitativas antes de toda compreensão da proporcionalidade das dimensões, sendo esta reservada para as relações simples no nível III B e generalizada no estágio IV.

Os estádios obtidos são os seguintes. No curso do subestádio II A (4-5 anos a 6 anos ou 6 anos e meio), os desenhos de triângulos (técnica I) ainda não levam em conta nem o paralelismo dos lados nem a correspondência dos ângulos e as comparações perceptivas entre os triângulos encaixados acabam em erros sistemáticos que consistem em particular, em aumentar a altura do triângulo variável, considerado como semelhante ao que lhe é encaixado. Quanto à técnica de manipulação (técnica II), as comparações são feitas sem correspondência direta dos ângulos nem superposição sistemática das figuras. No curso do subestádio II B (de 6 a 7 anos e meio), o desenho dos triângulos encaixados chega a um paralelismo intuitivo em certos casos privilegiados e, perceptivamente, há progressos na análise da inclinação dos lados (os erros permanecem mais pronunciados para os retângulos do que para os triângulos, e a diagonal permanece sempre sem efeito). Quanto à técnica II, observa-se igualmente um início de análise das inclinações, mas ainda sem descoberta espontânea do procedimento de comparação por superposição.

Se o estágio II permanece assim caracterizado pela ausência de comparação sistemática e operatória, o estágio III marca, ao contrário, a conquista das operações que permitem o paralelismo, a igualização dos ângulos e os relacionamentos dimensionais simples. No nível III A, há descoberta do paralelismo dos lados dos triângulos encaixados (técnica I), da mesma forma observada na construção do paralelismo dos lados opostos do losango. Quanto às comparações perceptivas, o raciocínio dirige, a partir de agora, a percepção, mas os julgamentos apoiados na semelhança dos retângulos permanecem mais difíceis do que os relativos aos triângulos. A técnica II (manipulação) mostra um esforço dos sujeitos para fundar a semelhança dos triângulos na igualdade dos ângulos com superposição espontânea das figuras.

No curso do subestádio III B (a partir de 9 anos ou 9 anos e meio), a técnica I permite observar uma comparação que se apóia ao mesmo tempo no paralelismo e nas relações dimensionais simples (1 a 2), ao passo que a técnica II mostra um esforço interessante no que se refere à correspondência dos três ângulos e ao paralelismo dos lados.

Finalmente o estágio IV (11-12 anos) é caracterizado pela proporcionalidade de todas as relações dimensionais, junto às relações anteriormente adquiridas.

3.3.2 Os triângulos encaixados. Os Subestádios II A (ausência de paralelismo dos lados) e II B (início de paralelismo)

Quando se trata de aumentar um triângulo através do desenho, o sujeito limita-se a reproduzir num triângulo qualquer, estimando semelhantes todos os triângulos entre si, em oposição às formas não triangulares. Sem dúvida, quando se trata de aumentar o modelo, desenhando um triângulo que o encaixe diretamente bases comuns sobre uma parte de seu comprimento, a criança é levada, pela situação, a desenhar uma figura que de modo geral tem a mesma forma de modelo. E mesmo isso não é verdade senão com modelos equiláteros ou

isósceles com cume muito obtuso, pois o modelo isósceles é muito pontudo (de 3cm de base e 6 cm de lado) dá, em regra geral, uma cópia muito diferente (por exemplo, 6cm de base e 8 a 8,5cm de lado). A facilidade maior para encontrar uma semelhança global entre o aumento do modelo, em caso de encaixe, ressalta na contra-prova que freqüentemente tentamos e que consiste em fazer desenhar o aumento ao lado e não em volta do modelo.

A análise das comparações perceptivas mostra o porquê dessa indiferença aos lados paralelos e aos ângulos. Tudo se passa, com efeito, como se, comparando dois triângulos isósceles encaixados para julgar se são semelhantes ou não, a criança não levasse em conta senão uma das dimensões (altura do triângulo ou largura de sua base) e não a relação entre as duas. É em geral a altura que leva vantagem, como se a criança se dissesse “quanto mais alto, melhor ele fica”. Esse erro sistemático é acompanhado, aliás, de limites muito largos, ou seja, de grande flutuação nas estimativas.

Quanto à semelhança dos retângulos, estudada aqui a título de simples comparação, observamos o mesmo gênero de dificuldades, mas mais acentuadas, pois é menos fácil fazer compreender o encaixe dos retângulos do que o dos triângulos. O desenho chega a um aumento, seja demasiado alto, seja demasiado longo, e as comparações perceptivas entre retângulos com encaixes dão lugar a um limite muito largo e a um erro sistemático que consiste em escolher retângulos muito alongados como semelhantes ao modelo menor – o aumento é, pois, concebido, sobretudo como um alongamento da figura. A presença de uma diagonal parece não ter influência alguma. O subestádio II B aparece, em contrapartida, como um nível de transição no curso do qual o paralelismo é mais ou menos atingido por certas formas de triângulos, mas não ainda por outras. Podemos observar um progresso em relação ao subestádio II A. Em primeiro lugar, os aumentos gráficos da criança começam a levar em conta o paralelismo dos lados do triângulo, mas através de aproximações sucessivas. Por um lado,

quando se trata de um ligeiro aumento somente, e quando esse paralelismo se impõe por razões, sobretudo perceptivas, mas também por outro, no caso de certas formas de triângulo em oposição a outras. É assim que o paralelismo é melhor conservado para os triângulos equiláteros e, sobretudo, para os triângulos isósceles com cume muito obtuso, sendo a inclinação dos lados fraca e, em consequência, mais fácil de avaliar, ao passo que o triângulo isósceles com cume muito pontudo dá regularmente maus aumentos, como se a criança hesitasse em aumentar a altura e acreditasse ter que modificar somente a largura. Tudo se passa como se o sujeito atribuísse uma espécie de protótipo ideal dos triângulos de natureza perceptiva, no qual o paralelismo é fácil de ser respeitado, e como se o triângulo com cume muito agudo lhe parecesse afastar-se dessa “boa forma” e cedesse lugar, em consequência, a correções inconscientes em caso de aumento.

Em segundo lugar, a comparação perceptiva dos triângulos encaixados é, em média, mais estável do que no nível II A, em razão de regulações melhores, e dá lugar a erros sistemáticos, que se compensam mais com referência implícita ou mesmo explícita, ao paralelismo dos lados.

Quanto aos retângulos encaixados, o erro é muito mais pronunciado do que para os triângulos, e em geral no sentido do alongamento excessivo da figura. Esse contraste entre a melhoria da semelhança dos triângulos e o caráter ainda rudimentar da estimativa dos retângulos semelhantes é interessante de ser observado, porque revela uma distância ainda considerável entre os julgamentos de semelhanças fundadas no paralelismo dos lados e, em consequência implicitamente na equivalência dos ângulos e os julgamentos que se apoiariam na proporcionalidade das dimensões. Finalmente, no que concerne à diagonal prolongada apresentada em certos modelos, o fato de esses sujeitos se negligenciarem completamente, não somente confirma o que precede, mas demonstra ainda quão pouco eles estabelecem relação entre

o aumento dos retângulos e dos triângulos, não sendo o retângulo seccionado por uma diagonal de forma alguma assimilada a um duplo triângulo.

3.3.3 Os triângulos encaixados, o Subestádio III A (paralelismo dos lados), III B (início das relações dimensionais)

Os sujeitos do subestádio III A tornam-se capazes de construir e de conservar tal paralelismo, utilizam-no explícita e sistematicamente para aumentar os triângulos ao manterem sua forma invariante. Podemos dizer, portanto, que o nível III marca a compreensão de uma forma da semelhança dos triângulos, sendo dois triângulos de agora em diante tidos como semelhantes quando seus lados são paralelos. Quanto aos ângulos, os sujeitos geralmente não fazem alusão explícita, mas é possível sustentar que é porque reconhecem a igualdade desses ângulos ao paralelismo de seus lados. Mais precisamente, não falam neles porque tais noções tão somente dizem respeito a eles, ao passo que interrogados por meio da técnica de recobrimento, os sujeitos farão intervir a separação entre esses lados.

Neste aspecto, a criança acaba por observar que à equivalência das formas corresponde o paralelismo dos lados – a noção das paralelas derivaria, no caso, de uma percepção correta prévia do paralelismo. Ora, conservar a identidade de uma direção é o fato de uma ação reversível e não de uma simples percepção. É a construção operatória das paralelas que corrige num momento dado a percepção do paralelismo, e não que essa percepção explica, sem mais, a gênese da noção correspondente.

Quanto à semelhança dos retângulos encaixados, o fraco progresso conseguido nesse nível III A, em relação ao subestádio II B, contrasta de modo notável, acontecendo que a semelhança dos retângulos supõe a compreensão das proporções dimensionais, ao passo que a

semelhança dos triângulos, reconhecida pelo paralelismo dos lados, repousa num simples jogo de operações qualitativas elementares.

Em relação às reações do subestádio III B, elas nada acrescentam às do nível III A quanto ao paralelismo dos lados do triângulo, mas representam um progresso no sentido da passagem da semelhança qualitativa às proporções dimensionais – a comparação das dimensões próprias aos lados diferentes do modelo, com início da sensação da proporcionalidade e a descoberta de certas relações métricas. Quanto aos retângulos, a intervenção dessas primeiras relações métricas permite, igualmente, algumas soluções corretas nos casos simples, ao passo que a construção qualitativa fundada no papel de diagonal torna-se possível em alguns sujeitos.

Os sujeitos do subestádio III B, após terem utilizado o método do paralelismo dos lados ou das bases para se assegurar da semelhança dos triângulos encaixados, acabam por levar em conta as relações proporcionais existentes entre os comprimentos dos lados. Portanto, podemos dizer que a proporcionalidade das relações dimensionais é engendrada, nestes casos, pela semelhança previamente estabelecida graças a relações qualitativas.

Por outro lado, as reações à diagonal dos retângulos, observadas no curso deste subestádio III B, revelam que numerosos sujeitos desse nível, tendo chegado às relações proporcionais simples, mostram-se ainda incapazes de utilizar a diagonal e não vêem que a diagonal corta o retângulo em dois triângulos, de tal forma que as relações entre retângulos encaixados semelhantes se reduzem, para cada um deles, às relações entre triângulos, não somente encaixados, mas com lados em partes comuns. De onde provém esta dificuldade? Seguramente do papel da configuração perceptiva, para que se possa decompor facilmente em dois triângulos colados. Ora, uma vez capaz de encontrar, pela inteligência, a semelhança entre dois retângulos encaixados, aumentando simultaneamente a largura e o comprimento do retângulo encaixante, a criança percebe com freqüência, mas posteriormente, o significado da

diagonal, concebida como um meio de assegurar a semelhança de modo correto, sem recurso às medidas. É, portanto, a compreensão operatória que facilita a decomposição perceptiva, sendo neste caso, da diagonal dos retângulos, como no caso do paralelismo dos lados dos triângulos.

Já no estágio IV, o da proporcionalidade, traduz-se de agora em diante em relações métricas e em cálculo numérico. A comparação dos lados diferentes do triângulo dá lugar à noção de que é necessário acrescentar mais do lado longo para se obter um aumento semelhante ao modelo, noção essa simplesmente extensiva da proporcionalidade, nascida da compreensão das partes entre si, que se prolonga, no estágio IV, em um sistema de duas relações numéricas igualadas entre si. É essa passagem da semelhança extensiva, acompanhada de uma construção qualitativa e gráfica das relações proporcionais, à noção propriamente métrica das proporções.

3.3.4 A semelhança dos triângulos fundada na igualdade dos ângulos. Os Subestádios II A (ausência de análise) e II B (início da análise das inclinações)

O sujeito julga triângulos de maneira global, sem análise dos ângulos através de tentativas espontâneas de recobrimentos ou de justaposições precisas.

Quer se trate de ângulos como tal, do comprimento dos lados, da altura comparada à base, a percepção está sujeita, em todos esses pontos, a erros sistemáticos bem conhecidos e é simplesmente a neutralização estática de tais erros que torna privilegiados os casos do triângulo equilátero, ao passo que, para todas as outras formas de triângulos, elas dão lugar a uma mistura demasiado complexa para permitir a existência de transposições simples. Tão logo ultrapassado o terreno da percepção, a criança desse nível revela-se incapaz de comparação intencional apoiada no detalhe das relações e limita-se, quando busca analisar sua impressão global, a confrontações de dimensões absolutas: altura, comprimento dos lados etc.

No curso do subestádio II B, observamos reações igualmente análogas ao que vimos, no nível correspondente, na análise dos triângulos encaixados: o sujeito começa a notar as diferenças de inclinações (quando os cumes dos dois triângulos são dirigidos para o alto), mas ainda sem precisão no que concerne aos ângulos.

3.3.5 A semelhança dos triângulos fundada na igualdade dos ângulos - Os Subestádios III A e III B

Ao contrário das comparações ainda intuitivas e perceptivas do estágio II, que permanecem ao mesmo tempo globais e ligadas aos valores absolutos dos lados do triângulo, os inícios do estágio III caracterizam-se por duas conquistas simultâneas: por um lado, a aparição de uma conduta já operatória em si mesma que consiste em ações reversíveis de comparações por recobrimentos e por outro, em consequência desse progresso na atividade do sujeito, a descoberta de igualização possível dos ângulos independentemente do comprimento dos lados.

Observamos que cada um desses sujeitos chega, efetivamente, a comparar os ângulos como tal, independentemente do comprimento dos lados. A questão é então determinar através de que método eles aí chegaram, já que a duração e a complexidade da evolução que leva a esse resultado mostram bem que, apenas no terreno da semelhança e independentemente da questão da medida dos ângulos, a noção de ângulo não é de forma alguma o produto de uma percepção simples. É o procedimento da superposição que orienta a análise, descobrindo-se que, quando dois triângulos são colocados um sobre o outro, o que os cantos ultrapassam ou que as inclinações não são iguais, mesmo tentando diversas vezes medir simplesmente o comprimento dos lados, acaba comparando os “cantos”. Pode-se também partir do comprimento dos lados, levando em conta simultaneamente o caráter mais ou menos “pontudo” do cume e a largura das bases, o que torna de uma maneira ainda mais implícita, a sublinhar a necessidade de uma

correspondência co-unívoca. Assim, se chega à comparação simultânea dos três lados respectivos dos pares de triângulos semelhantes. Inicialmente, é a comparação dos ângulos do cume que orienta, depois seu relacionamento com a base, daí a relação “tem a mesma altura, mas é mais largo”. Uma outra consideração é de que se pode partir da noção do “pontudo” para chegar a essa mesma relação entre os comprimentos.

Constatamos, em todas essas relações citadas acima, que todos os sujeitos, procuram exprimir a semelhança dos triângulos superpostos pela correspondência co-unívoca entre as larguras sucessivas do ângulo a partir do cume, isto é, do fato, pelo caráter mais ou menos “pontudo” desse cume posto em relação com a largura da base, ou pela relação entre a altura do triângulo e sua base. É este relacionamento de conjunto que opõe este estágio ao precedente e que caracteriza a descoberta do ângulo.

O subestádio III B, marca o estado de equilíbrio ao qual chegam as reações que ainda permanecem fluidas e graduais no curso do subestádio III A. Comparando os resultados desta técnica II (recobrimento) e da técnica I (triângulos encaixados), podemos dizer que a semelhança dos triângulos por igualização dos ângulos não é adquirida sob sua forma estável senão no nível III B, ao passo que a mesma semelhança por paralelismo dos lados já existe no nível III A, isto é, num nível em que a igualdade dos ângulos é simplesmente descoberta.

A diferença entre estas reações do subestádio III B e as do subestádio III A é opor um estado de equilíbrio ao estado que o prepara: ao invés de agrupar progressivamente as relações que constituem os ângulos e que os ligam entre si, o sujeito fixa-se quase imediatamente no resultado dessa sistematização, isto é, na comparação dos ângulos como tais.

Quanto à maneira pela qual esses sujeitos constroem simultaneamente a noção de ângulo e de semelhança de dois triângulos em função da igualdade dos ângulos, as reações desse subestádio III B confirmam o que as do nível III A nos fizeram entrever. O procedimento mais

simples consiste em constatar que os lados dos ângulos comparados por superposição coincidem. Sem conhecer o teorema de Tales, nem o uso feito pelos geômetras para definir a proporcionalidade evitando recorrer às relações numéricas, os sujeitos apóiam sua noção de semelhança dos triângulos numa construção muito vizinha, envolvendo uma intuição nascente da proporcionalidade dos lados e da qual se trata agora de liberar o mecanismo operatório, de modo a compreender que se os lados dos ângulos conservam sua inclinação, eles determinam na realidade o aumento regular dos intervalos compreendidos entre si: tais intervalos podem então ser representados sob a forma de retas de comprimento crescente, paralelas umas às outras. Portanto, a compreensão dessas relações testemunha seguramente a intervenção de um “agrupamento” de conjunto, que precede toda métrica e mesmo toda quantificação extensiva.

Seção II – A semelhança dos retângulos

Há aqui uma certa correlação entre os julgamentos perceptivos das crianças e suas construções gráficas. Mas qual a natureza dessa correlação?

O problema das relações entre a percepção das proporções e sua reconstrução operatória não poderia, portanto, ser resolvido simplesmente como se a escolha das figuras desenhadas exprimisse de modo puro e exclusivo a capacidade perceptiva do sujeito, e como se sua construção gráfica exprimisse sem mais sua compreensão inteligente. É preciso simplesmente dizer que, na primeira dessas condutas, o fator perceptivo vence em graus diversos e que na segunda a inteligência predomina, mas em graus diversos também.

