

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E ARTES
PROGRAMA DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO BRASILEIRA**

**ALGUMAS IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS DA
EPISTEMOLOGIA DE PIAGET**

ELISE BARBOSA MENDES

159.922.72 M538a /TES/FU
DIRBI/UFU 05718/95



1000022382

**UBERLÂNDIA
- 1995 -**

MON
159.922
ME38.2
TES/ME/M

ALGUMAS IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS DA EPISTEMOLOGIA DE PIAGET

ELISE BARBOSA MENDES

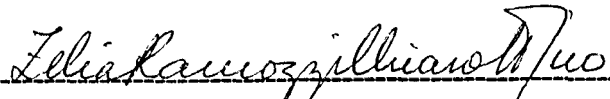
Dissertação apresentada no Programa de Mestrado em Educação Brasileira da Universidade Federal de Uberlândia à Comissão Julgadora de Dissertação de Mestrado, sob a orientação do Prof. Dr. João Bosco da Mota Alves.

UBERLÂNDIA
- 1995 -

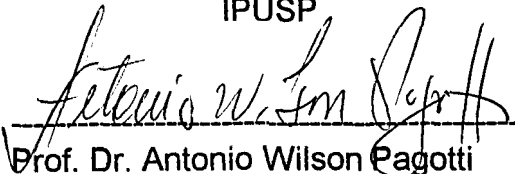
Comissão Julgadora:



Prof. Dr. João Bosco da Mota Alves
Orientador - DEENE-UFU



Profª Dra. Zélia Ramozzi-Chiarottino
IPUSP



Prof. Dr. Antonio Wilson Pagotti
DEPSI-UFU

À MINHA FILHA MILEVA

E AOS MEUS PAIS ERIKA E NIVALDO.

AGRADECIMENTOS

- Ao Professor Bosco, pelo inestimável auxílio teórico e à amizade demonstrada nos momentos difíceis.
- Ao meus pais Nivaldo e Erika por todo apoio emotivo e intelectual.
- Ao meu irmão Nathan, jovem pesquisador, pelo carinho e incentivo; bem como à minha irmã Esther, por auxiliar-me no cuidado de minha filha Mileva.
- Ao Eduardo com carinho especial.
- À professora Zélia pela valiosa orientação bibliográfica e ao prof. Valente pelas minuciosas explicações sobre Logo.
- Aos professores Antonio e Leandro, da banca de qualificação, pela paciente leitura do trabalho.
- Ao Grupo do PROEM, pela recepção calorosa e as inúmeras explicações sobre o desenvolvimento do seu trabalho educacional.
- Aos meus amigos Carlos, Curumim, Edson e Ricardo que facilitaram esta pesquisa pelos seus sólidos conhecimentos de informática.
- Aos secretários Eliciane e Vilmar pela cordialidade e fortalecimento na difícil fase de encaminhamento do trabalho.
- Ao colegiado do Mestrado em Educação que possibilitou a orientação do professor Bosco.
- Aos professores Regina e Luis Ernesto que possibilitaram a introdução ao problema.
- À professora Isabel, da área de ensino-aprendizagem, que me induziu a esta paixão.
- Aos amigos que contribuíram indiretamente.

ÍNDICE

RESUMO	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO	3
1. HISTÓRICO	6
2. INTELIGÊNCIA E CONHECIMENTO	28
2.1. NATUREZA ADAPTATIVA DA INTELIGÊNCIA	28
2.2. ESTRUTURAS BIOLÓGICAS E ESTRUTURAS COGNITIVAS	34
Biologia Vitalista	36
Biologia Reducionista	36
Biologia Positiva	36
2.3. A NECESSIDADE DO A PRIORI	39
2.4. ADAPTAÇÃO	41
Continuidade Funcional	44
Estruturas	44
Auto-regulação e Equilíbrio	44
2.5. ORGANIZAÇÃO	44
2.6. ANALOGIA ENTRE CONHECIMENTO E VIDA	45
Primeira Analogia	45
Segunda Analogia	46
Terceira Analogia	46
2.7. DIFERENÇAS ENTRE AS FORMAS PRÓPRIAS DAS FUNÇÕES COGNITIVAS E AS DA VIDA ORGÂNICA - DIFERENÇAS QUE CARACTERIZAM O CONHECIMENTO	47
Grau de Aproximação e Dissociação das Formas e dos Conteúdos	47
Organização e Sistema Aberto	47
Encaixamento	48
2.8. ESTRUTURA DE ORDEM	51

2.9. ESTRUTURAS MULTIPLICATIVAS, CLASSES ESTRUTURADAS E ENDOFORMISMO	51
2.10. ORGANIZAÇÃO COGNITIVA	52
2.11. MAIS ADAPTAÇÃO	52
2.12. ADAPTAÇÕES ORGÂNICAS	53
2.13. ADAPTAÇÕES MENTAIS	53
2.14. OS ESQUEMAS DE PIAGET VISTOS DE UMA PERSPECTIVA NEUROFISIOLÓGICA	55
3. PIAGET COMO EPISTEMÓLOGO OU EPISTEMOLOGIA GENÉTICA COMO FUNDAMENTO À EDUCAÇÃO	58
3.1. PSICOLOGIA DO PENSAMENTO	58
3.1.1. OPERAÇÕES	62
3.1.2. GRUPAMENTOS	64
3.1.3. ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE	65
3.1.3.1. GRAUS E NATUREZA DOS REFLEXIONAMENTOS	68
Reflexionamento Elementar	68
Segundo Nível	69
Terceiro Nível	69
3.1.3.2. NATUREZA DO REFLEXIONAMENTO	69
3.2. EPISTEMOLOGIA GENÉTICA: FUNDAMENTO À EDUCAÇÃO	72
3.2.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE OBJETIVOS EDUCACIONAIS	80
3.2.2. FATORES QUE INFLUENCIAM A PASSAGEM DA HETERONOMIA À AUTONOMIA	84
3.2.3. CONFRONTO ENTRE AS DUAS GRANDES IDEOLOGIAS EDUCACIONAIS NO OCIDENTE	88
3.2.3.1. TEORIA DA TRANSMISSÃO CULTURAL	89
3.2.3.2. PROGRESSIVISTA	92

4. IMPACTO DAS TEORIAS DE PIAGET NA EDUCAÇÃO	97
4.1. INTRODUÇÃO	97
4.2. DIENES	102
4.2.1. EXEMPLIFICANDO AS ETAPAS DE DIENES	106
4.3. KAMII	109
4.4. PAPERT	113
4.4.1. LOGO	115
4.4.2. ERA DE COMPUTADORES DE 5ª GERAÇÃO	117
4.4.3. EPISTEMOLOGIA DE PIAGET E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	119
4.4.4. COMPUTADORES E EDUCAÇÃO	122
4.4.5. POSIÇÕES EDUCACIONAIS SOBRE O USO DOS COMPUTADORES NA EDUCAÇÃO	127
4.4.5.1. POSIÇÃO CÉTICA	127
4.4.5.2. VISÃO OTIMISTA	128
4.4.6. MEDO DE APRENDER	129
4.4.7. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, EDUCAÇÃO E REALISMO ECONÔMICO	133
4.4.8. O MEIO É A MENSAGEM	135
4.4.9. CRÍTICAS COMPUTACIONAIS ATUAIS	136
4.4.10. CRÍTICAS COMPUTACIONAIS A LONGO PRAZO	139
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	141
6. BIBLIOGRAFIA CITADA	142
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	146

RESUMO

Esta pesquisa é um estudo da epistemologia de Piaget e o exame de alguns sistemas baseados nela. Examina-se a vida do pesquisador e a origem de suas idéias científicas.

A autora analisa o ponto de vista de Piaget de que há uma relação entre a vida orgânica e a mental, bem como o paralelismo entre as estruturas matemáticas de Bourbaki e os modelos cognitivos piagetianos. Dedicamos o estudo ao entendimento da epistemologia interacionista à necessidade de compreendermos a estrutura do sujeito cognoscente e as estruturas do objeto cognoscível.

Buscamos, também, justificar o uso da epistemologia genética na Pedagogia, desejando demonstrar que uma prática pedagógica baseada nestes princípios tem mais possibilidade de atingir os objetivos de desenvolvimento intelectual e moral.

Finalmente, analisamos algumas experiências educacionais que encontram justificativas nas teses de Piaget, como é o caso dos trabalhos de Papert e de Kamii, bem como métodos educacionais que não estavam ligados diretamente com a obra de Piaget e, no entanto, ele considerava que continham idéias similares às suas.

ABSTRACT

This work is about Piaget's epistemology and also about educational systems based on it. The author presents a short account of Piaget's life and of the origin of his scientific ideas. On analyses his view that there is a relationship between organic and mental life. On also points out the analogy between the structuralism of the mathematician N Boubarki and Piaget's cognitive models. The reader will see that this analogy was noticed by Piaget himself. Besides, this monography tries to clarify the interactive aspects os Epistemology and shows the necessity of understanding both the structure of the subject and of the object of Knowledge.

The author makes her best to justify the use of Genetic Epistemology in the pedagogical practice and theory. In doing so, she aims at demonstrating that a pedagogical practice based on the systemic structuralism of Piaget is likely to reach the goals of moral and intelectual development.

Last but not least, the reader, who perseveres til the end of this work, will find a sketchy evaluation of a few educational experiences whose foundations lays on one or another of Piaget's hypothesis. The works of Papert and Kamii are among the above mentioned experiences together with educational methods which, although not directly related to Piaget's propositions, the Swiss psychologist considered akin to his own ideas.

INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho é estudar a epistemologia de Piaget e examinar alguns sistemas educacionais baseados nela. Além disso, procuraremos discutir as conseqüências da ampla aceitação de tais sistemas em todo o mundo. Para isto, analisaremos não só as principais idéias do próprio Piaget mas também as propostas didáticas de seus seguidores e de outros pesquisadores que ele considerava como tendo idéias similares às suas. Finalmente, faremos uma resenha de avaliações dessas propostas, realizadas não só por seus autores como também por revisores independentes. Este estudo indireto das conseqüências educacionais da obra de Piaget tornou-se necessário porque ele nunca se preocupou em propor uma linha educacional baseada em suas pesquisas.

Começaremos este estudo examinando a vida do pesquisador Piaget assim como a gênese de suas idéias a respeito do conhecimento e da psicologia do desenvolvimento. No capítulo 1, será discutida a carreira científica de Piaget e os eventos e influências que deram origem ao seu método científico, às suas descobertas no campo da psicologia e à sua teoria epistemológica estruturalista. As informações utilizadas na composição deste primeiro capítulo foram extraídas de textos escritos pelo próprio Piaget e, em especial, dos livros “Sabedoria e Ilusões da Filosofia”¹ e “Lógica e Conhecimento Científico”².

Depois do estudo da evolução do pensamento de Piaget, dirigimos nossa atenção para sua teoria do conhecimento. Embora seja mais conhecido por suas descobertas científicas e, particularmente, por sua teoria dos estágios, ele próprio se considerava um epistemólogo. De

¹ PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S.Paulo., Abril Cultural, 1983.

² PIAGET, J. *Lógica e Conhecimento Científico*. Porto, Livraria Civilização, 1980.

fato, achava que não se podia entender o desenvolvimento psicológico e o aprendizado sem entender a estrutura do conhecimento. Para ele, qualquer teoria a respeito do aprendizado teria que levar em conta o sujeito que aprende e o objeto do conhecimento. Assim sendo, dedicamos o segundo capítulo a essas idéias epistemológicas. Discute-se, então, a analogia e a continuidade que Piaget julgou existir entre a vida biológica e a vida mental. Conforme veremos, a partir dessa “analogia”, ele conclui que a inteligência é uma espécie de adaptação e, como tal, isomorfa à adaptação biológica. Esta analogia é fundamental na explicação do sistema piagetiano de categorias. Outro ponto importante do pensamento de Piaget, também examinado no capítulo 2, é o paralelismo que ele descobriu existir entre as construções dos matemáticos estruturalistas da escola de bourbaki e as construções mentais. A partir da constatação deste paralelismo, surgem a teoria dos estágios de desenvolvimento da criança e os experimentos e observações que viriam reforçá-la ou não. Por fim, encerramos o capítulo com uma discussão a respeito de sua epistemologia biológica.

No terceiro capítulo, falamos mais a respeito da epistemologia de Piaget e suas conseqüências educacionais. Aqui tentamos examinar em profundidade a idéia de que existe um paralelismo entre as estruturas do conhecimento e as estruturas mentais. Nossa atenção estará voltada para o exame das estruturas de ordem, de proximidade e de composição, que formam a base da matemática bourbakiana, as quais, para Piaget, têm uma contrapartida nas construções mentais. Discutidas amplamente as três estruturas bourbakianas, mostramos como sua aceitação levou-o à teoria dos estágios. Ressaltamos a necessidade de uma teoria do conhecimento para estudos psicológicos aprofundados. Finalmente, procuramos justificar o uso da epistemologia genética na Pedagogia. Comparamos, então, as duas grandes correntes educacionais do mundo ocidental com o construtivismo oriundo da epistemologia piagetiana e o paralelismo entre conhecimento e estruturas mentais. Neste ponto, são discutidos os

objetivos da educação e desejamos demonstrar que uma pedagogia construtivista, baseada no princípio piagetiano da autonomia, tem mais possibilidade de atingir estes objetivos.

No último capítulo desta tese, examinamos várias experiências educacionais que encontram justificativa nas teses de Piaget. Algumas foram levadas a cabo por seus discípulos ou colaboradores. É o caso de Seymour Papert e Constance Kamii. Houve também métodos educacionais propostos por pessoas que embora não tenham utilizado Piaget diretamente, chegaram a um construtivismo que pode ser facilmente justificado pelas teorias de desenvolvimento piagetianas. A avaliação de todos esses métodos ainda não foi completada.

1. HISTÓRICO

Para Piaget, segundo Pierre Gréco (1970)³ e outros estudiosos, a pesquisa em epistemologia é problema que supera qualquer outro objetivo da psicologia da inteligência, tanto do ponto de vista da sua história pessoal, quanto ao aspecto noético e metodológico.

Na obra *Sabedoria e Ilusões da Filosofia* (1965) Piaget, cansado das especulações em torno do desenvolvimento da pesquisa em epistemologia genética, desabafa e afirma que viveu conflitos que retardam as pesquisa emergentes. E afirma, também, que sob o conjunto complexo de fatores individuais ou coletivos, universitários ou ideológicos, éticos ou morais, históricos ou atuais, que intervêm nestes conflitos, encontra-se sempre o mesmo problema: em que condições se têm o direito de falar em conhecimento?

E é neste ponto que Piaget se desconverte da filosofia. De início, devido a fatores pessoais da sua vida e às influências recebidas quando ainda jovem. Aos 11 anos, preocupado com a história natural, ele inicia seus estudos em malacologia no Museu Nacional de Neuchâtel em troca de pequenos serviços prestados; aos 15, publica diferentes notas sobre a variabilidade de adaptação à altitude dos moluscos alpinos.

Na família, começa a descobrir a filosofia: seu pai, um historiador, não acreditava na objetividade histórica ; seu tio, que lhe tinha carinho, estava surpreso com a especialização exclusiva e levou-o para o lago Annecy para explicar-lhe sobre a evolução criadora. Por outro lado, sua mãe era crente. Assim, desde o início sentiu concretamente o conflito entre religião e ciência.

No entanto, apaixonado pela biologia com seus problemas entre o dualismo do impulso vital e a matéria recaindo sobre si mesma, ou entre a intuição da existência e da inteligência inapta

³ Gréco, P. *Piaget O La Epistemologia Necesaria* in *Psicologia e Epistemologia Genética*, Julian de Ajiaguerra et al. Editorial Proteo, Buenos Aires, 1970, p.25.

para compreender a vida orientada em suas estruturas lógicas e matemáticas no sentido da matéria inerte, ele sente necessidade de estabelecer uma relação entre Biologia e Lógica.

Ao retornar a seus estudos, torna-se aluno do lógico A.Reymond, cujas preocupações com problemas das relações entre ciência, fé e filosofia da matemática - o fizeram uma autoridade em Epistemologia. A maneira como ele empregava o método histórico nos seus trabalhos em ciência grega animou Piaget a se especializar em Filosofia Biológica.

Começa a divergir de Reymond ao compreender que necessitava da psicologia experimental para realizar um trabalho sobre a teoria do conhecimento que fosse geral, mas analisada do ponto de vista biológico e focalizada nos conhecimentos atualizados de epistemologia e biologia. Na ocasião, Piaget já possuía duas idéias centrais que fariam parte de toda sua obra⁴:

Primeira idéia

Todo o organismo possui uma estrutura permanente, que se pode modificar sob as influências do meio, mas não se destroi jamais enquanto estrutura de conjunto, todo conhecimento é sempre assimilação de um dado exterior a estruturas do sujeito.

Segunda idéia

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 equilibração.

A. Reymond, o mestre que o fez compreender os valores racionais, é o responsável pelas dúvidas de Piaget sobre a profissão de filósofo; ao observá-lo manipulando as idéias como metafísicas sentia a importância da psicologia experimental para a análise das relações entre o conhecimento e a vida orgânica. Reymond esclarecia estas dúvidas dizendo que diferentes

⁴ PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S.Paulo, Abril Cultural, 1983, p.74

estudiosos, como Claparède, iludiram-se e perderam tempo com problemas restritos e que o método correto era uma reflexão bem conduzida. Só que este método especulativo levou-o à imprudência na sua necessidade do absoluto ou do instinto de imitação. Afinal, foi contrariado no primeiro caso pela teoria de Einstein sobre o tempo absoluto. E no segundo, por não acreditar em psicologia, não se informou sobre os processos de aprendizagem que caracterizam as funções da imitação e que nada possui de instinto.

Ao finalizar seu doutoramento, Piaget começa a estudar com Lalande e Brunshicg e a trabalhar no laboratório de Binet com testes de inteligência. Isto lhe permitiu analisar os diferentes níveis da lógica das classes e das relações de classe.

Podemos agora dizer, depois de um breve relato de sua biografia, que esta busca dos instrumentos de verificação para análise da teoria do conhecimento é o marco que separa Piaget da filosofia. E aí se justifica dizer que "...se na verdade o problema do conhecimento como tal, ou do conhecimento dos conhecimentos, é um problema central, depressa se coloca a questão de decidir se trata de um problema prévio ou final, ou ainda de estabelecer se um problema prévio de direito, portanto no sentido lógico ou epistemológico, pode ser tratado de fato antes dos outros. Ora, segundo a frase profunda de Aristóteles, o que é primeiro na ordem da gênese é (e não pode deixar de ser) último na ordem da análise"⁵.

Diante de tais fatos, surgem três grandes motivos para Piaget se afastar da filosofia e continuar a dedicar-se aos problemas epistemológicos. O primeiro é a necessidade de um exame mais apurado dos preâmbulos do ensino filosófico da teoria do conhecimento, a qual está inteiramente livre para desenvolver qualquer idéia, por estar baseada na transmissão verbal e na reflexão. Esta é uma razão para os estudantes acharem normal que exista um conhecimento filosófico fundado na reflexão e que tenha acesso a verdades superiores, mais centrais do que as pequenas verdades do conhecimento científico, as quais apresentam resultados sumários e que desconhecem a própria pesquisa e as dificuldades das condições de estabelecer uma

⁵ PIAGET, J. *Lógica e Conhecimento Científico*. Porto, Livraria Civilização-Editora, 1980.

verdade. O fato é que Piaget, através de P. Janet, já conhecia os perigos de uma reflexão solitária que com facilidade pode conduzir uma tese que de início apresentava-se como duvidosa a tornar-se evidente. A afirmação de qualquer idéia sem um controle metódico verificável por outros ou sem um controle lógico, isto é, sem um critério de verdade, pode ser chamada de um caso de desonestidade intelectual.

A reflexão especulativa sem condições de controle é fecunda e indispensável à pesquisa enquanto formadora de hipóteses; mas para a procura do critério de verdade ela é subjetiva. A objetividade consiste em colocar um problema de verificação possível e em se obter um acordo entre os pesquisadores após se ter a solução proposta controlada por estes. E são estes algoritmos e controles que distinguem a ciência da filosofia.

O segundo motivo que levou Piaget a se afastar da Filosofia é a surpreendente dependência das correntes filosóficas em relação às transformações sociais e políticas. Naquela época, Piaget desconhecia teorias marxistas sobre a hipótese da relação entre o idealismo e a ideologia burguesa e os trabalhos de Lukács e de Goldmann sobre as relações entre a filosofia e a consciência de classe ainda não tinha aparecido. O fato é que Piaget foi conduzido a duvidar do valor objetivo e universal das posições filosóficas tomadas em condições de instabilidade política e social, após a Primeira e Segunda guerras mundiais, pois a reflexão especulativa que se caracterizava na Alemanha mais como sociocentrismo que como egocentrismo é contrária à cooperação racional.

O terceiro motivo é que ele se tornou um psicólogo de profissão e não um filósofo preocupado com as verificações psicológicas antes de esboçar a teoria psicogenética. Esta posição foi devida à intromissão de alguns filósofos no terreno da pesquisa científica.

Piaget cita dois casos para exemplificar esta intromissão. O filósofo I. Benrubi apresentou um relatório sobre as correntes filosóficas da língua francesa e o citou como positivista. Piaget argumentou que ocupar-se com fatos positivos não significa ser positivista já que o positivismo

é uma "epistemologia que ignora ou subestima a atividade do sujeito em proveito unicamente da constatação ou da generalização das leis constatadas: "ora, tudo o que encontro mostra-me o papel das atividades do sujeito e a necessidade racional da explicação causal. Sinto-me mais próximo de Kant ou Brunschvicg que de Comte, e próximo de Meyerson que opôs ao positivismo argumento que verifico sem cessar."⁶

O segundo exemplo consiste numa intromissão muito pior. E o problema começa quando um metafísico, que tem a formação de um conhecimento perfeito dos autores e de uma meditação pessoal desenvolvida, queria prescrever normas a uma disciplina científica. Este abuso de direito foi vivenciado por ele na França, onde a gerontocracia da filosofia impedia a autonomia da psicologia em relação à filosofia.

Por fim, duas conclusões podemos tirar: a primeira é de que existe uma intervenção no campo intelectual quando se afirma uma tese que compete ao campo dos fatos sem um controle metódico que pode ser constatado por outros e, no campo formal, sem um controle logístico. A outra é que as questões devem ser colocadas de forma a ser possível a verificação e o acordo visto, que uma verdade só existe ao ser controlada e não apenas aceita por outros investigadores.

A filosofia, para Piaget, é " uma tomada de posição raciocinada em relação a totalidade do real. O termo raciocinada opõe a filosofia às tomadas de posições puramente práticas ou afetivas ou às crenças simplesmente admitidas sem elaboração reflexiva: uma pura moral, uma fé etc. O conceito de totalidade do real comporta três componentes. Em primeiro lugar, refere-se ao conjunto das atividades superiores do homem e não exclusivamente ao conhecimento: moral, estética, fé (religiosa ou humanista) etc. Em segundo lugar, implica a possibilidade, no ponto de vista do conhecimento, de que, sob as aparências fenomênicas, e os conhecimentos particulares, exista uma última realidade, uma coisa em si, um absoluto etc. Em

⁶ PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S.Paulo, Abril Cultural, 1983, p.80

terceiro lugar, uma reflexão sobre a totalidade do real pode naturalmente conduzir a uma abertura no conjunto dos possíveis (Leibniz, Renouvier etc.)"⁷.

O homem completo, para Piaget, não divide sua personalidade em duas partes, onde de um lado ele raciocina e verifica e de outro acredita em valores que ele não compreende e todavia o orientem. É necessário para o sujeito pensante ter uma concepção de conjunto que direcione estes dois aspectos, e fornecer esta concepção é o papel da filosofia como uma posição raciocinada do real.

A questão central das relações entre a ciência e a filosofia no seus estudos da epistemologia é a busca de uma unidade da ciência, isto é, um conjunto de interdependências e complementaridade entre as diferentes disciplinas, que no caso da filosofia contribui com análise de hipóteses por ser próprio do sujeito a atividade pensante. E, se a atividade pensante, problema central de Piaget, foi até o momento reservada ao campo da investigação da filosofia, isto é devido a motivos históricos. Afinal ela foi ao longo do tempo solidária com a ciência a tal ponto de haver períodos históricos em que não havia distinção entre ciência e filosofia.

Piaget observa que algumas questões permanecem: qual a força motriz na sucessão dos sistemas? Será que é o conhecimento da totalidade do real (próprio da filosofia) que ocasiona os conhecimentos particulares (um tronco comum sob a forma de ciência especializada)? Ou foram os progressos de natureza científica (no interior ou exterior da filosofia) que impuseram uma ciência?

Piaget não acredita na diferença, para as pesquisas epistemológicas, entre as naturezas da filosofia e da ciência, e sim numa diferença de delimitação e especialização e nas diferenças de métodos. E, se a epistemologia foi habitualmente analisada pela filosofia, é bem verdade que a filosofia se desenvolveu através dos conhecimentos particulares e que as ciências se dissocia-

⁷ PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S.Paulo, Abril Cultural, 1983, p.95.

ram da filosofia desde a matemática dos gregos até a psicologia experimental do final do século XIX.

Piaget cita alguns exemplos que nasceram das descobertas científicas particulares: platonismo sobre a reflexão da verdade matemática, o aristotelismo da descoberta da classificação biológica, o cartesianismo da aplicação da álgebra à geometria, o leibnizianismo do cálculo infinitesimal e o Kantismo da ciência newtoniana.

O problema da epistemologia se remete ao método. Ele afirma que não percebe senão um modo de distinguir as ciências da filosofia: "...aquelas se ocupariam das questões particulares, enquanto esta tenderia ao conhecimento total. Portanto, é evidente que nada existe que reúna todos espíritos: o conhecimento total é atualmente, e pode ser para sempre, caso de síntese provisória e de síntese em parte subjetiva, porque dominada, de fato, pelo julgamentos de valor não universalizáveis, mas especiais a certas coletividades ou certos indivíduos⁸.

O que distingue um problema científico formulado sem associação com a filosofia é a exigência de delimitação e verificação. A ciência delimita o domínio a ser estudado e isto diferencia o filósofo do homem de ciência. O cientista acumula os fatos de experiências particulares ou utiliza a lógica para conseguir acordo sobre os fatos ou deduções. Desta forma, evita-se qualquer sistematização prematura. A epistemologia, ou teoria do conhecimento científico, se dissocia da metafísica porque os cientistas se encarregam do estudo sistemático dos processos e do conhecimento inerente ao pensamento científico. Para Piaget, a coordenação de valores é um problema permanente da filosofia que trata do conhecimento metafísico. A reflexão especulativa, que neste caso é o único método possível, conduz a uma sabedoria e não a um conhecimento do ponto de vista dos critérios objetivos de verdade. Excluindo a metafísica, todas as pesquisas filosóficas que têm por objeto problemas do conhecimento podem ser delimitadas e aproximar-se-ão das pesquisas científicas. No entanto, é contrário ao que ele

⁸ PIAGET, J. *Psicologia e Epistemologia - Por uma Teoria do Conhecimento*. R. Janeiro. Editora Forense Universitária, 1978, p.99.

denomina de positivismo lógico, pois é a única corrente filosófica que limita o alcance da filosofia na pretensão da totalidade do real, e a faz resumir-se aos fenômenos físicos e a uma linguagem. Nesta teoria, a totalidade do real é uma posição raciocinada que tem como fim limitar o número dos problemas e não só precisar métodos. O mestre de Genebra tem reservas estruturais do ponto de vista do conhecimento a esta teoria. Primeiro, que a ciência contemporânea está aberta para englobar todos os problemas que quiser à medida que encontre métodos para tratá-los. Segundo é que é inaceitável pensar que os problemas metafísicos não possuem significação pois nada pode classificar definitivamente um problema como metafísico ou científico. No máximo pode-se apontá-lo como sem significação atual e mais tarde encontrar métodos para sua verificação, o que é comum na história da ciência. A terceira restrição ocorre porque existem problemas que não têm significação atual e que são o centro das preocupações filosóficas, tanto do ponto de vista da existência humana como do sujeito pensante, dentre os quais podemos citar a busca do sentido da vida ou da finalidade da existência. Este é um problema de permanente significação humana pois "impõe-se a opção entre uma vida sem valores, uma vida de valores relativos e instáveis e uma vida ligada a valores sentidos como absolutos e que engajam todo o ser"⁹. Piaget já acreditava que a moral poderia ter um instrumento de verificação. Afinal, a moral do sujeito constitui critério supremo e as grandes morais históricas saíram da "experiência moral" de grandes personalidades. Além disso, nada impede de se formalizar as normas morais e individuais e coletivas em termos de valores (como se formalizam diferentes estruturas do pensamento natural) para comparar os resultados com a estrutura da lógica. Estes resultados sobre a formalização dos mecanismos morais comuns às diferentes estruturas e das transformações de uma para outra facilitaria a diferenciação entre os domínios das permutas individuais (simpatia, consideração) e das relações ou interações morais. Estas formalizações tratariam dos problemas de estrutura e seriam relacionadas com os fatores de decisão tão importantes na moral do sujeito. Os trabalhos de Kohlberg podem ser caracterizados como a formalização das estruturas morais dos indivíduos.

⁹ PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S. Paulo, Abril Cultural, 1983, p.95.

Em *Lógica e Conhecimento Científico*, Piaget reserva o volume da *Encyclopédie de la Pléiade* a três problemas conexos que eram próprios da filosofia, a saber, lógica, metodologia e teoria do conhecimento, mas acaba se delimitando pelo título do livro pois tais problemas se remetem aos métodos utilizados. A lógica é um exemplo de independência da metafísica desde seu início. Apesar de ter nascido em um clima metafísico, a silogística foi considerada válida desde o começo e a lógica se transforma rapidamente em lógica científica ou matemática. A lógica é indispensável à epistemologia, que só nela encontra as precisões necessárias a uma coerência formal e dedutiva em oposição às questões relativas às atividades do sujeito.

A lógica faz a psicologia, ciência de fatos, ter o seu próprio estatuto. As razões que serviram de obstáculos ao desenvolvimento da psicologia podem ter dois grandes motivos¹⁰:

Primeiro Motivo

As normas (antecedentes, conseqüentes, implicações, etc.) são diretamente acessíveis ao espírito que pode analisá-las. Um experimento necessita de uma dissociação de fatores que não se pode obter dedutivamente e se distingue de um fato bruto que é acessível à experiência imediata, mas quase sempre enganador.

Segundo Motivo

Um fato científico é indissociável de uma interpretação, primeiro por ser uma resposta prévia e apresentar bem um problema, exige uma grande elaboração, em seguida porque sua leitura e formalização implicam uma estruturação ao mesmo tempo solidária com as hipóteses que conduziram à questão e passível de revisão conforme a resposta.

A noção de estrutura não se reduz a uma simples formalização do sujeito que observa. Ela exprime, através das formalizações, as propriedades constitutivas do ser estruturado. As re-

¹⁰ PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S. Paulo, Abril Cultural, 1983, p.115.

lações entre o sujeito e objetos reais (físicos) necessitam de estrutura. Estes problemas são próprios da epistemologia e aqui tona-se mais difícil qualquer definição de Piaget sobre o que seja epistemologia. Se o conhecimento é uma relação entre o sujeito e o objeto e a distinção causal da inteligência do sujeito é objeto de estudo mais específico da psicologia, as propriedades dos objetos, nos seus detalhes e nas suas diversidades, são próprias às ciências particulares. A dificuldade persiste ao se tentar definir a epistemologia como sendo o estudo das condições mais gerais do conhecimento pois demonstra o desconhecimento da multiplicidade das formas de conhecimento e que estas não têm as mesmas condições de verdade.

Em primeira aproximação, Piaget¹¹ define a epistemologia como o estudo da constituição dos conhecimentos válidos. O termo constituição refere-se às condições de acesso e às condições constitutivas. Para explicar esta definição, Piaget partiu do enunciado: como as Ciências são possíveis? O estudo da constituição dos conhecimentos válidos exige condições de acesso aos diversos tipos de conhecimento. O problema epistemológico consiste em determinar o conjunto das condições necessárias e suficientes que permitiram ao sujeito constituir essa estrutura como válida.

No livro *Estruturalismo*¹², Piaget afirma que uma estrutura contém as características de totalidade, transformação e auto-regulação. Uma estrutura comporta leis num sistema de transformações que se conservam ou enriquecem de acordo com o próprio processo de transformação. Em seguida, Piaget analisa que mais cedo ou mais tarde essa estrutura descoberta deve se transformar numa formalização que se refira a equações lógico-matemáticas ou a modelos cibernéticos. As formalizações dependem dos teóricos que analisam as estruturas, enquanto que as estruturas dependem da validade de cada domínio particular de pesquisa.

¹¹ PIAGET, J. *Lógica e Conhecimento Científico*. Porto, Livraria Civilização, 1980, p. 19.

¹² PIAGET, J. *Estruturalismo*. S. Paulo e R. de Janeiro, Difel, 1979.

A validade normativa, no sentido da lógica, é requerida pela epistemologia e, além disso, avalia as partes respectivas do sujeito e do objeto na constituição de conhecimentos válidos, o que exige uma referência a questões de fato e, portanto, de acesso. Esta relação entre a norma e fato foi uma problemática central da filosofia clássica. O estudo dessas condições supõe, necessariamente, a coordenação de certas condições de validade e de fatos. Necessariamente pois se trata, por um lado, de uma estrutura válida, o que impõe uma validade formal. E, por outro lado, o acesso a essa estrutura obriga a repartição do conhecimento entre os contribuições do sujeito e do objeto.

Piaget demonstra que a definição da lógica como estudo das condições formais de verdade ocasiona grandes conseqüências. Sendo as formas desligadas do sujeito e dos objetos, a verdade torna-se uma investigação puramente normativa de validade dedutiva e não da experiência. Esta definição de lógica permite a perpetuação de certos problemas que não pertencem a esta lógica formal e que fazem intervir questões de fato além da validade dedutiva. Estes problemas podem ser caracterizados como de relações de conhecimento entre sujeito e objeto e os problemas surgidos desta relação, ou são introduzidos pelo sujeito ou pertencem ao objeto. Estas últimas questões referem-se ao problema central da natureza das estruturas, as quais não podem ser entendidas somente do ponto de vista da validade formal. Afinal exige-se uma análise das atividades do sujeito expressas de tal maneira que a forma possa ser uma boa representação do conhecimento ou que as propriedades dos objetos sejam reveladas por estas estruturas.

O problema central da epistemologia é o de estabelecer se o conhecimento se reduz a um puro registro pelo sujeito de dados já organizados independentemente dele num mundo exterior (físico ou ideal) ou se o sujeito intervém ativamente no conhecimento e na organização dos objetos. A objetividade característica do conhecimento científico não exclui a necessidade de uma atividade do sujeito no ato do conhecimento. Ao contrário, exige uma coordenação profunda e necessária entre a norma interna do sujeito e objeto.

O sujeito de que tratamos aqui é o epistêmico, o qual engloba tudo o que existe de comum a todos os sujeitos de um mesmo nível de desenvolvimento. Isto o diferencia do sujeito individual, como o próprio Piaget exemplifica em *Lógica e Conhecimento Científico* quando diz que todos os adultos normais podem seriar de forma igual os números inteiros. No entanto, cada um pode simbolizar essa série de números inteiros por uma imagem mental particular (seqüência de traços verticais, escada etc). É tarefa do conhecimento científico buscar uma objetividade através da adequação ao objeto e da descentralização do sujeito individual ao sujeito epistêmico.

Piaget define a epistemologia como o estudo da passagem dos estados de menor conhecimento aos estados de conhecimento mais avançado. E esta conceitualização é igual à primeira quando se admite que a ciência é dialética. O problema do conhecimento dialético não é mais específico, para Piaget, à filosofia: "...o modo de pensamento dialético é de tal maneira inerente a todas as ciências que têm como objeto uma evolução ou um devir que toda epistemologia dialética se apoia necessariamente na experiência adquirida em tais disciplinas, sociais ou naturais"¹³. Piaget refere-se a uma dialética que não tem como objeto os conceitos como tais e sim as interpretações dos dados das experiências e corresponde às correntes atuais da filosofia das ciências em suas epistemologias específicas.