Quando se faz com a criança uma experiência de pura percepção, tal como avaliar grandezas, o sujeito traduz seguramente sua reação perceptiva por palavras ou conceitos, mas os dois exprimem bastante fielmente a percepção, pois as palavras “maior” ou “menor” têm mais ou menos o mesmo sentido para o experimentador e para a criança. Ao contrário, quando em

presença de duas figuras comparáveis, a criança diz “é a mesma forma” ou “está certo” etc., ela não traduz somente sua percepção ou um julgamento, mas já inclui uma interpretação complexa da percepção bruta, portanto um ato de inteligência suscetível de variações no significado, cada vez maiores com a idade.

Todavia, é claro que na escolha a ser efetuada entre os desenhos preparados, a percepção dirige a inteligência, embora esta interprete aquela segundo uma tradução livre e não literal. Então, há julgamento perceptivo. Ao contrário, no caso do desenho a construir servindo-se de procedimentos de medida ou de comparação julgados próprios a conservar a forma no curso do aumento, é a inteligência que dirige e utiliza a seu bel-prazer a percepção. Há, portanto, construção intelectual. É precisamente a relação entre o julgamento perceptivo e a construção intelectual que os fatos estudados vão nos fornecer em estado bruto e é dela que trataremos de tirar a relação entre a percepção e a inteligência, ficando claro que ela intervém sob formas diferentes, mas em uma e outra das situações analisadas.

Os estádios observados foram três, caracterizados por três formas distintas de interação entre o julgamento perceptivo e a construção intelectual.

No curso do estágio II, há equivalência de reação entre os julgamentos perceptivos e as construções intelectuais ou gráficas: em regra geral nos sujeitos desse nível, quanto mais alongado for o retângulo grande apresentado como variável, mais ele é considerado como correspondente ao pequeno modelo constante. Em outras palavras, o erro positivo calculado sobre o comprimento do retângulo predomina notavelmente sobre o erro negativo: a criança julga que a figura constitui tanto mais um retângulo, quanto mais ela é alongada. Há assim transposição corrigida, de forma de conjunto e não transposição exata das relações dimensionais, o que é acompanhado de uma percepção ainda sincrética ou global, permanecendo a análise incompleta e não se apoiando senão em uma única dimensão privilegiada: o comprimento.

O estágio III inicia com as tentativas espontâneas de medida, isto é, por volta de 7-8 anos. O julgamento perceptivo está em avanço sobre a construção gráfica. Constata-se que os erros negativos tornam-se tão freqüentes quanto os positivos, ou pelo menos adquirem uma importância notável. É constituído um sistema de regulações que se refere às relações dimensionais e não mais somente à forma qualitativa geral, sendo a centração inicialmente exclusiva sobre o comprimento, temperada por uma descentralização relativa à largura. No curso de um subestádio III A, haverá centração alternativa sobre o comprimento e a largura.

Quanto ao raciocínio que intervém nas construções gráficas, o estágio III inicia-se com as tentativas de medida. Todavia esta medida malogra por falta precisamente da compreensão de que se trata de proporções e não de aumentos absolutos. No curso do subestádio III B, o aumento apóia-se nos dois lados com pesquisa de suas relações, mas em geral com qualidades iguais ou vizinhas acrescentadas às duas dimensões. Neste caso, a criança corrige logo seu desenho a partir das impressões perceptivas, com conflito entre o julgamento perceptivo e os métodos de cálculo. Apenas as proporções simples dão resultados corretos.

No curso do estágio IV, finalmente, há inversão das influências entre o julgamento perceptivo e o raciocínio construtivo, este último liberando-se do primeiro à compreensão da proporcionalidade.

3.3.6 O Estádio II (4-5 a 7-8 anos) – comparações globais com exagero do comprimento

Há transposição da forma qualitativa geral e não das relações dimensionais e acento quase exclusivo nos comprimentos. As reações desse nível são, com efeito, extremamente claras: a transposição em jogo no julgamento perceptivo não se apóia senão na forma qualitativa do retângulo, em oposição às relações dimensionais e ainda em uma forma conceitualizada que é de fácil compreensão na análise. Tudo se passa, com efeito, como se a criança distinguisse duas

classes de figuras parentes: a dos retângulos, com lados claramente diferentes e a dos quadrados, com lados iguais ou aproximadamente iguais. Quando se trata de transpor esse modelo para uma figura aumentada, a criança parece então procurar, sob a designação verbal de “mesma forma”, uma forma que seja ao mesmo tempo da mesma classe, retangular e não quadrada, mas que seja ao mesmo tempo “melhor” do ponto de vista da idéia que ela faz do retângulo, isto é, mais típica quanto à diferença de comprimento e de largura. É evidente que não se trata de um fenômeno simplesmente perceptivo. Por outro lado, a semelhança dos retângulos encaixados e *a fortiori* separados, apresenta seguramente uma dificuldade particular, ou seja, que os ângulos de todos os retângulos permanecem os mesmos e que se trata, pois, de analisar unicamente as relações dimensionais, isto é, de comparar uma altura a um comprimento. É claro, portanto, que intervém também, além dos fatores de ordem conceitual, um elemento perceptivo nos erros observados e que, se pudéssemos dissociar esse fenômeno perceptivo da conceitualização de que acabamos de falar, se apresentaria mesmo um limiar mais largo de estimativa, isto é, uma imprecisão maior no caso dos retângulos do que no dos triângulos.

É preciso dizer que, sendo a transposição das relações dimensionais difícil nesse nível, no próprio plano perceptivo, ela é completada mesmo em parte substituída por uma transposição da forma qualitativa apenas e de uma forma conceitualizada no sentido indicado no início dessa discussão. É preciso notar que em outros domínios também as transposições perceptivas um pouco complexas dão lugar a grandes dificuldades para a criança. É assim que a transposição de uma diferença de altura $B - A = C$, se $C = B$ e que os dois pares de elementos AB e CD estão afastados alguns centímetros, é mais ou menos impossível de ser obtida da criança de 5 anos por falta de compreensão das relações em jogo. Portanto, há mais alguma coisa análoga ao caso de nossos retângulos, no sentido de que a criança não parece incapaz de transpor

perceptivamente relações dimensionais, mas que suas percepções são subordinadas a uma atividade perceptiva ainda mal regulada pela inteligência.

Observamos, ainda, que tais julgamentos perceptivos procedem não por raciocínios lógicos, mas por simples regulações: quando o sujeito exagera o comprimento do retângulo, ele não corrige esse erro como se elimina uma falta de raciocínio, anulando-o ou invertendo-o, mas o freia em virtude de seu exagero mesmo, como no domínio das ilusões puramente perceptivas. O retângulo demasiado longo aparece, com efeito, como demasiado fino e então há regulação por compensação parcial. Uma vez construído o desenho, seu controle perceptivo obedece as mesmas leis do julgamento perceptivo que recai sobre os desenhos feitos apresentados no curso da técnica precedente. Há, portanto, simples repetição, em termos de construção intelectual.

Tais resultados mostram claramente que a percepção não é a única em jogo no exagero do comprimento dos retângulos a aumentar, sem o que a oposição entre os pequenos, que procede assim, e os grandes, que respeitam a proporcionalidade, seria marcada por reações perceptivas diferentes na estimativa das figuras de dimensões vizinhas. O que é preciso simplesmente dizer é que, muito menos aptos à transposição perceptiva do que os grandes, os pequenos completam o emprego desse mecanismo, próprio à “atividade perceptiva”, com uma construção que procede por meio das conceitualizações ilusórias. A percepção está desde o início, em avanço sobre a inteligência: ela a dirige mesmo, até o momento em que se produz um jorro de intelecto sobre a atividade perceptiva. No presente domínio, ao contrário, exigindo o problema das proporções dimensionais um relacionamento que necessitaria de um socorro imediato emprestado pela inteligência à atividade perceptiva, as comparações diretas e as construções gráficas permanecem no mesmo nível ainda durante esse segundo estágio.

3.3.7 O Estádio III – transposições intuitivas das relações dimensionais, mas malogro da construção gráfica

A proporcionalidade aparece no curso do estágio III, no domínio das comparações perceptivas. No plano da construção gráfica e raciocinada, percebemos que ou bem o sujeito exagera ainda sistematicamente o comprimento dos retângulos aumentados, ou procura levar em conta duas dimensões, mas sem solução correta, salvo no que concerne às relações simples, por falta de esquema multiplicativo.

Do ponto de vista perceptivo, inicialmente não se pode ficar impressionado com a oposição entre esses sujeitos e os do segundo estágio – enquanto estes últimos aumentam o pequeno triângulo sem critérios por falta de mecanismo suficiente de transposição e sob a influência de uma conceitualização errônea, os sujeitos do nível III A são capazes de transpor levando em conta relações dimensionais com uma exatidão relativa, o que atesta a influência crescente das regulações perceptivas. E, sobretudo o erro negativo torna-se freqüente, o que prova a intervenção de uma superestimação perceptiva e não mais intuitiva. Com efeito, em virtude da lei das contrações relativas, que explica as ilusões de contraste, o comprimento de um retângulo desvaloriza a largura e é, portanto, superestimado – segue-se que, na medida em que o sujeito vê o comprimento maior do que ele é, escolhe os modelos de comprimento muito curtos, daí o erro negativo devido à contração privilegiada sobre esse comprimento. A aparição de erros negativos freqüentes mostra que os julgamentos perceptivos desses sujeitos do terceiro estágio são menos deformados pela conceitualização e mais perto da transposição perceptiva. Mas resta compreender o porquê desse progresso perceptivo que, pelo fato de ser novo e marcar uma inversão de sentido em relação ao estágio II, é evidentemente devido a uma afinação da atividade perceptiva como tal, em consequência a um jorrar de uma inteligência mais desenvolvida sobre a capacidade de transpor objetivamente.

Do ponto de vista do raciocínio que intervém na construção gráfica dos mesmos sujeitos, estes estão todos claramente em retardo sobre seu julgamento perceptivo e é o julgamento perceptivo aplicado posteriormente em seus desenhos que lhes permite corrigi-los e não o raciocínio sobre as relações em jogo.

A questão que se coloca é, portanto, compreender por que o julgamento perceptivo está em avanço sobre o raciocínio construtivo no curso de todo estágio III (de 7 a 10 anos aproximadamente), ao passo que as duas espécies de reações eram de nível equivalente ao curso do estágio II.

É do plano do julgamento perceptivo que tem início a organização operatória da proporcionalidade, antes que ela seja possível no plano do raciocínio construtivo, muito mais difícil enquanto discursivo. No primeiro desses dois terrenos, com efeito, o relacionamento inteligente pode apoiar-se diretamente nos dados perceptivos, daí o seu sucesso, ao passo que, no terreno da construção gráfica, ele deve contentar-se com uma estimativa de resultados ainda não atingidos, daí a dificuldade superior que então encontra. O transporte, devido ao deslocamento do olhar, é uma reação perceptiva relativamente elementar, ao passo que a transposição depende de uma “atividade perceptiva” complexa e já superior, quando se trata, pelo menos, de relações dimensionais ou proporções geométricas e não da forma global unicamente. O progresso perceptivo que marca a passagem do estágio II ao estágio III só pode ser devido a um afinamento da “atividade perceptiva” em oposição à percepção elementar, em outras palavras, a uma intervenção dos mecanismos operatórios próprios desse nível III.

Não há, portanto compreensão da proporcionalidade. Essa compreensão inicia quando o sujeito compreende que A e C variam juntos e que é a diferença que deve permanecer constante ou conservar uma forma invariante. Então o sujeito começa por considerá-la como

constante num sentido absoluto antes de concebê-la como constante relativamente, isto é, a título de relação invariante.

Em resumo, o que caracteriza as soluções gráficas do nível III B é a descoberta de que a diferença é constante, sendo essa constância inicialmente tomada num sentido absoluto, mas sem generalização a outros casos. A percepção obedecendo a leis da proporcionalidade é mais suficiente que o olhar, dirigido pela inteligência, analise as duas dimensões ao mesmo tempo, para que o equilíbrio seja encontrado desde que os aumentos sejam percebidos.

3.3.8 Generalização da proporcionalidade

Os sujeitos do estágio IV generalizam essa proporcionalidade nascente a frações mais complicadas, concebendo, a diferença entre o comprimento e a altura como uma relação invariante e não mais como uma diferença de grandeza absoluta constante.

3.3.9 Conclusão

Para aumentar um retângulo em outro retângulo julgado semelhante, a criança começa por não se preocupar com o comprimento. No curso do estágio III, primeiro perceptivamente (nível III A), depois graficamente (nível III B), a criança descobre a relação entre o comprimento e a altura, de início sob a forma de uma diferença que conserva constante, depois sob a forma de uma relação invariante. Tendo chegado a esse ponto inicialmente pelas relações simples, ela generaliza a seguir (no estágio IV) sua descoberta, compreendendo a proporcionalidade em todos os casos. Como explicar a passagem de proporcionalidade nascente sob a forma da relação, concebida como invariante às proporções generalizadas?

“Marselha está para a França como Nápoles para a Itália”, isto é, através de dupla comparação de uma parte e de seu todo. Mas a descoberta própria do estágio III é a diferença

permanecer constante, sendo esta constância inicialmente concebida como uma relação invariante no plano do julgamento perceptivo, e sendo de início considerada absolutamente no plano da construção gráfica antes de tornar-se também uma relação constante. A construção das proporções não é, portanto, outra coisa senão a passagem da correspondência qualitativa entre dois encaixes lógicos de mesmos “tipos” à igualdade entre dois encaixes quantitativos de mesma ordem ou valor métrico.

Do ponto de vista puramente gráfico ou figural, dizer que duas retas que têm origem num mesmo ponto apresentam uma certa relação significa que podemos ligar suas extremidades por uma terceira reta – a relação entre A_1 e A_2 é, pois, a reta A que serve de base ao primeiro triângulo, da mesma forma a relação entre B_1 e B_2 é a reta B que serve de base ao segundo triângulo. Dizer, enfim, que a relação entre A_1 e A_2 é a mesma que entre B_1 e B_2 é tornar a afirmar que as duas retas A e B são paralelas, marcando o paralelismo e identidade de direção, portanto de relação.

Tal correspondência entre a noção espacial ou gráfica das proporções e a noção métrica ou numérica das relações proporcionais é bem conhecida dos matemáticos. Não deixa de ser interessante constatar que ela se encontra no mesmo nível III B entre dois aspectos muito diferentes em aparência, da construção psicológica da semelhança e das proporções. Há aí um novo exemplo do estreito parentesco que une, de um lado, a construção psicológica do espaço e, de outro lado, a construção dedutiva e axiomática da ciência geométrica. Disto resulta o parentesco estreito entre as construções operatórias da criança nos domínios da semelhança dos triângulos e da proporcionalidade das relações dimensionais em geral. Ora, se a correspondência co-unívoca desempenha, assim, um papel fundamental na elaboração das noções de ângulo e, em conseqüência, de semelhança e de proporções, é, ao contrário, a correspondência biunívoca que intervirá na construção dos sistemas de referência e de coordenadas.

3.3.10 Os sistemas de referência e as coordenadas – a horizontal e a vertical

As coordenadas do espaço euclidiano não são nada mais, em seu ponto de partida, do que uma vasta rede estendida a todos os objetos, e consistem em relações de ordem aplicadas às três dimensões ao mesmo tempo – cada objeto situado nesta rede é, pois, coordenado em relação aos outros, segundo as três espécies de relações simultâneas, “esquerdaXdireita”, “acimaXabaixo” e “frenteXatrás”, ao longo das linhas retas paralelas entre si quanto a uma dessas dimensões e cruzando-se em ângulo reto com as orientadas segundo as duas outras. É graças à construção espontânea ou aos movimentos dirigidos no espaço e é por ausência de sua posse que, as crianças pequenas não conseguem construir retas quaisquer ou paralelas nem julgar a inclinação dessas retas ou dos ângulos que elas formam entre si. Mais precisamente, a construção das retas, paralelas e dos ângulos constitui etapas preparatórias dessa coordenação de conjunto que é uma rede de coordenadas.

Um sistema de coordenadas constitui o espaço euclidiano, a título de continente, relativamente independente dos objetos móveis que aí são contidos, da mesma forma que a coordenação projetiva de todos os pontos de vista possíveis compreende cada um dos pontos de vista efetivos que se considere. É nesse sentido que os espaços projetivos e euclidianos consistem em sistemas de conjunto em oposição às relações topológicas, interiores a cada objeto considerado.