A referência aos diversos tipos de conhecimentos demonstra que as ciências específicas não possuem as mesmas condições para a compreensão de como tais conhecimentos são possíveis. As crises nas diferentes ciências, devidas às lacunas dos métodos anteriores, obrigam a uma reflexão epistemológica. E é por este motivo que Piaget introduz a metodologia entre a lógica e a epistemologia, já que a lógica não é nada sem uma lógica aplicada e a epistemologia se desenvolve devido à invenção de novos métodos. Ao justificar que o problema nos conduz aos métodos, Piaget exemplifica que a dúvida essencial da lógica do século XX é, também, uma questão de metodologia, ao querer fundar as matemáticas e tentar demonstrar a não contradição. Gödel provocou a crise na metodologia da lógica ao comprovar a impossibilidade

¹³ PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S., Abril Cultural, 1983, p.145.

de estabelecer a não contradição da aritmética pelos meios até aquele momento utilizados. Surgem, então, meios mais fortes para comprovar a não contradição da matemática (aritmética transfinitiva), o que dá origem ao método de hierarquização das estruturas, altamente insatisfatório pois apenas transfere a dificuldade de provar a não contradição do membro inferior da hierarquia e para a prova da não contradição do membro superior. No caso da aritmética, uma vez provado que ela não entra em contradição, se a aritmética dos números transfinitos não apresentar contradição, fica a sensação de que a prova está incompleta enquanto não for demonstrada a não contradição da aritmética transfinita.

Piaget não procura buscar a validade das "estruturas-mães"¹⁴, como no caso da matemática nas construções bourbakista da totalidade, e sim restabelecer a continuidade entre as primeiras estruturas espontâneas e a do adulto, não podendo ser confundidos os dois problemas distintos: a explicação da gênese e o fundamento da validade. No entanto, desde Gödel esses problemas convergem quando é necessário buscar o fundamento das estruturas atuais através da superior. E isto por si só mostraria a não divergência do normativo e do verificativo, mas não explica a passagem dedutiva diretamente do fato à norma sem recurso à construção das totalidades intermediárias.

Em suas aproximações sobre a lógica, Piaget afirma que a lógica é o estudo das condições de verdade. O conhecimento verdadeiro se refere ao sujeito e ao objeto. Após Aristóteles, a lógica se especializa nas formas. O que justifica a segunda aproximação: a lógica é o estudo das condições formais de verdade. E a lógica tem como estruturas as abstrações.

¹⁴ Conforme veremos em grande detalhe nos capítulos subseqüentes, Piaget concluiu que existe um paralelismo entre as estruturas mentais e certas estruturas mães que, segundo o matemático Boubarki, podem explicar toda a matemática. Estas estruturas seriam:

1. ordem. O objeto desta estrutura é a relação. O protótipo é a rede são "precede" e "sucede".
2. topologia, que é fundamentada nas noções de proximidade, de continuidade e de limite.
3. A composição, a qual teria a estrutura de grupo. O grupo é um conjunto associado a duas operações T e T^{-1} . A operação T^{-1} é chamada inversa de T . Existe um elemento N do grupo tal que, qualquer que seja B , pertencente ao grupo, $(B T N)=B$. Outra propriedade é que, se B e C pertencem ao grupo, $(B T C)$ também pertencem. A terceira propriedade é que $(B T^{-1} B) = N$. Finalmente, $(B T C) T A = B T (C T A)$.

Na perspectiva da impossibilidade de um acordo total entre os sistemas filosóficos para analisar o que é conhecimento, por que esses refletirão necessidades de determinados grupos, Piaget pondera que os grandes epistemólogos teriam começado pela questão de saber como é possível para a ciência analisar o que é conhecimento. Diante desta argumentação, Piaget classifica as teorias de conhecimento em três categorias:

Categoria 1

As que partem de uma reflexão sobre as ciências e tendem a prolongá-las numa teoria geral sobre o conhecimento.

Categoria 2

As que apoiando-se numa crítica das ciências procuram encontrar um conhecimento distinto do conhecimento científico.

Categoria 3

As que permanecem no interior de uma reflexão sobre as ciências¹⁵.

As primeiras designou-as de teorias de conhecimento metacientíficas, as segundas de paracientíficas e as terceiras de científicas. Ressalte-se que todas são originárias da ciência e tornam-se teorias do conhecimentos através de métodos variados.

A epistemologia metacientífica tem como grandes representantes Platão, Aristóteles, Descartes, Leibniz e, principalmente Kant. Piaget considerava o pensamento de Kant como uma psicologia pré-científica e o próprio mestre de Genebra se achava mais próximo a ele. Os trabalhos de Freitag, B.¹⁶ e Ramozzi-Chiarottino, Z.¹⁷, no Brasil, já demonstraram as influências de Kant em Piaget.

Kant comprova que o sujeito epistêmico existe e que suas construções constituem a própria forma de conhecimento. Para Kant, "...nenhum conhecimento precede em nós a experiência, e todo conhecimento comece com ela...mas, embora todo nosso conhecimento começa com a

¹⁵ PIAGET, J. *Lógica e Conhecimento Científico*. Porto, Livraria Civilização, 1980, p.26.

¹⁶ FREITAG, B. *Razão Teórica e Razão Prática: Kant e Piaget*. in ANDE, nº15, p. 55.

¹⁷ RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. *Em Busca do Sentido da Obra de Jean Piaget*. S. Paulo, Ática, 1984.

experiência, nem por isso se origina todo da experiência"¹⁸. Tal pensamento significa que existe um conhecimento independente da experiência e de todas as impressões dos sentidos. Este conhecimento denomina-se a priori (razão pura) e diferencia-se dos conhecimentos a posteriori, isto é, da experiência. Em *Crítica da Razão Pura*, Kant salienta a impossibilidade de conhecer uma coisa em si mesma. O conhecimento humano não se adequa ao objeto e sim o objeto que se adequa à natureza do conhecimento humano.

O conhecimento, para Kant, começa pela experiência. O poder de conhecer é afetado pela sensibilidade através dos objetos que produzem representações e, por outro lado, põem em movimento a atividade intelectual que os separa, liga e compara as representações. Esta forma de poder conhecer os objetos por meio das representações da sensibilidade, isto é, da intuição pensada que forma conceitos, denomina-se entendimento. Intuição e conceito constituem os elementos de todo conhecimento, de forma que os conceitos não podem ser fornecidos sem intuição e nem as intuições sem conceitos. Como diz Kant, "pensamentos sem conteúdos são vazios, intuições sem conceitos são cegas"¹⁹.

A intuição pura é a forma de como algo é intuído (extensão e figura). A estética transcendental tem como princípio duas formas da intuição sensível a priori: espaço e tempo, onde as coisas existem através dos sujeitos que as conhecem, pois elas são determinações ou representações subjetivas. A realidade não é aprendida como ela é em si mesma e sim como se apresenta a nossa estrutura sensível. Os conceitos puros do entendimento, que são a priori responsáveis pelo conhecimento comum e científico chamam-se categorias. Elas são classificadas por Kant, através de uma tabela, em quantidade, qualidade, relação e modalidade. Quanto às relações entre essas categorias e a Teoria de Newton, acredita a autora que deveriam ser promovidas pesquisas para verificar as influências da ciência de Newton na teoria do conhecimento de Kant. Graças a essas categorias se pode compreender alguma coisa na diferença da intuição,

¹⁸ KANT, I. *Crítica da Razão Pura*. São Paulo, Abril Cultural, 1974, p.23.

¹⁹ KANT, I. *Crítica da Razão Pura*. S. Paulo, Abril Cultural, 1974, p.58.

isto é, pensar um objeto. As categorias supõem aquilo que Kant denomina de "apreciação transcendental", consciência pura, originária e imutável.

O entendimento encerra uma síntese a priori, como diz Kant, "a síntese é, todavia que reconhece para constituir conhecimentos e os reúne em certo conteúdo; ela é portanto a que devemos prestar atenção em primeiro lugar, se quisermos formular um juízo sobre a origem do nosso conhecimento"²⁰.

Os conceitos têm necessidade das intuições sensíveis. E é este ponto que Freitag analisa e que Kant se esforça para explicar através do conceito de esquema transcendental, a ponte entre o entendimento e a sensibilidade. O esquema transcendental é uma espécie de representação ao mesmo intelectual e sensível que estabelece a ponte entre a sensibilidade e o entendimento.

Piaget recebe influências explícitas de Kant ao estruturar as suas categorias da razão através dos conceitos adaptação e organização, fundamentais, analisados no segundo capítulo.

Kant e Piaget reconhecem o sujeito epistêmico e que o conhecimento resulta da interação entre sujeito e meio. Entretanto, diferem quanto ao sujeito epistêmico, como diz o próprio Piaget: "...a construção própria ao sujeito epistêmico, por mais rica que seja na perspectiva kantiana, ainda é muito pobre, já que é inteiramente dada ao início, enquanto um construtivismo dialético, como a história das ciências ou os fatos experimentais reunidos pelo estudo sobre o desenvolvimento mental parecem mostrar sua realidade viva permite atribuir ao sujeito epistêmico uma construtividade muito mais fecunda, se bem que chegando nos mesmos caracteres da necessidade racional e de estruturação da experiência que aqueles para os quais Kant pedia a garantia a noção apriori"²¹.

Em suas referências sobre a necessidade do método psicogenético, Piaget demonstra que a limitação da ciência pelos seus objetivos em delimitar as fronteiras dela e fixar princípios e

²⁰ KANT, I. *Crítica da Razão Pura*. S. Paulo, Abril Cultural, 1974, p.70.

²¹ PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S. Paulo, Abril Cultural, 1983, p.105.

métodos fez com que surgisse a epistemologia paracientífica, o que o obrigou a escrever o livro *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. A epistemologia paracientífica, representada por Husserl, Sartre e Merleau-Ponty, Bergson, é uma teoria do conhecimento que procura através do apriori buscar a necessidade do absoluto, não mais através de um quadro epistemológico das condições do saber e sim de um poder próprio emanado da filosofia que permite determinar os instrumentos necessários à ciência.

As epistemologias positivistas consideram que o conhecimento provém da experiência externa ou interna. Como a leitura e registro de propriedades já completamente organizadas ou dos sujeitos com noção de sucessão dos nossos estados de consciência como se eles estivessem ordenados por si próprios, independentes de uma reorganização ativa. Quando as epistemologias paracientíficas fazem uma crítica às epistemologias positivistas tornam-se metafísica, e reservam à filosofia um poder superior a ciência.

A condenação do fato por esta teoria é, para Piaget, antes de tudo, a dificuldade em compreender a importância da objetividade. Resta-nos perguntar: qual é a validade de um conhecimento psicológico direto das essências? A busca do absoluto já foi combatida por Kant, que nega à razão teórica o direito de passar além da estruturação do real.

Piaget pensa que os epistemólogos dessa teoria, críticos das epistemologias positivistas, que consideram os fenômenos independentes de nós e que cabe à ciência se limitar a fornecer cópias ou descrições cada vez mais perfeita deles, não levaram em conta a psicologia experimental. Os fatos apresentam três características:

Característica 1

Uma resposta a uma questão,

Característica 2

Uma constatação ou uma leitura,

Característica 3

Uma série de interpretações implícitas na maneira de apresentar, como na constatação ou leitura da experiência.

A epistemologia paracientífica, assim denominada por Piaget, considera o 1 e o 3 como essências e o 2 não serve de controle para estas.

A necessidade da experimentação não pode ser traduzida como condição suficiente, pois estas devem ser combinadas com outros processos cognitivos, tal como a dedução matemática. No entanto, isso não significa que a experimentação se deva interpretar como um modelo empírico da experiência, pois essa não se reduz a uma leitura e sim a uma estruturação das atividades do experimentador e das interpretações dos dados mais imediatos. A experimentação sobre os objetos não consiste num registro das suas propriedades num processo do qual o sujeito se limita a constatar os fatos. A experimentação significa um conjunto de ações de dissociação e relação que implicam o emprego constante das operações lógico-matemáticas.

As grandes correntes epistemológicas tornaram possível, segundo Piaget²², a divisão de dois grandes grupos de métodos para abordar o problema do conhecimento. O primeiro é essencialmente reflexivo ou apriorístico e parte do pressuposto de que os princípios do conhecimento podem ser diretamente atingidos por uma disciplina autônoma e de nível superior cujos resultados permitiriam então um controle normativo sobre os conhecimentos particulares ou sobre os conhecimentos na sua diversidade. O segundo grupo de epistemólogos entende que os conhecimentos comportam modos de estruturação imprevisíveis, múltiplos e constantemente renovados, e sua análise só pode ser proveitosa depois da sua constituição ou no decorrer da sua criação, e tanto quanto for possível partir com o mínimo de pressuposto, já que estes arriscam ser deformadores.

Para que a epistemologia seja científica é necessário precisar os seus métodos e delimitar os seus problemas. É preciso utilizar os processos dedutivos e experimentais que a objetividade

²² PIAGET, J. *Lógica e Conhecimento Científico*. Porto, Livraria Civilização, 1980.

em geral requer. O dado novo da epistemologia contemporânea é que a reflexão epistemológica surge cada vez mais no interior da ciência. A preocupação da filosofia deixa de ser uma reflexão sobre a ciência. A epistemologia torna-se um instrumento de progresso científico ao organizar os fundamentos no interior dos conhecimentos específicos e o filósofo da ciência tem como preocupação coesa a perspectiva histórico-crítica.

De acordo com Piaget, os conhecimentos devem ser tratados sob três condições²³:

Condição 1

Nada pode ser dito sobre a validade dos princípios, noções ou métodos sem discutirão emprego direto na referida disciplina.

Condição 2

Toda questão de validade formal necessária para a análise epistemológica resulta das técnicas e métodos próprios das questões da lógica. Se a hipótese consiste em comprovar que a intuição é necessária, ela só pode ser defendida através dos recursos da própria lógica.

Condição 3

Toda análise epistemológica encontra, além dos problemas de validade formal, os problemas relativos às atividades do sujeito, mesmo que seu papel seja nulo.

A observação e a introspecção não bastam quando se trata do sujeito. Os métodos de análise direta que se referem às reflexões sobre a ciência são significativos ao elucidar os problemas autênticos do conhecimento científico, já que aludem mais à ciência que se faz do que aos conhecimentos sistematizados ou das etapas já ultrapassadas que são próprios dos métodos genéticos e de formalização. Prolongam ainda os métodos genéticos e formalizantes quando estes se esgotam na exposição dos problemas e das hipóteses prováveis. Entretanto, rendem-se às análises genéticas quando se trata de verificação.

²³ PIAGET, J. *Lógica e Conhecimento Científico*. Porto, Livraria Civilização, 1980 p.62-3.

Piaget considera que podemos reter do positivismo lógico o método formalizante que é indispensável a toda epistemologia científica. No entanto, este método não será suficiente para completa análise epistemológica, pois ao tentar defender que as estruturas logico-matemáticas são apenas uma linguagem e que a experiência assenta na percepção, surgirão questões de fato além das questões de validade formal e essas na realidade não poderão ser resolvidas por um simples exame da conduta do sujeito nos seus estados acabados e que demanda uma análise genética. Como afirma Piaget " é necessário uma revisão da dualidade das ligações analíticas e sintéticas que não correspondem ao dualismo fundamental dos conhecimentos lógicos-matemáticos, tirados dessas ações e das operações do sujeitos e do conhecimento físico dos objetos sobre os quais exercem estas ações"²⁴.

A epistemologia genética trata cada problema epistemológico particular com uma sistematização do apelo à psicogênese. Por um lado, completa a análise psicogenética insuficiente como um método epistemológico, com análises histórico-críticas, com análises diretas e especialmente com análises formalizantes. As relações levantam os problema de validade relativo ao sujeito. De outro lado, do objeto que é só conhecido pela experiência do sujeito. Torna-se, então, evidente que a epistemologia necessita dos fatos psicológicos para compreender como o sujeito organiza a experiência. E estes fatos psicológicos são significativos para a epistemologia quando comportam uma dimensão genética.

Do ponto de vista genético, a grande diferença que separa o conhecimento experimental ou físico do lógico-matemático é que o primeiro é tirado das propriedades dos objetos e o segundo das ações que o sujeito exerce sobre os objetos tirados. Exemplificando: no que ao conhecimento físico a criança descobrirá o peso dos objetos por meio das suas ações diretas sobre estes aos deslocá-los e levantá-los. A necessidade do recurso à psicogênese decorre da epistemologia que trata das relações entre sujeito e objeto, o que é contrário à Lógica cujo domínio é a validade formal. É necessário rever o conceito de experiência. Essa não pode ser

²⁴ PIAGET, J. *Lógica e Conhecimento Científico*. Porto, Livraria Civilização, 1980, p.94.

confundida como uma cópia perceptiva do objeto. A própria percepção, para Piaget, requer um quadro lógico-matemático.

As atividades do sujeito comportam as suas condutas e a consciência que ele toma delas. Se tentássemos consultar apenas a consciência, não teríamos obtido uma validade no sentido epistemológico, uma vez que uma média desses milhares de juízos não poderia constituir uma lógica; não seria através da utilização da consciência que poderíamos passar da generalidade dos fatos para a validade das normas. Pelo contrário, o problema psicológico que interessa à epistemologia sobre uma determinada estrutura não é sobre "o que pensa dessa estrutura o sujeito na sua consciência?" e sim "como o sujeito procedeu para adquiri-la?"²⁵.

O método da introspecção é o último a se recorrer em busca de uma resposta a essa questão. O motivo não pode ser mais claro do que a constatação de que o sujeito de nível superior, ao se introspectar, só recebe o produto das idéias préconcebidas e desconhece a construção do seu conhecimento. O que ele faz só é inteligível através do que ele fez antes. E é esse o dado que interessa à epistemologia. O desenvolvimento da conduta do sujeito se dá através das ações e operações. E essa coordenação das operações foge à compreensão dos adultos nas estruturas das funções superiores e da construção destas.

Para o método psicogenético, o desenvolvimento do pensamento, constitui-se no terreno dos fatos, a reconstrução logística das questões de validade. A reconstrução genética e axiomática não se assemelham, já que uma visa a reconstrução do real e a outra os fundamentos. Entretanto, essas reconstruções ocorrem em ambos os casos, embora com finalidades diferentes. É essa a tarefa que a Epistemologia Genética a que se propõe: a interdisciplinaridade nas pesquisas sobre a passagem dos conhecimentos do menor estado aos seus níveis mais avançados.

A interdependência das análises diretas formalizantes, histórico-críticas e genéticas, no método psicogenético, é a busca de uma dialética da gênese e da estrutura para responder à

²⁵ PIAGET, J. *Naturaleza y Metodo de La Epistemología*. Buenos Aires, Proteo, 1970, p.113.

questão específica sobre a construção das estruturas (condutas) e do estabelecimento dos fatos normativos. O estudo do desenvolvimento ontogenético das estruturas cognitivas (afetivas e interpessoais) é necessário à epistemologia para a compreensão da evolução das formas que a relação sujeito e objeto adota nos diferentes estágios.

As análises das categorias mais amplas e fundamentais da experiência como classe, relações, número, espaço, tempo etc., são os aspectos que exigem uma metodologia histórica-crítica a qualquer estudo epistemológico.

Os trabalhos de Cournot, ignorados por longo tempo, têm um grande valor na análise do pensamento científico numa perspectiva sincrônica. Ele compreendeu, como Piaget demonstra²⁶, que a significação epistemológica de uma teoria científica só se extrai plenamente quando situada na perspectiva histórica, à medida que responde a questões suscitadas pelas doutrinas anteriores e prepara as seguintes, por um jogo de filiações contínuas ou de oposições.

Grize, em *Palabras para un Método*²⁷ faz um comentário interessante sobre o que precisamos conhecer. É a história da construção e não a das soluções propostas pela história da filosofia, não a dos produtos e sim das produções. O que importa é entender a forma daqueles que nos precederam, como chegaram a estabelecer as relações entre eles e o mundo, entre seu saber e sua práxis. Dito de outra forma, Piaget busca conhecer a gênese dos homens e das coisas.

O problema nos conduz à psicologia e epistemologia, as duas idéias principais citadas no início deste capítulo, e que constituem o objeto de estudo do segundo capítulo.

²⁶ PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S. Paulo, Abril Cultural, 1983, p.118.

²⁷ GRIZE, Jean-Blaize. *Palabras para un Método*. in *Psicología e Epistemología Genética*, Julian de Ajuriaguerra et al. Editorial Proteo, Buenos Aires, 1970, p.21.

2. INTELIGÊNCIA E CONHECIMENTO

2.1 NATUREZA ADAPTATIVA DA INTELIGÊNCIA

Em *Psicologia da Inteligência*²⁸, Jean Piaget afirma que a explicação psicológica cedo ou tarde se apoia na Biologia ou na Lógica (ou na sociologia, que por sua vez é também obrigada a se apoiar nestas duas ciências). Embora alguns pesquisadores só consigam entender os fenômenos mentais através do exame do organismo, Piaget estava convencido de que os referidos fenômenos não podem ser explicados somente pela biologia. Como consequência, ele acreditava que era indispensável buscar subsídios na Lógica ou, mais especificamente, na epistemologia. Com isto, ele quis dizer que, para entender a inteligência, é preciso ter entendido a natureza do conhecimento e da lógica. Papert, um dos discípulos de Piaget, usa uma analogia para tornar clara esta necessidade de se apoiar na lógica. Suponhamos que os pesquisadores queiram desenvolver métodos para se andar de bicicleta e, para isto, procurem entender como os ciclistas se comportam. Biólogos, provavelmente, tenderiam a focalizar o organismo do ciclista e concluiriam que ele desenvolveu reflexos rápidos, um agudo senso de equilíbrio, sangue frio, etc. Com certeza, procurariam criar métodos para desenvolver estas qualidades em um possível aprendiz. O que fizeram, estudar a biologia do ciclista, parece razoável mas levou-os a uma conclusão errada. Eles deveriam ter estudado também a bicicleta. Descobririam, então, que ela não cai devido ao efeito giroscópico (uma roda girante tende a não abandonar o plano de rotação). O que o ciclista tem que fazer é não interferir com este efeito. Assim sendo, ele precisa ser ensinado a confiar no fato de que a roda girante não deixa a bicicleta se afastar muito do plano vertical.

²⁸ PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. R.J, Zahar, 1977, p.13.

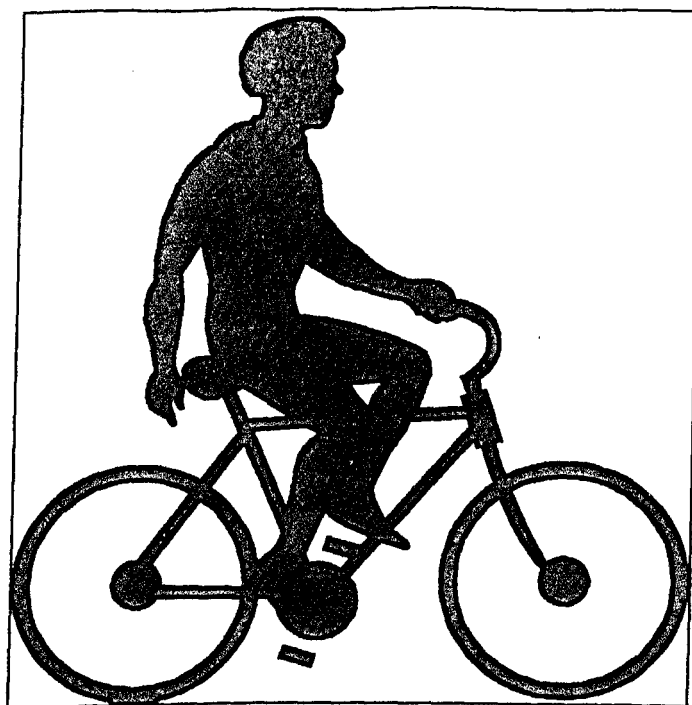


Figura 1: O efeito giroscópico em andar de bicicleta

Da mesma forma que os biólogos da analogia não puderam explicar como a física do movimento da bicicleta consegue se impor ao comportamento do ciclista, Piaget não acreditava que a neurologia pudesse explicar como $2+2=4$ e como a lógica se impõe ao espírito. A relação entre a lógica e a psicologia é a correspondência, verificada por Piaget, entre a norma e o fato na construção do conhecimento. Surge então a pergunta: a lógica analisada fora da explicação experimental poderá legitimar uma explicação na experiência psicológica? Uma explicação psicológica da inteligência depende das interpretações das operações lógicas, isto é, esta explicação vai mudar conforme as operações lógicas sejam reflexo de uma realidade acabada ou dependam de uma atividade do sujeito. Quando Russel, diz Piaget, analisa a inteligência, ele submete a "psicologia à lógica"; continuando o exame da obra do autor, ele prossegue: "quando percebemos uma rosa branca, concebemos ao mesmo tempo as noções de rosa e brancura e isso por um processo análogo ao da percepção. Assim sendo, apreendemos diretamente e de fora os universais correspondentes aos objetos sensíveis e subsistentes independentemente do pensamento do sujeito."²⁹ Os universais de Russel são regulamentados pela lógica e a psicologia simplesmente se submete a essas leis. A inteligência, neste caso, é espelho da lógica. Assim, na expressão $2 + 2 = 4$, o sinal + designa uma relação

²⁹ PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. R.J. Zahar, 1977, p.28

entre as duas unidades que é reunida pelo sujeito num todo. Piaget discorda destas idéias e enfatiza que o sujeito constrói o sistema normativo quando deduz e não se contenta simplesmente com verificar ou apreender relações, ao contrário do que pensa Russel.

A concepção de Russel sobre a inteligência é denominada logicismo por Piaget e apresenta a tendência de "fazer intervir no contexto das explicações causais, que a psicologia procura fundar exclusivamente na experiência, considerações tiradas da lógica, ou seja, de uma disciplina cujo objeto tem origem na validade dedutiva e não nas questões de fato"³⁰. O problema da psicologia é determinar quais são os mecanismos mentais utilizados na demonstração lógica. Piaget se interessa pela lógica porque ela permite fornecer um modelo das estruturas do pensamento e pelo fato de que ela formaliza as operações concretas da razão de forma progressiva. A lógica é a axiomática das estruturas operatórias das quais a psicologia estuda o funcionamento real. O lógico estuda as normas e deduz leis regulamentares, enquanto o psicólogo estuda o fato e induz leis regulares³¹ e a correspondência dessas duas ciências é a logística operatória de Piaget, como existe a ciência físico-matemática. Papert deixou clara a postura de Piaget³². Conforme já dissemos antes, Piaget pensava que devemos entender como a criança aprende algo através de um conhecimento mais profundo a respeito da natureza do assunto que ela aprendeu. Por exemplo, para descobrir como se adquire o conceito de número, precisamos compreender a natureza do número e, se apelarmos para os matemáticos para obtermos esta compreensão, descobriremos que eles possuem opiniões diferentes sobre este tópico. Os formalistas, como é o caso de Peano, procuram captar o número por meio de axiomas. Já Bertrand Russell e seus seguidores procuram reduzir o número à lógica, à teoria dos conjuntos e a outras disciplinas mais fundamentais. Nenhum destes pontos de vista teria agradado Piaget pois não explicam porque se pode aprender número. Ele, então, começou a procurar uma teoria dos números que explicasse o seu desenvolvimento nas crianças; concluiu que estruturas complexas como a aritmética podiam ser reduzidas a outras mais simples com a noção de ordem e inclusão hierárquica. Suponhamos que se peça a uma criança que conte os

³⁰ CELLERIER, J. *Piaget*. Lisboa, Edições.70., 1973 p.27.

³¹ GRÉCO, PIERRE. *Piaget o la Epistemologia Necesaria*. Buenos Aires Editorial Proteo, 1970, p. 27.

³² PAPERT, S. *Logo: Computadores e Educação*. S.Paulo, Brasiliense, 1980

objetos da figura 2. Admitamos que a criança faça a contagem assim, conforme o lado direito da figura 2.

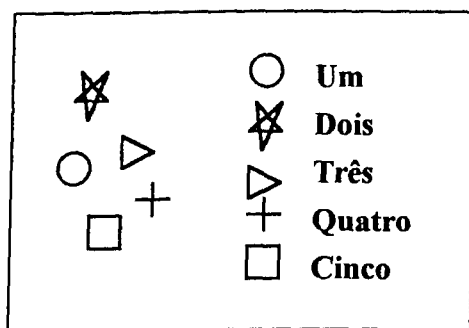


Figura 2: Contagem sem ordem hierárquica

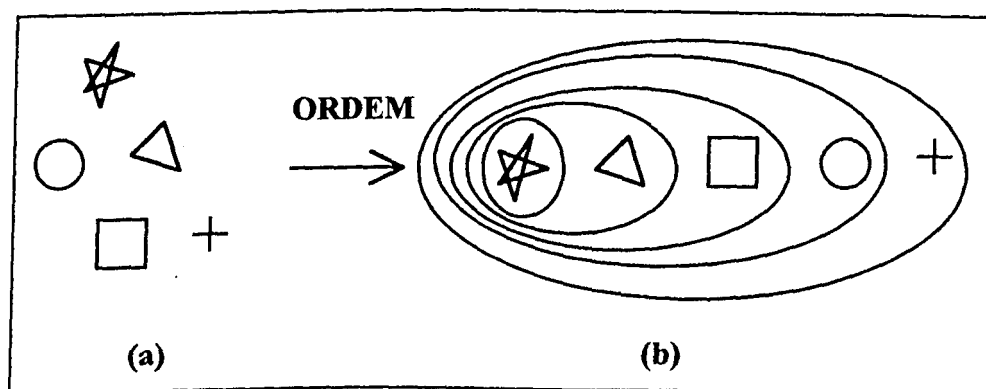


Figura 3: (a) Não ordenados e (b) ordenados

Em seguida, o experimentador pergunta onde estão os cinco objetos. Antes de desenvolver a noção de número, a criança tende a apontar o quadrado. O que ela fez foi associar um cardinal com cada objeto. Ela só começa a responder corretamente quando percebe que o ato de contar impõe uma ordem nos objetos e, em seguida, os insere em uma estrutura de inclusão hierárquica, como mostrado na figura 3. Piaget estava trabalhando nesta linha quando descobriu que Nicholas Bourbaki, o matemático fictício criado por acadêmicos franceses, já havia desenvolvido essa idéia. De fato, Bourbaki pretendia unificar as matemáticas, dotando-as de uma única linguagem e linha de desenvolvimento. Para isto, tentou identificar as chamadas estruturas mães de todo o conhecimento matemático. Estas estruturas são: A ordem, as relações de proximidade e as combinações de entidades para produzir novas entidades. Piaget, então, passou a trabalhar com a teoria de Bourbaki e descobriu que as crianças desenvolvem estruturas intelectuais coerentes que correspondem às estruturas-mães de Bourbaki. Em carta a

Bourbaki, Piaget diz: "A inteligência está espontaneamente orientada para organizar certas estruturas operatórias que são isomorfas com respeito àquelas que os matemáticos colocam na base de sua construção ou que os lógicos encontram nos sistemas por eles elaborados"³³. A propósito, Bourbaki não existia e quem recebeu a carta de Piaget em seu nome foi o matemático Dieudonné.

A lógica é o espelho do pensamento natural, só que este é menos formalizável. A lógica, teoria formal das leis de pensamento, descreve as estruturas formais da razão e marca a necessidade da demonstração no desenvolvimento operatório. Então ela é uma formalização de uma estrutura equilibrada que no nosso caso é a inteligência. Falamos em desenvolvimento em razão da lógica operatória tratar de leis de transformação que orientam a cognição para modelos não estáticos como o grupo INRC. Este grupo possui quatro operações, a saber: (a) a operação *I* (identidade ou elemento neutro); (b) a operação *N* (negação); (c) a operação *R* (recíproca) e (d) a operação *C* (correlatividade). Sejam *p* e *q* proposições; $\neg p$ e $\neg q$, suas negações; e os operadores lógicos \vee (disjunção), \wedge (conjunção) e \neg (negação). A tabela 1 mostra o grupo INRC, a definição de cada operação e um exemplo de aplicação de cada operação.

Operação	Definição	Exemplo
I \equiv Identidade	$I: f(\vee, \wedge, p, q, \neg p, \neg q) \rightarrow f(\vee, \wedge, p, q, \neg p, \neg q)$	$I: p \vee q \rightarrow p \vee q$
N \equiv Negação	$N: f(\vee, \wedge, p, q, \neg p, \neg q) \rightarrow f(\wedge, \vee, \neg p, \neg q, p, q)$	$N: p \vee q \rightarrow \neg p \wedge \neg q$
R \equiv Recíproca	$R: f(\vee, \wedge, p, q, \neg p, \neg q) \rightarrow f(\vee, \wedge, \neg p, \neg q, p, q)$	$R: p \vee q \rightarrow \neg p \vee \neg q$
C \equiv Correlatividade	$C: f(\vee, \wedge, p, q, \neg p, \neg q) \rightarrow f(\wedge, \vee, p, q, \neg p, \neg q)$	$C: p \vee q \rightarrow p \wedge q$

Tabela 1: Grupo de Operações INRC

³³ GRÉCO, PIERRE. *Piaget o la Epistemologia Necesaria*. Buenos Aires Editorial Proteo, 1970, p. 27.

Observe que estas quatro operações formam um grupo comutativo. De fato, veja a Tabela 2, cujos resultados podem ser resumidos na tabela 3.

Seqüência de Operações	Exemplo
$R:I:f(\dots) = I:R:f(\dots) = R:f(\dots)$	$R:I:p \vee q = I:R:p \vee q = I:\neg p \vee \neg q = \neg p \vee \neg q$
$R:R:f(\dots) = f(\dots) = I:f(\dots)$	$R:R:p \vee q = R:\neg p \vee \neg q = p \vee q = I:p \vee q$
$N:N:f(\dots) = I:f(\dots)$	$N:N:p \vee q = N:\neg p \wedge \neg q = p \vee q = I:p \vee q$
$C:C:f(\dots) = I:f(\dots)$	$C:C:p \vee q = C:p \wedge q = p \vee q = I:p \vee q$
$R:N:f(\dots) = N:R:f(\dots) = C:f(\dots)$	$R:N:p \vee q = R:\neg p \wedge \neg q = p \wedge q = C:p \vee q$
$R:C:f(\dots) = C:R:f(\dots) = N:f(\dots)$	$R:C:p \vee q = R:p \wedge q = \neg p \wedge \neg q = N:p \vee q$
...	...

Tabela 2: Algumas propriedades do grupo INRC

Se Piaget recorre à Psicologia é porque ele precisa saber quais os mecanismos usados pelo sujeito do conhecimento para se adaptar ao meio. Em seus cinquenta anos de pesquisa em epistemologia, chega à conclusão de que não existe conhecimento que se origine de um simples registro de observações sem uma atividade de estruturação do sujeito; e também não existem estruturas cognitivas a priori ou inatas. O que é hereditário, nos homens, é a potencialidade de funcionamento da inteligência. E, se existe estrutura da inteligência, esta é devida à organização de ações sucessivas exercidas sobre os objetos. E, por isto, sua epistemologia não é empirista e nem pré-formista; ela é construtivista e estabelece que o conhecimento se forma pela elaboração contínua de operações e pela organização de novas formas. O problema central é, então, "compreender como se efetuam estas criações e porquê, visto resultarem de construções não predeterminadas, que se podem tornar logicamente necessárias durante o desenvolvimento"³⁴.

A necessidade da relação entre Lógica e Psicologia da inteligência decorre da auto-regulação que se orienta para uma lógica natural. Piaget acredita que as funções cognitivas tiram os

³⁴ PIAGET, J.A *Psicogênese dos Conhecimentos e a sua Significação Epistemológica*, in *Teorias da Linguagem - Teorias da Aprendizagem*, Lisboa, Edições 70, p.51.

instrumentos de auto-regulação orgânica. Ramozzi-Chiarottino³⁵ desenvolve este modelo e estrutura de forma brilhante em sua tese de doutorado.