Supondo, por exemplo, uma seqüência de objetos inicialmente imóveis e ordenados ao longo de uma reta, os intervalos entre esses elementos constituindo, então, como o veremos posteriormente, “distâncias” – cada um desses objetos é, pois “colocado” em relação aos outros segundo uma certa ordem e certas distâncias. Admitamos agora que alguns desses objetos se desloquem, permutando sua ordem com outros ou ocupando certos espaços vazios, enquanto seu lugar anterior torna-se desocupado – poderemos, então, ordenar as colocações

independentemente dos objetos móveis e encaixar distância tanto entre essas colocações quanto entre os objetos. Generalizamos, finalmente, esse processo supondo todos os objetos móveis, mas considerando suas colocações sucessivas como imóveis - é a ordenação de conjunto dessas colocações, segundo as três dimensões simultaneamente, que constituirá o sistema de coordenadas. Ora, se um tal sistema engendra um meio homogêneo comum a todos os objetos, não somente porque esse dito “continente” consiste na reunião de todas as relações de ordem e de intervalos (distâncias) entre os objetos, mas ainda porque esse continente difere de seu “conteúdo” na medida em que tais relações não englobam apenas os objetos num momento dado, mas todas as suas posições sucessivas ou simplesmente possíveis e porque ligam essas colocações umas às outras, referindo-se a certas colocações privilegiadas que servem de “origem” ao conjunto das seguintes. Sem dúvida, essas colocações de referência, que constituem o eixo das coordenadas do sistema, dizem respeito a objetos particulares. Mantidos imóveis por hipótese, mas então situados em outro plano – por exemplo, o espaço do sentido comum refere-se ao solo horizontal ou aos objetos imóveis de referência – está na possibilidade de coordenar indefinidamente as colocações e os intervalos alargando incessantemente o sistema de partida (6-7 anos de idade).

É interessante, desse ponto de vista, determinar se o sujeito saberá ou não e em que condições empregar espontaneamente tal sistema de referência.

Os pequenos sujeitos hesitam, em contrapartida, na estimativa correta das inclinações e na construção das paralelas entre retas oblíquas, mas curiosamente comparam melhor do que os mais velhos os comprimentos respectivos de duas retas não paralelas entre si, mesmo quando uma é vertical e a outra de inclinação variável. É claro, portanto, que os pequenos não situam ainda os objetos de sua percepção em um espaço estruturado segundo coordenadas verticais e horizontais, de modo a poder estimar as inclinações. Percebem a vertical e a horizontal

de modo privilegiado, não julgando a inclinação das outras retas, referindo-se a um tal enquadre e é precisamente por falta de considerá-las como sistema de referência, que são capazes de estimar os comprimentos das retas inclinadas sem saber avaliar sua inclinação. Parece mesmo que seria preciso atender à estruturação representativa da coordenadas do espaço das operações concretas para que a percepção a levasse em conta.

3.3.11 A horizontal e a vertical – técnica e resultados gerais

O sistema de coordenadas mais natural e mais simples que o sujeito pode usar é o fornecido pela natureza física, sob a forma de eixos horizontais e de eixo vertical, ainda que tais noções sejam evidentemente relativas à nossa escala de aproximação prática.

A horizontalidade é dada praticamente pelo plano no qual repousam quase todos os objetos habituais – o solo, quando se trata de uma planície, ou pelo menos o solo artificial constituído pelos assoalhos, terraços etc. Por outro lado, intervém um fator decisivo – a horizontalidade dos níveis dos líquidos - que é ilustrado pela superfície de um lago e, quanto à vertical ela é fornecida pelas paredes dos quartos e muros das casas, chaminés, certas árvores etc.

Apenas o estudo da horizontal e da vertical levanta dois problemas bem distintos, cuja finalidade complica nossas experiências em um sentido, bem como a interpretação dos resultados, mas cuja associação inevitável é, na realidade, muito instrutiva para a discussão do próprio fato geométrico, sob seu duplo aspecto dedutivo e físico. Os conceitos de verticalidade e de horizontalidade são de natureza física e não matemática, já que exprimem simplesmente a direção segundo a qual os corpos pesados são atraídos pela Terra e orientados para o seu centro ou segundo a perpendicular a essa direção. Por outro lado, as construções das noções de horizontal e de vertical levantam uma questão independente da toda física, ou ao menos cuja independência a respeito da física está precisamente em causa na pesquisa cujos resultados vamos

discutir aqui – é a elaboração de um sistema de coordenadas enquanto simples sistema de referência geométrico. Essa independência, pelo menos relativa, é marcada de imediato no paradoxo seguinte – fisicamente as verticais não são paralelas e a superfície do nível de um líquido é curva, ao passo que, geometricamente, a descoberta da vertical e da horizontal é a ocasião privilegiada que leva à construção de um sistema de eixos retangulares que não correspondem ao fato físico, do qual é a expressão, senão nos limites de uma certa escala de aproximação.

Psicologicamente, a dualidade dessas questões físicas e geométricas levanta um problema de importância evidente, ou seja, que sua solução se lança na direção da independência de duas espécies de fatores ou de uma interdependência da qual será necessário precisar a natureza. O problema não é, com efeito, senão o da natureza física e experimental ou, ao contrário, dedutiva *a priori* das matemáticas, com todas as soluções intermediárias que pode haver entre esses dois extremos. Tal problema é encontrado, sob a forma bem primitiva, em cada um dos fatos observados que vamos relatar, e é desde a organização do interrogatório que nos deparamos com o dualismo e, com a interdependência dos fatores em jogo. Mas, para determinar se a criança está de posse dessas noções, tratamos de verificar como ela descobre as verdadeiras leis físicas durante duas induções experimentais – a lei da constância da forma assumida pelo nível dos líquidos, qualquer que seja a inclinação dos recipientes, ou da consciência da direção de um fio de prumo, qualquer que seja a orientação dos objetos vizinhos etc.

Apenas para analisar o modo pelo qual a criança chega à leitura desses fatos experimentais, somos novamente levados a analisar o esquema por meio do qual ela registra o que percebe, o que nos leva à questão do sistema de referência ou de coordenadas, etc. Desde o início, traçamos uma espécie de círculo entre a física e a geometria e o primeiro problema é

encontrar uma técnica que respeite a existência desse círculo inicial sem prejudicar a maneira pela qual ele será resolvido.

No que concerne à horizontal, a melhor técnica mostrou-se ser a que apresentamos às crianças dois vidros, um com as paredes paralelas, o outro arredondado (com gargalo), contendo, cada um, um pouco de água (um quarto mais ou menos de sua capacidade), ligeiramente colorido de azul por meio de tinta e pedimos para prever como a água se colocará em relação à garrafa quando a inclinarmos. Vidros vazios, das mesmas formas, à disposição da criança – pedimos que indique primeiro com o dedo, qual será o nível da água nas diferentes inclinações do vidro. As crianças pequenas devem mostrar com um gesto a superfície da água e, sendo a experiência imediatamente realizada diante de seus olhos, pedimos para desenhar o que vêem. Quanto às maiores (5 anos em média), oferecemos desenhos traçados representando os vidros segundo diferentes ângulos de inclinação, pedindo para desenharem, antes de verem os resultados da experiência, a maneira pela qual a água se colocará nas diferentes posições do vidro. Temos o cuidado de fazer desenhar ou a linha da mesa, ou a do suporte de madeira sobre a qual está colocada a garrafa, de modo que está horizontal e diretamente possa eventualmente guiar a orientação dos níveis de líquido. Uma vez terminado o desenho antecipado, o sujeito o confronta com a experiência e fazemos corrigir o desenho, ou fazer um novo e eventualmente passamos depois a novas previsões.

Durante um primeiro estágio (4-5 anos), o sujeito não consegue abstrair, nem a superfície da água a título de superfície plana, no que se refere a níveis horizontais, nem a superfície, por exemplo, de uma montanha, no que se refere à determinação das verticais. No que concerne à água, não somente a criança não tem a noção de um plano horizontal, mas ainda não tem a noção do próprio plano – ou desenha a água sob forma de garatujas que ultrapassam os limites do vidro, ou, quando supera as dificuldades motrizes às quais podemos atribuir essa

reação inicial, desenha a água sob forma de uma mancha circular ou de uma pequena bola no interior do vidro, sem abstrair a linha reta ou o plano, nem situar a colocação da água em relação à garrafa. No mesmo nível I as árvores e as casas são desenhadas ou na borda da montanha num falso paralelismo, ou figuradas arbitrariamente contra a montanha.

Durante o estágio II, em contrapartida, as direções do espaço são determinadas em função da configuração imaginada, mas não ainda de um sistema de referência anterior a ela – portanto, ainda não há descoberta da horizontal nem da vertical. No nível II A, já há abstração das superfícies e das linhas de nível; mas, quando inclinamos a garrafa, o sujeito representa o deslocamento da linha de nível não apenas sem referência alguma a um sistema exterior à garrafa (suporte ou mesa), mas ainda sem referência aos lados do vidro, em oposição à sua base – ele concebe a água como se dilatando ou se contraindo, simplesmente, aumentando ou diminuindo de quantidade, isto é, aproximando ou distanciando do gargalo, o deslocamento do nível da água sendo assim, figurado como simplesmente orientado em direção ao gargalo, ou como uma retração em sentido inverso. O sujeito desenha constantemente esse nível como paralelo à base, sem que a parte inferior da água deixe essa base. Curiosamente, as crianças desse nível II A, como as do estágio I, permanecem mais ou menos incapazes, quando inclinamos efetivamente a água diante delas, de proceder a uma leitura objetiva da experiência e isso por não saberem utilizar os sistemas de referência exteriores ou mesmo interiores à garrafa. Do ponto de vista da vertical, elas desenharam os postes perpendicularmente aos flancos da montanha sem se preocuparem com a verticalidade e não sabem determinar a direção dos fios de prumo ao longo da montanha.

No curso do subestágio II B, a direção que a água tomara, mas sem saber desenhar o novo nível, chega depois a destacá-lo de sua direção paralela à base do vidro. Mas ela ainda não coordena de modo algum esse nível previsto como um sistema de referência imóvel e exterior ao

vidro (mesa ou suporte), procura simplesmente retê-la nos cantos do vidro e lhe imprime tanto orientações oblíquas quanto fortuitamente horizontais. Mas, quando o vidro é virado de boca para baixo, a horizontal é atingida. Quanto às verticais, os sujeitos desse subestádio sabem em geral plantar verticalmente uma haste nos flancos de uma montanha de areia, mas ainda desenham perpendicularmente os lados e malogram sempre na previsão da direção do fio de prumo nos vidros inclinados.

Após a última etapa, intermediária entre o subestádio II B e o III A, a horizontalidade e a verticalidade são enfim descobertas e generalizadas – tal é a característica de um estágio III, que tem início por volta de 7-8anos. É preciso distinguir ainda duas etapas a esse respeito – um subestádio III A (de 7,8 a 9 anos), no curso do qual a generalização é progressiva (os sujeitos começam pela previsão de posições oblíquas por falta de referências aos sistemas imóveis exteriores ao vidro), depois um subestádio III B (a partir de 9 anos), em que as verticais e as horizontais são antecipadas imediatamente, constituindo um sistema de conjunto de coordenadas.

3.3.12 O Estádio I – ausência de abstração das superfícies e dos planos a respeito dos volumes da água e da montanha

A superfície da água não é representada nem por uma linha nem por uma superfície, mas por uma espécie de bola (garatuja). A água é, pois, concebida essencialmente em função da relação topológica de interioridade em relação ao vidro, e não ainda em função das noções euclidianas das retas e de planos, de posições e de dimensões. Ex. –a criança desenha as casas não somente deitadas ao longo da montanha, mas ainda orientadas de qualquer jeito, inclusive uma bela casa (com portas, janelas, chaminés e coluna de fumaça), desenhada ao contrário, a base no ar e o teto para baixo, com a fumaça descendo de cima para baixo. Mas,

quando inquirida que direção é preciso seguir para subir a montanha, a criança indica naturalmente a marcha exata.

As reações deste primeiro estágio são muito instrutivas, no sentido da compreensão das razões da ausência inicial de todo sistema de coordenadas na criança. É claro, com efeito, que as razões expressas por essas representações gráficas, são de caráter essencialmente topológico e não ainda euclidiano, trata-se de relações de envolvimento e de vizinhança e não ainda de formas definidas por retas e planos nem, sobretudo, de direções no espaço.

Enfim, as reações desse primeiro estágio mostram de maneira clara que a ausência de coordenadas estruturadas segundo a vertical e a horizontal prende-se, no início, não somente a uma indiferença geral no que se refere à orientação dos objetos, por ausência de toda relação estabelecida no espaço vazio, mas também a uma dificuldade de abstração das formas e dos planos. É claro que uma tal abstração constitui a condição prévia das possibilidades de orientação.

3.3.13 O Subestádio II A – a superfície da água paralela à base do vidro e as árvores perpendiculares às encostas da montanha

Embora haja progressos, os sujeitos revelam-se incapazes de conceber um plano como permanecendo horizontal. Pode haver, para tanto, duas causas, umas físicas e outras geométricas, necessárias para tentar analisar cuidadosamente.

Do ponto de vista físico, os sujeitos ignoram o fato essencial da constância da inclinação nula do nível da água. Coisa extraordinária e que mostra o quanto os fatos da observação corrente são mal registrados pelo espírito, quando este não está de posse dos esquemas assimiladores necessários a esse registro. Tais sujeitos jamais observaram as posições

sucessivas ocupadas pela água na medida da inclinação da garrafa, nem a constância da horizontalidade dos níveis, o que significa supor que a água se inclina ao mesmo tempo, que a garrafa e que sua superfície pode tomar todas as posições, mesmo a vertical.

O segundo fator a notar (de ordem ao mesmo tempo física e geométrica) é a impermeabilidade à experiência, testemunhada por espíritos orientados pelo falso absoluto da permanência de direção da superfície da água, considerada como sempre paralela à base do vidro. Com efeito, não somente esses sujeitos nada viram no que se refere à constância da horizontalidade na observação cotidiana das garrafas inclinadas, mas ainda, o que é bem mais curioso, não conseguem ler o resultado da experiência quando desenrolada sob seus olhos, tratando-se simplesmente de confrontar os dados percebidos com sua hipótese prévia.

As duas reações que dizem respeito à inteligência física da criança levantam naturalmente um problema geométrico essencial. É evidente que a própria leitura dos dados experimentais supõe, no sujeito, a capacidade de relacionar o nível da água observado com um sistema de referência determinado. Esse relacionamento poderia ser realizado de duas maneiras. A mais simples consistiria em ligar a superfície da água a um sólido exterior à garrafa, como por exemplo, vê-la paralela à superfície da mesa ou à da caixa que serve de suporte ao vidro. Mas um segundo método é possível: seria suficiente que a criança, sem recorrer aos objetos exteriores à garrafa, constatasse que o nível da água muda incessantemente de orientação em relação à base ou aos lados do vidro. Ora, as reações citadas mostram precisamente que nenhuma dessas relações é efetuada pela criança: o sujeito não procura a relação, nem se os níveis permanecem paralelos à mesa, nem se mudam de direção em relação à base do vidro, e, se parecem afirmar sem cessar a existência de um paralelismo entre a superfície da água e essa base é simplesmente por perseveração do observado na situação inicial e por não ver ou estruturar suficientemente as posições posteriores. Mas se os sujeitos não chegam aos relacionamentos elementares, que

assegurariam a leitura correta dos fatos, não é simplesmente por serem incapazes e a questão ainda não ter significado para eles?

Essa dificuldade traduz seguramente uma falta de relacionamento dos dados perceptivos entre si do ponto de vista da orientação das linhas e dos planos, em outras palavras, precisamente uma falta de coordenação. Para o sujeito, não se coloca o problema de ligar os diversos objetos entre si segundo um sistema tal que os sólidos imóveis servem de referência aos móveis e é por não compreender a necessidade de um tal sistema de referências que os dados perceptivos ou físicos não podem dar lugar a nenhuma leitura correta. Um deslocamento no espaço físico é preciso reunir os elementos móveis (a superfície do líquido) a um sistema de referência imóvel (mesa etc.) e é esse relacionamento que constitui as operações geométricas geradoras do sistema das coordenadas: é, portanto, por falta de tais operações que a criança desse subestádio II A malogra na leitura dos fatos físicos que se referem à horizontalidade.

Mas isso não quer dizer que os sujeitos do nível II A não tenham conseguido grandes progressos em relação aos do estágio IA. Não somente eles sabem abstrair o nível da água a título de superfície ou de plano, mas ainda relacionam essa superfície com a base do vidro, isto é, com um início de referência, não imóvel, mas ela própria móvel. Ora, se as duas descobertas não são suficientes para a construção de um sistema de coordenadas, elas consistem, todavia, as etapas preliminares dessa construção. O sistema de eixos de coordenadas inerentes ao espaço euclidiano representa, com efeito, o acabamento de um conjunto progressivo de relacionamentos dos objetos entre si, no seio do espaço vazio, que começam pela construção de retas, de planos, de paralelas, de ângulos, etc. e terminam somente pela de eixos que permitem a generalização de tais relacionamentos. Tais intuições por mais modestas que sejam, representam, todavia um início da conquista do espaço vazio, isto é, um início de coordenação entre objetos

separados por certas distâncias. Essa conquista do espaço vazio é ainda mais sensível no domínio da vertical.

O interesse geométrico dessas representações evidencia uma reação tão geral e sistemática que a noção de ângulo reto, bem como as de plano, de paralelas etc., necessárias à construção de um sistema de coordenadas, é adquirida bem antes que um tal sistema seja construído. Por que, crianças capazes de figurar postes, árvores etc., perpendiculares às paredes das montanhas, não conseguem representá-las verticalmente, nem representar a água horizontalmente em um vidro inclinado? Simplesmente porque os ângulos retos ou perpendiculares e o paralelismo que tais sujeitos dispõem permanecem interiores a um único objeto ou a um complexo de objeto vizinhos, mas isolados em sua configuração total, ao passo que a vertical e a horizontal supõem um relacionamento mais vasto tanto entre objetos distantes quanto próximos e ainda temem tanto, e que os do estágio II A apenas começam a preencher sem conseguir ainda atravessá-lo em pensamento. É por isso e em razão de limitarem sua representação espacial no interior de um objeto complexo que as crianças desse nível chegam a chamar “reto” tudo que é inclinado e “inclinado” tudo que é vertical, por falta de referência aos objetos exteriores ao sistema constituído por essa configuração restrita.