	I	N	R	C
I	I	N	R	C
N	N	I	C	R
R	R	C	I	N
C	C	R	N	I

Tabela 3: Relação entre as operações proposicionais do grupo INRC

2.2 ESTRUTURAS BIOLÓGICAS E ESTRUTURAS COGNITIVAS

Para a epistemologia, todas as ciências estudam a relação entre o sujeito do conhecimento e os objetos conhecidos por ele. A Epistemologia da biologia se assemelha às outras epistemologias quando estuda o sujeito biológico, da mesma forma que as outras estudam o sujeito físico ou sujeito matemático. Contudo, difere ao estudar o organismo vivo; nisto a biologia tem relação direta com o sujeito do conhecimento. Já que o organismo possui a estrutura para o conhecimento do meio, o conteúdo da biologia contribui diretamente com a epistemologia genética. Toda informação sobre hereditariedade ou adaptação fenóptica destina-se a esclarecer os mecanismos do conhecimento, seja na interação organismo e meio, seja na independência relativa do primeiro em relação ao segundo. Pois, para Piaget, os mecanismos vitais e cognitivos exigem uma ligação estreita entre o organismo e a vida mental. E o problema fundamental da epistemologia da biologia, desde Aristóteles até os tempos atuais, é a conceitualização das propriedades fundamentais da organização vital.

³⁵ RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. *Piaget Modelo e Estrutura*. R. Janeiro, Livraria José Olympio, 1972.

Apesar dos esforços de dissociação da forma e do conteúdo na adaptação orgânica, realizados com o auxílio da cibernética, a biologia se apresenta em estágios pouco avançados em relação às outras ciências, como afirma Piaget, mesmo levando-se em conta que ela possui métodos científicos como a indução das leis e coordenação entre a dedução e a experiência. No entanto, as pesquisas em biologia, no seu processo evolutivo histórico possui enorme dificuldade em dissociar a organização vital e as suas propriedades fundamentais e cada vez fica mais complexo quando intervém o caráter parcialmente aleatório de qualquer desenrolar evolutivo. Piaget continua com este raciocínio dizendo: " é por isto que as classificações biológicas - em zoologia e botânica sistemática - permanecem no nível de estruturas - agrupamentos sem conseguirem atingir...os modos de quantificação que atingem a classificação de Mendeleev"³⁶. Evidentemente, quando Piaget expôs essas idéias, a Biologia não se encontrava no estágio em que se acha hoje, com a engenharia genética, mapeamento do genoma humano, etc. Para ficar apenas com o mapeamento de genoma, podemos dizer que atualmente os cientistas possuem técnicas para descobrir que gene produz um determinado fenótipo ou característica observável. O mapeamento consiste em determinar o que cada gene produz. A Biologia atual ainda não fez isto de maneira completa mas não foi por falta de metodologia e sim pela enorme quantidade de estruturas envolvidas. De qualquer forma, um mapeamento rústico já foi feito pelo francês Daniel Cohen e por seus colaboradores. Podemos dizer, então, que a Biologia está muito mais próxima de uma ciência como a química do que na época em que Piaget escreveu. Na área que nos interessa, contudo, este avanço da Biologia de nada adianta. De fato, no que se refere à cognição, interessa-nos mais entender a função do cérebro do que sua gênese biológica. Por função, entendemos os mecanismos que o cérebro usa para realizar assimilação e acomodação. Portanto, a conclusão do raciocínio de Piaget continua válida.

Ressaltamos que a ênfase na relação entre inteligência, conhecimento científico e biologia é necessária porque os psicólogos parecem ignorar que uma teoria psicológica da inteligência deve estar entre as teorias biológicas da adaptação e as teorias do conhecimento em geral.

³⁶ PIAGET, J. *Logique Et Connaissance Scientifique*. Paris, Encyclopédie De La Pléiade, Gallimard, 1967, p894

Talvez essa atitude dos psicólogos seja causada pelo fato de que só recentemente a psicologia se libertou dos elos que a ligavam com a filosofia. Todavia, há paralelismo entre as grandes doutrinas biológicas da variedade evolutiva (portanto, da adaptação) e as teorias restritas da inteligência. É freqüente, como diria Piaget, que os " psicólogos não tenham consciência das correntes de inspiração biológica que dão vida às suas interpretações..."³⁷.

Dada a importância que Piaget conferia à Biologia, convém examinar como ele classificava o conhecimento biológico. Ele acreditava que a biologia podia ser: 1- vitalista ou finalista 2- reducionista; 3- positiva (diferenciando-se da positivista)³⁸.

Biologia Vitalista

Os fenômenos de nível inferior são os que se revelam à consciência de forma imediata e só são subordinados ao nível superior. É a assimilação do vital à realidade do mental. Um exemplo deste tipo de pensamento biológico é encontrado em Aristóteles, que considera ser a alma o motor e o organizador da vida mental. Ele formula uma hierarquia ordenada do superior ao inferior, em vez de uma construção genética.

Biologia Reducionista

Reduz a Biologia a um fenômeno físico-químico, por considerá-la como um modelo de ciência avançada. Este tipo de biologia vê a vida mental como um reflexo do organismo. Sua força é ter um método de pesquisa. No entanto, a físico-química não é uma ciência acabada, e nisto consiste a falha: reduzir a biologia a fenômenos físico-químicos. O desejo de se subordinar um domínio mais simples a um domínio mais complexo originou uma psicologia organicista e epifenomenalista.

Biologia Positiva

³⁷ PIAGET, J. *Psicologia da Inteligencia*. R. Janeiro, Zahar, 1977, p.21

³⁸ PIAGET, J. *Logique Et Connaissance Scientifique*. Paris, Encyclopédie De La Pléiade, Gallimard, 1967, p.896.

Esta corrente biológica acrescenta à biologia as relações entre a vida orgânica e o comportamento (etologia). A originalidade dessas pesquisas está nos estudos comparativos que separam o que é comum a qualquer ser vivo e aquilo que se modifica de organismo para organismo ou de espécie para espécie.

Vamos falar um pouco sobre biologia e inteligência. A inteligência, para Piaget, está ligada diretamente à biologia. Sua hipótese principal é que existe um isoformismo entre biologia e conhecimento, sendo a vida, fundamentalmente, uma auto-regulação. As regulações orgânicas são demonstráveis cada vez mais, com a ajuda da cibernética, como a propriedade central da vida. Elas abrangem principalmente as trocas com o meio, através de regulagens particulares e progressivas. Mas essas trocas não têm órgãos diferenciados para a regulação das funções cognitivas ou órgãos especializados para a regulação das trocas do organismo com o ambiente. O sistema nervoso é o único órgão diferenciador dessas trocas e regulações cognitivas. Ele possui uma capacidade funcional que lhe permite receber informações sobre o meio e transformá-las ativamente. O fato é que as funções cognitivas são as resultantes dos reflexos das auto-regulações orgânicas e do sistema nervoso; entretanto, não existe outro órgão fora do sistema nervoso e das funções cognitivas que possam ter regulação funcional. Esta diferenciação de função e funcionamento deve ser feita porque as regulações orgânicas são manifestações de interações causais, possuidoras de estruturas que conduzem à formação de ciclos auto-conservantes; por exemplo, a homeostase não possui um órgão especializado, pois ela se constitui de uma forma de equilíbrio que é o efeito da interação de todos os fatores em jogo.

Se, então, o funcionamento da inteligência tem uma ligação direta com os fundamentos fisiológicos e anatômicos do organismo, as funções cognitivas são resultantes e reflexos das auto-regulações orgânicas e do sistema nervoso. Isto significa que o processo cognitivo é o resultado da auto-regulação orgânica por refletir os mecanismos essenciais, como os esquemas de reflexos observáveis nas primeiras condutas da criança. Verifica-se a passagem progressiva das auto-regulações morfogenéticas gerais da vida para as regulações estruturais e, por fim,

para as regulações funcionais. A auto-regulação cognitiva utiliza o sistema geral de auto-regulação orgânica, que se encontram em todas as escalas genéticas, morfogenéticas, fisiológicas e nervosas, e vai adaptá-las aos novos dados no âmbito do comportamento.

A hereditariedade da inteligência se dá por uma hereditariedade especial da espécie humana e das suas linhagens particulares fora da hereditariedade geral comum a todos os seres vivos ou a grandes conjuntos de indivíduos. A hereditariedade específica varia de uma espécie para outra. A do homem, por exemplo, continua especial para a nossa espécie particular. As estruturas biológicas orientam de início o que somos capazes de perceber e por isso existe uma relação estreita entre fisiologia, anatomia e inteligência. A percepção é um exemplo da interseção entre o sistema nervoso sensorial e as sensações percebidas por nós, como no caso dos comprimentos de ondas que produzem sensação de cor. No entanto, estas características da cognição são limitadas. A inteligência vai além das propriedades estruturais da hereditariedade específica, pois somos capazes de hipotetizar dimensões espaciais que nunca experimentamos diretamente. O segundo tipo de hereditariedade, a herança geral, tem a função criar organizações internas para que o organismo se adapte as contingências perturbadoras do ambiente. Ver Grize sobre as influências perturbadoras do ambiente"³⁹.

O organismo precisa de uma organização interna para adaptar-se às contingências ambientais e esta é dada através da herança e segundo o modo de funcionamento do intelecto. Com base em dois princípios: 1- capacidade de gerar estruturas cognitivas; 2- As propriedades fundamentais do funcionamento intelectual, originárias da herança biológica e constantes durante a vida.

Mas o que nos interessa nas pesquisas em inteligência é o fato da vida orgânica estar ligada aos mecanismos de conhecimento. Do ponto de vista epistemológico, isto vai além do sujeito biológico e consiste no estudo da formação dos conhecimentos no sujeito em geral. Os

³⁹ GRIZE, Jean-Blaise. *La Logique Naturelle: Logique de L'enfant et de L'adulte*. Águas de Lindóia, III Symposium d' épistémologie génétique, agosto-setembro de 1994.

conhecimentos elementares se situam em dois planos: (a) acomodações individuais não hereditárias; (b) acomodações hereditárias da espécie.

Alguns exemplos de acomodações individuais são percepções, adaptações sensório-motoras (condutas condicionadas e hábitos) e atos de inteligência em diferentes níveis. Estes conhecimentos são fenotípicos em seu conteúdo mas necessitam de órgãos que são hereditariamente transmitidos. As acomodações hereditárias são, como o nome indica, hereditárias no seu conteúdo. Exemplos de pesquisas deste tipo de conhecimento são descritos nos estudos de Lorenz sobre os instintos que, em certos animais, são ativados por estímulos perceptivos inatos.

Do ponto de vista epistemológico, o principal problema da biologia é encontrar os mecanismos biológicos que permitam que um sistema nervoso e um cérebro, através da adaptação evolutiva, substituam estruturas mais modestas por outras de caráter lógico-matemáticas e que no contato com o meio coordenem o resultado da experiência física.

2.3 A NECESSIDADE DO A PRIORI

A necessidade dos fatores hereditários que condicionam o desenvolvimento intelectual deu origem ao debate tradicional entre os defensores do inatismo e os do cognitivismo. Afirma Piaget que, em "epistemologia, a existência de julgamentos sintéticos a priori foi admitida por H. Poincaré na intuição do número ($n+1$) e do grupo de deslocamentos. Em psicologia, a mesma interpretação kantiana é sustentada por certos gestaltistas como W. Metzger, e por K. Lorenz, que considerava a noção de causa, espaço etc. Como anteriores à experiência, de modo comparável ao aparecimento, desde a vida embrionária, dos cascos dos cavalos ou das nadadeiras dos peixes"⁴⁰. No entanto, o exame psicogenético de Piaget não confirma essas interpretações. Por exemplo, o grupo dos deslocamentos e a intuição de $n+1$, observados por

⁴⁰ PIAGET, J. *Biologie Et Connaissance*. Paris, Gallimard, 1967, p.375.

Poincaré, não aparecem nem como necessários nem como uma condição inicial do desenvolvimento espacial ou numérico. Aparecem apenas como termos finais de um equilíbrio progressivo.

Como já mencionamos antes, a hereditariedade da inteligência ocorre por um processo especial da espécie humana e das suas linhagens particulares (níveis de inteligência). E, por outro lado, ela é uma hereditariedade geral própria da organização vital (funções de coerência). O organismo precisa de uma organização interna para adaptar-se às contingências ambientais. Na hereditariedade geral, Piaget observa a existência de um núcleo funcional da organização intelectual que é invariante e se impõe à consciência através da formação de estruturas cada vez mais adaptadas ao seu funcionamento. Ele desempenha o papel de necessidade do a priori que Kant acreditava ser constituído de estruturas prontas desde o início do desenvolvimento. Este núcleo funcional é responsável pela estrutura que a razão elaborará no contato com o real, pois permite o aparecimento de uma função de coerência. Sua importância é dupla: por um lado, ele é responsável pela atividade biológica e, por outro, controla a evolução do conhecimento. Sendo assim, o a priori só se apresenta como estrutura necessária no final da evolução das noções. É neste ponto que Piaget difere de outros teóricos: Haveria uma hereditariedade de funcionamento e não de estrutura, como pensava Lorenz e outros pré-formistas que analisam os fatores hereditários de forma estruturada. Com isto, Piaget pretende responder à questão de quais os mecanismos responsáveis pela passagem de uma organização orgânica para uma organização intelectual mais rica e que mantém a estabilidade diante dos desvios espaço-temporais. Piaget difere das correntes pré-formistas que analisam os fatores hereditários de forma estrutural e ligados à constituição do sistema nervoso e dos órgãos sensoriais da espécie humana. É claro que ele percebe que esses dados estruturais condicionam as noções mais elementares da inteligência. Ele acredita, contudo, que qualquer estrutura hereditária é limitada e insuficiente para explicar a atividade dedutiva e organizadora da razão. Tomemos, para exemplificar isto, a percepção. Uma estrutura pré-formada poderia conceber uma infinidade de percepções. A estrutura construída de Piaget, por outro lado, tem uma percepção do que, de fato, acontece. Para sermos justos, contudo, precisamos dizer que

Lorenz acreditava ter detectado estruturas arcaicas que dariam uma percepção distorcida da realidade.

Além de criticar os pré-formistas e inatistas, Piaget faz uma ligação mais adequada entre a vida e o meio, que é o isoformismo entre adaptação orgânica e adaptação mental. Para ele, encontram-se nos conhecimentos os principais invariantes funcionais que caracterizam a auto-regulação nos dois níveis. Dentro desta ótica, Piaget relaciona a vida mental com a orgânica através dos invariantes funcionais da razão propostos por Hoeffding e mostrados na tabela 1.⁴¹

Vamos examinar, de maneira intuitiva, algumas das categorias apresentadas na tabela 1. É mais ou menos óbvio que as qualidades, propriedades e características dos objetos servem para classificá-los. É por isso que Piaget associou Qualidade com Classe. A quantidade leva ao conceito de número e, assim, na tabela encontramos a categoria Quantidade X Classe. Adiante, falaremos mais sobre este ponto.

Funções Biológicas		Funções Mentais		Categorias	
Organização		Função Reguladora		Totalidade x Relação	
				Ideal x Fim	
Adaptação	Assimilação	Função Implicativa		Qualidade x Classe	
	Acomodação			Função Explicativa	
				Causalidade x Tempo	
				Objeto x Espaço	

Tabela 1: Isomorfismo entre vida orgânica e vida mental.

2.4 ADAPTAÇÃO

A biologia considera que os seres vivos são caracterizados por possuírem certas funções. Isto significa que uma forma de vida pode ser muito diferente de outra. As duas, porém, devem possuir as referidas funções. Estas funções são, portanto, invariantes no sentido de estarem

⁴¹ PIAGET, J. *Nascimento da Inteligência na Criança*. R. Janeiro. Guanabara, 1987, p.20.

presentes, no mesmo grau, em todos os fenômenos biológicos. Entre tais funções, podemos citar: a reprodução, a organização, a adaptação e a fronteira entre o organismo e o meio. De fato, para um objeto ser considerado vivo, ele deve ter uma organização dentro de fronteiras bem determinadas. A membrana de um protozoário, por exemplo, é a fronteira que separa o animal do ambiente. Além de organização, ele deve ter adaptação. Esta adaptação é composta de assimilação e acomodação. A assimilação é a capacidade do ser vivo de trazer parte do ambiente para dentro da fronteira de sua organização. Esta parte interiorizada deve ser incorporada na organização. Para isto, é possível que o ser vivo precise reorganizar suas estruturas anteriores. Esta reorganização se chama acomodação. Comparando o ser vivo com um mecanismo de um relógio, vemos que, embora a organização esteja presente no relógio, a adaptação não está. Relógios não são capazes de incorporar partes do meio nem de se reorganizar. É por isso que eles não são considerados vivos. Resumindo, fenômenos biológicos devem possuir organização e adaptação. Afirmar que a "inteligência é adaptação"⁴² é enfatizar o paralelismo que existe entre a vida e o conhecimento; entre a adaptação orgânica ao meio e a adaptação inteligente do sujeito do conhecimento e dos objetos por ele conhecidos. Se a adaptação cognitiva é um caso particular da adaptação biológica, a inteligência é "essencialmente uma organização e sua função consiste em estruturar o universo tal como o organismo estrutura o meio imediato"⁴³. Há um isoformismo entre a adaptação biológica e a cognitiva pois ambas necessitam de dois invariantes e uma equilibração entre eles. O primeiro invariante chama-se assimilação e comporta uma reação do organismo ao meio. Este organismo abstrai as estruturas do meio de diferentes formas já que diferentes espécies reagem ao mesmo meio de forma específica e distinta. O segundo invariante, denominado acomodação, consiste na modificação do organismo resultante da reação deste ou em função dele. Por fim, toda adaptação é um equilíbrio entre assimilação e acomodação. A razão possui certas categorias mais reais como a causalidade, a substância, objeto, espaço e tempo que exigem uma ligação íntima entre dado e dedução. Por outro lado, existem categorias mais formais que são as relações lógico-matemáticas. As categorias reais são as funções implicativas da acomodação e

⁴²PIAGET, J. *Nascimento da Inteligência na Criança*. R. Janeiro. Guanabara, 1987, p15.

⁴³PIAGET, J. *Nascimento da Inteligência na Criança*. R. Janeiro. Guanabara, 1987, p15.

nos permitem, através de operações, deduzir o real. As mais formais são funções implicativas que possuem dois invariantes 1: esquemas de qualidades X classes e 2- relações de quantidade X número. Esta correlação entre as categorias funcionais é o que possibilita a Piaget afirmar que "nenhuma estrutura espaço temporal objetiva e causal é possível sem uma dedução lógico matemática, constituindo assim essas duas espécies de realidade em sistemas solidários de totalidades e relações"⁴⁴. A conduta também requer um equilíbrio entre assimilação e acomodação. O sujeito assimila um dado atual e o acomoda a esquemas anteriores. O novo elemento pode ser compreendido de diferentes formas por diferentes indivíduos ou de acordo com níveis cognitivos distintos. No entanto, a adaptação biológica se diferencia da adaptação mental porque o que se observa na primeira é uma instabilidade nas variações contínuas individuais (genótipicas), ao contrário da adaptação cognitiva, cujos últimos estágios de desenvolvimento apresentam estruturas mais estáveis. Além das estruturas de formas equilibradas e desequilibradas, a adaptação orgânica demonstra uma irreversibilidade, diferenciando-a das estruturas da cognição que se desenvolvem em busca da reversibilidade operatória. A função da inteligência é "descentrar o comportamento, liberando-o dos acontecimentos atuais através de um jogo de reconstituições e de antecipações conceituais mais amplas, de assimilação ao já conhecido e de acomodação ao previsto"⁴⁵. A reversibilidade operatória que a inteligência busca atingir e alcançar é falha no terreno orgânico. A principal diferença entre adaptação biológica e adaptação mental está no modo do organismo interagir com o meio. Na adaptação biológica, há uma interpenetração direta e na adaptação mental ocorrem trocas funcionais que se estabilizam quanto maiores forem as distâncias espaço-temporais. Estas trocas funcionais da adaptação mental possibilitam a equilibração e a reversibilidade, que na adaptação biológica é um equilíbrio precário por que seu campo é restrito. Todavia, Piaget observa uma identidade de natureza entre adaptação biológica e adaptação mental, e uma continuidade de formação entre os mecanismos orgânicos e mentais. Ressalta-se que a inteligência não é pré-formada. A continuidade da formação entre os mecanismo vitais e os mentais suscitam alguns problemas de imediato, a saber:

⁴⁴PIAGET, J. *Nascimento da Inteligência na Criança*. R. Janeiro. Guanabara, 1987, p.20.

⁴⁵PIAGET, J. *Biologie Et Connaissance*. Paris, Gallimard, 1967, p.270.

Continuidade Funcional

O começo da conduta cognitiva, caracterizada pelo estágio sensório-motor, se dá pelo prolongamento da assimilação biológica quando ela requer uma assimilação material para os seus órgãos e assimilação funcional para os exercícios dos reflexos.

Estruturas

O problema da estrutura é mais complexo e requer o auxílio da biomatemática. Reconhecidas pesquisas atuais, como de S.Papert, estabelecem a cibernética como o elo entre Biologia e a Física. Papert é um dos exemplos dos pesquisadores que eram solicitados por Piaget para a comprovação das estruturas cognitivas pela cibernética. Entre seus trabalhos célebres, podemos citar a teoria dos genetrans, a visão dos perceptrons como sendo otimizadores lineares que correm o risco de ficarem presos em mínimos locais e os estudos comparados da inteligência na criança e no robô. Para o grande público, entretanto, Papert é conhecido pelos ambientes cibernéticos que inventou para ajudar crianças a desenvolver certas estruturas cognitivas.

Auto-regulação e Equilíbrio

A fisiologia moderna está orientada para as teorias comparativas da auto-regulação e equilíbrio, hoje auxiliadas pela cibernética. Os mecanismos da inteligência estão sendo estudados como operações mentais e não como uma representação dos comportamentos observáveis de forma simples e atual; não só a maturação do cérebro e os reforços externos da experiência são analisados mas, também, a estrutura do conhecimento, através de uma equilíbrio que alcança a reversibilidade das suas operações

2.5 ORGANIZAÇÃO

Qualquer ser vivo apresenta reação ao meio devido à organização, e a evolução utiliza os acasos em função de organizações progressivas. A organização não é transmitida hereditariamente como no caso das cores ou das formas. A transmissão hereditária dos caracteres do genoma necessita de organização, que se conserva e se prolonga constantemente, sendo o meio necessário para qualquer transmissão e não como conteúdo transmitido. A conservação se manifesta, para os seres organizados, através da continuidade da sua totalidade e da estabilidade das essências de sua formas. A conservação é um invariante na continuidade do desenvolvimento das estruturas. Em qualquer organização biológica ou mental existem processos parciais e interdependentes que formam composições indispensáveis à totalidade. Por exemplo, os exercícios dos reflexos são prolongamento de uma organização biológica e são responsáveis pela coordenação de esquemas que possuem coerência, são regidos por uma totalidade e apresentam uma relação entre si. Finalmente podemos dizer que o conteúdo da organização se transforma constantemente com a interação entre o organismo e o meio. Apesar disso, a organização e a função mantêm-se na forma e no conteúdo.

2.6 ANALOGIA ENTRE CONHECIMENTO E VIDA

PRIMEIRA ANALOGIA

Como no caso da transmissão hereditária pelo genoma, que necessita de uma organização prévia, que se conserva e se prolonga constantemente, quando da passagem para a geração seguinte, e como também no desenvolvimento embrionário, a partir dos genes, a inteligência necessita da continuidade e da conservação de certo funcionamento; não existe comportamento inteligente sem a intervenção de um funcionamento organizador que se conserva e pode ser remontado até chegar ao a priori que é o núcleo funcional. Em todos os níveis de inteligência, as funções cognitivas são invariantes funcionais que orientam a conduta cognitiva. E esses invariantes não se referem somente ao sujeito que utiliza os instrumentos cognitivos, pois eles se apresentam no real como noções de conservação aplicadas ao objeto. Exemplos desta necessidade do invariante pode ser dado em todos os estágios do

desenvolvimento da criança. No estágio sensório motor, as ações se generalizam e formam esquemas que têm uma organização aproximadamente constante. E esta conservação dos esquemas pode ser considerada como sendo construção de invariantes no real. Tal é, por exemplo, o caso do esquema do objeto permanente. Este esquema necessita das substâncias nos quadros perceptivos, substâncias estas que realmente surgem no primeiro ano da criança. Em um determinado momento, quando se aumentam as distâncias espaço-temporais e a inteligência torna-se um sistema de inferências, a necessidade dos invariantes é ainda mais explícita. De um lado, como afirma Piaget, a lógica "consiste em constituir esquemas invariantes destinados em organizar em pensamento o fluxo irreversível dos acontecimentos exteriores e a transformação sucessiva da corrente de consciência interna; os conceitos, sob o duplo aspecto de classe e relação, são outros tantos exemplos disso, e o princípio da identidade (desmentido pela realidade em qualquer escala) exprime-se como norma do sujeito pensante. E, por outro lado, a inteligência impõe ao real uma série de noções de conservação, cuja formação necessária pode ser seguida nos 12 primeiros anos da criança"⁴⁶.

SEGUNDA ANALOGIA

As organizações biológicas e cognitivas se orientam constantemente na direção de uma diferenciação e integração complementares.

TERCEIRA ANALOGIA

O conteúdo das funções cognitivas e das funções biológicas se transforma constantemente. Isto faz com que a organização, em ambos os casos, seja dinâmica. O conteúdo organizado se modifica constantemente em integração de formas permanentes dos inúmeros, objetos e acontecimentos. Por exemplo, uma mesma boa forma perceptiva aplica-se aos mais diversos objetos, de um grão de chumbo à lua cheia. Todos os sistemas conceituais, em todos os níveis de inteligência, só funcionam no pensamento em ação⁴⁷.

⁴⁶ PIAGET, J. *Biologie Et Connaissance*. Paris, Gallimard, 1967, p.214.

⁴⁷ PIAGET, J. *Biologie Et Connaissance*. Paris, Gallimard, 1967, p.214.

2.7 DIFERENÇAS ENTRE AS FORMAS PRÓPRIAS DAS FUNÇÕES COGNITIVAS E AS DA VIDA ORGÂNICA - DIFERENÇAS QUE CARACTERIZAM O CONHECIMENTO

GRAU DE APROXIMAÇÃO E DISSOCIAÇÃO DAS FORMAS E DOS CONTEÚDOS

Somente por um fator a conservação das formas gerais não se aproxima da estrutura orgânica, a saber, pela ameaça das variações e da morte. As formas e os conteúdos não se dissociam na vida orgânica e isto dificulta a elaboração de modelos cibernéticos. As formas específicas da organização biológica, isto é, da morfologia orgânica (morfogênese das formas em equilíbrio) são indissociáveis do seu conteúdo. Se o funcionamento cessa, a forma é destruída, efetuando-se o retorno às estruturas físico-químicas não organizadas. Contrariamente, assiste-se a uma dissociação progressiva nas organizações cognitivas entre a forma e o conteúdo. Tais diferenciações são claras no período das operações concretas onde já há uma necessidade inferencial que ultrapassa o conteúdo. Contudo, é no estágio das operações proposicionais que um conjunto de formas se dissocia do conteúdo e compõe as operações hipotético-dedutivas, as quais são independentes dos conteúdos e dos objetos. As operações formais permitem uma lógica autônoma, que no pensamento científico é a lógica axiomatizável e a matemática pura .

ORGANIZAÇÃO E SISTEMA ABERTO

Aqui faz-se uma análise das estruturas da organização. Para Piaget, Bertalanffy foi o biólogo que melhor refletiu sobre a teoria da totalidade. A organização para ele têm três características: sistema aberto, dinamismo da troca e atividade primária. Como Bertalanffy afirma, um organismo é uma ordem hierárquica de sistemas abertos, cuja permanência é assegurada por intermédio do movimento de troca dos componentes realizados em virtude de suas condições de sistemas. A noção de totalidade num sistema aberto é relacional⁴⁸. O todo não é visto de forma isolada e sim através do conhecimento do conjunto dos componentes e das relações

⁴⁸ BERTANLANFFY, L. in *Biologie et Connaissance*. Paris, Gallimard, 1967, p.219.

entre eles, derivando, assim, os níveis superiores através dos elementos constitutivos. Para Piaget, entretanto, Bertalanffy não observou o fundamento essencial da estrutura de uma organização, que é a referência a uma ordem cíclica e não linear. O sistema deve ter uma ordem cíclica para que ele seja aberto pois, sem ela, os sistemas reguladores não existiriam. Embora as hierarquias sejam conhecidas na organização, as estruturas dela não têm uma propriedade hierárquica por diferenciação. Seu sistema deve ser fechado com certa abertura. Esta afirmação vem do conceito da biologia que diz não existir "forma orgânica rígida portadora de processos vitais, mas um fluxo de processos que se manifestam como formas aparentemente persistentes"⁴⁹. A organização biológica e a organização cognitiva possuem sistemas hierárquicas e circulares com diferenciação de estruturas em subestruturas. Todo sistema de conhecimento possui um sistema circular. E é isto que Piaget conclui em *Lógica e Conhecimento Científico*. O desenvolvimento da ciência alarga seus limites e forma este círculo em espiral.

ENCAIXAMENTO

1- Na diferenciação da organização aparece uma forma hierárquica mais geral que são os encaixes simples da parte ou subestrutura no todo ou estrutura total. Esta forma é vista por Piaget como sendo o princípio comum das operações lógicas essenciais (classificação) e das estruturas biológicas de relações hierárquicas que aparecem na zoologia, na botânica, no sistema genético e até nas disciplinas que estudam formas mais amplas de conduta humana. Com efeito, comparando indivíduos achamos caracteres comuns que são agrupados como espécie, gênero, família, ramos e reinos. Existe, então, um encaixe de ordem superior que diferencia-se do inferior pela generalização. Para esclarecer melhor este tópico, repitamos aqui a explicação de Piaget. Sejam A, B, C e Z os elementos de uma organização que comporte uma ordem cíclica e A', B', C' e Z' os elementos materiais necessários à manutenção desta organização. Admitamos que "x" represente a interação entre os elementos do primeiro conjunto com aqueles do segundo. Teremos, então: $(A \times A') \rightarrow (B \times B') \rightarrow (C \times C') \rightarrow (Z \times Z') \rightarrow (A \rightarrow A') \rightarrow$ etc. A seta representa o resultado de uma interação. Observe que estamos

⁴⁹ BERTALANFFY, L. in. *Biologie et Connaissance*. Paris, Gallimard, 1967, p.220.

diante de um círculo fechado que representa as partes do organismo. Poderíamos dizer que o todo está fechado sobre si mesmo. Por outro lado, cada interação do tipo $(A \times A')$ ou $(B \times B')$ exige uma abertura para o ambiente. Pode-se também imaginar operações mais complexas tais como $(B + M) \times (B'+M')$, onde o sinal de mais indica ação conjunta. O importante, porém, é que a organização possua características cíclicas se quisermos que ela se prolongue. Tomemos, agora, um exemplo concreto, que é a classificação zoológica. Sejam A' , A , B' , B , etc. espécies biológicas. $A+A'=B$ indica que A' é uma subespécie de B que não é A . Podemos expressar que A' não é A dizendo que $A \times A'=0$. Resumindo:

PROPOSIÇÃO - A

$$A + A' = B ; B + B' = C ; C + C' = D \dots$$

$$\text{onde: } A \times A' = 0 ; B \times B' = 0 \dots \text{ pois } A = B - A'$$

Admitamos que os indivíduos de A tenham a característica "a", os indivíduos de B tenham a característica "b" etc. Em uma classificação biológica válida, podemos então dizer que um encaixe de conjuntos de indivíduos corresponde a um encaixe de características. Tornemos o exemplo mais concreto. Seja A o conjunto dos gatos domésticos, o qual está contido no conjunto B dos felinos e assim por diante. Podemos dizer que o gato doméstico possui todas as características dos felinos, que possuem as características dos mamíferos etc. Resumindo:

PROPOSIÇÃO - B

$$a < b < c \text{ corresponde a } A < B < C \dots$$

Onde o sinal "<" indica está contido.

2- A proposição anterior, que admite o encaixamento como características da biologia e da lógica, ainda é polêmica no que se refere ao desenvolvimento embriológico, como queria Haeckel. Permanece, então, o problema: a ontogênese é uma recapitulação da filogênese? Para Piaget, o encaixamento se determina num indivíduo por seus caracteres e pode ser visto

embriologicamente pela passagem progressiva dos caracteres mais gerais aos mais diferenciados.

3- A natureza hereditária dos caracteres faz concluir que os encaixamentos das estruturas das proposições a e b não são diferentes do sistema genético, tanto no genoma como no plasmageno.

4- Se os encaixamentos da PROPOSIÇÃO B se encontram em todos os níveis de vida e têm um isoformismo com a classificação, admite-se que existam processos assimiladores que abstraem do meio através de um sistema classificador. Na biologia, o indivíduo escolhe substâncias e energia em suas trocas com o meio, para se constituir e reconstituir a organização do metabolismo; não se pode comparar esta classificação biológica com a classificação do corpo químico pois estamos tratando do sujeito do conhecimento, e aí a biologia tem uma ligação especial com as funções cognitivas. A assimilação é atividade funcional e varia de acordo com cada tipo de organização; isto a diferencia das reações químicas pela necessidade de conservação da organização. E, por outro lado, pode ser considerada como sendo a atividade histórica da diferenciação constante e filogênica na variação de organização. Nisto, também, distingue-se das reações químicas, pois é fonte de classificação nas trocas com o meio. Finalizando, a assimilação orgânica estrutura a assimilação funcional, isto é, ela permite a passagem do nível fisiológico à conduta.

5- A procura, característica da assimilação, é a origem das funções cognitivas. A cognição se origina de estruturas próprias da organização vital e as reconstrói em suas especificidades, formando sistemas complexos de inteligência. Por exemplo, o instinto escolhe o alimento e os parceiros sexuais; a percepção do objeto é anunciada devido à esquemas anteriores; na representação, as atividades tornam-se intencionais e reflexivas e não se desprendem do funcionamento e são incorporadas a ele, pois é uma atividade consciente.

2.8 ESTRUTURA DE ORDEM

A estrutura de ordem não é tirada da experiência, como Helmutz acreditava, pois ela só é encontrada quando há uma conduta ordenada. A ordem pode ser observada nos mecanismos nervosos e fisiológicos que precedem a ordem da conduta no estágio sensório-motor. Suas estruturas são encontradas em toda organização e funcionamento biológicos. O pensamento, também é ordenado em seu funcionamento e tem como produto uma estrutura de ordem

2.9 ESTRUTURAS MULTIPLICATIVAS, CLASSES ESTRUTURADAS E ENDOMORFISMO

As características dos encaixamentos mencionados acima são as correspondências (biunívocas ou counívocas). Essas correspondências são encontradas funcionalmente em toda organização viva. A correspondência qualificada, que no estado cognitivo corresponde às operações elementares da lógica (grupamento), é a estrutura constitutiva na reprodução (multiplicação biológica).

Segundo Piaget, "uma estrutura organizada parece estar para suas subestruturas, do ponto de vista dos caracteres da vida em geral, do reino animal, etc., até os da espécie etc., assim como as propriedades de um grupo matemático de transformações estão para os subgrupos, mas com duas diferenças. A primeira é que se trata de estruturas que têm uma história, e dela resultam em parte, o que significa que pelo menos algumas de suas transformações de grupo não são independentes, como em álgebra, do caminho que percorrem (limitação associativa do grupo). A segunda é a parte do aleatório nos detalhes destes caminhos. Mas, combinando a álgebra e a cibernética, chegar-se-á certamente mais cedo ou mais tarde a construir esta topologia algébrica do vivo com que Bertalanffy sonha".

2.10 ORGANIZAÇÃO COGNITIVA

Toda organização intelectual é uma totalidade que possui um sistema de relações entre os seus elementos e a necessidade de relações múltiplas entre ações cognitivas e os significados que estas ações exprimem. Isto possibilita o conhecimento da realidade. As ações são organizadas e orientadas, como já demonstramos na tabela das categorias de Piaget, entre meios e fins. O desenvolvimento ontogenético das estruturas, na sua totalidade, busca um equilíbrio ideal.

2.11 MAIS ADAPTAÇÃO

Se o organismo faz trocas com o exterior, ele tem um sistema organizado por um princípio de adaptação. Continuando com as explanações de Piaget, na proposição do sistema aberto: $(A \times A') \rightarrow (B \times B') \rightarrow \dots (Z \times Z') \rightarrow (A \times A') \dots$ se distinguem os elementos A,B,C que são do organismo e A', B', C' que são fornecidos pelo meio. A permanência destas interações entre A x A' são denominadas adaptação-estado. É importante considerar que o meio se modifica em relação ao fenótipo ininterruptamente, enquanto as espécies se modificam em grau menor. Desta forma, se o elemento B' se modificar para B'', o ciclo pode ser interrompido e a organização anterior (A) é destruída. Outra possibilidade é o ciclo se conservar e modificar a organização posterior. Então, C passa a ser C1 para não perder a forma cíclica. Ex: $(A \times A') \times (B \times B'') \rightarrow (C1 \times C') \rightarrow \dots (A \times A')$.

Houve assimilação do elemento B'' na organização interna e C1 foi incorporado ao ciclo, preservando-se a organização. Se a estrutura não se destruiu, ela foi modificada quando o ciclo assimilou este novo elemento B'' e o "acomodou". Em certos casos, a assimilação do novo elemento não modifica a organização interna e isto se dá devido às acomodações anteriores serem suficientes para incorporar este novo elemento.

A adaptação é um equilíbrio entre assimilação e acomodação; não existe acomodação sem assimilação como no caso de um líquido que adapta sua forma ao formato do recipiente, pois esta forma não se conservará caso mude para outro recipiente com formato diferente. Desta maneira, sujeitos físicos e químicos, entre outros, não possuem adaptação biológica. A acomodação no sujeito biológico se em razão da conservação da estrutura invariante, organizada internamente. A adaptação do sujeito biológico não se produz somente pelo estímulo externo, visto que necessita desta bipolaridade que é assimilação / acomodação. Para Piaget, as funções fundamentais de adaptação e assimilação são encontradas em todos os níveis hierárquicos.

2.12 ADAPTAÇÕES ORGÂNICAS

Com Waddington, que Piaget admirava por ter espírito pesquisador, saímos da concepção dual entre o lamarkismo e o mutacionismo. O lamarkismo concebia o genoma como uma acomodação sem nenhuma estabilidade e sem assimilação do meio a um sistema invariante de organização cíclica; ao contrário, o mutacionismo concebia o sistema genético geral como assimilação sem acomodação, conservado pelo organismo somático, mas independente dele. Waddington, como observa Piaget, já afirmava que o sistema genético é adaptativo e é um equilíbrio entre assimilação e acomodação. A interação entre o genoma e o meio produz uma diversidade genética que é reação adaptativa do genoma às variações externas. Ele usa o conceito assimilação genética como responsável pela fixação hereditária de uma nova variação no genoma. Ao contrário do sistema genético geral, a adaptação fenóptica (embriogênese e crescimento) é vista, por diferentes teóricos, como adaptação. Discordam disto apenas os teóricos que acreditam numa pré- formação.

2.13 ADAPTAÇÕES MENTAIS

Na transição da adaptação biológica para a adaptação cognitiva, os reflexos e os instintos são responsáveis pela passagem dos ciclos fisiológicos ou epigenéticos para os esquemas de comportamento. Os esquemas classificam o ciclos da seguinte forma: no ciclo orgânico, os elementos são A,B, C enquanto as substâncias são A' , B' , C' e X ou -> são de efeito físico-químico; nos esquemas cognitivos, os sujeitos são A, B, C etc., os objetos são A', B', C', etc., e os processos X e -> são ações do organismo ao meio.

A assimilação mental é, para Piaget, "a incorporação dos objetos nos esquemas de conduta, e esses esquemas nada mais são do que esboços das atividades suscetíveis de serem repetidas ativamente"⁵⁰. Em todos os estágios cognitivos, os esquemas se distinguem através da acomodação constante dos novos elementos. Esta acomodação se dá em razão da readaptação do sujeito ao meio, num processo de equilíbrio entre a assimilação e acomodação. Finalmente, podemos diferenciar a adaptação intelectual da adaptação orgânica, como afirma Piaget. A distinção essencial" consiste em que as formas de pensamento, aplicadas a distâncias crescentes no espaço e no tempo (com diferenciação progressiva nas escalas), terminam por constituir um meio infinitamente mais extenso e, por conseguinte, mais estável, enquanto os instrumentos operatórios, apoiados ademais em auxiliares semióticos(linguagem e escrita), conservam seu próprio passado e adquirem continuidade e mobilidade reversíveis (pelo pensamento); por conseguinte, uma instabilidade dinâmica inacessível a organização biológica"⁵¹.

⁵⁰ PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. R.Janeiro, Zahar, 1977, p.18.

⁵¹ PIAGET, J. *Biologie et Connaissance*. Paris, Gallimard, 1967, p.258.

2.14 OS ESQUEMAS DE PIAGET VISTOS DE UMA PERSPECTIVA NEUROFISIOLÓGICA

Cem anos após o trabalho em que Ramón y Cajal descreveu os neurônios, pouca gente duvida que a cognição humana tem origem em redes neuronais. A aceitação generalizada deste fato, contudo, não impediu que os cientista discordassem quanto ao mecanismo gerador das habilidades mentais. Um grupo de pesquisadores passou a defender a posição de que as redes neuronais são máquinas de aprendizado indiferenciado. Assim sendo, as estruturas necessárias para realizar uma determinada tarefa seriam criadas e inicializadas pelo processo de aprendizado (mais adiante explicaremos o que significa inicializada o termo é uma tradução aproximada da palavra inglesa "instantiated"). Outro grupo de pesquisadores discorda de que qualquer algoritmo de aprendizado seja capaz de organizar redes neuronais não especializadas de modo a criar estruturas capazes de realizar certos esquemas. Apresentam estes pesquisadores vários argumentos a favor de seu ponto de vista. O principal destes argumentos é formal. Existem várias teorias (mais ou menos fundamentadas na neurofisiologia) a respeito do funcionamento dos neurônios. A maioria, delas contudo, pressupõe que os neurônios sejam classificadores lineares, isto é, separam os objetos por meio de retas, planos e hiperplanos no espaço de conceitos. Além disso, esta classificação linear pode ser apreendida por neurônios que se organizam. A neurofisiologia já trouxe fortes evidências de que neurônios são, de fato, classificadores lineares. Pesquisadores ligados a Piaget, contudo, demonstraram que tais classificadores são incapazes de realizar certas tarefas que o homem comprovadamente realiza.

Para entender melhor o que foi dito no parágrafo anterior tomemos alguns exemplos bem simples de classificação. Seja um espaço com apenas um conceito e alguns objetos que desejamos discriminar. Se os objetos estiverem distribuídos como mostrado na figura 1⁵², a discriminação poderá ser feita por uma reta.

⁵² RICH E.; KNIGHT, K. *Artificial Intelligence*. N.York, McGraw-Hill, 1991, p.496.

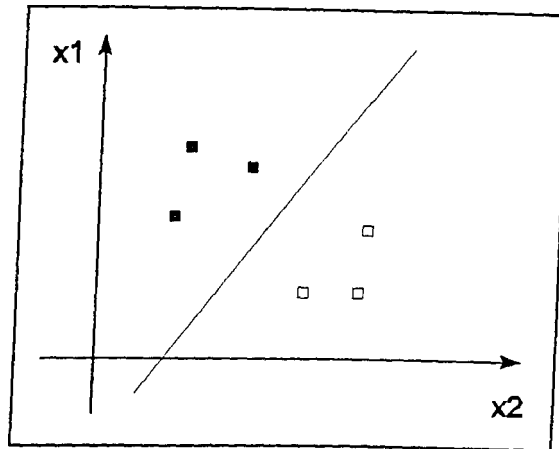


Figura 4: Classificação de padrões linearmente separável.

Se, porém, os objetos estiveram como na figura 2⁵³, é preciso pelo menos duas retas. Em outras palavras, é preciso uma estrutura de retas.

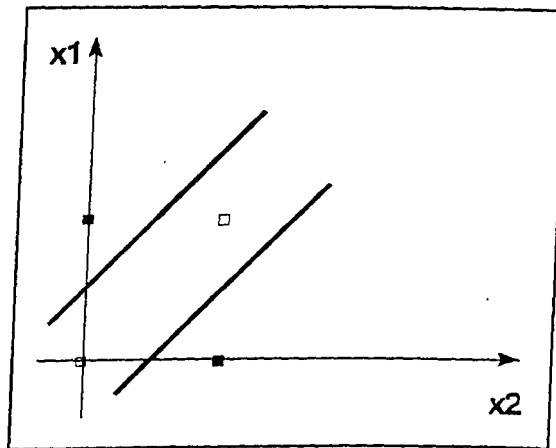


Figura 5: Classificação XOR não linearmente separável.

Vamos adotar, por enquanto, o ponto de vista de que estruturas que origem aos esquemas de Piaget? Rumelhart et alii acreditam que qualquer grupo de neurônios intimamente conectados exigiria as características dos esquemas. Na figura 3⁵⁴, mostramos como seriam estas conexões.

⁵³ RICH E.; KNIGHT, K. *Artificial Intelligence*. N.York, McGraw-Hill, 1991, p.500.

⁵⁴ RUMELHART, D.E. et alii. *Schemata and Sequential Thought Processes in PDP Models*. In *Parallel Distributed Processing: Exploration in the Microstructure of Cognition*. Vol.2: Psychological and Biological Models. London, The MIT Press, 1987.

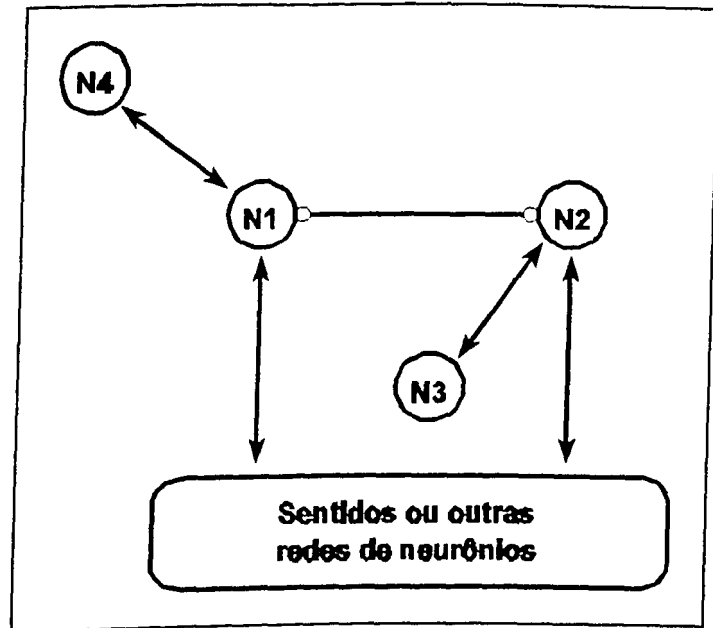


Figura 6: Ligações neuronais.

As setas indicam ligações excitatórias entre os neurônios. Isto significa que se N1 for excitado, também N4 será excitado. Afinal N1 está ligado a N4 por uma sinapse excitatória. Os halteres indicam inibição. Se N1 for excitado, como ele está ligado a N2 por uma sinapse inibitória (halteres), N2 vai se inibir.

3. PIAGET COMO EPISTEMÓLOGO OU EPISTEMOLOGIA GENÉTICA COMO FUNDAMENTO À EDUCAÇÃO

3.1 PSICOLOGIA DO PENSAMENTO

Neste capítulo não falaremos sobre estágios de forma específica. Buscaremos o Piaget epistemólogo. Piaget estava mais preocupado com a adequação do conhecimento e, com este intuito, foi verificar se as estruturas-mães (ver capítulo 2) respondiam a uma necessidade interna de auto-regulação e, portanto, se elas forneciam modelos para lógica natural. Esta lógica se expressa na conduta, nas operações, na linguagem, na moralidade, na afetividade e na vida orgânica.

Os conhecimentos não partem do sujeito e nem do objeto mas das interações que, inicialmente, são provocadas por atividades espontâneas do organismo e de estímulos ambientais. A coordenação desses estímulos e atividades orienta a cognição. A abstração reflexionante é o equilíbrio mais geral para o direcionamento da inteligência. Isto já era preocupação de Piaget, desde 1950, quando conclui que “os resultados concernentes à natureza da abstração reflexionante e,

sobretudo, a sua fecundidade como um dos motores do desenvolvimento cognitivo e como um dos aspectos dos processos mais gerais do equilíbrio.”⁵⁵ Por este motivo, é que Gréco afirma que no estado de equilíbrio final da cognição há uma “ correspondência e não um paralelo entre conhecimento experimental e logística, como também entre os esquemas cognitivos e a realidade que ele representa.”⁵⁶ A cognição se estrutura, em direções complementares, nas ações e nos esquemas de ações. Para Piaget, o conhecimento lógico-matemático é a estrutura necessária para a aprendizagem e não é hereditário porque é adquirido, mas se diferencia da aprendizagem porque possui estruturas endógenas. Suas estruturas não são devidas às aprendizagens empíricas. Todavia, elas são responsáveis pela organização e pelo registro da experiência.

Como já mencionamos no capítulo anterior, as relações entre a razão e a organização biológica, nas pesquisas de Piaget, surgem, na gênese do conhecimento, através de uma continuidade da vida orgânica e a vida mental. De início, há uma conexão entre as estruturas anatômica e morfológica e os sistemas de reflexo. A criança faz exercícios de reflexo através dos esquemas orgânicos (sucção, preensão, tato etc.). Estes, por sua vez, dão origem a hábitos que, recombinações, formam a inteligência sensório-motora. Esta forma de inteligência é essencial para adaptação ao meio e, além disso, é responsável pela objetividade na construção do real. O conhecimento físico, nesta etapa, está mais sistematizado e as coordenações lógico-matemáticas já são visíveis pois há sinais de um sistema coerente. Por exemplo, quando a criança procura tirar uma barra de madeira das colunas verticais do berço, ela apresenta uma ação com aspectos nítidos de fins e meios. Esses conhecimentos precisam de organização e de regulação, já que todo conhecimento está vinculado às ações e coordenações de ações. Como diz Piaget, “o conhecimento procede da ação e toda

⁵⁵ PIAGET, J. *Abstração Reflexionante: Relações lógico-Aritméticas e Ordem das Relações Espaciais*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1995.

⁵⁶ GRECO, P. *Piaget o la Epistemología Necesária in Psicología*. Buenos Aires, Proteo, 1970, p.29.

ação que se repita ou se generalize por aplicação a novos objetos engendra, por isso mesmo, um esquema, quer dizer, uma espécie de conceito pragmático.”⁵⁷ No entanto, a inteligência humana está longe de ser limitada às reações de esquemas estímulo-resposta, como é o caso da reação circular primária. A inteligência prática é de ordem estrutural e está ligada à organização do sistema nervoso; ela é essencial mas limitada a certos esquemas cognitivos tais como a percepção e o automatismo sensório-motor. A percepção, como diz Piaget, é “o conhecimento que adquirimos dos objetos, ou de seus movimentos, pelo contato direto e atual, ao passo que a inteligência é um conhecimento subsistente quando intervêm os desvios e aumentam as distâncias espaço-temporais entre o sujeito e os objetos”⁵⁸ Apesar das fontes da inteligência se confundirem com as adaptações biológicas e sensório-motoras, ela não é de ordem estrutural e sim de ordem funcional; é o ponto de chegada. Seu desenvolvimento é em razão de uma reequilibração contínua das estruturas cognitivas, segundo uma lei que garante um equilíbrio estrutural estável e uma mobilidade na conduta. A inteligência é uma ação viva do sujeito na interação com o meio, que se desenvolve no sentido de uma estruturação progressivamente reversível que ultrapassa os contatos atuais e atingem as relações extensas e duráveis.

As ações são, inicialmente, irreversíveis; a consciência do sujeito individual está centrada nas suas próprias ações e nas impressões subjetivas delas. A consciência neste estágio é orientada pelos acontecimentos externos e internos, e dominada pelas configurações aparentes. Seja o clássico exemplo da criança tentando abrir uma caixa de fósforo. É interessante notar que, quando esta criança ainda não é descentrada do corpo, ela faz mímicas com a boca imitando o abre e fecha da caixa. Todos os exercícios conduzem a uma interiorização das ações que se desenvolvem no

⁵⁷ PIAGET, J. *Psicogênese do Conhecimento e sua Significação Epistemológica*. in *Teoria da Linguagem- Teoria da Aprendizagem*. Lisboa, Edições 70, 1978. p.51.

⁵⁸ PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. R.J. Zahar, 1983, p.61.

sentido de mobilidade do pensamento. O comportamento da criança, no nível sensório motor, apresenta, ainda que de forma elementar, os anúncios das condutas com propriedades de classificação e seriação. E, por isso, a linguagem não é o início do comportamento inteligente, que foi a primeira hipótese de Piaget ao buscar a gênese do conhecimento.

Do estágio sensório-motor ao verbal, assiste-se ao surgimento das primeiras representações quando “há simultaneamente diferenciação e coordenação entre significantes e significados, ou significações.”⁵⁹ Para Piaget, significantes são definidos pela imitação e por imagens mentais que se acomodam à realidade externa. As significações se formam pela assimilação dos jogos e se estabilizam com acomodação em representação adaptativa.

Se aumentarmos as distâncias espaço-temporais, o modelo se conserva; pode-se realizar, na criança, uma imitação mental do objeto desaparecido e formar significação e que, através de assimilações, podem formar esquemas de signos. Esta mudança de nível, apesar de ser pré-lógica, é realmente muito importante pois forma os primeiros esquemas significativos de representação do mundo. Como afirma Grize, ... “en apprenant sa language maternelle, L’ enfant apprend des choses sur le monde, sur lui et sur les autres”⁶⁰

As ações, uma vez interiorizadas, tornam-se regulações que não são ainda operatórias; entretanto, já possuem uma certa reversibilidade. Elas se apresentam como compensações que moderam as transformações (ainda irreversíveis) e são estas que tornarão possíveis os primeiros comportamentos operantes, as chamadas operações aditivas e multiplicativas de classes. As

⁵⁹ PIAGET, J. *A formação do Símbolo na Criança*. R.J. Guanabara Koogan, 1978, p.12.

⁶⁰ GRIZE, J. *La Logique Naturelle: Logique de l’ enfant et de l’ adulte*. águas de Lindóia, outubro-setembro, 1994, III Symposium d’ Epistemémiologie génétique, p.4.

explicações de Piaget sobre o conhecimento, neste estágio, demonstram que a criança necessita do espaço-tempo atual e, por isso, somente compreende as configurações no campo imediato. O equilíbrio é mais nítido através das regulações perceptivas.

O pensamento operatório concreto, ao contrário do pensamento intuitivo, chega a uma primeira forma de equilíbrio estável: ao atingir o nível da reversibilidade completa, as operações concretas decorrentes das regulações precedentes se coordenam, na realidade, em estruturas definidas (classificações, seriações, correspondência etc.) que se conservarão durante toda a vida, sem excluir a formação de sistemas superiores...⁶¹.

A reversibilidade permite ao sujeito epistêmico coordenar as ações ao se liberar da própria ação. Surge, no último estágio, uma maior estabilidade de ordenação com o grupo INRC do qual falamos no capítulo 2. Este grupo é fator de equilíbrio das estruturas do conhecimento proposicional.

3.1.1 OPERAÇÕES

As operações, do ponto de vista da epistemologia genética, nascem das ações e não são verificações de relações simplesmente observadas pelo comportamento exterior. Nas coordenações das ações, a operação surge diferenciada de qualquer outra atividade pela condição de ser uma conduta reversível.

⁶¹PIAGET, J. *Da Lógica Da Criança Lógica Do Adolescente*. Trad. Dante Moreira Leite, S.P., Livraria Pioneira, 1976, p.187.

Em Estudos Sobre Lógica e Psicologia⁶², a operação é definida, do ponto de vista psicológico, “como ações interiorizadas, reversíveis e coordenadas em sistemas caracterizados por leis que se aplicam ao sistema como um todo. Elas são ações pois no princípio são efetuadas sobre os objetos antes de ser realizadas sobre símbolos. Ao serem executadas mentalmente, sem perder o caráter original de ações, as designamos como ações interiorizadas. Diferenciam-se das ações porque são reversíveis. Finalmente, pode-se afirmar que as operações não existem isoladamente, elas se encontram conectadas em forma de uma totalidade estruturada . Isto significa dizer que a construção de uma classe necessita de um sistema classificatório que uma construção numérica impõe uma compreensão da sucessão do $n+1$ ”.

A operação é constituída sobre sistemas estruturados e estruturantes, que evoluem para um conhecimento nunca alcançado. Por isso, qualquer atividade única é somente uma intuição representativa; como diz Piaget, “...uma única operação não poderia ser operação, visto que o peculiar das operações é constituírem sistemas.”⁶³. A expressão $2K + Y = Z - X$ pode representar o real, porque ela o designa de forma abstrata, ou seja, por operações do pensamento. Para compreender o funcionamento da inteligência, Piaget utiliza uma linguagem fora do pensamento verbal e das imagens mentais. Ele analisa a ação porque dela pode se perceber a operação interiorizada. A operação do pensamento, encontrada na Lógica, se origina da lógica natural que, embora não formalizada, é responsável pela formalização da lógica-matemática.

⁶² PIAGET, J. *Estudios sobre lógica y psicología*. Madrid, Alianza, Editorial, 1982 p.43.

⁶³ PIAGET, J. *Psicología da inteligência*. R.J, Zahar, 1977, p44.,

3.1.2 GRUPAMENTOS

A noção de **grupo** foi descoberta por Galois. Um grupo é **um conjunto de elementos** (por exemplo, os números **inteiros, positivos e negativos**) reunidos por uma operação de **composição** (por exemplo, a **adição**)⁶⁴ e com as seguintes propriedades:

- 1- **Sejam A e B elementos do grupo e “&” a operação. (A & B) pertence ao grupo.**
- 2- **Existe no grupo um elemento neutro N tal que (N & B)= (B & N)= B, qualquer que seja B pertencente ao grupo.**
- 3- **Existe uma operação inversa de “&” tal que, qualquer que seja B, temos (B | B)= N, onde “|” é a operação inversa e N é o elemento neutro.**
- 4- **As composições são associativas, isto é: (A&B)&C= A&(B&C).**

Foi dito que Piaget apreciava muito a idéia de que o conhecimento podia ser construído a partir de algumas poucas estruturas mães. Baseando-se em **Bourbaki**, ele considerou três **estruturas mães**, a saber: a **ordem**, a **proximidade/localização (topologia)** e a **composição (álgebra)**. Além disso, a **composição** muito provavelmente trabalha sobre estruturas de grupo. Seu ponto de vista pode ser resumido em poucas palavras. Inventada no século XIX, a teoria dos grupos alcançou um enorme sucesso. Na matemática, tornou-se o protótipo das estruturas algébricas. A propósito, a álgebra é a parte da matemática que estuda a **composição** e as **recombinações**. O nome vem das primeiras palavras do título árabe do livro das composições e recombinações de Al Khuarismi. Grupos foram usados não só na matemática mas também na física e na química. Com a genética

⁶⁴ PIAGET, J. *O Estruturalismo*, R. Janeiro., Difel, 1979, p.18.

molecular, é provável que venha a ser utilizado também na biologia. Como explicar este sucesso, pergunta Piaget? Possivelmente, o grupo, que teve origem nos processos mentais de abstração, deve espelhar estes processos. Para melhor percebermos este ponto, façamos um paralelo entre a abstração reflexiva e os grupos: A abstração reflexiva é tirada não dos objetos e sim das ações que se podem exercer sobre eles e, em especial, das coordenações destas ações. Entre estas coordenações estão a ordenação e a reunião. Analogamente, na teoria dos grupos, a operação representa um papel todo importante, semelhante ao das ações na abstração. Além do mais, a coordenação das ações apresenta uma grande semelhança com as propriedades dos grupos. Senão, vejamos:

- 1- **A reversibilidade das ações é uma coordenação similar à operação inversa e torna possível a volta ao ponto de partida.**
- 2- **A associatividade da estrutura de grupo pode ser comparada com a possibilidade de se chegar ao mesmo fim por diferentes caminhos.**

3.1.3 ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE

Desde 1950, Piaget já se preocupava em diferenciar a abstração reflexionante da abstração apoiada sobre os objetos. Essa abstração se diferencia da abstração empírica porque é ela a força motriz das estruturas mentais. Procede de ações ou operações do sujeito no contato com o meio, e transfere os esquemas de conduta do sujeito a um plano superior o que foi tirado de um nível inferior de atividade. Chegando a níveis de diferença nas composições e generalizações.

Piaget escreveu o livro *Abstração Reflexionante* para diferenciar a abstração reflexionante da abstração empírica. A abstração empírica se apoia sobre os objetos ou sobre os aspectos materiais da ação, como os movimentos. Desde o início da inteligência não há um simples registro de informações do meio. Para que haja uma abstração de peso, por exemplo, o sujeito necessita de instrumentos de assimilação oriundos de esquemas, como já observou Piaget. Esses esquemas não são oriundos dos objetos e sim das experiências do sujeito. A abstração empírica visa atingir um dado exterior, um conteúdo, e os esquemas enquadram as formas que poderão captar tal conteúdo. A abstração reflexionante, para Piaget, é apoiada tanto por essas formas como pelas atividades mentais do sujeito (esquemas de coordenações de ações, operações etc). A abstração retira certas propriedades dessas formas e os utiliza para outras finalidades, novas resoluções. A abstração reflexionante se dá em dois sentidos complementares:

- 1- **Primeiramente transpõe a um nível superior o que capta no anterior. Essa transferência Piaget denomina *réfléchissement* - reflexionamento (ex: da ação à representação).**
- 2- **Reconstrói no novo patamar o que foi construído no anterior ou põe em relação os elementos adquiridos no anterior com os já existentes no posterior. Essa reorganização é denominada por *réflexion* - reflexão.**

Com seus dois componentes, reflexionamento e reflexão a abstração reflexionante pode ser encontrada nos primeiros indícios de inteligência.

Desde o início, como demonstramos anteriormente, o bebê já apresenta aspectos de conduta

inteligente ao resolver um problema novo. Ele usa a coordenação de estruturas construídas pela experiência, e reorganiza seus esquemas em função do novo dado. Nos níveis representativos mas ainda concretos (pré-operatório e operatório concreto), o sujeito só faz construções apoiadas por dados constatáveis. Essas construções possibilitarão o pensamento formal. Piaget denomina essas abstrações de pseudo-empíricas, porque a leitura parte dos objetos com propriedades constatadas pelos sujeitos ao agirem sobre os objetos. A abstração pseudo-empírica é uma variação da abstração reflexionante. O objeto é modificado pelas ações do sujeito e enriquecido pelas propriedades tiradas de suas coordenações como ordenar elementos de um conjunto. Ela difere da abstração empírica porque as propriedades a que a abstração empírica se refere já existiam no objeto antes de qualquer constatação do sujeito.

No último nível assistimos à reflexão sobre a reflexão e, nesse caso, denomina-se de abstração refletida ou pensamento reflexivo (*réflexion*) e, nesse momento, se caracteriza pela reflexão ser produto do pensamento. Piaget diz que a evolução dessas duas abstrações exige complexidade e não simetria. Com efeito, a abstração reflexionante “purifica sempre, e cada vez mais, em virtude de seu próprio mecanismo de reflexão sobre reflexões, enquanto que a abstração empírica não consegue realizar seus progressos em refinamento e em objetividade (que são consideráveis entre nossos estágios I e III como em toda história do pensamento científico) senão apoiando-se, cada vez mais fortemente, sobre a colaboração necessária da abstração reflexionante.”⁶⁵ A abstração empírica em todos os níveis exige esquemas assimiladores cuja formação, segundo Piaget, são oriundos da abstração reflexionante, embora os atos da primeira sejam mais numeráveis do que a intervenção da abstração reflexionante. No estágio superior, a proporção se inverte e a abstração

⁶⁵PIAGET, J. Abstração Reflexionante: Relações lógico-Aritméticas e Ordem das Relações Espaciais. Porto Alegre, Artes Médicas, 1995, p.287.

reflexionante atinge grandes progressos em número e em qualidade, isto é, uma melhor adequação ao real. O desenvolvimento da abstração reflexionante é uma depuração progressiva em direção às formas.

A assimetria entre os dois tipos de abstrações é, segundo Piaget, devido a assimilação e acomodação. A abstração reflexionante participa da assimilação recíproca dos esquemas de ações e operações - ênfase na assimilação. A acomodação, aqui, diferencia um dos esquemas ou os dois, para que haja a integração num novo ciclo total. A acomodação permanece endógena e não exógena; diferenciando-se de uma acomodação exógena que é imposta pelos fatos exteriores. Como, afirma Piaget: "De modo geral, é pois, esta falta de reciprocidade, entre a acomodação aos objetos e a assimilação lógico-matemática, que dá conta da assimetria sistemática das abstrações empírica e reflexionante."⁶⁶

3.1.3.1- GRAUS E NATUREZA DOS REFLEXIONAMENTOS

REFLEXIONAMENTO ELEMENTAR

É o que conduz do movimento sensório-motor a sua representação que o engloba as ações sucessivas à sua representação atual. Como Piaget nos fornece um exemplo de colocar uma ficha amarela, numa série de fichas que essa vem depois da vermelha. Deslocamentos dos observáveis. A função essencial da abstração reflexionante é elaborar quadros assimiladores. Visando a abstração empírica, isto é, formas mais ajustáveis a seus conteúdos.

⁶⁶PIAGET, J. *Abstração Reflexionante: Relações lógico-Aritméticas e Ordem das Relações Espaciais*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1995, p.290.

SEGUNDO NÍVEL.

Nos níveis de representação há uma reconstituição da seqüência das ações, reunião das representações em um todo coordenado. A abstração reflexionante consegue produzir operações apoiando-se nas abstrações pseudo-empíricas. Os resultados dos reflexionamentos e das reflexões ficam materializados nos objetos que são transformados e enriquecidos pelo sujeito. A abstração refletida nesse caso está defasada em relação ao processo de reflexionamento.

TERCEIRO NÍVEL

A ação total, depois de ser reconstituída, é comparada às outras ações análogas. Agora em diante, quando as estruturas já são destacadas, inicia-se um novo nível de reflexionamento caracterizado pela reflexão da reflexão. E formam-se diferentes graus de pensamento reflexivo. A abstração refletida aqui é o principal instrumento das reflexões sobre as reflexões. É nesse estágio que ocorre a formação do pensamento reflexivo, ou meta-reflexão, início da constituição de sistemas lógico-matemáticos de caráter científico (a forma se libera do conteúdo).

3.1.3.2 - NATUREZA DO RELEXIONAMENTO

O reflexionamento é, de início, um deslocamento de constatáveis por meio de uma conceituação progressiva. Piaget demonstra que um sistema de conceitos se baseia em dois aspectos: forma e conteúdo. O conteúdo pode se referir em apenas observáveis que necessitam da abstração reflexionante como reflexão desde os primórdios da inteligência. De início elementar, generalizável a conteúdos quaisquer, e permitindo progressivamente o reflexionamento dos observáveis sobre a

ação em observáveis conceitualizados. A união entre reflexão e reflexionamento permite construir níveis sucessivos e com diferenças qualitativas.

Há uma reconstrução do novo plano do que foi deslocado ou projetado no anterior. Piaget ilustra como sendo um processo em espiral: “todo reflexionamento de conteúdos (observáveis) supõe a intervenção de uma forma (reflexão), e os conteúdos, assim transferidos, exigem a construção de novas formas devidas à reflexão. Há, assim, uma alternância ininterrupta de

reflexionamentos ⇒ reflexões ⇒ reflexionamentos;

e/ou de

conteúdos ⇒ formas ⇒ conteúdos reelaborados ⇒ novas formas.

O desenvolvimento de novas formas aperfeiçoa progressivamente as abstrações empíricas com novos instrumentos de assimilação e aumenta a extensão na abstração. O desenvolvimento da abstração reflexionante produz mais formas do que conteúdo.

A abstração refletida é encontrada nos diferentes níveis do reflexionamento. No entanto, Piaget diferencia seu nível de evolução em relação à abstração pseudo-empírica. No nível das operações concretas, a abstração pseudo-empírica tem papel fundamental, já que para cada operação e julgamento de seus resultados, ela precisa ver essa composição inserida nos objetos. Há, entretanto, uma defasagem da abstração refletida, apesar de várias abstrações refletidas. Quando

há um desprendimento do concreto, a abstração refletida aumenta até chegar ao nível das operações formais.

Piaget afirma que existe uma distinção que depende de três fatores que não são absolutos em todos os níveis, entre a abstração reflexionante e a abstração empírica.

- 1- **A abstração empírica se efetua sobre os observáveis, a abstração reflexionante sobre as coordenações; no entanto, uma característica não é por si mesma observável ou não, ela pode ser constatável, só inferida por coordenações dedutivas.**

- 2- **Existem muitos níveis de generalidade nas coordenações das ações. Como das limitadas entre a coordenação dos esquemas de apreensão e visão, até as mais fundamentais (ordem, encaixamentos, correspondência), e não se pode negar que a abstração é mais reflexionante quanto mais se aproxima das estruturas lógico-matemáticas.**

- 3- **As funções de forma e conteúdo são relativas, toda forma torna-se conteúdo para aquelas que englobam, e isso possibilita as numerosas formas de abstração pseudo-empírica.**

3.2 EPISTEMOLOGIA GENÉTICA: FUNDAMENTOS À EDUCAÇÃO

A grande influência da teoria do conhecimento de Piaget na Educação é óbvia e interfere nos aspectos cognitivos, nas relações interpessoais alunos/professores, na atuação da equipe interdisciplinar, na didática, nas propostas curriculares, nos fatores sócio-políticos e econômicos, e na definição dos fins educacionais. Além do mais, as contribuições de Piaget são discutidas em diferentes áreas de pesquisa (Neuropsicologia, Cibernética, Matemática, Lógica, Física, Psicologia, Biologia, Sociologia, Linguística, etc.). Isto justifica a necessidade de associação da Educação aos diferentes ramos de conhecimento científico.

Como se refere Gréco, "A epistemologia piagetiana não é um luxo. Como epistemologia, constituída, ela é uma tentativa de síntese, não só de indagação empírica e de construção do lógico, como também do conjunto das preocupações gnoseológicas que se manifestam no pensamento científico. Isto ultrapassa o objeto da psicologia, apesar de ser constituinte da psicologia da inteligência. Ela se justifica pelo seu objeto (fatos normativos), pelo método construtivista (epistemologia da matemática e psicologia) e pelo seus instrumentos de análise (observação crítica e algoritmos de cálculo)."⁶⁷

Estes fatos já argumentariam em favor de suas contribuições no que tange à definição de pesquisas

⁶⁷ GRÉCO, P. *Piaget o la Epistemologia Necesária in Psicologia*. Buenos Aires, Proteo, 1970, p.31.

fenômeno social. Como Piaget afirma, a primeira lição na compreensão das tendências interdisciplinares atuais é a “necessidade de uma atenta revisão no tocante às relações futuras entre as ciências chamadas humanas e as ciências chamadas naturais”⁶⁸

Quando Piaget fala em desenvolvimento, ele se refere ao desenvolvimento do conhecimento, o que justificou pedidos de Einstein para que ele estudasse questões ligadas à velocidade, ao espaço, ao tempo etc. Para ele, não se separa a aprendizagem do que está sendo aprendido. E esta lição de Piaget é mostrada-nos por Papert. Para estudar como a criança aprende números, nós temos que estudar de forma sistemática a estrutura do número e isto é facilmente verificado, nas obras de Piaget, quando ele se refere, ao mesmo tempo, à conduta da criança e às preocupações teóricas das ciências contemporâneas. O estudo da aprendizagem, salientando a estrutura do que irá ser aprendido foi exemplificado no segundo capítulo (ver o exemplo da bicicleta). Podemos dizer que os métodos ativos são divididos em antes e depois de Papert; todavia, iremos discutir especificamente sobre a aprendizagem e métodos inovadores no quarto capítulo.