3.3.14 O Subestádio II B: reações intermediárias

O único progresso que esses primeiros sujeitos testemunham consiste no fato de eles não se limitarem, mas a prever, no vidro, que a água subirá simplesmente um ou muitos graus na direção do gargalo, permanecendo paralela à base, mas que ela tomará a direção da inclinação da garrafa. Mas essa descoberta, de caráter apenas físico, ainda não é acompanhada de um relacionamento com um sistema de referência exterior ao vidro, tal como a mesa ou o suporte horizontal. A criança sabe simplesmente que a água se desloca para o lado do gargalo, sem

coordenar, de modo geométrico, tal deslocamento com os objetos móveis. Ela não consegue colocar o nível da água em relação à sistemas de referências imóveis. Prevêem um progresso sobre os precedentes, que a água se deslocará no sentido da inclinação: todavia essa descoberta de caráter físico permanece inutilizada, por falta de uma leitura geométrica possível da experiência, no sentido de um sistema de coordenada que compreende as direções horizontais e verticais do espaço real. Entretanto, tais sujeitos, melhor ainda do que os do nível II A, são testemunha de um conhecimento intuitivo dos ângulos retos e das perpendiculares: essas noções geométricas que constituem um início de relacionamento das direções ou orientações próprias dos diversos objetos considerados não são suficientes para assegurar a determinação das horizontais e das verticais, as quais supõem essa coordenação de conjunto que só acabará com a construção de um sistema de coordenadas propriamente dito. Podemos observar o progresso sensível conseguido por esses sujeitos em relação aos do subestádio II A e dos casos intermediários. Eles não se contentam mais em anunciar o deslocamento da água no caso de inclinação do vidro, mas chegam a exprimir esse deslocamento através do desenho, isto é, destacam a superfície da água de sua posição paralela à base do vidro. O nível da água cessa, assim, de estar ligado de modo rígido à inclinação da garrafa para adquirir uma orientação nova.

Mas em que consiste essa orientação? É aqui que são marcados os limites do subestádio II B em relação às etapas anteriores. Com efeito, a orientação do nível a ser previsto ainda não é relacionada com um sistema de referência imóvel e exterior ao vidro, isto é, com a mesa ou suporte: a criança limita-se a prever que a água mudará de posição em relação aos lados do vidro, mas, para determinar essa posição nova, ela procura suas referências no seio da figura constituída pelo conjunto do próprio vidro. Recusando-se de agora em diante, a considerar o nível da água como paralelo à base, ela pensa nos cantos do vidro, ou coloca a linha do nível num ponto qualquer dos lados do recipiente, conduzindo, pois, o abandono do paralelismo *ipso facto* à

construção de ignorar segundo certos ângulos: apenas, não sabendo coordenar entre si esses ângulos conforme um sistema de eixos fixos, por falta de referência aos objetos imóveis exteriores ao vidro, o sujeito permanece no plano arbitrário e erra as determinações da horizontal e da vertical. Não sabendo sobre que sistema de referência apoiar-se para representar o nível da água não paralela à base do vidro, nem como determinar o ângulo compreendido entre o nível e os lados do recipiente, os sujeitos começam por referir-se simplesmente aos cantos deste último.

A horizontalidade ainda não é atingida nesse subestádio II B. Os sujeitos desse nível estão ainda tão distanciados, por falta de referências exteriores ao vidro, que ainda são pouco capazes de levar em conta a experiência.

O primeiro ponto essencial que chama a atenção a respeito disso é que, apesar do que poderiam fazer as observações precedentes, comparadas às reações obtidas a propósito da horizontal, a vertical não é mais precoce do que esta última: quando analisamos as duas reações num mesmo contexto perceptivo, representativo e gráfico, tal como o dos vidros em diferentes posições, a vertical não é nem mais nem menos difícil de construir do que a horizontal. Apenas, para não prolongar indefinidamente os exemplos, nós nos motivamos, para a horizontal, ao nível da água nos vidros, ao passo que os fatos conhecidos no domínio do desenho infantil nos levaram para a vertical, a estudar igualmente outros contextos; daí a heterogeneidade dos resultados obtidos, mas que, repitamos, desaparece no caso de um único e mesmo contexto.

Em resumo, podemos dizer que no fim do estágio II ainda não há vertical generalizada, porque a direção dos objetos em pé é julgada em função de sistemas parciais de referência, sem que tais sistemas englobem o conjunto dos elementos do campo. Bem mais, em um mesmo contexto determinado, tal como o dos vidros inclinados, a vertical não é mais bem construída do que a horizontal por falta de um sistema exterior de referência, isto é, de eixos de coordenadas que se apóiam nos elementos mais imóveis do campo.

3.3.15 O Estádio III: A descoberta da horizontal e da vertical

Se o estágio I é caracterizado pela ausência de abstração das retas e dos planos, se o estágio II o é pela ausência de sistemas de referências exteriores à configuração considerada, o estágio III marca a conquista progressiva de tais sistemas de referência exteriores, portanto da construção de eixos e coordenadas generalizadas ao conjunto do campo espacial, sendo que essas conquistas são graduais. Há presente, neste sentido, uma distinção de três conjuntos de reações: inicialmente comportamentos intermediários entre os níveis II B e III A com a descoberta da horizontal quando o vidro é deitado a 90° e com descoberta igualmente parcial da vertical, a seguir um nível III A com a construção progressiva das horizontais e das verticais em todas as posições e finalmente um nível III B com a generalização operatória imediata. Com efeito, a posição atribuída à água na situação deitada do vidro (90°) constitui a primeira forma autêntica da horizontalidade descoberta pela criança, em oposição à posição virada (180°), na qual a horizontal é devida ao paralelismo com a base do vidro. Como, portanto, os sujeitos desse nível, chegam à descoberta parcial da horizontalidade para a inclinação de 90° , e por que essa descoberta não é estendida a todos os outros casos?

Que a experiência desempenha um papel essencial na descoberta do fato físico que é a horizontalidade da superfície da água, é um fato que não pode ser contestado. Mas essa experiência realiza-se em duas etapas que implicam uma estruturação geométrica que ultrapassa o dado físico. Trata-se inicialmente de retirar a constância de uma certa forma: a superfície da água constitui um plano e é a experiência que revela essa forma; mas, por mais simples que seja, essa leitura da experiência supõe seguramente a possibilidade de conceber um plano. Em segundo lugar, a experiência física atesta a constância da orientação desse plano que é a superfície da água, isto é, que uma régua aplicada contra o vidro na altura do nível da água pode coincidir sem mudança com um novo nível se inclinarmos mais o vidro. Mas em que consiste esta experiência

do plano e da constância de orientação? Ela é devida primeiro a certas ações particulares ou especializadas, tal como controle exercido por meio do olhar e da régua etc., portanto em alguns aspectos delimitados dos objetos exteriores e chegando a uma certa abstração, que torna a extrair do objeto tais aspectos delimitados para registrá-los e assimilá-los à aquisição conceitual do sujeito. Ora, uma experiência só é possível se seu resultado pode, em primeiro lugar, ser constatado (leitura da experiência), além de, sobretudo, em segundo lugar, interpretado. Tanto essa leitura quanto essa interpretação supõem sempre um sistema dedutivo suscetível de assegurar a assimilação intelectual da experiência. Em outras palavras, não é suficiente exercer certas ações especiais sobre certos setores particulares do real para retirar um conhecimento preciso; mas, por outro lado, é preciso coordenar essas ações (simultâneas e sucessivas) entre si. Ora, essa coordenação das ações não é, precisamente, mais da alçada da experiência física, mas caracteriza, ao contrário, o mecanismo da inteligência como tal, e encontra-se em consequência no ponto de partida das operações lógicas e matemáticas, inclusive as operações geométricas. Toda coordenação das ações consiste, com efeito, ou em ordena-las umas em relação às outras seriando seus resultados ou em encaixar seus esquemas uns nos outros, caracterizando-se como a construção de um sistema de coordenadas. Ora, é precisamente o início desse relacionamento que permite aos sujeitos descobrir a horizontalidade em certas situações, e são as dificuldades desses relacionamentos que explicam porque a horizontalidade não é generalizada a todas as situações. Não se trata, portanto, apesar da experiência empírica dos resultados, de uma simples descoberta física, mas um início de construção das coordenadas, através da coordenação do objeto considerado com objetos exteriores a ele e distantes.

O estágio III inicia em média entre 7 e 8 anos, isto é, quando da aparição das operações concretas – ele é caracterizado, não mais pelo simples esboço da noção de horizontal em certas situações privilegiadas ou da noção de vertical em função do contexto perceptivo, mas

pela conquista efetiva e geral dessas noções em todas as situações. Em outras palavras, graças ao desenvolvimento das operações concretas, que prolongam e completam as intuições articuladas do estágio II, torna-se possível o relacionamento entre os elementos das configurações consideradas, os sistemas de referências móveis interiores a essa configuração e os sistemas de referência imóveis exteriores a esta. Mas essa conquista final não se realiza em um só tempo, como as das noções mais simples que acabam num sistema total ao redor de 7 ou 8 anos (as retas, as paralelas etc.) constituindo a horizontal e a vertical um sistema de coordenadas, e supondo este o relacionamento de conjunto dos objetos do campo de ação, essa coordenação final realiza-se em duas etapas. Durante um subestádio III A assistimos, por exemplo, a um interrogatório, a generalização progressiva das noções de horizontal e de vertical. É somente a partir de um subestádio III B (9 anos em média) que a horizontal e a vertical são aplicadas sistemática e logicamente a todas as situações. Ex. um sujeito com 10,3 anos de idade inicialmente desenha um nível oblíquo – “Eu não sei se a água vai no canto do vidro (ele inclina um canto ao lado oposto), mas o barco é reto (vertical). – E se eu inclinar o vidro?” (Ele desenha a água muito inclinada e o barco perpendicular à sua superfície). Após a experiência, procura primeiro conciliar tudo – “Assim mesmo ficará inclinada, a água ficará reta, mas no outro sentido ficará inclinada, mas mesmo assim ficará reta (desenha ligeiramente inclinada). Olhe com esta régua. – É reta – E no outro sentido? – Também será reta. – Como é que você sabe? – Eu tive a impressão”. Finalmente com os cartões móveis chega à horizontalidade geral “porque sem isso a água subiria aqui (de um lado) e desceria ali (do outro)”.

Isso posto, como se realiza a descoberta da horizontal e da vertical? Os sujeitos permitem responder do modo mais simples esta questão delicada – os fatos físicos da constância de orientação do nível da água ou da direção do fio de prumo estão bem, em um sentido, no ponto de partida da descoberta, mas esses fatos experimentais não são suscetíveis de constatação e de

indução generalizadora senão sob a condição de serem assimiladas a um conjunto de esquemas coordenadores, cuja sistematização acaba na construção de um sistema de coordenadas. Não é mais o problema físico que conta, mas o problema geométrico de relacionamento das diversas direções segundo os ângulos, o paralelismo, a ordem e as distâncias, isto é, segundo um sistema de conjunto que constitui precisamente o início de um sistema de eixos de coordenadas.

3.3.16 A utilização de sistemas quaisquer de referência

No curso do estágio II ainda os sujeitos prendem-se à reprodução das figuras, a procedimentos puramente perceptivos, sem utilização dos sistemas de referência, nem mesmo compreensão de seu uso. Quando tentamos persuadir a criança através de sugestão, a característica da criança é considerar a figura em si mesma, sem sistema de referência exterior, daí a inutilidade para elas de, por exemplo, tiras de papel, de quadriculados e de régua. No curso do estágio II, em contrapartida, assistimos a um início de utilização das referências exteriores aos elementos da figura e é somente a partir de 11-12 anos, isto é, no curso do estágio das operações formais, que verdadeiros sistemas convencionais de referência são construídos, permitindo julgar simultaneamente posições e distâncias. Ex. – uma criança coloca tiras paralelamente dos dois lados do modelo e dispõe as pérolas no interior da configuração correspondente, mas percebe que não está seguro quanto à igualdade de largura entre as duas tiras paralelas e como lhe recusamos uma terceira tira, coloca-as em cruz (+) – “Está mais ou menos certo do que antes? – Está mais certo porque assim as distâncias são as mesmas. Por quê? – Porque é preciso que se tenha todas as dimensões. Coloca então as pérolas em função dos braços da cruz, levando em conta as distâncias.

Esses sujeitos procuram incessantemente conciliar a ordem e as distâncias, voltando a construir um sistema propriamente dito de coordenadas. Mas esse sistema não é

atingido senão no nível formal, em oposição às verticais e às horizontais, pela razão bem clara de que se trata de imaginar arbitrariamente, sem a sugestão das direções físicas privilegiadas, tais como o fio de prumo ou o nível da água.

3.3.17 Conclusões – A construção dos sistemas de coordenadas

Os fatos descritos demonstram, de maneira clara, o quanto é ilusório atribuir ao sujeito humano o conhecimento inato ou psicologicamente precoce de um conjunto estruturado segundo um sistema de coordenadas retangulares a duas ou três dimensões. Mesmo as noções físicas e fisiológicas da vertical e de horizontal não dão lugar a nenhuma tomada de consciência imediata, e por isso as análises precedentes revelam ser mesmo bem simples – é que uma percepção nunca se apóia senão em campos restritos, ao passo que um sistema de coordenadas supõe, ao contrário, a coordenação operatória de todos os campos entre si.

O sistema de coordenadas não está, com efeito, no ponto de partida do conhecimento espacial, mas no ponto de chegada da construção psicológica inteira do espaço euclidiano. Da mesma forma, as noções de sucessão e de simultaneidade, de sincronismo etc, que definem um tempo homogêneo, marcam a chegada e não a partida da construção do tempo. Um sistema de coordenadas é, portanto, produto de uma multiplicação lógica das relações de ordem, com intervenção das retas, das distâncias, das paralelas, e dos ângulos, segundo as dimensões. Vê-se que um sistema de eixos de coordenadas supõe, além das relações topológicas elementares, o conjunto das noções euclidianas aplicadas ao relacionamento de todos os objetos entre si, quaisquer que sejam sua proximidade ou distanciamento – é, portanto, a estruturação de conjunto do espaço euclidiano que constitui tal sistema e é por isso que sua construção é tão tardia.

Vendo isto, podemos compreender também porque a percepção não seria suficiente a uma tal organização de conjunto. A percepção fornece uma estimativa grosseira da

ordem, das retas, das distâncias, das paralelas, bem como dos ângulos e apóia-se sempre, como a inteligência, em sistemas elementares de referência. Cada objeto percebido é, com efeito, situado num “enquadre” e é em relação a esse enquadre ou contexto perceptivo que ele é colocado em posição e sua grandeza e dimensões estimadas. Todas as vezes que a ocasião se apresenta para tornar mais estreitas, e sobre fatos precisos, as relações entre a percepção e a inteligência, podemos perceber o quanto permanece sumário o conhecimento perceptivo. Observamos, no que consiste à estruturação das formas em geral, que supõe a intervenção de uma “atividade perceptiva” dirigida pela inteligência. Sobre a reta, observamos que sua estruturação implica operações propriamente ditas. As paralelas nos apareceram como organizadas operatoriamente num momento em que sua estimativa perceptiva permanece ainda bem defeituosa, refletindo essa organização operatória sobre a percepção, corrigindo-a após ter sido somente preparada por ela. A análise da construção dos ângulos, das semelhanças e das proporções, mostrou o quanto as “transposições” perceptivas permanecem grosseiras, enquanto não são afinadas por um relacionamento intelectual. Quanto ao “enquadre” do espaço perceptivo, antes de 8-9 anos, é pouco estruturado do ponto de vista das coordenadas retangulares – por um lado, os pequenos avaliam muito menos bem do que os grandes as inclinações, por não saberem utilizar sistemas de referência que lhes forneceria o conjunto das paralelas e dos ângulos necessários a essa apreciação; mas, por outro lado, eles estimam com uma precisão bem superior à dos grandes e mesmo dos adultos os comprimentos das retas inclinadas em todos os sentidos, precisamente porque não levam em conta inclinações e não situam essas retas inclinadas em um sistema bem estruturado, que atrapalharia a comparação de seus comprimentos em relação às verticais. É curioso constatar que é justamente ao redor de 9anos que se apresenta o cume da curva ascendente da coordenação do campo perceptivo, da mesma forma que ao redor de 9 anos que

encontramos o término da construção das verticais e das horizontais a título de eixos de coordenadas possíveis.

Essa coincidência entre a coordenação perceptiva e a organização intelectual das coordenadas levanta naturalmente um problema causal – é o progresso perceptivo a causa do progresso intelectual, ou o inverso?

Em primeiro lugar, não se compreenderia por que um progresso puramente perceptivo seria tão tardio. Ao contrário, compreende-se o papel possível da inteligência que consiste em colocar as relações duráveis os campos perceptivos entre si e não somente intervir no interior de cada um desses campos sucessivos. Daí uma orientação possível da atividade perceptiva por um mecanismo operatório, que impõe a consideração das direções virtuais e não somente atuais. Em segundo lugar, compreende-se muito bem por que esse progresso intelectual é tardio, visto que supõe não somente o acabamento das operações de ordem, pois as coordenadas são multiplicações lógicas entre relações de ordem segundo duas a ou três dimensões. Mas ela supõe ainda o acabamento e a reunião, em um único todo operatório, de todas as noções próprias ao espaço euclidiano – reta, distância e medida, paralelas e ângulos.

Em conclusão, ao contrário das relações topológicas, que permanecem interiores a cada objeto ou a cada configuração, as relações euclidianas, que encontram seu término na construção dos sistemas de coordenadas, são antes de tudo relações estabelecidas entre os objetos e entre as figuras enquanto situando umas e outras em um sistema de conjunto estruturado a título de sistema total. Por isso, a construção dos sistemas naturais de coordenadas (horizontal e vertical), é contemporânea da coordenação das perspectivas, isto é, das relações projetivas que constituem igualmente sistemas de conjunto que ligam entre si os objetos ou as figuras. Mas o espaço projetivo constitui essencialmente uma coordenação dos pontos de vista, reais ou possíveis, ao mesmo tempo que figuras coordenadas como relativas a tais pontos de vista,

enquanto as coordenadas, que exprimem a estrutura do espaço euclidiano, constituem uma coordenação dos objetos considerados em si mesmo em suas colocações e seus deslocamentos objetivos, bem como nas suas relações métricas. A idade média de 9anos, situada no meio do estágio das operações concretas, marca, pois, um momento decisivo na construção do espaço – o do acabamento da ossatura própria dos sistemas de conjunto euclidiano e projetivo. É interessante notar que é igualmente a idade em que acaba a construção desse grande sistema de conjunto que é o tempo, isto é, a coordenação dos movimentos e de suas velocidades.

3.3.18 O Estádio I – ausência de correspondência espacial salvo algumas vizinhanças

As diferenças entre as operações lógico-aritméticas e as operações infralógicas ou espaço-temporais é que as primeiras apóiam-se em conjuntos de objetos, na qualidade de conjuntos que repousam nas semelhanças ou diferenças entre esses objetos, ao passo que as segundas apóiam-se nos objetos como tais, simples ou complexos de objetos considerados como objetos complexos de configuração total. A esse respeito, os objetos reunidos em uma paisagem a apresentados à criança para serem reproduzidos, em um esquema gráfico ou em uma construção imitativa, podem ser considerados ou como um conjunto lógico-aritmético (uma classe de objetos semelhantes), ou como uma totalidade espacial (de configuração total única). Para construir um tal esquema gráfico ou uma tal cópia, é preciso levar em conta esses dois aspectos da paisagem ao mesmo tempo, isto é, reproduzir os mesmos objetos (por correspondência lógico-matemática) e segundo a mesma configuração (por correspondência espacial).

Desse ponto de vista, o grande interesse das reações deste estágio I é que o sujeitos não se revelam capazes, nem de correspondências lógico-aritméticas nem de correspondência espacial, que ainda é testemunha de uma indiferenciação relativa entre a vizinhança espacial e a semelhança lógica.

3.3.19 O Estádio II – Coordenações parciais – de 4 a 7 anos

Em primeiro lugar, as correspondências lógico-aritméticas são de agora em diante do ponto de vista intuitivo, entre os objetos do modelo e os da cópia, e as correspondências espaciais fundadas na vizinhança são em conseqüência, diferenciadas das precedentes. Por isso mesmo, em segundo lugar, as vizinhanças compostas entre si permitem à criança conservar a ordem intuitiva dos elementos do modelo, mesmo quando a disposição em duas dimensões é traduzida por um alinhamento unidimensional.

Em terceiro lugar, os pequenos conjuntos de objetos compostos pela criança são testemunha, não mais somente de vizinhanças e de ordem ou de envolvimentos, mas de intuições euclidianas elementares – retas e curvas, paralelas e ângulos, que reproduzem alguns dos aspectos do modelo, bem como certas relações projetivas (esquerda, direita, frente e atrás) ligadas ao ponto de vista do observador. Mas se tais progresso opõem o nível II A ao estágio I, eles são limitados por um conjunto de reações interessantes ao observar.

Inicialmente chama atenção ver o quanto, no início desse estágio II ainda, os sujeitos têm dificuldade em ocupar todo o espaço posto à sua disposição e correspondente ao ocupado pelo modelo. Com a técnica da construção, isso fica visível. O conjunto construído pela criança é jogado para a esquerda, direita ou para baixo etc. Com a técnica do desenho, o fato é bem mais claro, ou o sujeito permanece num alinhamento retilíneo ou encurvado, ou dispõe suas figuras em toda a sua folha, mas com grandes espaços vazios. Essa timidez em presença do espaço vazio, que o sujeito parece não ousar ocupar, pode, sem dúvida, ser explicado não somente pela necessidade de coesão que marca um início de relacionamento espacial, mas ainda pela influência das relações mais perceptivas do que operatórias.

Mas esse primeiro índice traduz uma lacuna mais grave – se os sujeitos desse nível não ocupam todo o espaço à sua disposição, é porque não se servem ainda do conjunto desse

enquadre como de um sistema de referência geral, suscetível de fornecer-lhes eixos de coordenadas. Eles colocam bem um objeto relacionado com dois ou três outros, mas esses pequenos conjuntos de objeto permanecem não coordenados entre si. Quanto ao enquadre, ele não desempenha papel algum, salvo algumas vezes para o objeto isolado situado perto da borda e salvo para a atração perceptiva de uma de suas partes. Não se poderia falar, portanto, nesse subestádio II A de esquemas topográficos de conjunto. A criança não constrói senão algumas figuras parciais por meio de objetos isolados de sua totalidade, bem como de seu enquadre.

Só existe um caso em que todos os objetos são coordenados entre si, é o do alinhamento unidimensional, que não subsiste mais nesse nível no domínio das construções, mas que permanece freqüente no desenho sob uma forma retilínea para dar lugar depois às encurvações curiosas. A razão da persistência, no desenho, desse modo de arranjo é bem clara e explica mesmo de forma mais natural a ausência de coordenadas e de referência a um enquadre geral. A criança desse nível conhece bem as três dimensões do ponto de vista das relações topológicas e envolvimento, ainda não estruturou suas intuições euclidianas segundo tais dimensões. Em outras palavras, da mesma forma que, no nível II A, ela só conhece intuitivamente paralelas e perpendiculares ligadas a figuras particulares, mas não sabe encontrar horizontais nem verticais. Também em presença dos objetos de modelo a serem traduzidos num esquema topográfico, ela não consegue levar em conta ao mesmo tempo a largura e a profundidade do conjunto e limita-se, inicialmente, a reduzir tudo a uma única dimensão.

Mas, além dessas dificuldades relativas às coordenadas e às dimensões, intervem aqui uma dificuldade projetiva de colocação em perspectiva e de escolha das convenções gráficas que permitem exprimir o segundo plano pela parte de cima do papel. A respeito disso, se os sujeitos já fazem intervir as relações de ponto de vista “esquerda” e “direita”, é algumas vezes como inversão involuntária e sempre sem coordenação dos pontos de vista distintos. Quanto às

relações de frente e atrás, vêem os objetos em segundo plano, mas não conseguem exprimir graficamente tal relação. Portanto, a coordenação projetiva dos pontos de vista não ultrapassa, nesse nível, a elaboração do sistema de coordenadas, permanecendo as duas limitadas a algumas relações de detalhe sem nenhuma operação de conjunto.

3.3.20 O Subestádio III A – inícios das coordenações de conjunto, euclidianas e projetivas

O conjunto das transformações do espaço projetivo euclidiano que caracteriza o estádio III é marcado desde 7-8 anos por uma conquista das reproduções de modelo pela técnica da construção imitativa, abstração feita das distâncias exatas e, sobretudo, reduções de escala, e por um início de organização dos esquemas gráficos segundo as duas dimensões do plano, bem como em função dos pontos de vista distintos.

Constata-se que a grande diferença que separa os sujeitos dos estádios II, bem como a notável concordância entre essas noções relativamente espontâneas é o que nos ensinaram as diversas experiências descritas no curso desta obra a respeito da construção do espaço projetivo, da coordenadas próprias do espaço euclidiano e das proporções e semelhanças.

Do ponto de vista da estruturação do espaço euclidiano, inicialmente, podemos de agora em diante, falar de uma coordenação de conjunto das posições, levando em conta ao mesmo tempo o enquadre e todos os objetos que aí estão colocados, e não mais de um série de coordenações paralelas, através de pequenos conjuntos de elementos, sem referência sistemática ao próprio enquadre nem relacionamento de tais conjuntos entre si. A respeito disso, o nível III A marca bem o início da construção das coordenadas, da mesma forma que se caracterizava pelo início da construção das horizontais e verticais.

É assim que, com a técnica da reconstrução simples, os sujeitos desse nível conseguem, sem dificuldade, uma colocação relativa do conjunto dos objetos, referindo-se às

bordas do cartão retangular que lhe serve de enquadre. Apenas as distâncias métricas permanecem inexatas, bem como as reduções em uma outra escala. Quanto à técnica do desenho, seus resultados, até aqui atrasados em relação aos resultados da construção, aproximam-se deles no presente nível, pelo menos quanto às intenções do sujeito. Constata-se que, ao contrário das reações do estágio II, os sujeitos dispõem de imediato os objetos no seu desenho segundo as duas dimensões, isto é, segundo as relações de esquerda ou direita e de frente ou atrás.

Em conexão estreita com esse início de estruturação e conjunto do espaço euclidiano, encontramos neste nível III A, o início de diferenciação e de coordenação dos “pontos de vista” projetivos. Em cada um desses sujeitos observa-se uma melhoria clara da perspectiva, no sentido de que o plano em visão perpendicular começa a diferenciar-se. Por outro lado, quando das mudanças de pontos de vista, os sujeitos são prova da mesma relatividade nascente.

No que se refere às relações entre essa coordenação projetiva progressiva e os inícios de coordenadas próprias da estruturação euclidiana do espaço, nos encontramos em uma situação comparável à que notamos em um outro momento a propósito dos progressos correlativos das noções de ordem de sucessão temporal e de duração: Há casos em que o desenvolvimento das perspectivas antecede um pouco o das coordenadas e há outros que produz o inverso. Mas, na maioria dos casos, os dois desenvolvimentos são sincronizados, e isso é claro porque, de uma parte, um plano desenhado segundo um sistema de coordenadas constitui também uma visão de conjunto tomada de um certo ponto de vista e, de outra parte, as perspectivas são relativas às posições dos objetos e do observador as quais o sujeito só poderá levar em conta situando-as num campo espacial de conjunto definido por um sistema de coordenadas. Quer a primeira aquisição preceda a segunda, ou o inverso, haverá sempre, cedo ou tarde, reflexo de uma sobre a outra.

Mas se esses são os progressos próprios deste subestádio III A, permanecem três espécies de lacunas, que só serão preenchidas no nível III B, de conformidade com tudo o que constatamos até aqui a propósito das semelhanças e das proporções etc.

Em primeiro lugar, o sujeito não consegue levar em conta distâncias exatas. Ora, além das dificuldades métricas, que obrigam o sujeito a contentar-se com uma avaliação de julgamento, os fatos precedentes evidenciam uma curiosa reação, bastante constante para que se possa falar de erro sistemático dessas estimativas – as distâncias em profundidade do modelo são muito depreciadas em oposição às distâncias laterais. No caso de visão a 45°, poderíamos atribuir essa deformação a uma compreensão insuficiente da perspectiva em função da distância, mas o erro subsiste em visão perpendicular. Trata-se, por outro lado, de deformações muito grandes para serem atribuídas a ilusões puramente perceptivas. Acredita-se que se trata de um resíduo de tendência, própria dos estádios I e II, a alinhar os objetos lateralmente para representar o modelo bidimensional. Encontramos uma lembrança bem clara desta atitude de um sujeito, quando tem necessidade de duas folhas coladas lateralmente para terminar seu plano. Quanto ao fato de tal resíduo de alinhamento fazer primar a largura sobre a altura ou a profundidade, isto é, ao contrário, devido aos hábitos práticos próprios da atividade perceptiva que compara melhor lateralmente do que na altura.

Em segundo lugar, e essa segunda dificuldade é sem dúvida correlativa à medida das distâncias segundo duas dimensões, o sujeito não consegue reduzir as proporções de seu plano, da unidade ao quarto, deixando intocadas as dimensões dos objetos e limita-se a cerrá-los mais, o que leva à impossibilidade de posições e altera naturalmente as distâncias intercalares relativamente aos tamanhos dos objetos.

É preciso observar que em caso de redução de escala a tendência ao alinhamento lateral se acentua; ao passo que, no caso do aumento dos objetos, permanecem lateralmente

cerrados. Encontramos aqui porém, em sentido inverso, o que constatamos, nesse mesmo nível, a propósito da semelhança dos retângulos – enquanto os sujeitos alongavam os retângulos para aumentá-los, em virtude de sua noção de um tipo ideal de retângulo, estes alongam proporcionalmente para reduzi-los em virtude de sua tendência ao alinhamento devido à predominância das comparações laterais. Essas duas espécies de malogro à semelhança são, portanto, parentes, embora orientadas de forma diferente.

Finalmente, em terceiro lugar, quando deslocamos algum elemento no modelo e pedimos ao sujeito a correção correspondente em seu plano, produz-se um fato curioso que põe bem em evidência as dificuldades que a criança ainda encontra na construção de seus sistemas de referências ou coordenadas. Ela só consegue modificar o plano por aproximações sucessivas, começando por situar a posição nova simplesmente em relação à posição de outro objeto somente, depois em relação a um segundo etc., sem conseguir levar em conta o conjunto das relações ao mesmo tempo. Esse comportamento é totalmente análogo, mas com um intervalo cronológico à complexidade maior do problema das coordenadas, ao que observamos no domínio da seriação. A criança de 5,6 a 6,6, capaz de construir um fileira intuitiva de grandezas, experimenta grandes dificuldades em colocar, posteriormente, elementos suplementares, porque a ordem da série prende-se ainda a uma configuração perceptiva de conjunto e não a um sistema operatório. Ora, um sistema de coordenadas consiste, de início, simplesmente em uma dupla série de posições ordenadas, um horizontal e a outra vertical, isto é, em um sistema multiplicativo e não aditivo. Mas, o princípio sendo o mesmo, é natural encontrar uma dificuldade semelhante relativa à configuração intuitiva que permanece subjacente às primeiras coordenações operatórias.

3.3.21 O Subestádio III B – melhoria das distâncias e das proporções

A melhoria do plano apóia-se nos intervalos e nas distâncias. O sujeitos do nível III B reduzem o conjunto das proporções, quer se trate do tamanho dos objetos, quer dos intervalos que o separam. É claro que a consideração das proporções é vizinha da consideração das distâncias, uma vez que a passagem do modelo ao desenho primitivo já implica uma redução e que um único plano já é dito “bem proporcionado”, se as distâncias próprias do modelo são reduzidas à escala desse desenho. Ex. – um sujeito desenha a 45° nas posições exatas segundo as duas dimensões. O que você está olhando? A casa (B) porque isto (a árvore C) está um pouco mais alto (plano distanciado). Por que você ainda está olhando para a casa (desenha a igreja, mas olhando sempre para B) – Eu olho, porque a distância que a separa da igreja é ...(faz um gesto de afastamento). Eu começo aqui, pela igreja, porque a gente vê melhor a distância da casa à igreja. O pinheiro está ao lado da casa (G) à direita. – Por que você começa pela ponte? – Eu olho a que distância ela está da casa (G)”. Malgrado a preocupação explícita com os intervalos, o sujeito ainda deprecia as distâncias em profundidade. Em visão perpendicular ao plano, as perspectivas são exatas (tetos ou de cima etc.). Redução ao quarto – o sujeito muda tanto as dimensões dos objetos como as distâncias e chega a uma figura semelhante.

Constata-se que, nesse nível III B, a construção de um desenho topográfico está acabada no que se refere às posições e às distâncias, à perspectiva e às proporções. Apenas falta ainda a esquematização, que aparecerá no nível das operações formais e que consistirá em substituir a representação dos objetos concretos pelo desenho da superfície ocupada, apenas com as medidas precisas que essa figuração esquemática implica, tal como aparece sob sua forma concreta. O plano elaborado neste nível III B pode ser considerado como constituindo um tríplice equilíbrio operatório de relações tornadas reversíveis. Um sistema de coordenadas é de agora em diante adquirido, através da estruturação de conjunto do espaço euclidiano, segundo as três

dimensões. Uma coordenação dos “pontos de vista” é igualmente realizada, o que torna possível a expressão projetiva das diversas perspectivas. As relações euclidianas e as relações projetivas podem, portanto, de agora em diante, apoiar-se umas nas outras e utilizar, entre a coordenação métrica e a das projeções, a noção intermediária de formas semelhantes e de igualdades das relações. Os sistemas de conjunto das relações assim elaborados estão prontos para serem formalizados.

3.3.22 O estágio IV – o plano esquematizado e as coordenações métricas

Neste estágio a criança tem a idéia, na reprodução da figura constituída por um conjunto de fichas, de se servir de coordenadas convencionais, referindo-se, por exemplo, a um conjunto de tirinhas de papel, dispostas de modo a melhor estruturar as configurações. No caso dos esquemas topográficos, assistimos a uma passagem comparável do natural ao convencional, ou do concreto ao formal, mas como o desenvolvimento das operações torna possível a aquisição de noções escolares relativas aos esquemas cartográficos e aos eixos de coordenadas, as crianças de 11 e 12 anos apresentam uma mistura de noções elaboradas individualmente e de noções adquiridas. Dois exemplos:

Um sujeito de 12,4 anos – “É preciso olhar de cima para ver tudo o que tem ali”. – Como a gente veria as coisas? – (Desenha alguns retângulos). Isto poderia ser a praça em volta da igreja e isto as casas. – Antes de desenhar você vê o que poderia ajudá-lo para pôr tudo no lugar certo? – Poderia traçar eixos (dobra a folha em quatro). – Por quê? – Tem casas que estão perto dos eixos. A gente pode então se orientar mais facilmente (começa). É mais ou menos a metade entre esta casa e o eixo. Também dá para comparar com a borda. – Fica exato? – Oh, não! Seria preciso medir as duas direções e diminuir os tamanhos numa certa escala“.