Os ensinos secundário e universitário desconhecem o aspecto interdisciplinar necessário à pesquisa em todos os níveis; quando ensinam especializações, os educadores ignoram que estas são resultados de múltiplas interconexões. Este desconhecimento é em razão da tradição positivista, que nos é bastante familiar, quando delimitam e fixam fronteiras, limitando-se a descrever as observações para elaborar leis de funcionamento. Para Piaget, todavia, os fenômenos ultrapassam as fronteiras dos observáveis, já que toda causalidade decorre da necessidade inferencial, isto é, de deduções e estruturas operatórias irredutíveis a simples constatação. É evidente que, para Piaget,

⁶⁸ PIAGET, J. *Para Onde Vai a Educação?* R.J. José Olympio Editora e UNESCO, 1977, p.22.

observações para elaborar leis de funcionamento. Para Piaget, todavia, os fenômenos ultrapassam as fronteiras dos observáveis, já que toda causalidade decorre da necessidade inferencial, isto é, de deduções e estruturas operatórias irredutíveis a simples constatação. É evidente que, para Piaget, o método estruturalista é necessário para o desenvolvimento da ciência. Como ele afirma, “se o ensino das ciências pretende adaptar-se às condições do progresso científico e preparar inovadores, de preferência a espíritos conformistas, haverá de ser para esse estruturalismo, cujas conquistas aumentam e se generalizam cada vez mais, que deverá voltar com tudo o que isso comporta de visão interdisciplinar.”⁶⁹

O princípio epistemológico de Piaget é o de procurar o papel do sujeito e do objeto considerando-os não isoladamente mas no processo de aumento do conhecimento. O conhecimento, como diz Piaget, “não poderia ser concebido como algo predeterminado nas estruturas internas do indivíduo, pois estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nos caracteres preexistentes do objeto, já que pois estes só são conhecidos graças a mediação das estruturas; e estas os enriquecem e enquadram pelo menos no conjunto dos possíveis”⁷⁰.

Podemos constatar que, apesar do desenvolvimento das pesquisas nos diferentes campos de conhecimento, há uma estagnação da Pedagogia. Papert, em seu livro **A Máquina das Crianças - Repensando a Escola na Era da Informática**, se pergunta: “Por que, durante um período em que tantas atividades humanas foram revolucionadas, não vimos mudanças comparáveis na forma como ajudamos nossas crianças a aprender?”⁷¹

⁶⁹ PIAGET, J. *Para Onde Vai a Educação?* R.Janeiro, José Olympio Editora e UNESCO, 1977, p.67.

⁷⁰ PIAGET, J. *A Epistemologia Genética*. S.Paulo, Abril Cultural, 1983, p.3.

⁷¹ PAPERT, S. *A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994, p.10.

Os métodos de ensino utilizados pela pedagogia demonstram o desconhecimento de pesquisas científicas correlatas e denunciam o espírito extremamente conservador dos educadores. Para perceber isto, não é necessário recorrermos aos exemplos de Papert. Basta nos lembrarmos de nossa formação nas escolas ou examinarmos a situação do ensino atual. A falta de pesquisas interdisciplinares é o resultado da ação fragmentada e superficial da pedagogia tanto na didática especial (Física, Biologia, Matemática etc.) como na educação básica.

Se fizermos uma análise breve dos livros de didática no Brasil, notaremos que um grande número de educadores, responsáveis pela formação dos professores que irão atuar com didáticas específicas ou de ensino superior, ignoram as contribuições da epistemologia genética. Se nos aprofundarmos, ficaremos estupefados com a formação do magistério. E serão, estes educadores, os responsáveis pela educação mais difícil. Os baixos salários, o nível cognitivo restrito dos professores, etc., denotam o total desrespeito do Estado brasileiro às necessidades econômicas, sócio-culturais e técnicas da sociedade. E é neste ponto que as contribuições das ciências sociais e humanas não devem jamais ser ignoradas.

A perspectiva de Piaget não pode ser considerada como uma análise cientificista e dogmática, já que ele próprio conhecia a influência da sócio-política. Na obra *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*, Piaget analisa que a resposta metodológica de Marx é semelhante à sua, entre o inatismo e o empirismo. Ele faz referência ao método empregado por Marx nos trabalhos realizados com as obras de Feurbach e Hegel e reconhece o método de Marx como uma resposta ao materialismo e o idealismo. Como se sabe, Marx respondeu ao problema apresentado pelo materialismo de Feuerbach e o idealismo de Hegel. O pensamento para o marxismo é contrário ao idealismo. Ele é

“uma produção de uma espécie de prática teórica que é menos a obra de um sujeito individual do que um resultado de interações íntimas onde intervêm, também, os fatores sociais e históricos: donde a interpretação dessa famosa passagem de Marx, onde a totalidade concreta, como *Gedankenkonkretum*, é na realidade um produto do pensar e do conceber.”⁷²

Não é objetivo de nosso trabalho levantar problemas que o estruturalismo ocasiona nas ciências humanas; no entanto gostaríamos de aludir uma referência de Piaget ao trabalho de Lévil-Strauss, em análise da obra de Godelier, resumindo suas objeções a Lévi-Strauss, e expondo idéias gerais sobre o estruturalismo de Piaget. “Tornar-se-ia impossível lançar a antropologia em desafio à história ou a história em desafio à antropologia, opor esterilmente psicologia e sociologia, sociologia e história. Em definitivo, a possibilidade das ciências do homem repousaria sobre a possibilidade de descobrir leis de funcionamento, de evolução e de correspondência interna das estruturas sociais (...) portanto, sobre a generalização do método de análise estrutural, capacitado para explicar as condições de variação e de evolução das suas estruturas e de suas funções”.⁷³ Continuando o pensamento de Piaget, “estrutura e função, gênese e história, sujeito individual e sociedade tornam-se pois indissociáveis a um estruturalismo assim entendido e na medida mesmo em que ele afina seus instrumentos de análise.”⁷⁴ Piaget faz referências a Marx, Althusser e outros, que utilizaram o método estruturalista. Ao leitor interessado numa análise de Piaget sobre o estruturalismo e ciências humanas recomendamos a obra *Estruturalismo*.

Retornando à justificação da utilização da Epistemologia Genética de Piaget na pedagogia, podemos dizer, antes de tudo, que as pesquisas de Piaget são científicas e buscam a verificação

⁷² PIAGET, J. *O Estruturalismo*. R.J., Difel, 1979, p.102.

⁷³ PIAGET, J. *O Estruturalismo*. R.J., Difel, 1979, p.103.

⁷⁴ PIAGET, J. *O Estruturalismo*. R.J., Difel, 1979, p.104.

por outros. Não é muito voltar a lembrar que Piaget sempre se preocupou com a utilização de métodos avançados de pesquisa e com a averiguação na construção do conhecimento humano. A honestidade intelectual de Piaget está evidenciada nas suas pesquisas, ao insistir na participação de pesquisadores contrários à sua análise epistemológica. Como no caso de Beth que, contrário à obra *Tratado de Lógica Operatória*, a que Piaget se desculpa pelo título, foi convidado, pelo próprio Piaget, que trabalhasse junto ao grupo de Genebra. Como se sabe, Piaget busca fatos positivos que não são simplesmente observáveis e descritos. Ele procura as estruturas do conhecimento de um sujeito ativo.

Não é objetivo deste trabalho abordar todos os problemas normativos e fatuais que a epistemologia genética suscita ou suscitou em relação à educação. Todavia, vamos nos deter em alguns aspectos relevantes.

É interessante notar que Piaget enfatizava a distinção entre as pesquisas experimentais da psicologia e da pedagogia. Em levantamentos efetuados pela Professora Amélia Domingues de Castro, via projeto de pesquisa⁷⁵, em livros estrangeiros e nacionais, teses e dissertações, foi constatado que um grande número de pesquisas em epistemologia genética está se direcionando para aspectos interdisciplinares em áreas psicopedagógicas. Este aspecto é importante, mas salientamos que há um número reduzido de pesquisas em pedagogia experimental.

Para ilustrar esta questão, fornecemos um exemplo dado por Piaget. “É um problema de pedagogia experimental decidir se a melhor maneira de aprender a ler consiste em começar pelas

⁷⁵ CASTRO, A.D. *Teses Piagetianas no Brasil: As Pesquisas Psicopedagógicas*. Projeto de Pesquisa. UNICAMP, 1991, Mimeo.

letras, passando em seguida às palavras e, finalmente, às frases, segundo preceitua o método clássico chamado analítico, ou se é melhor proceder na ordem inversa, como recomenda o método global de Decroly. Só o estudo paciente, metódico, aplicado aos grupos comparáveis de assuntos em tempo igualmente comparável, neutralizando-se quanto se possa os fatores adventícios (valor dos mestres e preferências por um ou outro método etc.), é capaz de permitir a solução do problema”⁷⁶.

Os programas e métodos impostos pelo Estado ou efetuados pela iniciativa dos educadores não podem ser analisados em seus rendimentos reais ou imprevistos, sem um estudo sistemático e estatístico e sem uma orientação de pesquisas psicossociológicas, desenvolvidas por processos pedagógicos apropriados. Estas pesquisas de análise dos desenvolvimentos e dos processos pedagógicos em questão devem ser efetuadas pela pedagogia experimental. Não se trata do mero exame do crescimento mental natural da criança, e sim da modificação do seu conhecimento pelo processo pedagógico.

Ao buscar critérios objetivos, e não apenas avaliações ideológicas do Estado ou as subjetivas dos agentes educativos ou dos pais dos alunos, percebe-se quanto a pedagogia experimental é complexa. Existe, de fato, uma colaboração entre a pedagogia experimental e a psicologia da criança. Como diz Piaget: “Se a pedagogia experimental quer compreender o que ela faz e completar suas averiguações por meio de interpretações causais ou explicações, é evidente que precisa recorrer a uma psicologia precisa e não aquela do senso-comum. Neste caso, ser-lhe-á necessário estar bem informada nos domínios da percepção visual, da percepção das palavras, das

⁷⁶ PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. R.J., Forense-Universitária, 1980, p29.

letras e das frases, sendo-lhe indispensável conhecer as relações entre a percepção global e as atividades perceptivas, as leis da fundação simbólica, as relações entre percepção das palavras e o simbolismo etc".⁷⁷ Esta exigência só demonstra que se a pedagogia experimental quer se firmar como uma ciência independente, deve estar ligada às pesquisas interdisciplinares.

Exemplificando a necessidade da interdisciplinariedade, citamos o próprio Piaget, que nos demonstra a existência de confusões no uso dos pretensos métodos ativos, em razão do desconhecimento e má formação em Psicologia de alguns educadores. Por tal motivo, não aproveitam o essencial dos métodos ativos. Piaget assinala duas confusões distintas por parte de tais educadores.⁷⁸

Primeira confusão. Os educadores são levados a pensar que a atividade do sujeito ou da criança se reduz a ações concretas, o que de fato acontece nos níveis elementares da inteligência. No entanto, nos níveis superiores, onde o aluno pode ser ativo (porque redescobre de forma pessoal as verdades que deve conquistar), esta ação é uma reflexão interior e abstrata.

Segunda confusão. É a crença de que atividade que incida sobre os objetos concretos se reduz a um processo figurativo, isto é, a uma cópia fiel em percepções ou imagens mentais desses objetos. O conhecimento não é uma forma figurativa da realidade; ele consiste sempre de processos operativos que transformam o real, quer em ações ou em pensamentos, para perceber o mecanismo dessas transformações e assimilar assim os

⁷⁷ PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. R.J., Forense-Universitária, 1980, p.32.

⁷⁸ PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. R.J., Forense-Universitária, 1980, p.78.

objetos aos sistemas de operações (ou estruturas de transformações). As experiências que incidem sobre os objetos podem se manifestar de duas formas:

1- lógico-matemática, que extrai os conhecimentos não só dos objetos mas também das ações que modificam esses objetos;

2- a experiência física, onde o conhecimento é abstraído dos objetos e consiste em agir sobre estes para transformá-los, para dissociá-los e fazer variar os fatores; e não para deles extrair, unicamente, uma forma figurativa.

A epistemologia realista concebe o conhecimento como uma cópia do real, sendo repetitivo e objetivo. Desta forma, a imagem mental é uma representação estática do mundo real.

Os métodos audiovisuais fundamentados numa epistemologia sensualista foram exaustivamente combatidos por Nélio Parra na década de 70 no Brasil. Como ele diz, “na psicologia sensual-empirista, enfatiza-se muito mais os aspectos físicos dos recursos sensoriais que os comportamentais, relegando a um segundo plano a participação do ser que aprende.”⁷⁹

3.2.1-CONSIDERAÇÕES SOBRE OBJETIVOS EDUCACIONAIS

Desde o nascimento, a organização social exerce sobre os seres humanos mais influencia que o meio físico, como diz Piaget, “a sociedade transforma o indivíduo em sua própria estrutura,

⁷⁹ PARRA, N. *Metodologia dos Recursos Audiovisuais*. S.Paulo, Saraiva, 1977.

porque ela não só força o indivíduo a reconhecer fatos como também lhe fornece um sistema de signos inteiramente acabado, que modifica seu pensamento; ela lhe impõe uma seqüência infinita de obrigações". Portanto, prossegue Piaget, a "vida social transforma a inteligência pela tripla mediação da linguagem (signos), do conteúdo dos intercâmbios (valores intelectuais) e das regras impostas ao pensamento (normas coletivas lógicas ou pré-lógicas)"⁸⁰.

O nosso objeto de estudos, em relação às contribuições e aos princípios educacionais, é próprio da Psicologia, pois é essa ciência que estabelece as leis de desenvolvimento de sucessão da moralidade e da cognição, nas interações dos indivíduos no grupo social. A nossa referência, neste momento, é o indivíduo psicológico, um sujeito psicológico diferenciado do epistemológico. Como Ramozzi-Chiarottino define "D'après Piaget, l'enfant normal (idéal, c'est-à-dire le sujet psychologique) naît avec la possibilité (propre à l'espèce humaine) de construire les structures mentales organiques spécifiques de l'acte de connaître et d'interpréter son monde à partir des échanges de son organisme avec son milieu."⁸¹ Desta forma, seria um delírio pensar que a posição cognitivista só se estrutura nos aspectos intelectuais; em nosso trabalho buscamos demonstrar a necessidade do somático, do emotivo, do intelectual e do moral.

A conduta, como o próprio Piaget define, necessita de aspectos cognitivos e interpessoais (afetivos-morais). Em Psicologia da Inteligência, Piaget adota princípios praticamente semelhantes ao da Gestalt; a relação entre sujeito e objeto (inteligência, etc.) é denominada reação primária e a reação do sujeito à sua ação é denominada ação secundária (sentimentos elementares). A ação secundária é a regulação da ação primária e economiza as energias internas da conduta. Então,

⁸⁰ PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. R.J, Zahar, 1983, p.157.

⁸¹ RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. *Prisonniers du Présent*. Journal de la Federacion Suisse des Psycholope. 7/1994. vol 18.

como pensava Claparède, os sentimentos atribuem objetivo (valor) à conduta e a inteligência fornece os meios, isto é, o conhecimento impõe uma estrutura. No entanto, Piaget discorda da Gestalt quando esta afirma que a afetividade e a cognição dependem necessariamente do campo atual pois ele percebe a importância da história do sujeito ativo. Esta referência denuncia o engano de alguns opositores de Piaget, segundo as quais ele ignora os aspectos afetivos.

Em tese de doutorado, Lajonquière mostra o valor da afetividade no ato de aprender. Em suas experiências no trabalho clínico, ele diz que os pais se referem a existência de alguma “coisa” que impede seus filhos de aprender. Essa “coisa” é afetividade, que fica numa interseção entre o ensino e o resultado, como ele se refere, “isso que se interpõe entre o ensinado (o mostrado) e o resultado é uma espécie de substância capaz de oferecer resistência a aprendizagem, de fazer com que o sujeito repita insistentemente um mesmo erro, de que esqueça ou de que não consiga fazer aquilo que quer. Emergência de alguma coisa que em si mesma deteria tanto a chave que possibilita quanto a que impossibilita as aprendizagens.”⁸² Esses estudos sobre a afetividade como energia para ação merecem pesquisas exaustivas, que não serão o objetivo de nossas análises.

O sujeito psicológico que aprende é modificado pelas relações sociais; o ato de aprender não será analisado no conjunto de relações gerais, pois é um estudo próprio da sociologia; nossas referências serão psico-sociais. Como é fácil de se observar, a criança é inicialmente heterônoma, não distingue o seu ponto de vista do ponto de vista do outro (egocentrismo), por falta de coordenação ou de grupamento dos pontos de vista e das coisas. Com o aparecimento do grupamento operatório a criança está mais apta à cooperação e à reciprocidade entre indivíduos;

⁸² LAJONQUIÈRE, L. *De Piaget a Freud: A Psicopedagogia entre o conhecimento e o saber*. R. Janeiro, Vozes. p11.

isto a diferencia dos outros pontos de vista, adquirindo assim a autonomia. A transição da heteronomia para a autonomia é realizada por meio da linguagem que permite pôr em ato as operações mentais dos indivíduos e coordená-las com outros pontos de vista.

Como Grize⁸³ nos mostra, a lógica é a boa maneira de conduzir a razão no conhecimento das coisas que nos circundam. Ela nos permite representar as coisas, elaborar e coordenar as representações do pensamento e comunicar estas representações por meio da linguagem (atividade discursiva). Continuando o raciocínio de Grize, a linguagem é uma esquematização que nos permite pôr em ato as nossas operações mentais. As palavras são conteúdos cognitivos e cada uma delas está ancorada num conjunto de preconstruídos culturais que fazem sentido para o orador e para o receptor; e portanto torna-se uma necessidade a coerência, se alguém diz nada é porque tem a intenção de dizer nada. Então, afirma Piaget, “a obrigação de não se contradizer não é simplesmente uma necessidade condicional (um imperativo hipotético), para quem queira curvar-se às exigências das regras do jogo operatório: ela é também um imperativo moral (categórico), na medida que exigida pelo intercâmbio intelectual e pela cooperação”.⁸⁴

Podemos dizer que este sujeito citado acima é o epistêmico. Aqui é interessante notar as pesquisas de Ramozzi-Chiarottino⁸⁵, que demonstram resultados contrários às pesquisas experimentais inspiradas na sociologia. Chiarottino encontrou dois grupos de crianças que possuem problemas cognitivos e afetivos, diferenciando dos resultados das posições teóricas citadas acima. Essas posições sociológicas dizem que a escola não está adaptada à realidade do aluno e equações como

⁸³ GRIZE, Jean-Blaize. *La Logique Naturelle: Logique de L'enfant et de L'adulte*. Águas de Lindóia, outubro-setembro de 1994, III Symposium d'Epistémologie génétique.

⁸⁴ PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. R. Janeiro, Zahar, 1983, p. 164.

⁸⁵ RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. *Prisonniers du Présent*. Journal de la Federation Suisse des Psycholope. 7/1994. vol 18.

$2x+1 = 3$ podem ser resolvidas na rua e o aluno apresentar desconhecimento na sala de aula. Aliás, Papert diz que essa chamada nova matemática que faz parte do currículo, não tem nada de nova. No entanto, algumas considerações sobre matemática serão apresentadas no 4º capítulo. Chiarottino observou dois grupos com problemas cognitivos, sociais e afetivos. O 1º grupo de crianças ajuda os pais, mas tem dificuldade de comunicação pela língua materna, apresentando fracasso acadêmico. O segundo é de crianças consideradas “psicóticas”; representam o mundo de forma caótica, não há representação de tempo, espaço e causalidade: crianças prisioneiras do presente.

A psicologia, ao tratar dos problemas dos meios, condiciona, do mesmo modo que a sociologia, a escolha dos objetivos educacionais. Piaget faz alusão a isso, quando diz ser impossível formarmos indivíduos construtores e inovadores em certas atividades sociais e conformistas em outras ramos do saber ou da ação.

3.2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM A PASSAGEM DA HETERONOMIA À AUTONOMIA

Podemos dizer que o grupamento operatório e a cooperação são os fatores necessários para a transição da heteronomia à autonomia. O grupamento é a coordenação de operações do indivíduo e a cooperação é a coordenação de pontos de vista de um grupo de indivíduos. Existe uma correspondência estreita entre grupamento operatório e cooperação; surge então uma pergunta que Piaget nos apresenta: será que é o desenvolvimento operatório interiorizado que torna o

sujeito suscetível de cooperar com os outros, ou é a cooperação exterior, depois interiorizada no sujeito, que o obriga a grupar suas ações em sistemas operatórios? Para responder a esta pergunta, Piaget a divide em dois momentos⁸⁶:

- 1- **O indivíduo não agiria de uma forma coerente (grupamento operatório) sem um intercâmbio de pensamento e de cooperação com os outros indivíduos.**
- 2- **Os intercâmbios de pensamento, todavia, obedecem a uma lei de equilíbrio (grupamento operatório), já que a cooperação exige uma coordenação de operações.**

Então, a autonomia (intelectual e moral) é o equilíbrio de ações individuais e interindividuais que possibilitam uma conservação de conceitos, isto é, a reversibilidade do pensamento está vinculada à reciprocidade coletiva e o grupamento é a lei de equilíbrio na realidade, em sua atividade operatória interna e na cooperação exterior.

Vamos citar um exemplo de Aebli de autonomia intelectual na prática educativa e, desta forma, ilustrar melhor o pensamento de Piaget. “Suponhamos que dois membros de uma equipe de crianças sugeriram duas interpretações aparentemente diferentes de um processo de ordem causal, uma mostrando como os efeitos derivam das causas e a outra voltando dos efeitos para as causas. A faculdade de reconhecer a equivalência das relações inversas (reversibilidade do pensamento) permite aos alunos compreender que as duas explicações são equivalentes”⁸⁷. Este exemplo mostra como a teoria de Piaget influencia a didática nos recursos que devem ser utilizados em sala

⁸⁶ PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. R. Janeiro, Zahar, 1983, p. 164.

⁸⁷ AEBLI, H. *Didática Psicológica: Aplicação da Psicologia de Jean Piaget*. S. Paulo, Ed. Nacional, 1978, p. 69.

de aula. Tais recursos, no exemplo dado, favorecem a autonomia intelectual.

Autonomia moral, segundo Piaget, deve ser construída através do exercício de coordenar pontos de vista; quando os adultos usam recompensas e castigos, eles reforçam a heteronomia. A punição é deixada de lado e, ao invés disso, é comum vermos professores cognitivistas trabalharem com a sanção por reciprocidade. Um exemplo desta posição é dado por Piaget através da exclusão do indivíduo do grupo, dando a oportunidade de construir por si mesmo a regra da consideração por outras pessoas.

A utilização da psicologia, na busca de uma atitude inovadora na prática educativa, não é derivada da psicologia sem uma ideologia, isto é, sem uma combinação sistemática de fatos psicológicos e sociais com um conjunto de princípios e de valores. A prática educacional não se beneficia simplesmente da utilização de pesquisas sobre o que é o desenvolvimento da aprendizagem na criança, sem ter uma posição de como deve desenvolver a criança e isto implica princípios de valor. O princípio da formação de mentalidades autônomas, enfatizado pelos cognitivistas, através do incentivo das tomadas de decisões significativas pelos alunos, deve ser uma meta educacional. Se estamos entendendo educação como responsável pela formação do homem, não podemos desconsiderar a educação moral como uma tomada de decisão política e filosófica. Sem os dados precisos da psicologia sobre o desenvolvimento moral, não podemos definir procedimentos mais específicos e procedimentos que favoreçam autonomia das consciências nas práticas educativas.

Piaget salienta que os procedimentos ativos de ordem unicamente moral são baseados no noção do "self-government". Os métodos ativos têm como pressuposto que a vida moral se desenvolve nas relações afetivas e interindividuais e nas práticas educativas com as crianças. Sendo assim, o

método ativo busca⁸⁸.

1- não impor, por autoridade, o que a criança pode falar por si mesma;

2- conseqüentemente, trata-se de criar um meio social especificamente infantil de tal modo que a criança possa fazer as experiências desejadas.

Estas práticas educativas orientam o desenvolvimento moral no sentido da formação de uma personalidade autônoma. Nos primeiros estágios cognitivos-interpessoais, a criança é heterônoma e egocêntrica. Após uma estimulação devida, ela se torna livre e de espírito cooperativo com os membros do grupo. As estruturas do pensamento formal possibilitam o afastamento da cognição dos contextos imediatos e a busca da liberdade própria. Afinal, são as características de um pensamento hipotético-dedutivo que possibilitam a dedução de mundos possíveis e a transformação da sociedade. Como diz Freitag: "... graças ao pensamento lógico formal, a consciência moral autônoma sabe distinguir entre leis da natureza e as leis sociais, sabe desprender-se dos contextos empíricos e pensar contextos possíveis"⁸⁹. A liberdade não é de foro íntimo, como Freitag mostra, através do Imperativo Categórico enunciado por Kant no livro *Metafísica dos Costumes*. Os valores são determinados na relação social, onde os sujeitos, através da argumentação, se afastam do pensamento egocêntrico e, através do exercício do pensamento coerente, o grupo, por meio de exposição de conflitos, confrontos e intercâmbios intelectuais, consegue validar uma máxima.

A ênfase na estimulação devida é usada para definir uma oposição às práticas do adultos porque,

⁸⁸ PIAGET, J. *Los Procedimientos de la Educación Moral*, in *La Nueva Educación Moral*. trad. Maria Luisa Navarro De Luzuriaga, Buenos Aires, Editorial Losada, 1967 p.39.

⁸⁹ FREITAG, B. *Razão Teórica e Razão Prática: Kant e Piaget*. In ANDE, n15, p.61.

quaisquer que sejam as finalidades educacionais e as técnicas ou domínios a serem aplicados, deve-se distinguir quais as disponibilidades dos alunos para que não haja uma doutrinação de princípios considerados éticos ou não. Isto a diferencia de certos pensadores que acreditam ter uma posição política revolucionária e, entretanto, são extremamente conservadores. Utilizam técnicas coercitivas e propostas de ensino-aprendizagem das teorias empiristas, teorias estas que são criticadas por eles (escola tecnicista). De mais a mais, quando estes pensadores se referem às práticas educativas, mostram total desconhecimento de como a psicologia pode auxiliá-los a atingir os fins desejáveis. Suas idéias enfatizam que o aluno só pode ter um contato com o professor após a assimilação de certos conteúdos e a forma que estes conteúdos devem ser transmitidos são semelhantes às técnicas comportamentais, onde o sujeito internaliza o conhecimento universal.

A originalidade dos métodos novos consiste na substituição dos mecanismos de coação da escola tradicional por uma disciplina interior baseada na vida social dos alunos, num sistema de ajuda mútua. Como diz Piaget: “a cooperação das crianças entre si apresenta, nesse sentido, uma importância tão grande quanto à ação dos adultos. Do ponto de vista intelectual, é ela que está mais apta a favorecer o intercâmbio real do pensamento e da discussão, isto é, todas as condutas suscetíveis de educar os espíritos críticos, a objetividade e a reflexão discursiva. Do ponto de vista moral, ela chega a um exercício real dos princípios da conduta, e não a uma submissão exterior”⁹⁰.

3.2.3-CONFRONTO ENTRE AS DUAS GRANDES IDEOLOGIAS EDUCACIONAIS NO OCIDENTE

⁹⁰ PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. R. Janeiro. Forense-Universitária, 1980, p. 184.

Querendo confrontar as grandes correntes educacionais ocidentais, Kolhberg demonstrou diferenças epistemológicas, psicológicas e filosóficas entre as ideologias progressivistas, comportamentais e humanistas. Tentaremos levantar alguns pontos que acreditamos sejam fundamentais para a ação pedagógica. Para tanto, discutiremos somente os princípios da teoria comportamental e progressivista ou desenvolvimentista. Optamos por essas duas correntes ideológicas por considerarmos que são elas que mais influenciaram e influenciam o pensamento educacional no Ocidente. Em artigo “Desenvolvimento Como Meta da Educação” Kolhberg e Mayer postulam que a educação deve desenvolver a cognição e a moralidade (sócio-afetivo). E para determinar esse fim educacional ele demonstra os pressupostos que estão por trás de cada teoria educacional.

3.2.3.1 TEORIA DA TRANSMISSÃO CULTURAL

Esta teoria educacional é a que mais influenciou e influencia o pensamento pedagógico no ocidente. Na visão dos educadores desta corrente, a educação tem como função a transmissão das regras e valores das gerações anteriores às posteriores. Os valores culturais e conhecimentos científicos são inculcados nas crianças de forma mecânica. Esta teoria não diferencia os processos psicológicos da criança e do adulto, este só se diferencia pela eficiência.

Este modelo educacional recebeu uma característica científica com as teorias do condicionamento operante de Skinner. As estruturas cognitivas são reflexos de estruturas físicas e sociais que existem fora do sujeito. A estrutura do comportamento da criança é o resultado de estímulos discretos associados entre si e de experiências de prazer ou dor vivenciadas por ela. Através de sua teoria, a pedagogia elaborou um modelo de ensino programado (máquinas de ensinar), que

utiliza um ordenamento de associações progressivas. Este modelo, para Piaget, “é eficaz do ponto de vista pedagógico, no que refere à aprendizagem, mas nem um pouco no que se concerne à invenção, a menos que tal, como experimentou S.Papert, seja entregue a programação à própria criança”.⁹¹

Kohlberg analisa o desenvolvimento da cognição na teoria comportamental comparando-a com a metáfora de um computador no qual o ambiente digita os dados e o organismo armazena, recupera e recombina, emitindo o comportamento de saída. Há certas analogias em relação ao ensino-aprendizagem entre a teoria comportamental e a teoria tradicional. O ensino tradicional, amplamente usado no Brasil, é ilustrado de uma maneira engraçada por Kamii “por considerar o aluno um copo vazio que deve ser preenchido, e passado de uma série para outra (...), este despejar de conhecimento pressupõe que o professor seja um funil gigante que armazenou toda a sabedoria do passado e seleciona do seu repertório o que ensinar, de que modo e em que seqüência”⁹², como ilustra a figura 8. As filas e outros rituais disciplinares praticamente sumiram, prossegue Kamii, mas o “despejar autoritário do conhecimento de fora para dentro continua de forma mais refinada”. Contudo, a ênfase nas respostas certas já foi demonstrado, leva a uma aprendizagem mecânica que não tem garantia a longo prazo. Devemos fazer uma ressalva aqui, devido à confusão que persiste para alguns educadores; não são todas as aprendizagens que são realizadas através da descoberta, como afirma Piaget. Afinal, a História ou o Latim não podem ser reinventados.

⁹¹ PIAGET, J. *Para Onde Vai a Educação?* R.J.José Olympio Editora e UNESCO, 1994, p.9.

⁹² KAMII, C. e DREVIES, R. *Jogos em Grupo na Educação Infantil: Implicações da Teoria de Piaget*. S. Paulo, Trajetória Cultural, 1991, p.19.

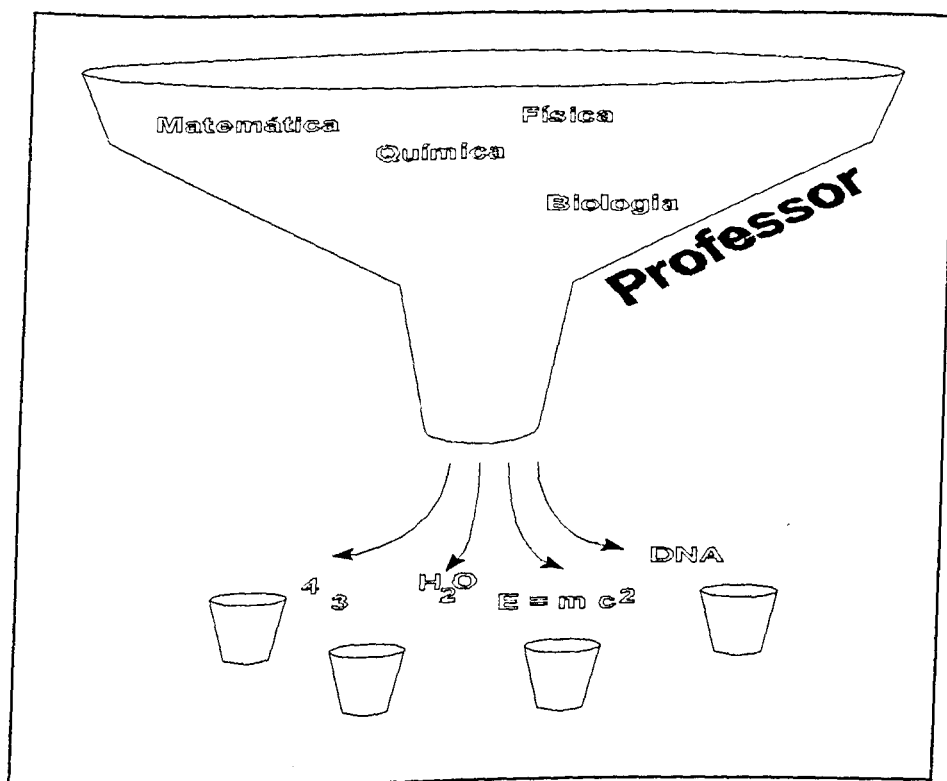


Figura 7: Ensino tradicional segundo Kamii

Apesar de fazermos certas analogias entre as teorias tradicionais de educação e as teorias comportamentais, quanto à necessidade de aquisição dos conhecimentos necessários à cultura, verificamos, em ambas, a relevância de aprender a disciplina e os valores comuns estabelecidos. Contudo, existe uma distinção fundamental nas definições de objetivos educacionais que é a diferença entre uma formação mais humanística da Escola Tradicional e de uma formação essencialmente tecnológica das Escolas Comportamentais. Esta distinção é imprescindível porque reflete em aspectos educacionais tais como finalidades da educação e nos currículos.

A epistemologia realista da corrente comportamental gera objetivos educacionais focalizados nos comportamentos externos como habilidades e padrões culturais desejáveis, como mostra a figura 7. Elimina-se qualquer fator que pode ser considerado subjetivo e, portanto, não científico. A

educação planeja uma seqüência de comportamentos desejáveis e, através de estimulações ambientais, cuidadosamente selecionadas, o educador ou qualquer outro programador de comportamentos consegue modelar condutas por meio de seqüência de uso de reforços até a supressão destes. É a era dos psicólogos reis como se refere Kohlberg.

3.2.3.2 PROGRESSIVISTA

Esta corrente é representada por Kohlberg e outros; tem como base o princípio epistemológico de Piaget, isto é, uma epistemologia interacionista onde o sujeito constrói seu conhecimento agindo no meio que o circunda. Se a inteligência é somente alcançada no estágio superior, ou seja, nos níveis do pensamento hipotético-dedutivo, a educação deve trazer experiências educativas que orientem o desenvolvimento do sujeito no sentido dos estágios, observados por Piaget, de desenvolvimento da cognição. O ambiente educacional deve estimular a cognição e a moralidade através de problematizações que tenham significados para os alunos. O conhecimento é uma mudança no modo de pensar dos envolvidos quando buscam as resoluções dos problemas que a experiência educacional lhes propicia. Queremos lembrar que, segundo Papert, o Piaget dos estágios é conservador e quase reacionário ao enfatizar o que as crianças não podem fazer. Mas, antes do desenvolvimento de instrumentos verdadeiramente inovadores, possivelmente baseados em computadores, a teoria dos estágios continua sendo o melhor fundamento para quem queira desenvolver procedimentos pedagógicos.