Um outro sujeito de 13 anos – mede de imediato e decide (para seu primeiro desenho) reduzir tudo ao quarto. “É preciso pegar um quarto da casa. Não, é um pouco grande. Ih, está certo”. Continua segundo este mesmo método e olha, para se referir a eles, “as bordas e os cantos da folha”. Após ter transportado algumas medidas, pergunta-se – “Está correto essa distância ser menor em sua folha do que no modelo? – Sim, porque é um quarto para tudo”. O plano é logo esquematizado em figuras geométricas. Uma vez terminado, o desenho é aumentado, a pedido do entrevistador, numa folha que este sujeito começa comparando à precedente – “É preciso medir esta folha e aquela (olha-as). Eu pegarei uma vez e meia. – E se esta casa tem 2cm de comprimento? – Aqui ela teria 3cm. – E o outro lado? – É preciso medir também. E tudo ficaria exato? – Não, é preciso medir também as distâncias maiores na mesma proporção”.

Nestes exemplos, vê-se o quanto os conhecimentos escolares que transparecem nessas respostas são integrados no conjunto das noções das quais conhecemos a gênese através das análises precedentes. Afinal, nenhuma aquisição é possível a não ser por assimilação a esquemas prévios, e do mesmo modo que a criança desenha bem antes de receber lições de desenho, ela também constrói, no curso de suas atividades diversas, um conjunto de noções relacionadas às coordenadas, às perspectivas e às semelhanças ou proporções, que lhe permitem cristalizar, numa certa idade, esse sistema de operações efetivas ao redor dos elementos novos introduzidos em seu espírito pelo ensino.

A esquematização formal, da qual as reações precedentes nos fornecem o exemplo, não constitui, portanto, somente o ponto de partida de tudo o que o sujeito apreenderá no curso de sua inserção na tradição coletiva transmitida pelo ensinamento geométrico, mas ainda o ponto de chegada de um logo desenvolvimento que, das atividades sensório-motrízes e perceptivas elementar, conduz à representação intuitiva, às operações concretas e, finalmente, às

operações hipotético-dedutivas. A esse respeito, a evolução dos esquemas topográficos tão espontâneos em seu início, pois se prende a toda história individual do desenho, revela-se particularmente instrutiva, enquanto resume, em um único feixe de condutas, o conjunto das noções, primeiro topológicas, depois projetivas e euclidianas.

Para concluir, podemos dizer que a noção espacial é constituída progressivamente e não pode prescindir da experiência, embora não seja constituída por ela.

A noção espacial constitui-se neste caminho progressivo de esquematização da ação.

CAPÍTULO IV

A Epistemologia Genética e o Ensino de Ciências

4.1 O Ensino de Ciências

O conhecimento é uma construção progressiva, cabendo tanto à Escola, quanto ao professor, oferecer aos indivíduos, condições e métodos apropriados, para que estes construam o conhecimento de uma maneira processual, onde a aquisição dos conteúdos vise a uma melhor instrução e desenvolvimento dos sujeitos e uma conseqüente melhor aprendizagem, no caso aqui, quando tratamos de Ensino de Ciências.

Em seu texto “Para Onde vai A Educação?”, Piaget (1976) faz considerações sobre o ensino de ciências, o que nos pareceu interessante levantar neste texto.

Piaget constata que há um número muito baixo de alunos que optam pela carreira na área de ciência. Isso em parte é justificado pelo fato de as escolas oferecerem uma preparação predominantemente literária, em comparação com as profissões de formação científica e pelo fato das aulas de ciências não seduzirem seus alunos.

Percebe-se, então, que não é simplesmente uma questão de conteúdo, mas de didática, metodologias e posturas pedagógicas no ensino científico.

Piaget propõe a utilização de métodos ativos para o ensino em geral e, em particular, para o ensino de ciências.

O método ativo no ensino de ciências confere à pesquisa espontânea da criança ou do adolescente um papel fundamental para a construção do conhecimento, pois permite que toda a verdade adquirida seja reinventada pelo aluno ou pelo menos reconstruída e não simplesmente transmitida.

Diz Piaget:

Se existir um setor no qual os métodos ativos se deverão impor no mais amplo sentido da palavra, é sem dúvida o da aquisição das técnicas de experimentação, pois uma experiência que não seja realizada pela própria pessoa, com plena liberdade de iniciativa, deixa de ser, por definição, uma experiência, transformando-se em simples adestramento, destituído de valor formador por falta da compreensão suficiente dos pormenores das etapas sucessivas.³⁶

Piaget entende a experiência como indispensável para o Ensino de Ciências, porém, a experiência na forma de ações conscientes por parte do aluno.

Esta escola ativa deve considerar o conhecimento do processo de aquisição das noções e conceitos na criança. Se o conhecimento é uma construção, a educação deve ser construção e não transmissão, tal como os pressupostos empiristas consideram.

Neste método, é evidente que o educador continua indispensável, para criar as situações e armar os dispositivos iniciais capazes de despertar problemas úteis à criança e

³⁶ PIAGET, J. **Para onde vai a Educação**. Rio de Janeiro: Editora UNESCO, 1976, 20.

organizar contra-exemplos que levem à reflexão e obriguem ao controle das soluções muito apressadas. O que deseja é que o professor deixe de ser apenas um conferencista e que estimule a pesquisa e o esforço, ao invés de se contentar com soluções já prontas. Entretanto, é preciso que o professor de ciências não se limite ao conhecimento da sua ciência, mas esteja muito bem informado a respeito das peculiaridades do desenvolvimento psicológico da inteligência da criança ou do adolescente.

A elaboração de um ensino “moderno” consistiria em falar à criança na sua linguagem antes de lhe impor uma outra já pronta e por demais abstrata e, sobretudo, levar a criança a reinventar aquilo de que é capaz, ao invés de limitar a ouvir e repetir.

Ao passar para as ciências experimentais, observa-se a falha das escolas tradicionais, que negligenciam a formação dos alunos no tocante à experimentação. Neste campo, mais do que em outros, os métodos ativos deverão ser impostos no mais amplo sentido da palavra, pois uma experiência que não seja realizada pela própria pessoa, com plena liberdade de iniciativa, deixa de ser, por definição, uma experiência, transformando-se em simples adestramento, destituído de valor formador por falta da compreensão suficiente.

Em resumo, o princípio fundamental dos métodos ativos pode ser expresso: compreender é inventar, ou reconstruir através da reinvenção.

O Ensino de Ciências precisa insistir em um ponto central, mas que se restringe essencialmente aos níveis secundários e universitários, o aspecto cada vez mais interdisciplinar que assume necessariamente a pesquisa em todos os domínios. Sendo assim, tendem a desaparecer as fronteiras entre as disciplinas, pois as estruturas ou são comuns, ou solidárias umas com as outras. Deixa-se clara, a diferença entre multidisciplinaridade e interdisciplinaridade, sendo que a última trata ao contrário de multiplicar os ensinamentos, de tal forma, porém, que cada especialidade venha a ser, ela própria, abordada, dentro de um espírito

permanentemente interdisciplinar, ou seja, sabendo cada qual generalizar as estruturas que emprega e redistribuí-las nos sistemas de conjunto que englobam as outras disciplinas.

Uma das lições a extrair das tendências interdisciplinares é a necessidade de uma atenta revisão no tocante às relações futuras entre as ciências humanas e as ciências naturais.

Convém dizer que entre as disciplinas consideradas literárias, há uma que sempre se prestou a todas as sínteses, sendo considerada qualificada para centralizar as relações interdisciplinares. Trata-se da Filosofia.

Os problemas que persistem no caso das disciplinas propriamente literárias consistem na previsão de como conceder um lugar satisfatório, na formação atual e futura dos alunos, a esses dois componentes fundamentais da educação científica: uma “atividade” autêntica dos alunos, chamados a reconstruir e em parte reinventar as verdades que é preciso assimilar e, sobretudo uma prática individual do espírito experimental e dos métodos que o mesmo comporta.

A educação não pode prescindir da análise epistemológica que desvele os conceitos que fundamentam a prática escolar.

Piaget (1976, 24) propõe que o educador tenha conhecimentos de epistemologia, psicologia da inteligência etc, além do domínio dos conteúdos específicos. A ação do educador será tanto melhor quanto mais dominar os processos de aquisição do conhecimento.

O domínio da noção espacial permite, ao educador, compreender o porquê as crianças possuem dificuldades de aprender e, a partir disto, planejar intervenções que tornem possível o desenvolvimento desta noção.

4.2 Pressupostos Epistemológicos das teorias na Educação

Em relação à postura e adoção de pressupostos pedagógicos na relação ensino-aprendizagem em sala de aula, a primeira questão que o professor deveria levar em conta é:

*que cidadão ele quer que seu aluno seja? Um indivíduo subserviente, dócil, cumpridor de ordens sem questionar o significado das mesmas, ou um indivíduo pensante, crítico, operativo que, perante cada nova encruzilhada prática ou teórica, pára e reflete, perguntando-se pelo significado de suas ações futuras e, progressivamente, das ações do coletivo onde ele se insere?*³⁷.

Neste sentido, há que se demonstrar a existência de três diferentes maneiras de se representar a relação ensino-aprendizagem, as quais apresentaremos a seguir:

³⁷ Becker, Fernando. **Modelos Pedagógicos e Modelos Epistemológicos**. In: Educação e construção do conhecimento. Porto Alegre: Artmed. , 15-32. 2001.

4.3 A Pedagogia Diretiva e seu fundamento epistemológico

Há um estabelecimento neste modelo de uma relação em que o professor acredita piamente que o conteúdo deve ser tão somente transmitido ao aluno. É o chamado “mito da transferência”, pois o aluno não domina o que denominamos de conhecimento sistematizado, sendo o professor a autoridade máxima neste contexto, já que se preparou para tal.

Para se obter sucesso nesta relação, há a necessidade de um estabelecimento de relações de poder, onde o professor possua controle sobre a sala de aula, não somente no que se refere ao conteúdo e à disciplina comportamental, mas também na disposição espacial de seus alunos, bem como o enfileiramento de carteiras.

Percebe-se, então, uma grande passividade por parte dos alunos, pois eles terão de assimilar não só o conteúdo ministrado, mas reconhecer, na pessoa do professor, a máxima autoridade.

Do ponto de vista epistemológico, tal relação se caracteriza por enxergar o aluno como uma “tábula rasa”, desde o nascer até suas posturas sobre novos conhecimentos e que, portanto, a realidade ou o meio social determinará o que será importante em sua formação, no caso o professor. Essa posição denomina-se como Empirista, melhor dizendo, que o mundo externo (experiência) imprime no sujeito a validação do conhecimento.

Mas qual as conseqüências de se adotar tal postura?

Observamos a reprodução de uma ideologia de ausência de criatividade, de autoritarismo, de não estimulação e de conservação de velhas posturas e respostas, dando uma impressão de que não há nada de novo.

No aluno, o acabamento desta ideologia, apresenta-se de maneira perversa, pois acaba abrindo mão do refletir, do questionar, do buscar alternativas, abrindo mão de sua

cidadania, transformando o processo de ensino-aprendizagem em “faz-de-conta”, já que o professor finge que leciona e os alunos fingem que aprendem.

4.4 A Pedagogia não-diretiva e seu fundamento epistemológico

Este modelo se faz mais presente em fundamentos epistemológicos do que propriamente em uma relação ocorrida em sala de aula.

Vale-se de que o aluno possui estruturas *a priori* para o aprender. Estas estruturas estariam em sua bagagem genética, desenvolvida ou não. E que, então, para o aprender, o professor seria um mero estimulador dessas estruturas e que sua interferência deveria ser a mínima possível. Neste sentido, soariam frases do tipo: “*Ninguém pode transmitir. É o aluno quem aprende*”. Outro professor afirma: “*Você não transmite conhecimento. Você oportuniza, propicia, leva a pessoa a conhecer*”. (Becker, 2001)

Esta epistemologia denominada de apriorista prevê que o ser humano já está programado por uma herança genética.

Na prática pedagógica, o professor renuncia à intervenção no processo de ensino-aprendizagem, gerando um certo “laissez-faire”.

A combinação epistemológica e pedagógica nesta postura gera uma falsa liberdade, pois não há um estabelecimento de limites, tudo acaba virando válido, além do que, levar em conta tão somente a bagagem genética como fundamento para aprendizagem, pode incorrer em situações de discriminação social, pois se entre os menos favorecidos, os pobres e os marginalizados não há aprendizagem é porque possuem má formação genética?

4.5 A Pedagogia Relacional e seu fundamento epistemológico

Esta pedagogia não acredita que o aluno é uma mera tabula rasa, e o meio (a experiência) imprime no sujeito o que ele deve aprender (empirismo), nem tampouco que somente através de estruturas apriorísticas ou inatas, o sujeito assimile o que seja conhecimento.

Para tanto, postula que, desde quando somos recém-nascidos, começamos a agir assimilando algo do mundo real, gerando inquietudes e perturbações, pois é um contato com o novo. Daí, somos obrigados a rever nossos instrumentos de assimilação deste mundo novo, buscando assim o equilíbrio.

A partir desse instante e conforme vamos nos desenvolvendo, os instrumentos de assimilação e cognição do sujeito vão se refinando, fazendo com que construamos conhecimentos cada vez mais completos com conteúdo e forma.

Estas ações permitem com que o indivíduo vá construindo uma relação de conhecimento do mundo, através de uma bagagem hereditária que, por conta de uma interação com o mundo externo, possibilita reconhecer-se como sujeito e a entender o que é o mundo social ou exterior.

O professor que assume tal postura não acredita em um ensino tradicional, baseado tão somente no fator de transmissão de conhecimentos, nem tampouco que deixe a aprendizagem em um sistema “laissez-faire”.

Acredita sim que o aluno aja sobre algo que o professor tenha identificado como importante para o sujeito e que ele “*responda para si mesmo às perturbações (acomodação) provocadas pela assimilação do material*”.(Becker, 2001)

Neste sentido, tal pedagogia permite que o professor acredite que o construir é algo como um sempre “vir-a-ser”, não possuindo estaticidade e que, na perspectiva de possibilitar

construção, poderá verificar e respeitar fases de desenvolvimento de seus alunos e ação e retomada de conteúdos.

Levar-se-á em conta o dinamismo da sala de aula, pois se enxergará de maneira crítica a realidade social e de a possibilidade de se construir novos conhecimentos.

Nesta empreitada, professor e aluno viram parceiros, superando assim práticas autoritárias e dogmatismos curriculares, porque leva em conta a história de desenvolvimento dos sujeitos, bem como o conhecimento construído e acumulado pela História da Ciência.

4.6 Contribuições do Construtivismo para o Ensino de Ciências

Ao analisar as contribuições do Construtivismo para o Ensino de Ciências, perceberemos logo de antemão um novo olhar.

Vemos nesse referencial que, tanto o conhecimento como o sujeito, não são vistos como estáticos ou acabados, como quer o Empirismo, onde só possui validade de conhecimento aquilo que é impresso na mente do sujeito, por conta da realidade; ou através do Apriorismo, corrente filosófica que postula que o indivíduo já possui estruturas mentais aptas para alcançar conhecimento, basta tão somente serem despertadas.

Adotar o Construtivismo como prática pedagógica no Ensino de Ciências pressupõe compreender os estágios de desenvolvimento cognitivo em que o sujeito se encontra. Além disso, reconhecer que a construção de conceitos e conhecimentos não se dá por um mero “despejar”, nem tampouco deixar “o processo à solta”, mas o professor, através de sua competência e autoridade, deve propor questões que levem seus alunos a serem despertados para um conhecimento de uma realidade que os cerca e através de um estabelecimento de uma interação, os interpretam e os constroem, levando também em conta o que os próprios sujeitos conhecem deste objeto.

“Esta maneira e proceder exige identificação prévia do grau de compreensão do aluno em relação ao objeto do conhecimento; no caso, os conteúdos específicos”.(NARDI, 1989,16)

Esta epistemologia permite identificar no sujeito a possibilidade de fazer leituras da realidade, segundo esquemas de assimilação que o sujeito possui, ou seja, de que o

conhecimento não é tão somente uma leitura da realidade e sim uma construção, observando em como se assimila esta própria realidade.

Ao se ter contato com o novo, no caso com conteúdos, há uma certa perturbação, implicando que este sujeito procure a construção de um entendimento, modificando o que encontrou anteriormente, ou seja, de que nestas interações entre indivíduo e meio se processa um mecanismo de recriação do real:

“O novo se constrói sempre a partir do já adquirido e o transcende”.(AGUIAR, 2001)

Isso posto, possibilita-se não somente rever os procedimentos metodológicos em sala de aula, mas também a estruturação de um currículo que leve em conta as fases de desenvolvimento da aprendizagem, quando o professor deve contar com elementos que estimulem seus alunos, que permitam enxergar uma reciprocidade entre ambas as partes na busca pelo entendimento e pelo respeito mútuo.