Continuando o raciocínio dos cognitivistas, os fenômenos mentais se organizam em estruturas, as quais são as normas para o processamento de informações ou conexões entre eventos da experiência. A experiência é indispensável para a construção do conhecimento pois é a interação

experiência imediata não tem a suprema verdade; seu significado é relativo à situação em que a criança age. A psicologia desta corrente coordena o significado externo das experiências (comportamento) com o seu significado interno. Isto é o inverso das teorias comportamentais que reduzem as experiências às respostas observáveis em situações ambientais. Como já foi dito antes, a conduta psicológica requer aspectos cognitivos e afetivos-morais (sociais) e eles se desenvolvem paralelamente em estágios invariantes, universais e observáveis empiricamente. Conforme Kohlberg, os estágios possuem características distintas que são:

- 1- **diferenças qualitativas no modo da criança pensar;**
- 2- **possuem uma organização (estrutura distinta), uma seqüência (a estimulação ambiental não muda a sua seqüência) e são hierárquicos (ordem de estruturas diferenciadas e integradas).**

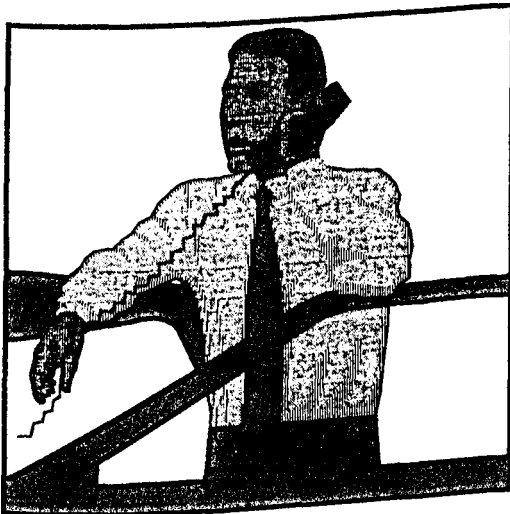


Figura 8: Um padrão desejável.

O desenvolvimento da cognição e da moralidade-afetividade é regulado através dos estágios e requer que elas passem por seqüências de reorganizações hierárquicas, isto é, ao atingir um estágio C, a criança necessita ter passado pelo estágio anterior B e os seus diversos subestágios.

estágio C, a criança necessita ter passado pelo estágio anterior B e os seus diversos subestágios. No entanto, ela não passa por estágios através de saltos, como no caso dos estágios freudianos, e sim de uma interdependência do nível anterior e na busca do estágio posterior. Ressalta-se que sem experiência não há uma manifestação destas estruturas diferenciadas, e isto por dois motivos fundamentais:

- 1- as estruturas não estão pré-formadas no organismo;**
- 2-o sujeito epistêmico necessita do ambiente para transformar o seu conhecimento.**

A falta de estimulação ambiental retarda ou até mesmo provoca a estagnação do desenvolvimento cognitivo. E isto foi constatado por Ramozzi-Chiarottino em seus 10 anos de pesquisas com crianças faveladas. No entanto, existem sérias dúvidas, para os pesquisadores em epistemologia genética, se o enriquecimento das estimulações exteriores acelerará o desenvolvimento cognitivo. É fato que toda a educação busca, de certa forma, o aceleração. Mas, como diz Piaget: “Não é sem motivo que a infância se prolonga muito mais no homem que nas espécies inferiores; é muito provável, pois, que se imponha para cada tipo de desenvolvimento uma velocidade ideal, sendo o excesso de rapidez tão prejudicial como uma acentuada lentidão. Desconhecemos porém essas leis e, também nesse particular, caberá às pesquisas do futuro esclarecer a educação”⁹³. Resumindo o que foi dito acima, podemos dizer que os pontos importantes a serem considerados para ação pedagógica seriam:

Conhecimento do professor sobre o desenvolvimento cognitivo-moral dos alunos.

⁹³ PIAGET, J. *Para Onde Vai a Educação?* R.Janeiro. José Olympio Editora e UNESCO, 1977, p.22.

Observação do processo mental desses

Utilização de métodos desafiantes para a estimulação do alcance ao nível superior em que ela se encontra.

Experiências conflitantes que exijam coerência nos aspectos cognitivos e interpessoais.

Os estímulos assimilados das experiências educativas proporcionadas devem ser de forma a se realimentar naturalmente a fim de que a criança aja ativamente.

Uma epistemologia funcional da mente é a característica básica da teoria cognitivo desenvolvimentista. Sua análise se baseia mais nas observações dos processos mentais do que na memorização, e sua ênfase é na valorização do desenvolvimento cognitivo e moral, em vez do comportamento reforçado.

A experiência é, aqui, avaliada em suas conseqüências a longo prazo no desenvolvimento da criança. Os critérios humanitários por si mesmos não devem ser considerados como experiências educativas desejáveis. Estes critérios nas qualidades das experiências imediatas podem ser desumanizantes a longo prazo, devido a não definição de objetivos educacionais que possam ser garantidos por longos períodos. Certas experiências que são agradáveis no momento podem ter conseqüências deseducativas, ao promover atitudes descuidadas e desinteressadas nos alunos. Podemos dizer que eles não desconhecem os aspectos motivacionais que geram uma conduta interessada. No entanto, eles sabem que experiências agradáveis imediatamente não são suficientes para a seleção de experiências educativas que possam ser consideradas como adequadas à estimulação do desenvolvimento cognitivo e interpessoal. Estes aspectos foram muito bem

elucidados por Kohlberg⁹⁴. Ele diferencia a teoria progressivista das teorias do “saco de virtude” que acreditam que a criança “desabrocha” naturalmente e o ambiente é simplesmente um nutriente para o desenvolvimento. Esta teoria pode ser exemplificada por Gesell que acredita na maturação espontânea.

Discordando das teorias behavioristas, os progressivistas distinguem a avaliação a curto prazo da experiência imediata e a avaliação desta experiência a longo prazo. Um exemplo a ser dado é que condutas reforçadas não têm garantia a longo prazo. Se as condutas modificadas são reversíveis, elas não têm valor em si. Só há valor se são orientadas a níveis qualitativos superiores. A recompensa, embora seja uma técnica mais aceitável do que a punição (ressalte-se aqui que Skinner não era favorável à punição) não garante autonomia, como Skinner previa, pois o indivíduo torna-se dependente do controle e dos esquemas de contingências.

As contribuições da psicologia, para Kohlberg e outros pesquisadores, se distinguem ao fornecer elementos racionais e éticos para a elaboração de programas educacionais que resistam à análise dos fatos e dos valores duvidosos. Mas, como diz Piaget, “é preciso compreender que a educação comparada só tem futuro se subordinada inelutavelmente à sociologia, isto é, a um estudo detalhado e sistemático do condicionamento social dos sistemas educativos”⁹⁵

⁹⁴KOHLBERG, L. e MAYER, R. *Desenvolvimento Como Meta Da Educação*. Harvard Educational Review, 42(42); nov.1972, trad. Nélio Parra. Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada da USP.

⁹⁵PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. R. Janeiro, Forense-Universitária, 1980, p.28.

4. IMPACTO DAS TEORIAS DE PIAGET NA EDUCAÇÃO

4.1 INTRODUÇÃO

Platão acreditava que existiam dois tipos de seres. O ser ideal era o único verdadeiro e só podia ser atingido com a mente. Os objetos do mundo externo, por sua vez, eram aproximações imperfeitas do ser ideal e podiam ser conhecidos pelos sentidos. Este tipo de conhecimento imperfeito era obtido fazendo-se abstrações sobre o que observamos. Olhando uma laranja, abstraímos sua forma esférica. A laranja, contudo, é uma esfera imperfeita, com deformações, pequenos poros, depressões, relevos etc. Observando, porém, laranjas, maçãs, bolas de futebol e outros objetos arredondados, acabamos por chegar, com os olhos da mente, à forma esférica perfeita.

A esfericidade perfeita, a diferença, a igualdade, dizia o Sócrates platônico a um dos personagens do Fedon, não pode estar nos objetos observados. Se dois livros são diferentes, em qual deles está a diferença para que a possas notar? Em nenhum? Então como tomastes conhecimento dela? A resposta a que os discípulos de Sócrates chegam é que conceitos como diferença, esfericidade e igualdade só podem estar na mente. A observação de objetos naturais faria com que a mente se recordasse dos objetos ideais. Uma vez recordado, porém, a melhor forma de se investigar estes objetos verdadeiros seria pelo raciocínio puramente mental. Aliás, o raciocínio puramente mental é a melhor forma de se investigar os objetos ideais. Infelizmente (para Platão, é claro), temos necessidade dos sentidos para iniciar o processo.

Piaget acreditava, como Platão, na existência de uma separação entre a abstração empírica e a abstração reflexiva. Na abstração empírica, obtemos conceitos de objetos observando-os e, ao mesmo tempo, focalizando alguma de suas propriedades enquanto ignoramos outras. Na abstração reflexiva, construímos relações entre objetos. Estas relações não têm existência na realidade externa e estão apenas na mente do ser pensante. São os objetos ideais de Platão.

Há uma diferença entre Piaget e Platão. Piaget acreditava que a mente constrói as relações usadas no raciocínio lógico por meio de abstrações reflexivas. Para realizar esta construção, contudo, precisa-se das propriedades obtidas por meio de observações e de abstração empírica. Platão, por outro lado, pensava que os objetos ideais utilizados no raciocínio lógico já estavam na mente. A abstração empírica era necessária apenas para recordar-se deles. Se esta diferença é fundamental em outras aplicações da epistemologia, ela parece não ter dado origem a sistemas educacionais muito diferentes. É o que veremos adiante.

Tomemos, para fixar idéias, o ensino da matemática, tema caro tanto a Platão quanto a Piaget. De fato, Platão teria mandado escrever na porta da academia a célebre frase “ Não entre ninguém que não saiba matemática . Educadores que desenvolveram métodos baseados na teoria de Piaget quase sempre propuseram que conceitos matemáticos fossem desenvolvidos a partir de observações e abstração empírica. Após um certo número de abstrações empíricas, diziam estes educadores, a criança começa a construir relações. As relações não poderiam ser construídas sem um corpo inicial de abstrações. Numa última etapa, a criança começa a raciocinar sobre as relações e abstrações de seu acervo epistemológico. Resumindo, podemos dizer que a maioria dos métodos de educação baseados em Piaget, apresentam 3 etapas:

Primeira Etapa

Permite-se que a criança faça observações do mundo sensível de modo a criar abstrações empíricas.

Segunda Etapa

A criança constrói relações com os conceitos abstraídos, o que se pode considerar abstração reflexiva ou construtiva.

Terceira Etapa

Finalmente a criança começa a raciocinar com as relações e com os conceitos primitivos.

É importante notar que a sequência é praticamente o inverso daquela utilizada nos métodos tradicionais. Nestes métodos, o professor explica o conceito obtido por abstração reflexiva e, em seguida, ensina a criança a operar com estes conceitos. As operações equivalem, evidentemente, a um raciocínio lógico ou a uma dedução formal. Como a criança não consegue entender o conceito obtido por abstração reflexiva, o educador tradicional tenta mostrar exemplos no mundo sensível obtidos por abstração reflexiva.

Piaget acreditava que a ordem da obtenção do conhecimento científico era: abstração empírica, abstração reflexiva e raciocínio lógico. Aliás, a abstração reflexiva dependia uma abstração empírica prévia. A ordem de transmissão destes conhecimentos, na pedagogia tradicional, começava pelo fim. Ou seja, do raciocínio lógico passava-se às relações e finalmente procurava exemplos no mundo sensível para as relações.

Adotemos um exemplo prático: um professor de matemática ensina conceitos, como grupos, apresentando aos estudantes um sistema formal dedutivo. Os estudantes não entendem e o

professor dá exemplo de operações como soma, dizendo que a soma é uma relação entre três números. O estudante continua não entendendo (talvez ele não entenda por que usar um conceito tão complexo como grupo para explicar uma soma). O professor, então, tenta tomar um exemplo do mundo real, tal como grupo de translação, rotação etc. A ordem de ensino foi:

Sistema formal --> relações --> exemplos.

A gênese deste conhecimento, contudo, teria seguido a seguinte ordem:

abstração empírica --> relações --> sistema formal.

Para se fazer a abstração empírica, colhem-se amostras do mundo físico. Esta discrepância entre a forma de gerar o conhecimento e a forma de ensiná-lo foi considerada por Piaget como profundamente contraproducente. Vejamos o que ele diz a respeito disso: "Dienes, matemático pedagogo que tem o mérito de haver compreendido, através de sua experiência educativa, este fato essencial (que nossas pesquisas psicogenéticas sempre haviam evidenciado): a compreensão da Matemática elementar decorre da construção de estruturas inicialmente qualitativas (o número, por exemplo, aparece psicologicamente como uma síntese da inclusão das classes e da ordem serial) e quanto mais for facilitada a construção prévia das operações lógicas, em todos os níveis do ensino da Matemática, tanto mais estará ele sendo favorecido"⁹⁶.

O ponto fundamental da teoria de Piaget que leva a estas respostas, é que a abstração reflexiva

⁹⁶ PIAGET, J. *Para Onde Vai a Educação?* R. Janeiro. José Olympio Editora e UNESCO, 1977, p. 11.

é uma construção provocada pela abstração empírica. Para Platão, a abstração reflexiva seria uma recordação causada pela observação e pela abstração empírica. Este tipo de diferença não pode levar a métodos educacionais muito diferentes. Assim sendo, não é de se admirar que métodos surgidos da teoria da recolecção platônica sejam tão semelhantes aos métodos piagetianos (o exemplo mais conhecido de método platônico é a Maiêutica Socrática). Também não é de se admirar o respeito que Piaget tinha pelos métodos de Platão. Disse ele: "O drama da pedagogia é o de que os melhores métodos são os mais difíceis. Não se pode utilizar um método socrático sem ter adquirido, previamente, algumas das qualidades de Sócrates, a começar por um certo respeito à inteligência em formação"⁹⁷. Acredita-se que foi o suficiente sobre os pontos divergentes dos métodos platônicos e piagetianos.

Para terminar esta introdução a respeito dos métodos piagetianos, convém notar que o próprio Piaget acreditava que as pesquisas psicológicas sobre o desenvolvimento da inteligência e da cognição ocorrem em três direções. O associacionismo empirista diz que todo conhecimento é adquirido através da experiência, isto é, vem de fora. Métodos educacionais baseados nesta linha devem forçosamente fornecer ao estudante exposições verbais ou visuais intensas. O inatismo acredita que já existam mecanismos cognitivos elaborados no cérebro. O aprendizado, então, se reduziria, em grande parte, no exercício de uma razão já formada. Finalmente, o próprio Piaget acreditava que grande parte dos processos cognitivos são construídos, muito embora possam utilizar material retirado da experiência. Tais idéias dariam origem a métodos que "ênfatisam as atividades que favorecem a espontaneidade da criança". Entre estes métodos ativos, Piaget cita a maiêutica socrática⁹⁸.

⁹⁷ PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. R.Janeiro, Forense-Universitária, 1980, p.75.

⁹⁸ PIAGET, J. *Pedagogia e Psicologia*. R.Janeiro, Forense-Universitária, 1980, p.75.

Alguns leitores podem considerar estranho o fato de Piaget reconhecer que a epistemologia platônica tenha produzido um método ativo, sendo Platão um reconhecido inatista. Acontece que as estruturas cognitivas de Platão precisam ser acordadas e este processo de ativação acaba sendo muito semelhante ao processo de construção piagetiano.

4.2. DIENES

Piaget acreditava que Dienes havia sido um dos que melhor desenvolveram métodos educacionais em harmonia com suas teorias pedagógicas. Isto apesar de que seja pouco provável que Dienes tenha tido conhecimento das pesquisas de Piaget quando começou a desenvolver seu método ativo. Quem diz isso é o próprio Piaget, quando afirma: " O pedagogo-matemático Dienes desenvolveu esforços dignos de louvor, mas uma insuficiente informação psicológica torna por vezes um pouco otimista a sua interpretação dos resultados dos exercícios de sua invenção. Como, contudo, reservamos este capítulo para falar de métodos didáticos que Piaget considerou que estavam em sintonia com sua teoria epistemológica, vamos discutir o método de Dienes. Este pedagogo húngaro propõe um sistema de ensino da matemática em seis etapas. Várias destas etapas, conforme vamos ver, são decididamente construtivistas.

Na primeira fase, Dienes propõe que a criança se defronte com situações que a levem a formar conceitos da disciplina que está estudando. Analisando esta fase segundo uma ótica Piagetiana, podemos dizer que Dienes está tentando facilitar a abstração empírica. Vamos recordar que a abstração empírica consiste em focalizar uma certa propriedade de um objeto do mundo físico, enquanto ignora as outras. Em contrapartida, a abstração reflexiva consiste na construção de

relações que não existem nos objetos físico. Mesmo assim, a primeira fase é indispensável à abstração reflexiva. De fato, Piaget não acreditava que os dois tipos de abstração pudessem existir um sem o outro. Se não pudesse abstrair o conceito de cor pela abstração empírica, a criança não poderia perceber a relação que existem entre objetos de mesma cor. Por outro lado, as propriedades obtidas por meio da observação e abstração empírica seria de muito pouca utilidade se não pudessem ser relacionada, por meio da abstração reflexiva, a outras propriedades obtidas anteriormente. De que adiantaria eu obter propriedades de cor, forma, peso, volume e posição se estas propriedades não servissem para classificar os objetos como semelhantes, como estando na frente de outro, como tendo o mesmo peso, etc? A própria visão é de pouca utilidade se relações que permitam interpretar a cena vista. Consideremos, por exemplo, uma folha de papel sobre a qual colocamos um livro e que foi parcialmente encoberta por ele. Uma pessoa que não houvesse construído as relações do tipo "o livro esconde o papel" e "o livro está na frente do papel" não perceberia a forma retangular do papel pois esta forma está parcialmente bloqueada pelo livro. Contemos uma história para tornar mais claro este ponto. Aproximadamente 300 anos antes de Cristo, o cientista e geólogo grego Erastóstenes viajava de Atenas a Alexandria por mar. Ele notou que, durante a viagem, algumas estrelas próximas ao horizonte, na direção de Atenas, desapareciam. Ao mesmo tempo, outras surgiam na frente, na direção em que o navio avançava. Como ele conhecia a relação que existia entre visibilidade e as posições relativas entre observador e observado sobre uma superfície côncava (como uma montanha, uma cúpula ou uma esfera), ele sabia que à medida que o observador se afastava do objeto observado, a superfície acabava por encobrir o objeto. Sem conhecer esta relação, Erastosthenes nunca teria descoberto a forma da Terra. Mesmo levando-se em conta que a forma esférica é uma abstração empírica. É claro que, em geral, a abstração empírica pode ser obtida por simples observação e focalização. Afinal, a abstração empírica consiste em focalizar propriedades do objeto físico. Há casos, porém, em que

esta focalização só pode ser realizada por meio de dedução e do exame de relações já construídas. A criança, contudo, vai obter a maioria das propriedades físicas a partir de simples observação.

A primeira etapa de Dienes se fundamenta de outra maneira na teoria de Piaget. Dienes acreditava que aprendizagem é adaptação. O mesmo ocorre com Piaget. Aliás, Piaget acreditava que inteligência, em geral, é adaptação. Vejamos o que diz Dienes: "Dizer que um organismo aprendeu alguma coisa significa que este organismo conseguiu modificar-se em relação a determinado meio. Na fase anterior à aprendizagem, o organismo estava mal adaptado a uma dada situação. Graças à aprendizagem, ele se tornou capaz de dominar situações que se lhe apresentam no meio"⁹⁹. Quando Piaget dizia que inteligência é adaptação, ele entendia por adaptação as mudanças que o organismo sofre para melhor se inserir no meio (acomodação) e as mudanças que ele realiza em objetos do meio para que estes objetos possam ser assimilados ao organismo. Ao descrever a primeira fase de seu método, Dienes enfatizou apenas o aspecto de acomodação. É claro, porém, que o aspecto de assimilação também tem sua importância. De fato, a abstração empírica é uma assimilação pois modifica o conhecimento para torná-lo útil ao organismo. No caso, a modificação consiste em excluir todas as propriedades que não pertencem ao conjunto focalizado. Tomemos um documento descrevendo um carregamento de batatas. Possivelmente, este documento dá a procedência das batatas, o peso, o fornecedor, etc. Para um contador, contudo, só interessa o valor do carregamento. Ele assimila o documento excluindo todas as informações que não sejam valor da carga. Cumpre notar que, embora Dienes não tenha incluído o conceito de assimilação ao falar de adaptação, ele leva em conta a assimilação na terceira etapa de seu sistema.

⁹⁹ DIENES, Z. *As Seis Etapas do Processo de Aprendizagem em Matemática*. S. Paulo, E.P.U., 1975, p.2.

Na segunda etapa do sistema de Dienes, a criança toma conhecimento das restrições que o ambiente lhe impõe. Em outras palavras, ela aprende as regras do jogo. Ou, usando o jargão piagetiano, ela descobre as situações em que a adaptação deve ser realizada exclusivamente por acomodação. Nestas situações, o meio não cede, não pode ser modificado para facilitar a assimilação. A única saída é se acomodar.

A terceira etapa cuida da assimilação. Esta assimilação é feita quase que exclusivamente por meio de abstração empírica. Senão, vejamos o que diz Dienes¹⁰⁰: "A criança destaca a estrutura comum dos jogos e se desembaraça das partes não pertinentes. No emprego dos blocos lógicos, por exemplo, as cores e as formas não são pertinentes". Como podemos ver, o autor descreve claramente uma abstração empírica.

Na quarta etapa, Dienes faz as crianças representarem as propriedades que abstraiu na terceira etapa. A representação pode ser considerada como a forma mais primitiva de abstração reflexiva. Ela estabelece uma relação de analogia entre a propriedade e sua representação. Se, por exemplo, resolvermos representar um conjunto de lápis por um conjunto de pontos dentro de um círculo, a analogia entre os dois conjuntos se apóia nos fatos de que ambos são contáveis e possuem a mesma cardinalidade (mesmo número de elementos). Este grau de analogia é suficiente se estamos interessados apenas nas propriedades aritméticas do conjunto de lápis.

A análise de Dienes da quinta etapa é bastante confusa. Talvez possamos dizer que foi pensando nesta análise que Piaget conclui que Dienes tinha poucas informações a respeito da

¹⁰⁰ DIENES, Z. *As Seis Etapas do Processo de Aprendizagem da Matemática*. S. Paulo, Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1975, p.4.

psicologia do aprendizado e afirma no livro *Para Onde Vai a Educação*: "Dienes desenvolveu esforços dignos de louvor, mas uma insuficiente informação psicológica torna por vezes um pouco otimistas algumas de suas interpretações do resultado de alguns dos exercícios de sua invenção". De qualquer forma, podemos dizer que na quinta etapa Dienes tenta estabelecer as relações entre os objetos por meio de abstração reflexiva. A reflexão é auxiliada pelas representações. Afinal, as representações são analogias e a finalidade última da analogia é facilitar a obtenção de relações pelo exame do objeto análogo, o qual se supõe mais facilmente manipulável que o objeto original.

O último passo de Dienes é o raciocínio lógico, as deduções, o trabalho intelectual com os objetos, conceitos, relações e propriedades adquiridas ou construídas nas etapas anteriores.

4.2.1 EXEMPLIFICANDO AS ETAPAS DE DIENES

PRIMEIRA ETAPA

Crianças brincam com triângulos equiláteros, ilustrados na figura 9,

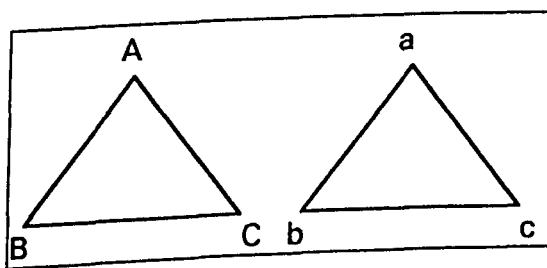


Figura 9: Dois triângulos equiláteros, com seus vértices.

SEGUNDA ETAPA

Aprende as restrições do jogo (regras do jogo)

Adaptação = Assimilação + Acomodação

Regras do jogo são a parte da adaptação composta só de acomodação (ver figura 10).

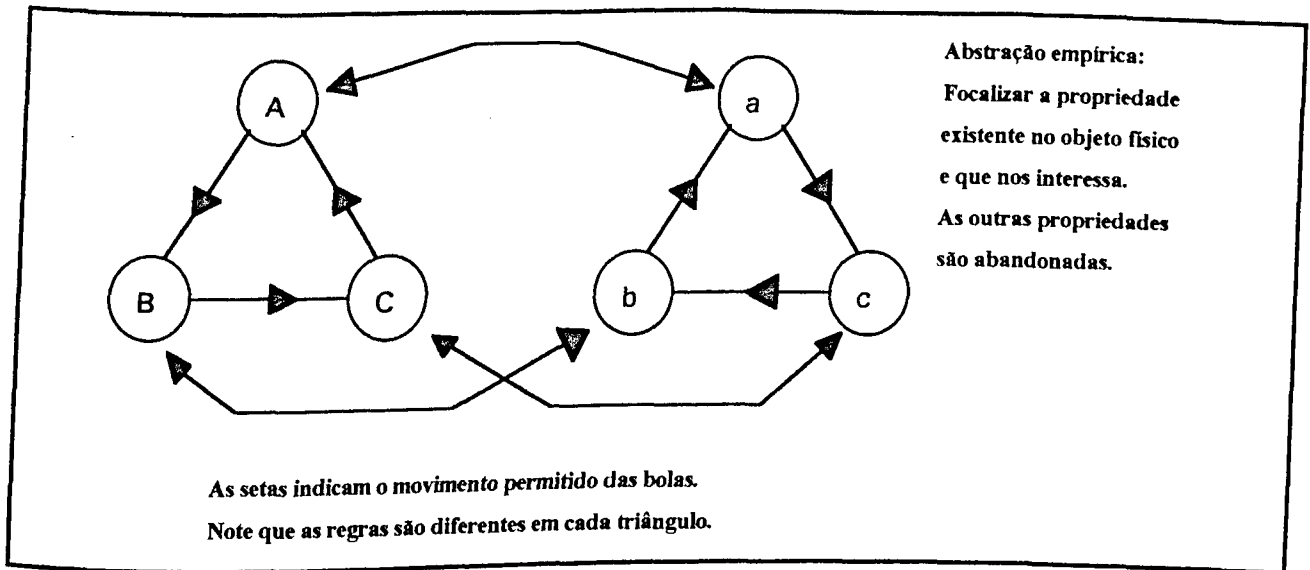


Figura 10: Abstração empírica.

TERCEIRA E QUARTA ETAPAS

REPRESENTAÇÃO. Representação é uma analogia. Um objeto B representa C, se B é análogo a C, isto é, possui o mesmo comportamento no que tange às propriedades abstraídas. A analogia já é uma relação entre os objetos análogos (no caso, B e C). Já temos aqui o início de uma abstração reflexiva. Na terceira etapa, são atribuídos nomes às propriedades abstraídas em 1 e 2 etapa. Dar nomes é estabelecer relações entre símbolo e objeto. No caso, chamemos os meninos de A, B, C e as meninas de a, b, c e as meninas de a,b,c. Chamemos a operação de um menino passar a bola para outro (ou uma menina passar a bola para outra) de seguinte e passar a bola para o amigo passar a bola para o amigo de d (do lado). Na quarta etapa, criamos o análogo abaixo.

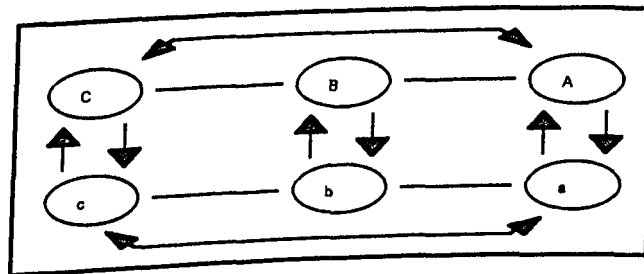


Figura 11: Início da abstração reflexiva.

QUINTA ETAPA

As crianças procuram o maior número possível de relações. Para procurar estas relações, a criança examina o objeto análogo pois é mais fácil raciocinar em cima dele. Aliás, analogia serve para isto.

$(s s) s = 1$ onde 1 significa mesmo lugar

$((d s) s) d = s$

SEXTA ETAPA

Na sexta etapa, trabalha-se com raciocínio.

Tomemos um jogo com dois casais

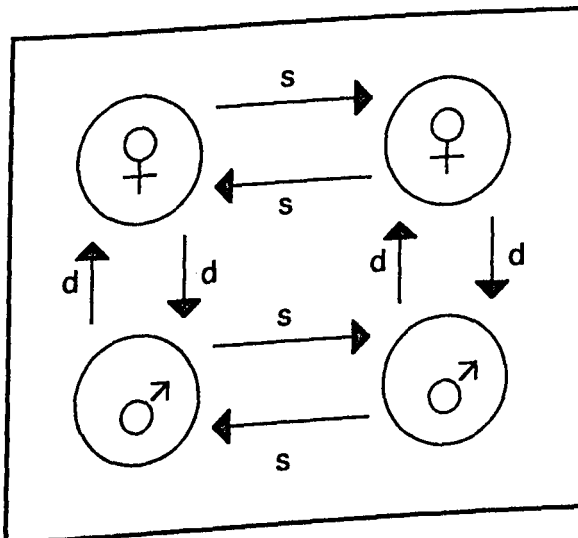


Figura 12: Abstração reflexiva.

Algumas relações

R1 $s s = 1$

R2 $d d = 1$

R3 $(s d) s = d$

P1 $\square 1 = \square$

$$P2 \quad (\square \triangle) \circ = \square (\triangle \circ)$$

Reversibilidade. Começamos com

s d

$$P1: s d = (s d) 1$$

Mas $s s = 1$ Temos então:

$$s d + (s d) (s s) = ((s d) s)$$

Mas, por R3, $((s d) s)$ é igual a d. Então $s d = d s$

Dissemos que os métodos piagetianos possuem três fases, descritas pela seguinte seqüência:
**observação e abstração empírica --> construção de relações --> raciocínio e dedução
 lógica.**

Podemos dizer que a primeira e terceira etapas de Dienes pertencem à observação e abstração empírica. A quarta e quinta etapas pertencem à abstração reflexiva e à construção de relações.

A sexta etapa está na terceira fase e trata do raciocínio e dedução lógica.

4.3. KAMII

Kamii é outra pedagoga que desenvolveu métodos educacionais baseados na epistemologia de Piaget; ela teve o privilégio de ser aluna e colaboradora de Piaget. Seus métodos visam o desenvolvimento de conceitos matemáticos em criança da pré-escola. Sua originalidade está em considerar que o desenvolvimento afetivo e moral da criança é importante até mesmo para adquirir conceitos de números e de outras entidades aritméticas. Kamii se baseia no

construtivismo de Piaget, segundo o qual o conhecimento e os valores morais são adquiridos através de uma interação do sujeito com o meio e que a instrução só ajuda a criança a construir mais conhecimento se ela já possuir conhecimentos necessários que possam auxiliá-la em sua interação com o meio. Por essa razão, Kamii estabelece dois princípios básicos para o seu trabalho, que são:

- 1- o respeito pelo modo de pensar da criança;**
- 2- a finalidade da educação consiste em estimular o desenvolvimento social, político, moral, emocional e cognitivo, para que os objetivos a longo prazo sejam atingidos, isto é, que a criança adquira uma conduta autônoma.**

Um de seus grandes trabalhos é sobre os jogos em grupo na educação infantil. Sua ênfase nos jogos se deve à constatação de que os jogos em grupo são atividades humanas espontâneas e de sentimentos prazerosos, tanto nos adultos como nas crianças, e que as crianças aprendem muito mais em jogos do que em lições. Seus jogos em grupo exigem que as crianças joguem juntas e que o jogo possua uma regra preestabelecida do ponto a ser alcançado. Os jogadores devem ter papéis que sejam interdependentes, opostos e cooperativos.

Este é um dos tipos de jogos que existem há anos e, portanto, não são jogos inventados para estimular o desenvolvimento mecânico dos estágios. Um exemplo, como nos mostra Kamii, é o jogo de esconde-e-esconde; neste jogo as regras são estabelecidas pelo consenso das crianças que determinam uma convenção que é a regra de achar e ser achado. Os papéis dos jogadores são interdependentes porque necessitam de um para esconder e outro para achar; e ao mesmo tempo, são opostos pois suas intenções são diferentes.

Na opinião de Kamii, alguns jogos que em educação são utilizados como recursos didáticos, não são jogos; por exemplo: o reconhecimento do número em um flanelógrafo¹⁰¹. Neste tipo de procedimento, a professora coloca um número de feltro no quadro e determina que uma criança deva nomeá-lo; se a criança acertar, a professora dá o número para a criança e o jogo continua; a criança que obtiver mais números será vencedora. Esta atividade não é um jogo, segundo Kamii, porque não existe possibilidade de a criança estabelecer as regras do jogo e nem de elaborar estratégias, isto é, de oposição de ações aos seus jogadores. A criança não pode fazer nada, tanto para influenciar na obtenção de um número, como para impedir que o outro adquira o número. Kamii estabelece três critérios para um bom jogo, que são:

PRIMEIRO

Um jogo só é interessante e desafiador se o professor considera a maneira como a criança conhece e raciocina. Só há desenvolvimento do raciocínio e da cooperação se o professor avaliar o nível de interesse das crianças, escolhendo então um conteúdo significativo que desafia o processo de pensamento delas.

SEGUNDO

O segundo princípio consiste na necessidade de análises das crianças, do resultado das suas próprias ações. Este critério estimula a autonomia delas, pois retira a posição autoritária do professor; e ao mesmo tempo é desafiador ao exercitar a resolução de problemas na construção de relações entre as diferentes ações e entre os diferentes tipos de reações aos objetos.

¹⁰¹ KAMII, C. e DEVRIES, R. *Jogos em Grupo na Educação Infantil: Implicações da Teoria de Piaget*. S. Paulo, Trajetória Cultural, 1991, p. 5.

TERCEIRO

O professor deve observar a participação e a reação das crianças durante o jogo, com o propósito de garantir o envolvimento das crianças. A necessidade da participação ativa das crianças depende, necessariamente, do nível cognitivo e moral delas. A participação ativa requer uma mobilidade do pensamento porque o interesse educacional não está na participação em si, com um conteúdo mecânico, e sem significação para a criança.

Finalizando, Kamii estabelece os objetivos educacionais em conformidade com as teorias cognitivistas-desenvolvimentistas, que podem ser sintetizados em três pontos básicos:

- a) desenvolvimento da autonomia das crianças;
- b) desenvolvimento das habilidades de descentrar e coordenar diferentes pontos de vista;
- c) e que as crianças no ato de aprendizagem tenham condutas críticas, curiosas e confiantes na habilidade de resolver e levantar problemas.

ALGUNS TIPOS DE JOGOS: JOGO DA VELHA

Tiramos o exemplo do antigo jogo da velha que exercitávamos em sala de aula, ao qual os professores nunca deram importância como um recurso para desenvolver a cognição. O tabuleiro desse jogo é comercialmente vendido, mas nunca necessitamos de um tabuleiro para jogarmos. Utilizando um simples lápis e uma folha ou um quadro-negro e um giz, podemos desenvolver nosso raciocínio aritmético. A forma desse jogo consiste em duas linhas verticais e duas linhas horizontais formando quadrados. Usamos os símbolos " X " e " O " para colocá-los nos quadrados. Um jogador cada vez, vai colocando seu símbolo correspondente, X ou O.

X		O
O		
X		X

O objetivo é conseguir os três símbolos de forma seguida na horizontal, na vertical ou na diagonal. Valor Cognitivo do jogo da velha não é utilizar o raciocínio aritmético mas incentivar a descentração. A criança tem que descobrir o ponto de vista da outra criança, para se defender do adversário e buscar estratégias para ganhar o jogo.

ALGUNS TIPOS DE JOGOS: JOGO DE DAMAS

O jogo de damas requer estratégias porque nenhum movimento é comandado sem intenção. Cada jogador deve examinar o jogo de vários ângulos antes de mover sua peça, necessitando de coordenação de suas peças com as do seu oponente. O jogo de damas desenvolve a mobilidade do pensamento ao descentrar o raciocínio e coordenar diferentes pontos de vista.

4.4. PAPERT

Papert foi um dos discípulos favoritos de Piaget. De fato, Piaget revia cuidadosamente todos os trabalhos de Papert, como fica claro no livro *A Máquina das Crianças*¹⁰². Além disso, as freqüentes referências que Piaget faz a Papert deixam claro a estreita colaboração que sempre existiu entre os dois. Diz Piaget¹⁰³: "Pode-se dizer que o Centro de Epistemologia Genética teve êxito. O mérito foi devido, naturalmente, a excelentes colaboradores. Não posso citar todos, mas gostaria muito de mencionar alguns a título de exemplo. S. Papert fez dois doutoramentos, trabalhou no Instituto Poincaré e fez cibernética no Laboratório Nacional de Física em Londres. Mas, essencialmente polivalente, ocupou-se com experiências de percepção

¹⁰² PAPERT, S. *A Máquina das Crianças*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994.

¹⁰³ PIAGET, J. *Sabedoria E Ilusões da Filosofia*. S.Paulo, Abril Cultural, 1983, p.93.

por meio de lentes deformantes. Sua polivalência convenceu-o da existência do assunto e sua epistemologia está centrada nas construções deste assunto, traduzidas por sua vez em termos de psicologia, de lógica e de programação cibernética, sem esquecer as preocupações neurológicas, que ele tem muito vivas. Papert era, pois, o colaborador ideal para o Centro, cujas idéias defendeu com entusiasmo, forneceu um grande número de trabalhos, começando pela crítica do reducionismo lógico e continuando com um modelo cibernético do desenvolvimento". Também no livro *Para Onde Vai a Educação?*¹⁰⁴ Piaget aprova o trabalho de Papert¹⁰⁵: "Do ponto de vista pedagógico, o ensino programado é bastante eficaz no que se refere à aprendizagem, mas nem um pouco no que concerne à invenção, a menos que, tal como o experimentou S. Papert, seja entregue a programação à própria criança".

O método de Papert consiste em dar algumas poucas ferramentas cibernéticas para a criança experimentar. Uma dessas ferramentas é a tartaruga que, quando se move, deixa um rastro. Originariamente, tartaruga era um pequeno robô que se movia sobre uma folha de papel. Um dispositivo traçador ("ploter") deixava o rastro. Com o tempo e o desenvolvimento de computadores pessoais, a tartaruga-robô foi substituída por outra, personagem de desenho animado que se movia em um terminal de vídeo. Inicialmente, a criança brinca com a tartaruga e toma contato com as propriedades do sistema que realmente interessam, a saber, a posição da tartaruga e seus movimentos de translação e rotação. Podemos dizer que, nesta etapa, a criança está fazendo abstrações empíricas. Após algum tempo, a criança começa a combinar os movimentos de translação e rotação em um programa. Durante este exercício, ela procura relações entre os dois movimentos que produzam figuras interessantes, tais como estrelas,

¹⁰⁴ PIAGET, J. *Para Onde Vai a Educação?* R. Janeiro. Livraria José Olímpio Editora, R. de Janeiro, 1977, p.11.

¹⁰⁵ PAPERT, S. *A Máquina das Crianças*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994, p.11.

polígonos, arborescências etc. Concluímos que o estudante está na fase de abstração reflexiva. Finalmente a criança termina por procurar as propriedades e relações que produziram os efeitos mais interessantes. Ela entrou na fase lógica.

4.4.1 LOGO

O Logo foi desenvolvido no MIT -Massachusetts Institute of Technology (grupo Logo pertence ao Laboratório de Inteligência Artificial) por um grupo que tem Papert como coordenador de pesquisas e que trabalha com dois grandes temas: 1- as crianças podem aprender a usar computadores habilmente; 2-e essa aprendizagem pode mudar as maneiras pelas quais elas conhecem as coisas. Esses temas orientaram Papert na colocação da inteligência artificial a serviço da pedagogia e, de forma geral, da inserção a cultura da informática como instrumento de solidariedade social. Seu grupo cria ambientes onde as crianças aprendem a se comunicar com computadores. O Logo também é pesquisado para uso de adultos. Valente, que pertence ao Núcleo de Informática Aplicada à Educação- UNICAMP, escreveu um artigo com observações a respeito dos adultos que aprendem Logo sem conhecer o mundo dos computadores. É interessante notar uma de suas exposições: "É bem sabido que existem diferenças entre a postura do adulto novato e a da criança diante do computador. Desculpas como "não sei datilografar" ou "sou péssimo em matemática" raramente partem da criança."¹⁰⁶ Tudo é novo para a criança, ela é uma epistemóloga e o Logo tem como objetivo proporcionar condições cognitivas a que poucos adultos tiveram acesso. Como diz Papert, " pensar sobre modos de pensar faz a criança tornar-se um epistemólogo, uma experiência que poucos adultos tiveram."¹⁰⁷ O Logo enfatiza a aprendizagem. A criança programa o

¹⁰⁶ VALENTE, A. B. *Como o Computador é Dominado pelo Adulto*. Cadernos de Pesquisa., S.Paulo,(65): 30-37, maio de 1988,p.31.

¹⁰⁷PAPERT, S. *Logo: Computadores e Educação*.S.Paulo, brasiliense,1980,p.24.

computador e não o inverso, quando o computador programa a criança. Na inteligência artificial existem diferentes pesquisadores usando modelos computacionais para compreender a psicologia humana, para refletir sobre ela como uma fonte de dados para construir mecanismos que provoquem a inteligência.

Como o modelo computacional de Papert se relaciona com a aprendizagem humana, citaremos a seguinte afirmação dele: "Dados meus antecedentes como matemático e psicólogo piagetiano, eu me tornei naturalmente mais interessado nos tipos de modelo computacionais que talvez pudessem me conduzir a uma melhor reflexão sobre processos de desenvolvimento poderosos: a aquisição do pensamento espacial e a habilidade de lidar com tamanho e quantidade. As abordagens rivais - baseadas em conhecimento e dedução - tendiam a governar o desempenho de um dado sistema intelectual, cuja estrutura, senão cujo conteúdo, permanecia estática. O tipo de questão de desenvolvimento que me interessavam precisavam de um modelo dinâmico para explicar como as próprias estruturas intelectuais podiam nascer e se modificar. Creio que esses são os tipos de modelos que são os mais relevantes para a educação."¹⁰⁸

É certo que não são todos os pesquisadores que compactuam com os modelos do computador e os estudos científicos. Alguns utilizam o modelo do computador para reduzir todo o pensamento às operações formais de sistemas dedutivos. Como se refere Papert ao papel da inteligência artificial em psicologia "o equívoco mais importante consiste em considerar a

¹⁰⁸ PAPERT, S. *Logo: Computadores e Educação*. S. Paulo, brasiliense, 1980, p. 199.

inteligência como metodologicamente semelhante ao behaviorismo, na medida em que a inteligência artificial e o behaviorismo são, por vezes, apresentados como procurando um maior rigor ao limitar o domínio da investigação psicológica: o behaviorismo ao excluir todo o mentalismo; a inteligência artificial, ao recusar os modelos teóricos que não podem ser simulados no computador”¹⁰⁹ Para Papert, a inteligência artificial procura “ter um caráter expansivo ao acrescentar ao repertório teórico do psicólogo mecanismos novos e poderosos, e os modelos que ela constrói são infinitamente mais complexos que os da psicologia tradicional.”¹¹⁰ Papert, quando estava em Genebra, impressionou-se: como os computadores estavam permitindo aos psicólogos desenvolver novas formas de pensar sobre o pensar!

Hoje, a IA nos estudos cognitivos está sendo compreendida de forma inversa ao do modelo dedutivo que podiam tirar conclusões de princípios gerais e que era extremamente popular no início das pesquisas científicas em IA. A nova abordagem entende que as pessoas são capazes de pensar porque elas podem recorrer a reservas amplas de conhecimentos particulares e específicos.

ERA DE COMPUTADORES DE 5ª GERAÇÃO

H. A. Simon, um pesquisador transdisciplinar em psicologia, informática e ciência da organização, com prêmio Nobel em economia, define a ciência do artificial como a “maneira pela qual um sistema de tratamento da informação - homem / computador - pode representar

¹⁰⁹PAPERT, S. *O Papel da Inteligência Artificial em Psicologia*. in Teorias da Linguagem: Teoria da Aprendizagem, Lisboa, Edições 70, 1978, p.143.

¹¹⁰PAPERT, S. *O Papel da Inteligência Artificial em Psicologia*. in Teorias da Linguagem: Teoria da Aprendizagem. Lisboa, Edições 70, 1978, p.143.

a informação coletada no exterior, e utilizá-la para elaborar suas próprias ações”¹¹¹. Simon, em pesquisas recentes, tenta descobrir os processos de descoberta através da elaboração de programas de computadores que buscam levantar nos próprios bancos de dados padrões subjacentes a eles. Ele vê a inteligência artificial como a ciência que faz as máquinas realizarem coisas que os homens julgam como próprios deles. Minsky acredita que a inteligência dos computadores é ilimitada e Simon afirma que as máquinas serão capazes de pensar, aprender e criar. Em contrapartida, Dreyfus¹¹², filósofo da Universidade de Berkeley, não acredita que os computadores poderão pensar como os homens porque o pensamento não é somente constituído de espírito, isto é, um processo de inferências lógicas. O computador, para ele, já domina esse processo. No entanto, o nosso pensamento é realizado através de intuição e analogia.

Simon, em “As ciências do Artificial”, questiona o que é intuição através da seguinte pergunta: “Que há quanto aos súbitos rasgos de «intuição»¹¹³ que permitem ao especialista descobrir imediatamente a resposta a que o iniciante só chega (quando chega) depois de uma longa pesquisa?”¹¹⁴ Simon se refere à intuição como um processo de reconhecimento das experiências vivenciadas (desse modo um computador com um rico banco de dados teria intuição). Ele vê o computador como puro espírito; no entanto, acredita que é possível simular as emoções humanas através de um programa que inclua entradas simbólicas semelhantes ao que o nosso sistema nervoso ou glandular recebe. Isso já foi possível simular, embora de

¹¹¹ SIMON, H.A. *Computador Rei*. in *Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam*. Editora da Universidade Paulista, 1973, p.223.

¹¹² DREYFUS, H. *Desmitificador da Inteligência Artificial, Ante Edward Feigenbaum, Especialistas em Sistemas Especializados*. in *Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam*. Editora da Universidade Paulista, 1993, p.207.

¹¹³ Simon põe intuição entre aspas para acentuar que é um nome para o processo, não uma explicação dele.

¹¹⁴ SIMON, H.A. *As Ciências do Artificial*. Coimbra, Arménio Amado- editor, 1981, p.158.

forma modesta, por um psiquiatra de Los Angeles. Ken Cobey construiu um programa que simula um comportamento de uma pessoa paranóica.

O projeto de Papert é considerado nobre por utilizar a inteligência artificial no serviço da pedagogia, transformando a cultura da informática em um instrumento de solidariedade social. Ele é contrário à sujeição do homem pela máquina, sendo hoje um artífice do Centre Mondial pour le Développement des Ressources Humaines. Ele sabe que com o desenvolvimento da inteligência artificial não será difícil a um computador, dotado de um vasto banco de dados, poder em princípio criar um Einstein, Proust ou um presidente americano e quanto a este, como ironiza Simon, “ não teríamos que avançar muito na ciência de artificial, para produzir um presidente tão qualificado quanto alguns dos mais recentes que os Estados Unidos já tiveram!”¹¹⁵. Assim, diz Papert: “Com certeza a máquina vai tentar se apoderar do poder, mas isto só acontecerá graças à cumplicidade de certos homens. Não é, aliás, um problema científico ou tecnológico, mas uma questão social e política.”¹¹⁶ Um problema a que Papert se consagra em sua vida é o das crianças pobres: raramente tem fácil acesso aos computadores e quando têm, é de forma autoritária. No que diferem das crianças ricas, que os utilizam de forma livre e criativa.

4.4.3 EPISTEMOLOGIA DE PIAGET E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Epistemologia é a teoria do conhecimento. Seu significado etimológico abrange o conhecimento sobre o conhecimento, e de forma geral é o estudo sobre a validade do

¹¹⁵ SIMON, H.A. *Computador Rei*. in *Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam*. Editora da Universidade Paulista, 1993, p.232.

¹¹⁶ PAPER, S. *A Tartaruga Logo*. in *Computador Rei in Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam*. Editora da Universidade Paulista, 1993, p.244.

conhecimento. Entretanto, a epistemologia de Piaget, como demonstramos no 1º e 2º capítulos, não se preocupa com a validade do conhecimento. Com sua epistemologia genética, Piaget está voltado para a origem e o desenvolvimento do conhecimento. Seus epistemólogos, através de métodos científicos, colhem dados e formulam teorias sobre o desenvolvimento do conhecimento, observando e procurando compreender as relações entre o desenvolvimento do conhecimento na história e no indivíduo. Papert analisa a construção do conhecimento sobre a ontogênese e a filogênese e suas relações no desenvolvimento do conhecimento da seguinte maneira: “ No caso mais simples, o desenvolvimento individual é paralelo ao desenvolvimento histórico, recordando o ditado dos biólogos que a ontogenia recapitula a filogenia. Por exemplo, as crianças representam uniformemente o mundo físico de uma maneira aristotélica, crendo, por exemplo, que as forças atuam sobre a posição e não sobre a velocidade. Em outros casos, a relação é mais complexa, e na verdade, chega ao ponto de reversão. As estruturas intelectuais que primeiramente aparecem no desenvolvimento infantil são algumas vezes características não da ciência primitiva mas da ciência moderna. Assim, a estrutura mãe da topologia aparece muito cedo no desenvolvimento infantil, mas a própria topologia apareceu como subdisciplina da matemática somente nos tempos modernos.”¹¹⁷ Assim, a epistemologia genética estuda a estrutura do conhecimento para compreender o ser humano. Essa investigação, através de um processo dialético, entende que nem o indivíduo nem o conhecimento pode ser atingido de forma completamente isolada. Piaget, como se refere Papert, ao exemplo de McCulloch —pai da cibernética—, entende que o estudo do ser humano e o estudo do que ele aprende são inseparáveis.

No ano de 1964, no Centro de Epistemologia Genética, Papert constatou que ao utilizar os

¹¹⁷ PAPERT, S. *Logo: Computadores e Educação*. S.P, brasiliense, 1980, p196.

computadores, as crianças tornam-se construtoras ativas de suas próprias estruturas intelectuais. Esses experimentos foram utilizados em crianças dotadas, normais e com paralisia cerebral.

Podemos notar outra relação com Piaget, como faz o próprio Papert, que é o diferenciamento do pensamento concreto do formal. Como o pensamento formal possivelmente não é alcançado integralmente por muitas pessoas, o que já foi distinguido por Piaget, Papert levanta a hipótese de que o computador é o único instrumento que possibilita os meios de ultrapassagem do pensamento concreto para o pensamento formal. Os conhecimentos que eram somente acessíveis de modo formal podem ser utilizáveis, através do computador, de forma concreta. Papert reinterpreta Piaget por meio do domínio da inteligência artificial e desenvolve teorias de aprendizagem, mostrando situações educacionais fora do nosso conhecimento comum, e fornece idéias concretas de pensamentos que apareciam como abstratos. Habilita, então, as crianças na articulação do processo do pensamento. Assim a criança é um epistemólogo ao usar o computador como um modelo concreto para pensar sobre o pensar e aprender sobre o aprender. Nesse modelo não existe "errou" ou "acertou". Num programa, o que deve ser considerado é se ele é ou não executável. Especializar-se em programação é ser habilitado a corrigir e isolar especificações equivocadas.

Com o uso dos computadores, Papert diferencia as culturas como pré-computador e as com computadores. Nossa cultura é aqui referida como uma distinção de Papert ao pensamento de Piaget mais localizado, que comparava a ordem que as crianças adquiriam as diferentes habilidades intelectuais em diferentes culturas. Sua diferença com Piaget é que ele enfatiza os materiais oferecidos que são oferecidos pelas culturas computadorizadas de níveis superiores e capazes de favorecer a construção das estruturas intelectuais mais avançadas, as quais o ensino

formal e o desenvolvimento cognitivo espontâneo não conseguem desenvolver. Estes modelos de pensamento necessitam de habilidades com permutações e combinações. A estimulação ambiental de nossa cultura não possibilita o surgimento dos dois tipos de pensamento que são próprios do raciocínio formal, a saber: combinatório (conjunto de todos os estados possíveis de um sistema) e o auto-referencial (reflexão sobre o próprio pensamento). Papert questiona se existem estruturas lógicas que são mais complexas e que requeiram um mecanismo neurológico que só amadureça no início da adolescência. Resumindo, Papert se diferencia de Piaget ao dar mais ênfase à cultura como determinante dessa ordem em que a criança desenvolve diferentes habilidades intelectuais. Ele atribui à pobreza de material de nossa cultura os obstáculos ao desenvolvimento dessas estruturas intelectuais tidas como "mais avançadas".

O meio cultural é a fonte desse material. Em alguns casos, como ele afirma, o material favorece o aprendizado construtivo, como acontece com a organização dos diferentes objetos em pares, duplas e correspondências um-a-um, a qual possibilita modelos para que as crianças adquiram um excelente senso intuitivo de qualidade. Entretanto, nossa cultura não possui modelos para procedimentos sistemáticos, como também não possui materiais que transformariam os conceitos abstratos em conceitos simples e concretos, como no caso do experimento do pensamento combinatório: Pde-se que as crianças façam as possíveis combinações de contas variadas. Verifica-se que somente as crianças de 11 anos em diante é que conseguem fazer combinações de forma sistemática.

4.4.4. COMPUTADORES E EDUCAÇÃO

Para Papert, o computador desempenha um papel fundamental na visão sobre o futuro da educação. Sobre seus estudos em IA e educação, ele tem duas impressões:

PRIMEIRA

Todas as crianças, sob condições corretas, adquirirão uma tal destreza em programação que isso se tornará um de seus feitos intelectuais mais avançados.

SEGUNDA

As condições corretas são muito diferentes do tipo de acesso aos computadores que agora está sendo estabelecido como norma na escola.

O uso da informática na educação tem duas vertentes claras que estão de acordo com a divisão das práticas educativas no ocidente quanto à epistemologia: a das crianças que programam o computador e as crianças que são programadas pelo computador. Quando a criança programa o computador, a ênfase é dada à aprendizagem e não ao ensino. Para Papert, no ambiente Logo, a relação é inversa: a criança, mesmo numa idade pré-escolar, está no controle. Em outras palavras, a criança programa o computador. No caso do computador programar a criança, ele é usado para fornecer informações, respeitar o ritmo individual de cada um e fornecer atividades para um nível apropriado de dificuldades. Isso, no entanto, não o diferencia de outros recursos tecnológicos que são utilizados para desenvolver a cognição. Papert diferencia o computador de milhares de outros recursos pelas condições qualitativas. O computador poderia ser comparado a um meio frio como define McLuhan, que dividiu os meios em quentes e frios. "Um meio quente é aquele que prolonga um único de nossos sentidos em alta definição"¹¹⁸. Alta definição se refere a um estado de alta saturação de dados. Os meios quentes não deixam muita coisa a ser preenchida ou completada pelos sujeitos. Isto significa

¹¹⁸ MACLUHAN, M. *Os meios de Comunicação como Extensão do Homem*. Cultrix, S. Paulo, 1964, p. 22.

menos participação. Para ele o nosso tempo está repleto de exemplos que o meio quente exclui, enquanto o meio frio inclui. O rádio e o cinema, por exemplo, são considerados como meios quentes. O uso da televisão, exemplificando, não desenvolve a cognição, porque apesar de programas oferecerem explicações melhores ou mais envolventes que os professores, eles ainda são processos instrucionistas. Isso significa dizer que a criança continua como um sujeito passivo e numa posição de ouvinte de explicações. Em contraste com outros instrumentos para desenvolver a cognição, quando uma criança aprende a programar, o processo de aprendizagem é transformado. O conhecimento é adquirido, segundo Papert, para um propósito pessoal e reconhecível.

Do ponto de vista pedagógico, Papert observa que existem diversos aspectos metodológicos no Logo que devem receber atenção. O primeiro é que a criança programa o computador e não o computador que programa a criança. Isso significa que o controle do processo de aprendizagem é efetuado pela criança e não pelo professor ou pelo computador. A criança propõe os problemas ou projetos a serem desenvolvidos através do Logo. O professor, nesse caso, é um orientador que propõe mudanças no projeto para adequá-lo ao nível cognitivo da criança, fornecer novas informações, explorar e elaborar os conteúdos científicos embutidos nas atividades. Outro aspecto importante da metodologia é que a criança aprende fazendo, buscando uma resolução através de uma linguagem de programação. O uso de Logo, como afirma Valente, "não é simplesmente montar, na escola, uma sala com microcomputadores. Isto não garante a criação de um ambiente Logo de aprendizagem. Além dos computadores, este ambiente necessita de professores que sejam capazes de facilitar o processo de aprendizagem, de atividades para os alunos desenvolverem e de idéias a respeito de como a aprendizagem ocorre e como pode ser incentivada. Por exemplo, a aprendizagem no ambiente Logo é totalmente baseada no processo do aluno interagir com um material rico em conceitos

que ele deve assimilar. Este material é o próprio problema de um determinado domínio do conhecimento que o aluno deverá resolver através do uso do computador. Daí a ênfase na resolução de problemas ao invés do currículos ou pré-requisitos”¹¹⁹.

O SEGUNDO é que o computador se diferencia de milhares de outras inovações para desenvolver a inteligência. Segundo Papert, essa diferença está no nível qualitativo. Os conhecimentos que só eram acessíveis através de procedimentos formais podem ser realizados de forma concreta através do computador. Isto é, o computador pode concretizar o formal. Como diz Papert “ ele é o único a nos permitir os meios para abordar o que Piaget e muitos outros identificam com o obstáculo que deve ser transposto para a passagem do pensamento infantil para o pensamento adulto.”¹²⁰ Essa consequência para a nossa cultura é fundamental, já que se constatou que o pensamento formal, observado por Piaget, não é atingido pela maioria dos seres humanos, porque nossa cultura é pobre em modelos sistemáticos.

Papert é cético a respeito da maneira como os computadores estão sendo utilizados nas escolas de ensino elementar. Seu uso se resume em máquinas de ensinar. Ele discorda do uso do computador como instrumento de ensino porque tal uso não se refere somente a uma posição estratégica na utilização de recursos educacionais e sim a uma postura filosófica da educação diante do conhecimento do que seja a infância. Papert enfatiza que as crianças devem programar o computador. Desta forma, as crianças usam-no habilmente e modificam a maneira como elas conhecem as coisas. O computador deve ser utilizado, segundo Papert, como um recurso para a aprendizagem piagetiana. Uma aprendizagem que é sem currículo.

¹¹⁹ VALENTE, J. *EDUCOM-UNICAMP: 10 Anos de Trabalho com a Escola Pública*. in *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*, p.79.

¹²⁰ PAPERT, S. *Logo: Computadores e Educação*. S. Paulo, brasiliense, 1980. p37.

Piaget, afirma Papert, é um teórico sem currículo, e formar métodos de ensino piagetiano ou currículo piagetiano é colocar Piaget às avessas. O ensinar sem currículo não é uma visão *laisser-faire* em sala de aula, e sim um auxílio a construção das estruturas intelectuais obtidas no meio circundante. Cabe ao educador selecionar materiais que serão relevantes para o desenvolvimento intelectual; desta forma, ele é um antropólogo que identifica as tendências do meio em que a cultura está inserida.

Esse pensamento, para Papert, é oposto ao dos profissionais em educação que entendem o conceito de ensino como um processo organizado com salas de aulas artificiais e ineficientes. Nossos educadores desconhecem ambientes que possam favorecer os conhecimentos e as grandes modificações que estão ocorrendo em nossa cultura. Essas posições são de cunho político e fazem com que o conhecimento científico e a tecnologia sejam hostis à maioria da população, preconizando ideologias que concebem os computadores como inimigos sociais a combater. O fato é que nossa cultura pode ser dividida em duas eras: antes e depois do computadores. Papert não está preocupado com um futuro da educação com crianças rodeadas de computadores, como é comum ouvirmos hoje, e que devem usar os computadores só por que eles fazem parte de nossa vida. Esse tipo de argumento levou muitas escolas a introdução do computador como conteúdo curricular. Essa atitude é equivocada porque aprender com computadores é diferente de aprender sobre computadores.

Papert acredita que o uso da tecnologia de computadores e das idéias computacionais podem prover as crianças de novas possibilidades de aprender, pensar e crescer tanto emocional como cognitivamente. Para ele, sem o incentivo ou os materiais para construir formas poderosas e concretas para se pensar problemas que envolvem sistematização, as crianças são obrigadas a abordá-los com maneiras tateantes e abstratas. Assim, fatores culturais comuns tanto à cidade

americana como às aldeias africanas podem explicar a diferença na idade em que as crianças constroem seu conhecimento intuitivo de quantidade e de sistematização.

4.4.5 POSIÇÕES EDUCACIONAIS SOBRE O USO DOS COMPUTADORES NA EDUCAÇÃO

Duas idéias fundamentais orientaram-no em suas pesquisas sobre computadores e educação, cujos princípios fazem com que o educador reflita sobre a linguagem mais adequada à aplicação pedagógica.

1-Aprender a se comunicar com os computadores tem de ser um processo natural.

2-Aprender a se comunicar com o computador pode mudar a maneira como outras aprendizagens acontecem

4.4.5.1 POSIÇÃO CÉTICA

Os céticos vêem a influência dos computadores de forma limitada. Eles não acreditam que os computadores podem trazer mudanças na forma como as pessoas aprendem e pensam. Papert vê que esta posição surge do entendimento de que o computador é uma máquina de ensinar. Ele acredita que isso resulta da suposição de que o desenvolvimento intelectual ou moral das crianças é devido ao ensino programado.

Eles temem, que com um maior uso de computadores, haverá uma restrição na interação humana, resultando em uma maior divisão social. Assim, se o computador torna-se mais necessário para o desempenho sócio-econômico, as condições dos menos favorecidos economicamente piorariam e as diferenças sociais aumentariam. Citam os efeitos perniciosos da televisão, e dizem que o impacto psicológico que os computadores provocariam nas

gerações futuras seria pelo menos duas vezes pior que o da televisão. Essa é uma posição legítima que nos faz lembrar do pensamento de McLuhan que o “meio é a mensagem”; mas como já anteriormente, o computador é um meio frio.

Em relação a esse pensamento de desumanização do homem, surge outro argumento: o professor será substituído pelo computador. Esse receio é legítimo quando se considera o uso do computador como um instrumento didático que substitui os métodos tradicionais. Essa visão é um paradigma instrucionista que considera o professor como um mero transmissor de fatos.

O argumento que realmente é considerado o maior desafio, para o uso de computadores numa abordagem educacional, é de que os pais, professores e a equipe de especialistas apresentam dificuldades em entender como os computadores podem auxiliar o desenvolvimento cognitivo. Essas mudanças na visão educacional causam-lhe incertezas e fobias, pois são da sociedade pré-computador. Como demonstra Valente, nós não recebemos as respostas das crianças como “eu não sei datilografar ou “nunca fui boa em matemática”. Nas pesquisa realizadas pelo próprio Papert ou por outros, a maior dificuldade está com os recursos humanos que irão trabalhar no processo de ensino-aprendizagem.

4.4.5.2 VISÃO OTIMISTA

Como em qualquer proposta de mudança, existem visões extremamente otimistas. No nosso caso, o uso de computadores apresenta-se como um modismo. Nas escolas de países ricos, há justificativas de que devem ser adotados nos sistemas educacionais de países pobres sem senso crítico. Assim, adota-se nos países pobres a disciplina de computação que tem como objetivo aprender sobre computadores. Quando usamos o telefone ou a televisão, como Valente nos

demonstra, não aprendemos sobre esse aparelhos; da mesma forma, o computador na educação não significa aprender sobre computadores e sim através deles.

Existem outros argumentos sobre o uso do computador como instrumento didático ou como um recurso motivador. Esses argumentos por si só mostram o quanto a educação está afastada de sua função de ser um ambiente incentivador do conhecimento.

4.4.6 MEDO DE APRENDER

Platão escreveu na sua porta que a entrada era apenas permitida a matemáticos. Hoje observamos pessoas que estudam Platão e desconhecem matemática. Por que isto? Papert afirma que é o resultado da separação esquizofrênica da nossa cultura entre ciências e humanidades. Para ele, essa divisão se estabelece em nossa língua, em nossa visão do mundo, em nossa organização social, em nosso sistema social, em nosso sistema educacional e, mais recentemente, mesmo em nossas teorias de neu-rofisiologia, aumentando cada vez mais a divisão. O computador, segundo ele, pode ser usado para destruir essa divisão entre estas culturas: "Sei que o humanista pode achar questionável que uma "tecnologia" possa mudar seus pressupostos sobre que tipo de conhecimento é relevante para a sua perspectiva de compreensão das pessoas. E, para o cientista, a diminuição do rigor pela intromissão do "tolo" pensamento humanista pode ser não menos ameaçador. Entretanto, acho que a presença do computador pode plantar sementes que conseguiriam gerar uma cultura epistemológica menos dissociada".¹²¹ A matemática é fator, no mercado de trabalho, de status em nossa civilização. As melhores profissões requerem conhecimento aprofundado em matemática; entretanto, nas escolas, encontramos a matofobia, um ensino da matemática distante do estudo do homem e

¹²¹ PAPERT, S. Logo: *Computadores e Educação*. S. Paulo, brasiliense, 1980, p 59.

das ciências humanas. Como se refere Papert, a dona de casa sabe muito bem o que é uma fração, mas, se for para explicar através de provas escolares ela não saberia. Seu processo na resolução do problema não são os métodos numéricos aprendidos na escola e sim métodos *ad hoc* "concretos", baseados em situações específicas. Isto significa dizer em uma forma epistemológica, que todos nós utilizamos formas concretas de raciocínio; e, de uma forma matemática, demonstra que fazemos algo sem instruções.

Para Papert, a palavra matofobia leva a duas associações. Uma delas é o conhecido medo da matemática. A outra vem do radical grego *mathe*. Em grego, significa aprender de maneira geral. As crianças iniciam sua vida com vontade de aprender. A observação de como as crianças aprendem rapidamente milhares de palavras não é facilmente constatada na aprendizagem da matemática. Isto é facilmente demonstrado no caso da conservação de volume; precisávamos que surgisse Piaget para explicar que um conhecimento tão óbvio para o adulto não o é para a criança.

Esse processo, além de não ser entendido pela escola, provocou a matofobia (medo de aprender). De maneira geral, a nossa sociedade forma indivíduos que se sentem incapazes de aprender, as crianças perdem a vontade de aprender. Um exemplo interessante nos é dado por Papert sobre aprendizagem em dança. "Imagine que as crianças fossem obrigadas a passar uma hora por dia desenhando passo de dança em papel quadriculado e que tivessem que ser testadas nessa dança teórica antes que lhes fosse permitido dançar fisicamente. Não seria de esperar que o mundo estivesse cheio de "dançóforos" ? ¹²²Da mesma forma não entendemos por que a criança precisa passar horas a fio fazendo contas de somar etc. Se a matemática é

¹²² PAPER, S. *Logo: Computadores e Educação*. S. Paulo, brasiliense, 1980, p.65.

muito mais divertida e mais bela, por que usar esse conteúdo que provoca fobias? Isso poderia ser facilmente resolvido pela calculadora, que é tão comum em nosso mundo.

A matemática, de acordo com a definição dos matemáticos, é uma ciência dedutiva. Suas teorias têm a seguinte estrutura: 1-uma linguagem recursiva; 2-um conjunto de axiomas também recursivo; 3-regras de inferência; 4- uma seqüência de provas. Papert¹²³ busca ambientes de aprendizagem para que as crianças façam matemática em vez de aprenderem fatos matemáticos. Para ele, em geral, nossa sociedade estimula que a criança deva e possa possuir sua própria experiência criadora na linguagem e nas artes plásticas. No entanto, se admite em geral que poucos podem realizar um trabalho criador em matemática. Ele crê que existe uma conspiração inconsciente entre psicólogos e matemáticos para manter este acerto. Os psicólogos contribuem por um desconhecimento do que possa ser uma investigação matemática criadora. Em contrapartida, os matemáticos se posicionam de forma elitista e, com convicção arraigada, dizem que a faculdade criadora em matemática é um privilégio para poucos. Assim, a introdução da matemática no currículo, que tinha por objetivo desenvolver o raciocínio e auxiliar na descrição do mundo físico, entre outras coisas, é agora o objeto de esquivas e fobia à aprendizagem. Não se ensina a criança a fazer matemática. O fato matemático é transmitido como algo já certo, que a criança deverá memorizar através de exercícios repetitivos, devendo ser capaz depois de generalizações ou reaplicações. Além do mais, o ensino da matemática está se resumindo na notação e não ao raciocínio. Então, nossa cultura educacional fornece poucos recursos para as crianças poderem entender o que estão aprendendo, seja na matemática, na música, seja no que for. As crianças utilizam a memorização para responder, nas avaliações, sobre o que é tratado de forma dissociada e sem

¹²³ PAPERT, S. *Teaching Children to be Mathematics versus teaching about Mathematics.* in *Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. New York, september, 1972.

significado.

Papert acredita numa forma natural das crianças se comunicarem com os computadores e afirma: “ Estamos aprendendo a fabricar computadores com os quais as crianças gostam de se comunicar. Quando esta comunicação ocorre, as crianças aprendem matemática como uma língua viva. Mais que isso, comunicação matemática e comunicação alfabética daí por diante transformam-se de entidades estranhas e difíceis que são para a maioria das crianças em outras mais fáceis e naturais. A idéia de “falar matemática” a um computador pode ser generalizada numa visão de aprender matemática na Matelândia, isto é, um contexto que está para aprendizagem da matemática assim como viver na França está para aprender francês.”¹²⁴

Assim, os computadores são uma ferramenta importante para o desenvolvimento da autonomia intelectual e afetiva. Como mostra Valente,¹²⁵ o uso do Logo apresenta quatro processos importantes para a construção do conhecimento e da auto-estima da criança, que são:

- 1-O desenvolvimento dos procedimentos se inicia com uma idéia de como resolver o problema. Essa idéia é passada para a tartaruga numa série de comandos do Logo. Essa ação implica na *descrição* da solução do problema através dos comandos Logo.
- 2-O computador realiza a *execução* desses procedimentos. A tartaruga age de acordo com cada comando, apresentando na tela o resultado em forma de gráfico.
- 3-O aluno observa o que está construído na tela e faz uma *reflexão* sobre essas informações. Esse processo de reflexão pode produzir diversos níveis de abstração: (empírica,

¹²⁴PAPERT, S. *Logo: Computadores e Educação*. S.P, brasiliense, 1980, p18.

¹²⁵ VALENTE, J. *Por quê o Computador na Educação?* in. *Computadores e Conhecimento*. Campinas, Gráfica Central da UNICAMP, 1993, p34.

pseudo-empírica e reflexiva).

4-Se o resultado não foi alcançado, o aluno utiliza a *depuração*. O aluno pode achar os seus bugs. Ele acha e corrige os seus erros, uma oportunidade de aprender sobre um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de resolução dos problemas.

Ao aprender a programar um computador, a criança se habilita a isolar e corrigir equívocos bugs. Isso deveria ser motivo de uma reflexão dos educadores sobre que vem a ser aprendizagem. Sabemos que nossa cultura está repleta de classificações “acertou” e “errou”, situações que colocam obstáculos de ordem afetiva e cognitiva no processo de aprendizagem.