Também podemos afirmar que, a partir destas relações, há um emergir de novos desafios, como, por exemplo, integrar os conteúdos científicos à realidade de vida dos alunos, a possibilidade de trabalhar conteúdos que tornem o indivíduo mais crítico, enxergando a Ciência não mais como dona de verdades absolutas e que ainda desperte a cidadania, permitindo enxergar os fatores que estão implícitos no conhecimento, além dos fundamentos próprios, como também as questões ideológicas.

“Uma orientação radicalmente construtivista é uma proposta que contempla uma participação ativa dos alunos na construção dos conhecimentos e não uma simples reconstrução

peçoal dos conhecimentos proporcionados e elaborados, pelo professor ou um texto”.(GIL PÉREZ,1999).

Neste sentido, o professor se comporta também como um grande estimulador, pois pode não somente despertar em seus alunos a capacidade de reconstrução de conhecimentos, mas torná-los pesquisadores. A partir do momento em que se sentem aptos em interagir com o meio reconstruindo novos conhecimentos, caberá ao professor proporcionar-lhes próprios que tentem ir além do que foi proposto, ou seja, de que podem extrapolar limites, ou melhor, dizendo que procurem novas possibilidades de conhecimento também de acordo com seus interesses. É o que se denomina de “*Ensino por pesquisa*” (Gil Pérez, 1999, p.507).

Então, verificamos uma grande participação ativa do aluno em sua própria aprendizagem, reconstruindo conhecimentos anteriores, no que se refere tanto a conteúdos, quanto em relação ao meio que outrora lhe proporcionou possibilidades menos abrangentes.

4.7 As posturas pedagógicas do professor presentes no processo de ensino-aprendizagem em sala de aula

Ao analisarmos a relação professor-aluno na sala de aula no que se refere ao processo de aprendizagem, observamos a presença das posturas pedagógicas descritas anteriormente.

Abordaremos aqui três eixos centrais, primeiramente apresentando duas posturas pedagógicas muito presentes, a saber, a experiência e algumas derivações da mesma e o apriorismo; para finalmente apontarmos uma alternativa, através de uma leitura que permita compreender melhor o processo de ensino-aprendizagem: o construtivismo.

4.7.1 A Experiência

A experiência aparece de maneira muito presente de diversos modos e maneiras. Podemos como exemplo inicial apontar o reforço da “imagem” do professor, reconhecido de uma maneira equivocada como máxima autoridade, como um sujeito que domina conteúdos e que, portanto para aprender, basta tão somente assimilar, decorar, realizar atividades por ele determinadas, de uma maneira passiva e ainda tê-lo como modelo a ser seguido, pois para se obter sucesso é necessário ser intelectual.

Esta visão, caracterizada de maneira ingênua ou não, implicará em questões muito sérias, pois proporciona diretamente de maneira ideológica uma aprendizagem passiva, não contando com a construção de conhecimentos tanto por parte do professor e muito menos pelos alunos, havendo tão somente memorização, reforçando assim uma didática tradicional, relembrando as pedagogias tradicionais, entre as quais podemos exemplificar através da Escola Pitagórica: “*Magister dixit!*” (“*O Mestre disse, está dito!*”).

Neste tipo de pedagogia os alunos tão somente observam os dados apresentados, posteriormente os escrevem e após os descrevem, sendo então levados a acreditar que estão aprendendo, “*tendendo a criar uma impressão durável no espírito*”.(AEBLI, 1978,8)

Os alunos a partir dessa concepção somente recorrem a dados sensoriais de percepção e observação.

São vistos pelo professor como se fossem “tábulas rasas”, aos quais progressivamente vai imprimindo as impressões fornecidas pelos sentidos.

Esta pedagogia tradicional não apresenta os alunos como sujeitos no processo da aprendizagem, havendo tão somente uma primazia do meio externo, da experiência.

“A corrente empirista explica o funcionamento da inteligência por uma pressão que o meio exterior – físico ou social – exerce sobre o organismo e que, paulatinamente, é gravada na mente ou no espírito do sujeito, independente de sua atividade”.(BECKER, 1997,16)

Não se trata aqui de desprezar a experiência nem de tampouco fundar críticas a quem toma tal postura como prática pedagógica, mas em estabelecer uma discussão em como a experiência exerce influência sobre o sujeito e como este registra e constrói os dados por ela fornecidos.

Não há como negar que a experiência possui papel importante nas fases de desenvolvimento cognitivo do sujeito; pois, como começamos a entender como o mundo funciona, senão primeiramente através de coisas visíveis e tangíveis?

Porém, através do desenvolvimento biológico e intelectual do indivíduo, fica claro que há um certo descolamento desse mundo empírico, passando a um favorecimento da organização de dados construídos quando da ocorrência da experiência.

Reforçamos a tese de que o sujeito, ao adentrar o mundo da escola, especificamente, no processo da aprendizagem, não deve receber um tratamento de passividade, em tão somente assimilar conteúdos; mas, ao contrário, ser capaz de agir e transformar.

Nota-se também no processo de ensino-aprendizagem, que a experiência pode se apresentar de outras formas, como por exemplo, estar vinculada à prática cotidiana, ao fazer, o executar de acordo com o que se vive no dia-a-dia, havendo uma dicotomia entre o diário e a parte teórica, muitas vezes sendo justificada esta prática, com discursos do tipo: “Se ficar preso ao conteúdo, os alunos não entendem nada. Melhor então, é lecionar de acordo com os seus assuntos de interesse”.

Não há aqui o questionamento de conteúdos, suas contribuições, nem tampouco o construir por parte dos alunos.

Outra forma a ser retratada é a do conhecimento alinhavado como algo referente às experiências de vida, um mero senso-comum, vivido em um plano sensorial, sem reflexão sistemática, onde impera uma certa passividade e conformismo, do tipo: “Sempre foi assim, para que mudar algo?”

Também está presente, nesta pedagogia, o modo empirista no processo de ensino-aprendizagem, revelando-se de maneira a permitir que, aprendendo algo externo ao sujeito, se conhecerá as coisas de uma maneira mais clara, sem eloquências teóricas, nem tampouco filosofias. Nada mais é do que perceber a realidade e descrevê-la como esta funciona, sempre apostando em um acumular de conhecimentos adquiridos, cabendo ao professor a incumbência de transmitir esses conhecimentos acumulados e aos alunos o papel de receber.

4.7.2 O Apriorismo

Esta visão radicaliza em relativizar a experiência, absolutizando o sujeito, ou seja, de que este sujeito possui formas (“Gestalten”) de conhecer as coisas, sem necessitar da presença do meio, como se este não possuísse qualquer influência sobre este processo.

Em um processo de ensino-aprendizagem, leva-se em conta reivindicar que o sujeito já possui estruturas que o permitem elaborar conhecimento, bastando tão somente que o professor “desperte” essas estruturas, estabelecendo um certo estímulo na busca pelo conhecer.

O aluno é visto como que já nascesse com condições inatas para o conhecer e o construir, no sentido de possuir ou não talentos. É como que se biologicamente já existisse, vamos dizer assim, uma certa condição para o sucesso ou para o fracasso.

Nesta postura poderemos ouvir frases do tipo: *“Possuo mais aptidão para as matérias exatas, do que para as humanas”, ou ainda “para ser desportista tem que ter tendência pro esporte, tem que gostar daquilo.”(BECKER, 1993,92)*

Cabe ao professor a missão de levar o indivíduo a despertar essas potencialidades inatas trazidas por uma bagagem hereditária, visto que não se levará em conta as questões que permeiam uma discussão sobre o processo de ensino-aprendizagem, referentes aos conteúdos, políticas de ensino, condições de trabalho etc., mas sim, em descobrir quais são as aptidões que o aluno possui, para então desenvolvê-las. E se este apresentar problemas de construção de conhecimento, problemas trazidos de seu lar, o professor deverá estabelecer conversas com os

pais, ocasionar um desvio do foco de atenção em identificar quais são os reais problemas enfrentados neste processo.

4.7.3 O Construtivismo

Mas como “escapar”, ou mesmo transgredir, dessas concepções que acabam forjando uma prática conservadora e passiva?

Sabemos que há muitos questionamentos, inclusive por parte dos próprios professores em relação a essas abordagens, porém também se percebe que, mesmo criticando esses modelos, falta aos docentes um paradigma epistemológico que lhes proporcione enxergar a si mesmo e a seus alunos, incluindo questões de fundamentação e apoio pedagógico.

É preciso sair desse senso-comum, até mesmo em enxergar a experiência com outros olhos:

... não é recepção; é antes, ação e construção (estruturação) progressivas. O sujeito passivo do empirismo é substituído pelo sujeito ativo cuja experiência pressupõe uma atividade organizadora ou estruturante, de modo que a experiência é construída e não imprimida tal e qual no espírito do sujeito³⁸”..

Isto sugere um caminho didático para a formação de professores: refletir, primeiramente, sobre a prática pedagógica da qual o docente é sujeito. Apenas, então, apropriar-se de teoria capaz de desmontar a prática conservadora e apontar para construções futuras. Em geral, a formação dos professores segue o caminho (currículo) inverso: apropriar-se da teoria e, em seguida, impô-la à prática através de receituários didáticos, independentemente de sua pertinência a esta mesma prática³⁹.

³⁸ Becker, Fernando. **Da ação à operação. O Caminho da Aprendizagem em J. Piaget e P. Freire.** RJ: DPA Editora. 2ª Ed., 1997, 61.

³⁹ Becker, Fernando. **A Epistemologia do Professor. O Cotidiano da Escola.** RJ: Editora Vozes, 1993, 332.

Essa prática sugere criatividade em se estabelecer um melhor diálogo, não somente entre professores e alunos, mas também entre os próprios professores e disciplinas, ultrapassando visões errôneas de conhecimentos estanques, sem relacionamentos com outras áreas do conhecimento.

Uma visão mais construtivista de processo de ensino-aprendizagem, pressupõe uma prática pedagógica mais interdisciplinar, de multiplicação de conhecimentos, sem perder a especificidade particular. Segundo o próprio Piaget:

...trata-se, em outras palavras, de estarem imbuídos os próprios mestres de um espírito epistemológico bastante amplo a fim de que, sem tanto para negligenciarem o campo de sua especialidade, possa o estudante perceber, de forma continuada, as conexões com o conjunto do sistema das ciências. Ora, tais homens atualmente são raros⁴⁰.

No processo de ensino-aprendizagem é preciso levar em conta que o sujeito possui certas “Gestalten”, que são dadas de maneira biológica de início, mas que se constituem em seu todo à medida que desenvolve ações próprias de construção quando da experiência, ou seja, quando toma contato com o mundo empírico e aí é chamado a organizá-lo, tornando-se assim um sujeito cultural e histórico, pois leva em conta a sua história de desenvolvimento cognitivo e o processo de construção do conhecimento científico.

Em uma construção do conhecimento, baseada nesta visão, o indivíduo é encarado a todo instante como um sujeito ativo, pois é chamado para uma ação, ou seja, num tempo e num

⁴⁰ PIAGET, J. **Para onde vai a Educação**. UNESCO: RJ. 1976,25.

espaço; ação esta não somente para si mesmo, mas para todo o meio que o cerca, quer seja, social, cultural, econômico etc.

Leva-se em conta com isso que tanto a experiência quanto a razão possuem papéis de interação, porque quando o sujeito toma contato com o meio, este lhe apresenta valores, conhecimentos, e é através de sua ação de organizar este mundo, através de esquemas de assimilação e de acomodação, que lhe serão possibilidades de dar significado às coisas.

Com o estabelecimento desta pedagogia, o professor passa a ter chance de oportunizar possibilidades, desenvolvendo nos alunos a capacidade de questionar, de levantar dúvidas. Com isso poderá refletir sobre suas próprias bases teóricas, em como articular conhecimentos de uma maneira lógica, em saber compreender como os seus alunos organizam e entendem o desenvolvido.

Nega-se por um lado, o saber absoluto atribuído ao professor e o autoritarismo daí derivado; a pretensa incapacidade de o professor influir no aluno e a inutilidade dos conhecimentos deste. Por outro lado, nega-se a ignorância absoluta atribuída ao aluno e a subserviência e a inanição que lhe são cobradas; o autoritarismo do aluno e a pretensa insuficiência de seus instrumentos de acesso ao conhecimento⁴¹.

Há assim um verdadeiro resgate da autoridade do professor em ser reconhecido como alguém que possui e domina um conhecimento sistematizado, mas que valoriza uma relação construída a dois pólos, ou seja, o de si mesmo e o de seus alunos, levando em conta as experiências e expectativas de ambas as partes, construindo uma relação de ensino-aprendizagem mútua.

⁴¹ Becker, Fernando. **A Epistemologia do Professor. O Cotidiano da Escola**. Editora Vozes, 1993,11.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os argumentos desenvolvidos nesta dissertação pretenderam expor a importância da experiência na construção da noção espacial, ou seja, de como esta influencia o modo como o sujeito constrói o conhecimento do mundo físico e como podemos contribuir nesta análise para o Ensino de Ciências.

Neste sentido, lançamos mão de alguns filósofos que desenvolvem discussões sobre este tema.

R.Descartes (1596-1650) privilegia a razão como fonte de conhecimento, cabendo a esta garantir o sentido da vida e ainda de conceber o mundo dos objetos relegando à experiência a um papel secundário, onde a noção espacial só é concebida através do entendimento ou razão, visto que é esta que concebe as transformações espaciais dos objetos.

David Hume (1711-1776) coloca a experiência como grande guia da vida humana; pois, se há entendimento das coisas, é através de observações que realizamos do mundo dos objetos e destes percebemos regularidades e fatos. Através deste hábito ou costume é que

podemos falar em idéias sobre as coisas. Portanto, nosso intelecto possui a capacidade de combinar e formar idéias através da experiência.

No caso, só formamos noções espaciais dos objetos quando observamos neles mesmos a sua extensão, ou seja, de que nossos sentidos possuem papel de extrema importância neste contexto, no sentido de que a idéia de espaço implica estar diretamente diante do objeto e isto só se dá por conta da experiência.

Em Kant (1724-1804), a forma com que elaboramos o conhecimento do mundo dos objetos dar-se-á através primeiramente de uma recepção sensível na medida em que somos afetados pelos mesmos (a experiência), através de formas puras que são o espaço e o tempo, formas estas que estão presentes no sujeito e não nos objetos, visto que são os objetos que gravitam em torno do sujeito e não o contrário.

O espaço é uma condição “*a priori*”, como diz Kant, de possibilidade de conhecer os objetos de maneira fenomênica, pois sem esta não há representação do objeto. *A priori* no sentido de ser uma forma presente no sujeito e não nos objetos e que por ocasião da experiência se manifesta.

Observamos com isso que a discussão filosófica abordada por estes filósofos reduzem o conhecimento a uma mera descrição de conceitos.

Para tanto, lançamos mão de uma nova epistemologia, “*A Epistemologia Genética de Jean Piaget*”, que procura desenvolver um novo caminho de como o sujeito constrói o conhecimento sobre o mundo dos objetos, qual o papel da experiência neste contexto e de como o mesmo organiza o mundo de maneira espacial.

Segundo Piaget, o conhecimento não pode ser visto como que encarcerado em estados, como os sistemas filosóficos abordaram até agora, mas entendido como um processo, pois o sujeito possui uma história de desenvolvimento biológico e cognitivo.

Essa discussão permite estabelecer uma crítica a todos os sistemas filosóficos que ficam presos a discussões metafísicas, sem saber o processo que o sujeito elabora para a construção do conhecimento.

A Epistemologia Genética pode contribuir com o Ensino de Ciências, na medida em que enxergamos, através deste referencial, que as teorias científicas possuem uma construção progressiva, no sentido de sempre construir teorias mais abrangentes, edificando também uma nova relação de ensino-aprendizagem, novas metodologias que encarem o ensino como processo ativo e passivo e que respeite o desenvolvimento dos alunos.

Através da Epistemologia de Piaget percebemos que a construção do conhecimento do mundo físico é de uma atividade inicialmente ligada ao objeto ao qual se acomoda, mas assimilando-a ao seu próprio funcionamento, até transformá-la em uma organização geométrica das coisas.

Depois da atividade sensório-motora, aparece a ação evocada em pensamento, mas após ela ter sido executada materialmente, o pensamento forma-se, então, da reprodução do ato efetivo na sua materialidade e irreversibilidade (4 a 5 anos).

Com o estágio II (4-5 a 7-8 anos), a coordenação crescente das ações exteriores traduz-se por uma coordenação interna de seus esquemas, mas procede ainda por tateios, atingindo tão somente noções fragmentadas, porém já apresentando uma articulação progressiva das intuições.

As operações concretas (7-8 anos a 11-12 anos) resultam dessa articulação quando as ações interiorizadas sob a forma de esquemas são bastante coordenadas para que sua composição e, em conseqüência, cada uma delas possa ser desenrolada nos dois sentidos. É essa composição reversível que caracteriza a primeira forma de equilíbrio das ações interiorizadas e que constitui os primeiros sistemas propriamente operatórios.

Após, com o desenvolvimento dessas coordenadas operatórias, vários sistemas podem ser pensados simultaneamente, o que caracteriza as operações formais e torna possível sua tradução sob a forma de proposições hipotético-dedutivas (em torno de 11-12 anos). Aqui acaba a intuição e começa um tipo de pensamento que, mesmo constituindo um acabamento dessa interiorização contínua dessas ações, prepara a axiomatização do espaço, graças às suas formalizações discursivas crescentes.