4.4.7 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, EDUCAÇÃO E REALISMO ECONÔMICO

A pergunta mais comum que escutamos: de onde viria o dinheiro para isso? Não possuímos escolas, os professores são mal remunerados, não há giz, etc. Como se sabe, o sistema educacional requer atenção devida e, num país tão atrasado politicamente como o nosso, é revoltante o que está diante dos nossos olhos. O educador deve ter uma posição política. Como diz o jargão popular “em política, se você não toma posse alguém toma por você”. Necessitamos de uma política clara e eficiente para a educação. Se o Estado realmente usasse a verba destina ao setor educacional, não teríamos um sistema sócio-político-econômico miserável e cruel como é no nosso país.

Pelos dados oficiais, o Brasil possuía em 1985 cerca de 36 milhões de crianças e adolescentes vivendo em situação de carência, dos quais 7 milhões eram menores abandonados.¹²⁶ De

¹²⁶ SÃO PAULO, SECRETARIA DO MENOR- *Casa Aberta: Secretaria do Menor, 3 anos de experiência.*,1990.

acordo com os dados do Ministério da Educação, as crianças abandonam a escola nas séries iniciais, e de cada 100 crianças que entram no 1º grau, somente 13 conseguem terminar o curso. Estima-se que 4,3 milhões de crianças no Brasil não freqüentam à escola.¹²⁷ O fato de essas crianças não obterem sucesso acadêmico, acarreta-lhes um problema nacional de estigmatização.

Sabemos que, em muitos casos, a falta de condições econômicas causa o nascimento de crianças com subnutrição. Além dos problemas de saúde, o ambiente pobre onde vivem essas crianças não fornece condições necessárias para estimular o desenvolvimento cognitivo e sócio-afetivo, dificultando, obviamente, o preparo para a vida acadêmica. Acrescentam-se a esse fatores adversos a metodologia inadequada da escola, a má remuneração e o despreparo dos professores. No entanto, já assistimos no Brasil trabalhos de grande relevância, ao exemplo do projeto PROEM¹²⁸ - Educação Científica para os Meninos de Rua de Brasília, que estimula de forma extremamente criativa o desenvolvimento intelectual e profissional dos menores na área de informática e busca convênios com empresas de diferentes setores. Consideramos esse trabalho como uma orientação mais humana, ao contrário das escolas práticas que demonstraram pouca ou nenhuma influência na solução de problemas nacionais, como no caso do combate à criminalidade, notadamente na questão do tráfico de drogas.

O problema não está na compra de computadores, pois se examinarmos alguns orçamentos educacionais, chegaremos à conclusão de que eles serão tão comuns como televisores e telefones em nossas vidas. Grandes computadores custavam milhões de dólares porque eles

¹²⁷ DIMENSTEIN, G. *A Guerra dos Meninos: Assassinato de Menores no Brasil*. S. Paulo, Brasiliense, 1990.

¹²⁸ VALENTE, J. *Uso dos Computadores em uma Experiência com Crianças Carentes*. in. *Computadores e Conhecimento*. Campinas, Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

eram construídos com partes separadas; no entanto, essa situação se modificou com o circuito integrado. Cada vez mais a gravação de circuitos nos chips torna-se mais refinada; assim, o computador que pode ser produzido com baixo custo aumenta a condição de uso pela população. Alguns serão usados como máquinas programáveis, em outros aparecerão jogos de complexidade crescente etc. No entanto, há divergências entre os futuristas sobre cultura.

4.4.8 MEIO É A MENSAGEM

O problema do uso de instrumentos tecnológicos na nossa cultura já foi analisado por McLuhan com sua máxima "o meio é a mensagem". Primeiramente, é importante fazer uma referência sobre os meios tecnológicos em nossa cultura. "Numa cultura como a nossa, há muito acostumada a dividir e estilhaçar todas as coisas como meio de controlá-las, não deixa de ser um tanto chocante lembrar que, para efeitos práticos e operacionais, o meio é a mensagem. Isto significa que as conseqüências sociais e pessoais de qualquer meio - ou seja, de qualquer uma das extensões de nós mesmos - constituem o resultado do novo estalão introduzido em novas vidas por uma nova tecnologia ou extensão de nós mesmos."¹²⁹ Para McLuhan, a mensagem de qualquer meio é a mudança de escala ou padrão que esse meio introduz na vida humana e, então, o meio é a mensagem. Sobre tal pensamento, Papert reflete sobre o problema: se diante do pensamento de McLuhan que o "meio é a mensagem" nós já percebemos uma modificação cultural, em que o comportamento de uma criança-computador se diferencia de uma criança-lápis. "Gostaria primeiramente de deixar claro uma coisa: não penso que o computador em si pudesse fazer algo que não pudesse ser feito sem ele, mesmo que fosse porque a criança poderia inventar e interagir com ele em seu jogo imaginário.

¹²⁹ MACLUHAN, M. *Os meios de Comunicação como Extensão do Homem*. Cultrix, S. Paulo, 1964, p. 25.

Evidentemente, quando o computador é algo concreto, palpável, integra-se melhor ao comportamento. Vê se, portanto, grosso modo, as crianças pensarem em outros termos, exatamente como os cientistas, já que hoje o pensamento psicológico, quase sem exceção, é recheado pela presença da informática. Não somente os Simon, que são influenciados por ela, mas também os anti-Simon..." 130

4.4.9 CRÍTICAS COMPUTACIONAIS ATUAIS

Hassett,¹³¹ em artigo sobre computadores em sala de aula, refere-se a uma pesquisa do BankStreet College's Center for Children and technology, onde Jan Hawkins afirma que o Logo "promete mais do que cumpre". Como também Roy Pea do Bank Street não descobriu nenhuma evidência dos benefícios do Logo, em dois trabalhos de planejamento destinado a medir os mais altos níveis de habilidades intelectuais e de habilidades de pensamento supostamente introduzidos pelo ensino de Logo. Ele observou que alguns alunos precisavam de orientação e diz que o ônus da prova cabe aos que argumentam que descoberta-conhecimento produz importantes mudanças na maneira como as crianças pensam e aprendem. Esta é uma crítica ao artigo de Watt¹³² no mês anterior. Watt levanta resultados interessantes em 4 grandes projetos, que apresentam objetivos diferentes, população diferente e resultados interessantes e diferentes, que são: 1 The Edinburg Logo Project, Department of Intelligence Artificial, University of Edinburg; 2-The Brookline Logo Project, conduzido com a colaboração do MIT e das escolas públicas do Brookline. 3- The Computers in Schools

¹³⁰ PAPERT,S. *A Tartaruga Logo*. in *Computador Rei in Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam*. Editora da Universidade Paulista, 1993, p.242.

¹³¹ HASSETT,J. *Computers in classroom*. in *Psychology Today/ september*, 1984, p.25.

¹³² WATT,D. *Logo in the Schools*. in *Byte: The samll systems journal*. August 1982. vol17 USA number 8. Mc Graw Hill Publication, p.116.

Project conduzido por New York Academy of Sciences e pelas escolas públicas de Nova Iorque; 4-The Lamplighter School Logo Project, o mais ambicioso deles, e que foi conduzido pelo grupo de Logo do MIT e pela Texas Instruments. No final do artigo, Hasset¹³³ diz que os pesquisadores chegam à conclusão que o bom software pode fracassar se não se apresentar bem, e o software pobre pode ser usado muito criativamente por um professor eficiente. Continuando o raciocínio dele, é uma ironia que depois de todas as maravilhas tecnológicas terem sido analisadas, o cerne da questão-“ o ser humano”- volta à equação. Sobre essas discussões políticas acerca de utilização de computadores nas escolas ou do valor dos softwares, Papert escreve um artigo¹³⁴, demonstrando que os educadores estão ainda no pensamento tecnocêntrico, fazendo uma alusão ao pensamento de Piaget sobre o egocêntrismo. Essas perguntas, para Papert, podem ser elaboradas por um pensamento mais inocente ou por um pensamento tecnocrático. O tecnocentrismo refere-se às posições que dão um lugar central ao computador ou ao Logo; daí o motivo de surgirem tais perguntas. Essa visão, para Papert, baseia-se na crença de que “os computadores e o Logo atuam diretamente sobre o pensamento e na aprendizagem: traem uma tendência para reduzir o que são de fato os mais importantes componentes da situação educacional - as pessoas e as culturas - para um papel secundário de facilitação. O contexto de desenvolvimento é sempre uma cultura, nunca uma tecnologia isolada.”¹³⁵ O método padrão, utilizado por Pea, formando dois grupos de crianças, é válido para Papert. O método consiste em dar um tratamento específico a um grupo e ao outro, que é o de controle, não dar o mesmo tratamento. Entretanto, para ele, a utilização desse modelo requer cuidado e pode ser um risco ao ser usado por pessoas não habilitadas. Porque, diz Papert, “ se soubessem usar o método científico, saberiam que a

133 HASSET, J. *Computers in classroom*. in *Psychology Today*/ september 1984, p.28.

134 PAPER, S. *Crítica computacional versus pensamento tecnocêntrico*. Folha de Logo, nº 7.

135 PAPER, S. *Crítica computacional versus pensamento tecnocêntrico* Folha de Logo nº7, p7.

maneira de fazer uma experiência é mudar uma variável de cada vez, enquanto mantêm as outras constantes.”¹³⁶ Continuando o raciocínio do autor, “a maneira como a investigação foi conduzida não tem qualquer validade se encarar o Logo não como um tratamento mas como um elemento cultural - qualquer coisa que pode ser poderosa quando integrada numa certa cultura mas que é simplesmente conhecimento técnico quando está isolada.”¹³⁷ O uso de computador não tem um fim em si mesmo, que é trazer vantagens. Ele é uma ferramenta que pode auxiliar fazer as coisas que estamos fazendo de uma melhor maneira, e se não estivermos fazendo, nada será feito.

Papert se pergunta por que Pea supõe que habilidades mentais desenvolvidas pelo Logo seriam bem mostradas em atividades planejadas. Em resposta, ele reflete que a nossa cultura representa a programação como descrições precisas, abstratas e analíticas. No entanto, quando o grupo de pesquisadores do MIT estuda o que as crianças fazem com o Logo, eles observam que o seu uso é um ambiente de exercícios para planificação e muitas dessas crianças têm a primeira oportunidade de trabalhar com idéias matemáticas de forma intuitiva e natural. E essa maneira natural foi desapontamento, segundo Papert, para o pensamento conservador de Pea.

As escolas usam o Logo numa sala de computadores na qual as crianças se sentam em frente à máquina e são ensinados os objetivos do sistema educativo como: introdução à programação, comandos da tartaruga, subprocedimentos, variáveis, recurso. Essa seqüência planejada metodicamente é vista, por Papert, como parte de uma política educacional conservadora. É interessante notar, que em levantamento bibliográfico feito para elaboração desta dissertação, foram encontrados muitos manuais de Logo com propostas de exercícios que deveriam ser

136 PAPERT, S. *Crítica computacional versus pensamento tecnocêntrico*. Folha de Logo nº7, p.9.

137 PAPERT, S. *Crítica computacional versus pensamento tecnocêntrico* Folha de Logo nº7, p.10.

seguidos metodicamente para obtenção de bons resultados.

4.4.10 CRÍTICAS COMPUTACIONAIS A LONGO PRAZO

O problema não é somente político, ele é também sociológico, como acredita Papert, porque as máquinas conferem poder. E sabemos que no contexto da competição dos que mantêm o "status quo", eles se impõem máquinas sempre mais potentes. Seria bom lembrar a idéia de Marx sobre o desenvolvimento do capitalismo e o rompimento dessa sociedade para a formação de uma sociedade socialista. Marx nos mostrou que o poder é a força motriz da história. No entanto, ele acredita que as forças produtivas que se desenvolvem no seio da sociedade burguesa, criam ao mesmo tempo as condições materiais para resolver esta contradição. Com esta organização social termina assim a pré-história da sociedade humana.¹³⁸ Como se sabe, essa contradição, para Marx, nasce das condições de existência social dos indivíduos. Será que chegaremos a esse determinismo histórico e partiríamos para uma sociedade humanitária? São perguntas que ficam no ar. Mas como diz Marx a "humanidade só levanta problemas que é capaz de resolver e assim, numa observação atenta, descobrir-se-á que o próprio problema só surgiu quando as condições materiais para o resolver já existiam ou estavam, pelo menos, em vias de aparecer." Papert acredita que essas máquinas potentes serão usadas para dominar os dominados, porque historicamente a classe dominante não renuncia ao poder, mesmo que isso possa destruí-la. Assim, o problema não está no uso do computador. Não será ele que isolará os homens mas a cultura ambiental em que vivem. Como se refere Papert: "A questão primordial para o futuro do homem é saber se a cultura da informática evoluirá no sentido orweelliano do isolamento ou, pelo contrário, como instrumento de solidariedade cultural e de inserção social. Trata-se da escolha de um

¹³⁸MARX, K. *Contribuição à Crítica da Economia Política*. S.P, Martins Fonte, 1983, p 25.

modo de vida. Nada na própria tecnologia indica a direção que vai tomar. Vê-se isso claramente com a experiência Logo: enquanto o uso clássico do computador tende a fechar a criança sobre si mesma, Logo permite, por ter sido com essa intenção, uma socialização e uma solidariedades crescentes. Essa atividade informática só adquire pleno sentido na partilha com os outros. Nas escolas Logo, constata-se muito mais interação entre as crianças do que nas escolas clássicas. Penso, aliás, que a coisa mais excitante feita por Logo foi atrair os professores humanistas para a informática".¹³⁹

¹³⁹PAPERT, S. *A Tartaruga Logo*. in *Computador Rei in Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam*. Editora da Universidade Paulista, 1993, p.245.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não nos resta dúvida a respeito de que o computador já faz parte do nosso cotidiano. Sabemos, também, que ele está ficando cada vez mais barato. Não demorará muito para que os computadores sejam utilizados regularmente nas escolas como instrumentos de desenvolvimento intelectual. O educador que sabe que sua profissão exige uma visão antropológica já se preocupa com o futuro uso dos computadores na educação. Nos Estados Unidos, há um merchadising de softwares educacionais devido ao desconhecimento de como o computador pode auxiliar à construção do conhecimento. Encontramos na grade curricular das escolas o ensino sobre computadores e não com computadores. Isto demonstra um desconhecimento do computador como uma ferramenta de estimulação à aprendizagem. Restringi-se ao uso dos computadores como se fossem máquinas de ensinar, substituindo os métodos tradicionais.

Percebe-se a necessidade de pesquisas futuras em softwares educacionais e evidencia-se o trabalho interdisciplinar. O momento atual requer pesquisas sobre o desenvolvimento do conhecimento. Não podemos ignorar o artigo de Hasset¹⁴⁰ que observa o merchadising dos softwares. Como também não devemos divagar sobre o futuro uso dos computadores, e sim, nos lembrar do provérbio Chinês "que profetizar é muito difícil- especialmente com relação ao futuro". O medo, como diz Papert¹⁴¹, não está na máquina e sim na ameaça da nossa integridade, da unicidade do nosso eu.

¹⁴⁰ HASSET, J. *Computers in classroom*. in *Psychology Today*/ september 1984.

¹⁴¹PAPERT, S. *A Tartaruga Logo*. in *Computador Rei in Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os*. Editora da Universidade Paulista. 1993, p.250.

6. BIBLIOGRAFIA CITADA:

- AEBLI, H.** *Didática Psicológica: Aplicação da Psicologia de Jean Piaget*. S. Paulo, Companhia Editora Nacional, 1978.
- CASTRO, A. D.** *Teses Piagetianas no Brasil: As Pesquisas Psicopedagógicas*. Projeto de Pesquisa. UNICAMP, 1991, Mimeo.
- CELLERIER, J.** *Piaget*. Lisboa, Edições 70, 1973.
- DIENES, Z.** *As Seis Etapas do Processo de Aprendizagem da Matemática*. S. Paulo, Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1975.
- DIMENSTEIN, G.** *A Guerra dos Meninos: Assassinato de Menores no Brasil*. São Paulo, Brasiliense, 1990.
- DREYFUS, H.** *Desmitificador da Inteligência Artificial, Ante Edward Feigenbaum, Especialistas em Sistemas Especializados*. in *Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam*. Editora da Universidade Paulista, 1993.
- FREITAG, B.** *Razão Teórica e Razão Prática: Kant e Piaget*. in ANDE, nº15.
- GRÉCO, P.** *Piaget O La Epistemologia Necesaria* in *Psicologia e Epistemologia Genética*, Julian de Ajuriaguerra et al. Editorial Proteo, Buenos Aires, 1970.
- GRIZE, Jean-Blaise.** *La Logique Naturelle: Logique de L'enfant et de L'adulte*. Águas de Lindóia, III Symposium d' épistémologie génétique, agosto-setembro de 1994.
- GRIZE, Jean-Blaise.** *Palabras para un Método*. in *Psicologia e Epistemologia Genética*, Julian de Ajuriaguerra et al. Editorial Proteo, Buenos Aires, 1970.
- HASSET, J.** *Computers in classroom*. in *Psychology Today*/ september, 1984.
- KOHLBERG, L. e MAYER, R.** *Desenvolvimento Como Meta Da Educação*. Harvard Educational Review, 42 (42); nov.1972, trad. Nélio Parra. Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada da USP.
- LAJONQUIÈRE, L.** *De Piaget a Freud: A Psicopedagogia entre o conhecimento e o saber*. R.Janeiro, Vozes.

- MACLUHAN, M. *Os meios de Comunicação como Extensão do Homem*. Cultrix, S.Paulo, 1964.
- MARX, K. *Contribuição à Crítica da Economia Política*. S.P, Martins Fonte, 1983.
- PAPERT, S. *A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994.
- PAPERT, S. *A Tartaruga Logo*. in *Computador Rei .in Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam* .Editora da Universidade Paulista, 1993.
- PAPERT, S. *Crítica computacional versus pensamento tecnocêntrico*, Folha Logo,nº 7.
- PAPERT, S. *Logo Computadores e Educação*. S.Paulo, Brasiliense, 1980
- PAPERT, S. *O Papel da Inteligência Artificial em Psicologia*. in *Teorias da Linguagem: Teoria da Aprendizagem*,Lisboa, Edições 70, 1978.
- PAPERT, S. *Teaching Children to be Mathematics versus teaching about Mathematics*. in *Journal of Mathematical Education in Science and Techonology*. New York, september, 1972.
- PARRA, N. *Metodologia dos Recursos Audiovisuais*. S.Paulo, Saraiva, 1977.
- PIAGET, J. *A Epistemologia Genética*. S.Paulo, Abril Cultural, 1983.
- PIAGET, J. *A formação do Símbolo na Criança*. R.Janeiro.Guanabara Koogan, 1978.
- PIAGET, J. *A Psicogênese dos Conhecimentos e a sua Significação Epistemológica*, in *Teorias da Linguagem -Teorias da Aprendizagem*, Lisboa, Edições 70.
- PIAGET, J. *Abstração Reflexionante: Relações lógico-Aritméticas e Ordem das Relações Espaciais*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1995.
- PIAGET, J. *Da Lógica Da Criança Lógica Do Adolescente*. Trad. Dante Moreira Leite, S. Paulo, Livraria Pioneira, 1976.
- PIAGET, J. *Estudios sobre lógica y psicología*. Madrid,Alianza, Editorial, 1982.
- PIAGET, J. *Estruturalismo*.S.Paulo e R.de Janeiro, Difel, 1979.
- PIAGET, J. *Lógica e Conhecimento Científico*. Porto, Livraria Civilização, 1980.
- PIAGET, J. *Logique Et Connaissance Scientifique*. Paris, Encyclopédie De La Pléiade, Gallimard, 1967.
- PIAGET, J. *Los Procedimientos de la Educación Moral*, in *La Nueva Educacion Moral.*, Buenos Aires, Editorial Losada, 1967.
- PIAGET, J. *Nascimento da Inteligência na Criança*. R.Janeiro.Guanabara, 1987.

- PIAGET, J. *Para Onde Vai a Educação?* R.Janeiro. José Olympio Editora e UNESCO, 1977.
- PIAGET, J. *Psicologia e Pedagogia*. R.Janeiro, Forense-Universitária, 1980.
- PIAGET, J. *Psicologia da Inteligência*. R.J.Zahar, 1977.
- PIAGET, J. *Psicologia e Epistemologia - Por uma Teoria do Conhecimento*. R Janeiro, Editora Forense Universitária, 1978.
- PIAGET, J. *Sabedoria e Ilusões da Filosofia*. S.Paulo, Abril Cultural, 1983.
- PIAGET, J. *Naturaleza y Metodo de La Epistemologia*. Buenos Aires, Proteo, 1970.
- RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. *Em Busca do Sentido da Obra de Jean Piaget*. S. Paulo, Ática, 1984.
- RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. *Piaget Modelo e Estrutura*. R. Janeiro, Livraria José Olympio, 1972.
- RAMOZZI-CHIAROTTINO, Z. *Prisonniers du Présent*. Journal de la Federacion Suisse des Psycholocoque. vol. 18, 7 / 1994.
- RICH E, E & KNIGHT, K. *Artificial Intelligence*. N.York, McGraw-Hill, 1991.
- RUMELHART, D. E. et alli. *Schemata and Sequential Thought Processes in PDP Models*. In *Parallel Distributed Processing: Exploration in the Microstructure of Cognition*. Vol.2: Psychological and Biological Models. London, The MIT Press, 1987.
- SÃO PAULO, *Secretaria do Menor - Casa Aberta: Secretaria do Menor, 3 anos de experiência*, 1990.
- SIMON, H. A. *As Ciências do Artificial*. Coimbra, Armênio Amado- editor, 1981.
- SIMON, H.A. *Computador Rei* .in *Do Caos à Inteligência Artificial: Quando os Cientistas se Interrogam*. Editora da Universidade Paulista, 1973.
- VALENTE, A. B. *Como o Computador é Dominado pelo Adulto*. Cadernos de Pesquisa., S. Paulo, (65) : 30-37, maio de 1988.
- VALENTE, J. *EDUCOM-UNICAMP: 10 Anos de Trabalho com a Escola Pública*. in *Computadores e Conhecimento*. Campinas, Gráfica Central da UNICAMP, 1993.
- VALENTE, J. *Por quê o Computador na Educação?* in *Computadores e Conhecimento*. Campinas, Gráfica Central da UNICAMP, 1993.
- VALENTE, J. *Uso dos Computadores em uma Experiência com Crianças Carentes*. in *Computadores e Conhecimento*. Campinas, Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

WATT, D. *Logo in the Schools*.in Byte: The samll systems journal. August 1982. vol. 7
USA number 8. Mc Graw Hill Publication.

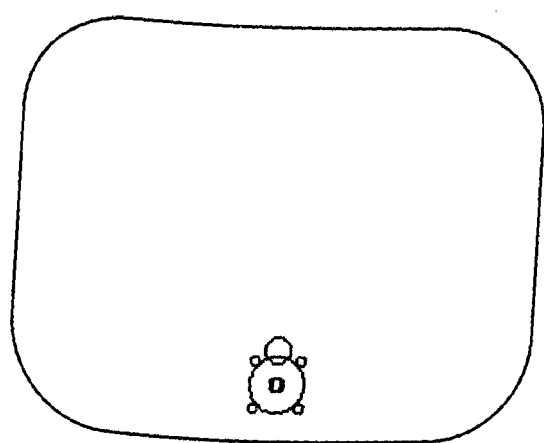
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

- APOSTEL, L.** *Construccion y Validacion en la Epistemologia Contemporanea.* in Construccion y validacion de las teorias científicas. Buenos Aires, Paidos, 1986.
- BATTRO, A.** *Jean Piaget, Warren McCulloch. Mi perspectiva de las redes neuronales.* Águas de Lindóia, III Symposium d' épistémologie génétique, agosto-setembro de 1994.
- BATTRO, A.** *Psicologismo y Epistemologia Genética.* in Psicologia e Epistemologia Genética, Julian de Ajuriaguerra et al. Editorial Proteo, Buenos Aires, 1970.
- CASTORINA, J.** *A Psicogênese e Ilusões Pedagógicas.* in Psicologia Genética: Aspectos Metodológicos e implicações pedagógicas. P. Alegre, Artes Médicas, 1988.
- DENIS-PRINZHORN & GRIZE, J.** *El Método Clínico en Pedagogía.* in Psicologia e Epistemologia Genética, Julian de Ajuriaguerra et al. Editorial Proteo, Buenos Aires, 1970.
- FLAVELL, J. H.** *A Psicologia do Desenvolvimento de Jean Piaget.* S. Paulo, Livraria Pioneira Editora.
- FURTH, H. G.** *Piaget e o Conhecimento: Fundamentos teóricos.* R. Janeiro, Forense Universitária, 1974.
- GLASERSFELD, E.** *L'Interpretacion Constructiviste de l'Épistémologie Génétique.* Águas de Lindóia, III Symposium d' épistémologie génétique, agosto-setembro de 1994.
- GOLDMANN, L.** *Nota sobre el Problema de la Objetividad en Ciencias Sociales.* in Psicologia e Epistemologia Genética, Julian de Ajuriaguerra et al. Editorial Proteo, Buenos Aires, 1970.
- GOODYEAR, P.** *Logo: Introdução ao Poder de Ensino Através da Programação.* R. Janeiro, Ed Campus, 1986.
- HEMPEL, C.** *Filosofia da Ciência Natural.* R. Janeiro, Zahar, 1970.
- KAMIL, C. e DREVIES, R.** *Jogos em Grupo na Educação Infantil: Implicações da Teoria de Piaget.* S. Paulo, Trajetória Cultural, 1991.
- KANT, I.** *Fundamentação da Metafísica dos Costumes.* S. Paulo, Abril Cultural, 1974.

- KESSELRING, T.** *Piaget*. Petrópolis, Vozes, 1993.
- MATOS, J. P. & PONTE, J.** *Logo: Manual de Utilização*. Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1989.
- MAZZONE, J.** *O Sistema Enxuto e a Educação no Brasil*. in *Computadores e Conhecimento*. Campinas, Gráfica Central da UNICAMP, 1993.
- MINSKY, M. & PAPERT, S.** *Perceptrons*. Cambridge, MA, MIT Press, 1969.
- PAPERT, S. & VOYAT, G.** *A Propos du Perceptron « Qui a Beson de L'Épistémologie? »* in *Cybernétique et Épistémologie*. Paris, Presses Universitaires de France, 1968.
- PIAGET, J.** *A Gênese do Número na Criança*. R. Janeiro, Zahar, 1981.
- PIAGET, J.** *Classer, Relations et Nombres: essai sur les groupements de la logistique et sur la reversibilité de la pensée*. Paris, Librairie Philosophique J. Vrin, 1942.
- PIAGET, J.** *Ensaio de Lógica Operatória*. P. Alegre, Globo; S. Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1976.
- PIAGET, J.** *Estudos Sociológicos*. R. Janeiro, Forense, 1973.
- PIAGET, J.** *O Juízo Moral na Criança*. S. Paulo, Summus, 1994.
- PIAGET, J. & INHELDER, B.** *A Representação do Espaço na Criança*. P. Alegre, Artes Médicas, 1993.
- PIAGET, J.** *Epistemologia Genética*. S. Paulo, Martins Fontes, 1990.
- PIAGET, J.** *Gênese das Estruturas Lógicas Elementares*. R. Janeiro, 1975.
- PLATÃO.** *Fédon*. S. Paulo, Abril Cultural, 1972.
- RAMOZZI-CHIAROTTINO.** *O Conceito de Construtivismo na Obra de Piaget*. Mimeo.
- SIDERICOUDES, O.** *Uma atividade Lego-Logo em Trigonometria*. in *Computadores e Conhecimento*. Campinas, Gráfica Central da UNICAMP, 1993.
- TAILLE, Y.** *Ensaio sobre o Lugar do Computador na Educação*. S. Paulo, Iglu, 1990.
- VALENTE, J.** *A Formação de Profissionais na Área de Informática em Educação*. in *Computadores e Conhecimento*. Campinas, Gráfica Central da UNICAMP, 1993.

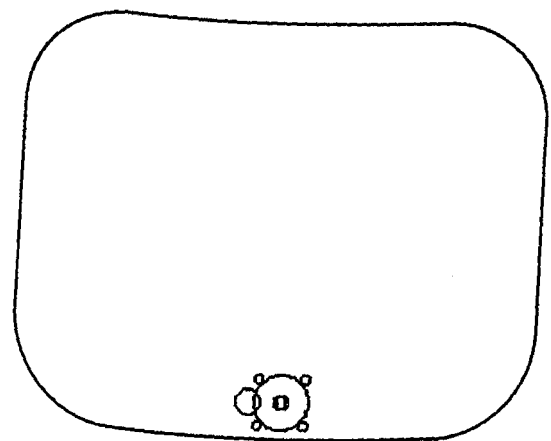
ANEXO

Exemplo de aplicação da linguagem LOGO* usando o interpretador SLOGO-NIED: como desenhar na tela do computador um triângulo equilátero usando LOGO.



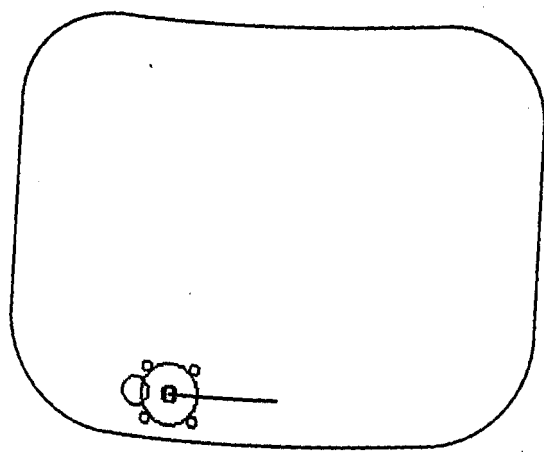
Inicialmente a tartaruga está no centro da tela com a cabeça voltada para cima. Portanto, a criança precisa girá-la 90° para a esquerda.

> pe 90



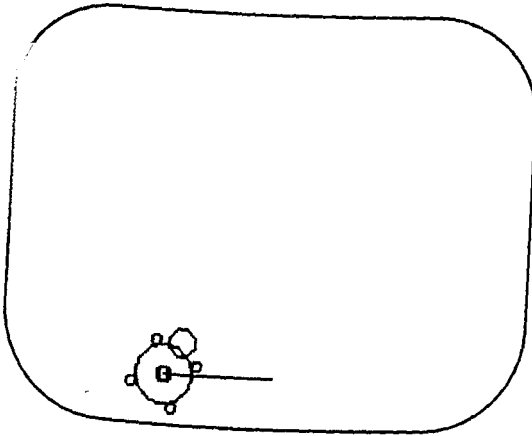
Agora a criança precisa determinar o tamanho do lado do triângulo. Por exemplo 100.

> pf 50

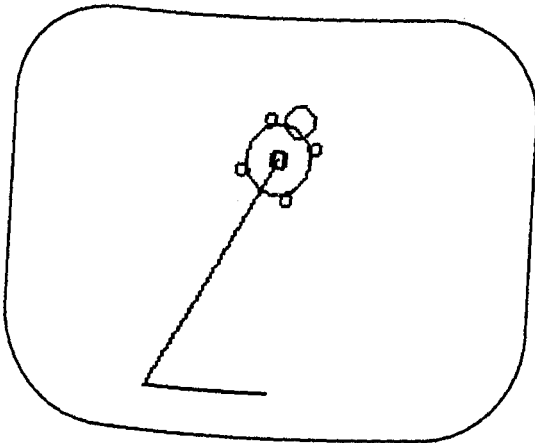
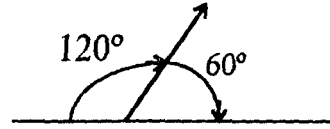


Como a tartaruga está no meio da tela, ela irá desenhar metade do lado de baixo e no fim ela irá completar o triângulo.

* Elaborado por Edson Angoti Jr. e Carlos Eduardo Lopes Cabral.

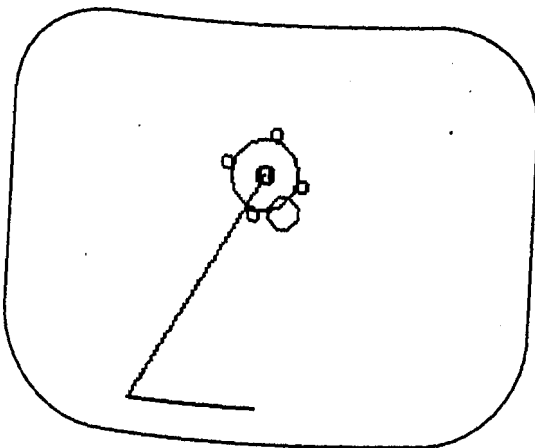
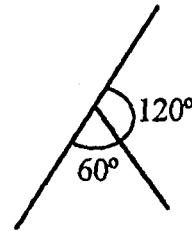


Temos a seguinte situação: a tartaruga está voltada para a esquerda e é preciso girá-la 120° para a direita para que se possa traçar o lado do triângulo, já que $120 + 60 = 180$.



> pd 120

> pf 100



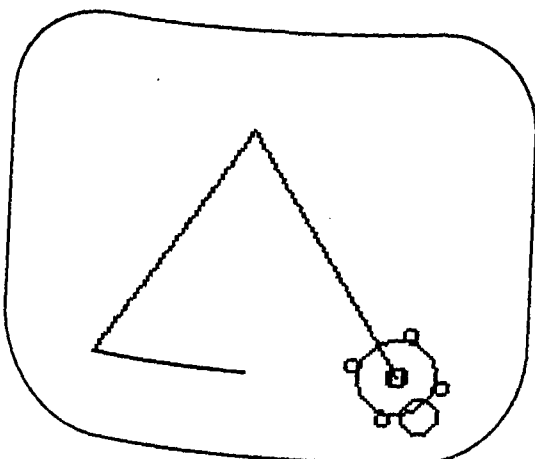
A tartaruga no topo do triângulo deve girar 120° para a direita,

> pd 120

e

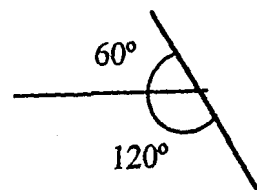
> pf 100

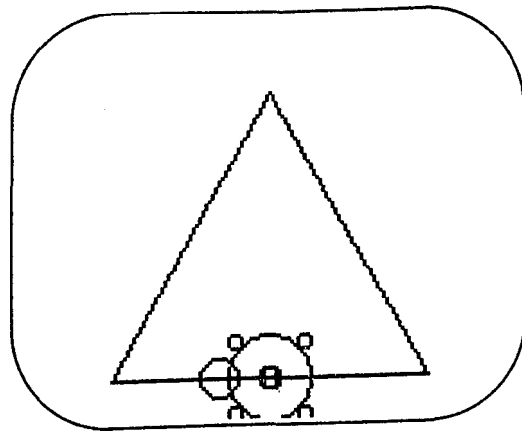
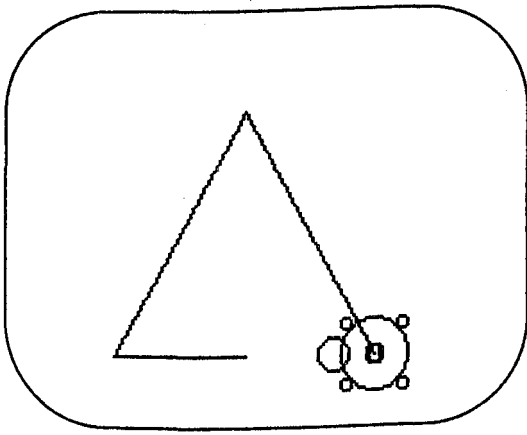
completa o outro lado.



> pd 120

> pf 50





Então o programa completo fica assim:

pe 90

pf 50

pd 120

pf 100

pd 120

pf 100

pd 120

pf 50

E se a criança desejar dar um nome ao programa acima ela precisa acrescentar às palavras **aprenda** e **fim**.

aprenda triângulo

pe 90

pf 50

pd 120

pf 100

pd 120

pf 100

pd 120

pf 50

fim

E ao digitar **triângulo** o computador desenhara um triângulo equilátero no meio da tela.