Portanto, o conhecimento físico busca a assimilação do real a esquemas operatórios, o que significa a construção de explicações dedutivas. Este tipo de conhecimento é essencialmente ligado ao real e sua construção envolve esquemas especializados de assimilação, isto é, para o conhecimento físico devemos levar em conta as propriedades dos objetos e não poderíamos construir raciocínios a priori sobre eles⁴², quando da sua construção.

O conhecimento físico não é um produto da experiência externa ou interna, senão por uma união necessária entre as estruturas lógico-matemáticas (que nascem das coordenações gerais das ações) e os dados experimentais assimilados àquelas.

Os conhecimentos físicos iniciais nascem de ações relativamente isoladas, que ligam diretamente o objeto ao sujeito e apreendendo o objeto somente sob seu aspecto mais exterior e mais fenomenista, enquanto as relações que ligam ao sujeito permanecem egocêntricas, isto é, relativas à atividade momentânea do sujeito. O Progresso do conhecimento físico, pelo contrário, é resultado da atividade de coordenar as ações entre si, tornando-as relativas ao sistema de conjunto, nas quais cada ação se constitui em uma transformação entre outras.

⁴² Esta idéia aparece no pensamento de Hume, que o conhecimento das questões físicas necessitam da experiência, no entanto, para Piaget o conhecimento físico depende de uma composição operatória (física e lógico-matemática) que leva em conta as propriedades dos objetos.

Essa coordenação consiste numa descentração das ações iniciais, na medida em que as ações se coordenam, o sujeito se afasta do seu ponto de vista egocêntrico, pois cada uma das suas ações é inserida num sistema coerente e reversível que o engloba.

Ao analisar como o sujeito constrói o conhecimento sobre o mundo físico e como organiza o mundo dos objetos de maneira espacial, somos levados a refletir sobre as posturas pedagógicas existentes em sala de aula, especificamente nas concepções filosóficas dos professores em encarar o processo de ensino-aprendizagem.

De maneira geral, pudemos descrever nesta dissertação três posturas, a saber: baseadas na Experiência, no Apriorismo e no Construtivismo.

A postura pedagógica baseada na Experiência reforça de maneira exagerada a autoridade do professor, quando os alunos são forçados a tê-lo como referência, e que para “aprender” basta tão somente assimilar, decorar tudo aquilo que foi transmitido pelo mesmo.

Os alunos seguem a visão de ter o professor como um “guia” devidamente capacitado para tal tarefa e somente recorrem aos dados sensoriais de perceber e observar.

São enxergados como “tábulas rasas”; pois, à medida que vão assimilando conteúdos emitidos pelo professor, vão se desenvolvendo, destacando assim uma certa passividade, onde não são chamados a construir e sim a reproduzir o que foi transmitido pela experiência.

Na visão Apriorística, há um total desprezo pelo mundo da experiência e uma conseqüente radicalização em reconhecer tão somente, no sujeito, formas (“Gestalten”) de conhecer as coisas, bastando ao professor estimular o aluno na busca pelo conhecimento, despertando talentos que estão até então adormecidos e que são inatos a cada um em particular.

Na visão Construtivista que acreditamos ser a mais adequada em uma relação do processo de ensino-aprendizagem e especificamente no Ensino de Ciências, há um deslocamento de análise e de prática em sala de aula.

Obtém-se a possibilidade de sair do senso-comum, em verificar se o meio é quem determina aquilo que o aluno vai “aprender” o que é correto ou ainda, de que ele já possui uma carga inata genética e hereditária de desenvolver conceitos e conteúdos.

Através do Construtivismo leva-se em conta que o sujeito possui formas (“Gestalten”) que são dadas de maneira biológica, mas que vão se constituindo à medida que o indivíduo vai construindo as suas ações, vai se relacionando com o mundo da experiência e vai organizando-o, pois leva em conta a sua história e a história de desenvolvimento do conhecimento científico.

Não há aqui mais passividade por parte do sujeito, o que num processo de ensino-aprendizagem caberá ao professor proporcionar meios para que o sujeito se desenvolva, que questione, que organize o mundo.

Não cabe mais aqui o autoritarismo, e sim estabelecer uma parceria entre aluno e professor, visto que o professor é naturalmente reconhecido como alguém que domina conteúdos, mas que estabelece uma nova relação entre dois lados: o próprio e o de seus alunos, pois leva em conta não só as suas expectativas, mas as de seus alunos e de suas experiências de vida.

Neste sentido, há o estabelecimento de uma nova relação de ensino-aprendizagem na Educação e no Ensino de Ciências, possibilitando um revêr de metodologias e de conteúdos.

Algumas críticas ao paradigma construtivista têm surgido nos últimos anos em sua aplicabilidade ao Ensino de Ciências. Citaremos duas:

Michael R. Matthews (2000) faz uma referência ao Construtivismo em destacar a importância de seu papel no tocante a como tem influenciado o Ensino de Ciências em relação à

teoria da aprendizagem, na educação escolar e no entendimento científico no mundo contemporâneo, oferecendo um sair das pedagogias tradicionais, possibilitando novas ações. Segundo palavras do próprio Matthews: “*O Construtivismo não é tão somente um discurso sobre a Ciência, mas é a própria Ciência*”.(MATTHEWS, 2000)

O Construtivismo seria, portanto, um ótimo referencial ao discutir o verdadeiro papel do conhecimento científico e principalmente em entender como o sujeito, através de suas formas psicológicas, constrói esse conhecer.

Porém, ao se limitar ao “entendimento”, segundo Matthews, a possibilidade de praticá-lo fica comprometida.

Questiona também que, se as normas culturais e os conceitos não são transmitidos, como há então cognição individual? E como analisar as questões ideológicas e de discussão sobre políticas de ensino se o mesmo não abre espaço para isso?

Matthews ainda pergunta: será que o Construtivismo, vamos assim dizer, não transformou “*novas palavras, sobre velhas realidades*”?

Construtivismo

- * *construção de entendimento*
- * *esquema*
- * *engajamento do estudante*
- * *discurso comunicativo*
- * *discurso*

Ortodoxia

- * *aprendizagem*
- * *teoria*
- * *atenção expressiva*
- * *grupo*
- * *escrita (Matthews,2000)*

Aguiar Jr.(2001) revela também algumas críticas imputadas ao Construtivismo, abordando que:

do ponto de vista psicológico o valor resulta de demandas do sujeito que não são apenas de ordem racional, mas também prática (ter um resultado às mãos), metafísica, afetiva, motivacional, etc. Assim, o critério de valor dado ao conhecimento científico não é um critério absoluto mas relativo. Podemos dizer que, do ponto de vista psicológico, o conhecimento científico é melhor para o empreendimento a que se presta, ou seja, permitir um enquadre racional da realidade”⁴³.

Entretanto, o Construtivismo é indispensável do ponto de vista em tratar o sujeito como ativo, e isso não é só unanimidade entre professores, mas também entre pesquisadores, possibilitando uma leitura melhor da realidade, não de maneira direta, mas de acordo com esquemas que o sujeito possui, possibilitando uma interação do sujeito com aquilo que está conhecendo.

No sentido piagetiano, a interação consistirá sempre num grau de novidade e, portanto, de perturbação para o sujeito, o que determina uma busca. Conhecer implica atuar e atuar supõe um processo de modificação e mudança produzida pelo duplo jogo da assimilação e da acomodação”⁴⁴

Essa busca pelo equilíbrio entre sujeito e experiência possibilita uma compreensão daquilo que o sujeito é com aquilo que a realidade é, ou seja, de que há uma reestruturação do conhecimento de maneira a transcendê-lo.

Segundo Aguiar Jr. (2001), isto se constitui de caráter fundamental para o Ensino de Ciências, pois “*dessa maneira, o currículo de ciências poderia ser organizado de maneira compatível com os processos de aprendizagem que se pretende promover*”.

Neste sentido, o Construtivismo colabora de maneira muito intensa no Ensino de Ciências, à medida que possibilita desafios novos, como explicita Aguiar Jr., em:

⁴³ AGUIAR, Jr. **O papel do Construtivismo na pesquisa em Ensino de Ciências**. UFMG, 2001.

⁴⁴ Idem.

articulações entre os planos social e individual da cognição; aprofundamento das relações entre racionalismo, realismo e relativismo; estudo das mudanças cognitivas em sala de aula abrangendo aspectos conceituais e epistemológicos; relações entre a ação bem sucedida e a compreensão dos fatores em jogo; significado e abrangência dos processos de tomada de consciência; orientações relativas à construção curricular, especialmente quanto aos níveis de complexidade dos conceitos ao longo do processo de escolarização”⁴⁵.

⁴⁵ Ibidem.

REFERÊNCIAS :

- AEBLI, Hans . **Didática Psicológica** . 3ª ed. São Paulo, Editora Nacional, 1978.
- AGUIAR JR., Orlando. **O papel do Construtivismo na pesquisa em Ensino de Ciências**. In: Investigações em Ensino de Ciências. UFMG. 2001.
- BACHELARD, G. **Epistemologia**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1983.
- _____. **O Novo Espírito Científico**. São Paulo: Abril Cultural, 1994.
- BASTOS, F. **Ensino de Ciências : Prática Pedagógica e seus pressupostos** . **Caderno de textos**. Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Área de Concentração: Ensino de Ciências. Unesp. Bauru, 2000.
- BATISTA, I. L. **Dissertação de Mestrado – A concepção física de espaço e o ensino de mecânica**. USP – IF. São Paulo. 1993.
- BECKER. F. **A Epistemologia do professor. O Cotidiano da Escola**. Rio de Janeiro. Vozes. 1993.
- BECKER. F. **Da ação à operação . O caminho da aprendizagem em J. Piaget e P. Freire**. Rio de Janeiro. DPA. 1997.
- BECKER. F. **Modelos Pedagógicos e Modelos Epistemológicos**. In: **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre. Artmed. p. 15-32. 2001.
- BRÉHIER, É. **História da Filosofia**. São Paulo: Mestre Jou, 1977.
- CARNEIRO, M. C. **O Conceito de Espaço em Kant** . Capítulo II. Dissertação (Mestrado). p.18-24. Marília, 1998,

CARNEIRO, M. C. **A Noção de Tempo na Epistemologia Genética de Piaget.**

Capítulo III. Tese (Doutorado). P. 120-133. Marília, 2002.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?**, Trad. Raul Fiker. São Paulo:

Brasiliense, 1993.

CHAUÍ, M. **Convite à Filosofia.** São Paulo: Ática, 1997, p.231-235.

COLEÇÃO OS PENSADORES. São Paulo: Abril Cultural/Nova Cultural, 1978.

(KANT).

CORBISIER, R. **Enciclopédia Filosófica.** São Paulo: Editora Civilização

Brasileira, 1976, p.58-60.

DESCARTES, René. **Meditações Metafísicas.** São Paulo: Abril Cultural/Nova

Cultural. Coleção Os Pensadores, 1987.

DUHEM, P. **Medieval Cosmology. Theories onf Infinity, Place, Time, Void,**

and the Plurality of Worlds. Chicago, 1985.

GRANGER, G.G. **A ciência e as ciências.** Trad. Roberto Leal Ferreira. São Paulo:

Ed. UNESP, 1994.

HEIDEGGER, M. **Sendas Perdidas.** Buenos Aires: Losada, 1960.

HEINSENBERG, W. **Física e Filosofia.** 2ª Ed. Editora Universidade de Brasília.

s/d.

HUME, David. **Da origem das Idéias, Seção I, parágrafo 13. Tratado da**

Natureza Humana. São Paulo: Ed. UNESP, 2000.

- HUME, David. **Da filosofia cética ou acadêmica. Seção XII, 198.** s/d.
- JAMMER, M. **Concepts of Space. The History of theories of Space in Physics.** New York. 1993.
- KANT, I. **Coleção Os Pensadores.** Editora Abril Cultural. São Paulo, 1974.
- KANT, I. **Dissertação de 1770.** Editora Nacional – Casa da Moeda. Lisboa, 1982.
- KANT, I. **Prolegômenos a toda Metafísica Futura .** Editora Edições 70. Lisboa, 1982.
- KANT, I. **Crítica da Razão Pura – Estética Transcendental .** Coleção Os Pensadores. Editora Nova Cultural. São Paulo, 1987 .
- KESSELRING, T. **Jean Piaget.** Petrópolis: Vozes, 1993.
- KNELLER, G.F. **A ciência como atividade humana.** Rio de Janeiro. Zahar: São Paulo: EDUSP, 1980.
- KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas.** São Paulo: Perspectiva. 1975.
- LAKATOS, I. Musgrave, A. **A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento.** São Paulo: Cultrix/Edusp. 1979.
- MACEDO (trad.). **Dicionário Terminológico de Jean Piaget.** São Paulo. Pioneira Editora, s/d.
- MÁTTAR, J. **Filosofia e Administração.** Editora Makron Books. São Paulo, 1997, p. 139-143.

MATTHEWS, M. R. **Construtivismo e Ensino de Ciências: uma Avaliação.** In: Ciência e Educação. Volume 13, dez.2000.

MONTOYA, A. D. **De que modo o meio social influi no desenvolvimento cognitivo da criança marginalizada? Busca de uma explicação através da concepção epistemológica de Jean Piaget.** São Paulo, Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 1983.

MONTOYA, A. D. **Da Possibilidade de Intervenção visando à Reconstrução da Capacidade Representativa de Crianças Marginalizadas: Um Estudo de Epistemologia Genética.** São Paulo, Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, 1988.

NARDI, R. **Um estudo psicogenético das idéias que evoluem para a noção de campo. Subsídios para a construção do Ensino desse conceito.** Tese de Doutorado. São Paulo. USP. Faculdade de Educação. 1989.

NARDI, R. **Campo de Força: subsídios históricos e psicogenéticos para a construção do ensino desse conceito.** Textos – Pesquisa para o Ensino de Ciências. São Paulo . USP. 1991.

NARDI, R. **Textos selecionados sobre Educação em Ciências.** Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Unesp. Bauru. 2002.

PASCAL, G. **A Filosofia de Kant.** Petrópolis: Editora Vozes. 2002 ;

PÉREZ GIL et alli. **Puede hablarse de consenso constructivista em la educación científica?** Enseñanza de las Ciencias, 1985, v. 17, 303-312.

PIAGET, J. **Las explicaciones Causales.** Breve Biblioteca de Respuesta. Barcelona: Barral Editores, 1973.

PIAGET, J. **Biología e Conhecimento.** Petrópolis: Ed. Vozes, 1973.

PIAGET, J. **Introduction a l'Épistémologie Génétique: La Pensée Physique,** Paris: PUF, 1974, p. 18.

PIAGET, J. **Introduccion a la Epistemologia Genetica. 1 – El pensamiento matemático.** Buenos Aires: Paidos, 1975.

PIAGET, J. **Introduccion a la Epistemologia Genetica. 1 – El pensamiento físico.** Buenos Aires: Paidos, 1975.

PIAGET, J. **A Construção do Real na Criança.** Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PIAGET, J., INHELDER, B. **O Desenvolvimento das Quantidades Físicas na Criança: Conservação e Atomismo.** Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

PIAGET, J. **Para onde vai a Educação?** Unesco. 1976.

PIAGET, J. **A Formação do Símbolo na Criança.** Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

PIAGET, J. & GARCIA, R. **Psicogênese e História da Ciência.** Cidade Nova, 1978.

PIAGET, J. **Psicologia e Epistemologia.** Rio de Janeiro: Forense, 1978.

PIAGET, J. **A Epistemologia Genética.** São Paulo: Abril Cultural.1978.

PIAGET. J. (org.) **Lógica e Conhecimento Científico**. Porto: Livraria Civilização, 1981. 2v.

PIAGET. J. **Sabedoria e Ilusões da Filosofia**. São Paulo: Nova Cultural, 1983, (Os Pensadores).

PIAGET. J. **Seis Estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Forense, 1984.

PIAGET. J. **O Nascimento da Inteligência na Criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1987.

PIAGET, J., INHELDER, B. **A Representação do Espaço na Criança**. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 1993.

PIAGET, J., INHELDER, B. **A Psicologia da Criança**. Rio de Janeiro: Bertrand, 1994.

PIAGET, J. et alli. **Abstração Reflexionante**. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 1995.

PIETTRE, Bernard. **Filosofia e Ciência do Tempo**. Bauru: Edusc, 1ª ed. 1994.

POINCARÉ, H. **O Valor da Ciência**. Editora Garnier. Rio de Janeiro. s/d.

POPPER, K.S. **A lógica da pesquisa científica**. 2ª ed. São Paulo: Cultrix, 1975.

PRIGOGINE, I. **O Fim das Certezas**. São Paulo: Unesp, 1996.

REALE, G. **História da Filosofia**. São Paulo: Paulus. 199

RICCI, BRUNET, GEHRING, CÉLIA (trads.). **Isaac Newton : Principia – Principios Matemáticos de Filosofia Natural** . Volume 1. São Paulo. 1ª ed. 1990.

TAILLE, OLIVEIRA e DANTAS. **Piaget, Vigostsky, Wallon.** 14^a ed. São Paulo: Summus Editorial, 1992.

WHITTAKER, E.T. **Um estudo de concepções de mundo externo.** Cadernos de História e Filosofia da Ciência. Campinas, 1984.

ZAMBONI, E. et MIGUEL, A. (orgs.). **Representações do Espaço.** Campinas: Editora Autores Associados, 1996 .