



UMA ABORDAGEM DO LABORATÓRIO DE CIÊNCIAS À LUZ DA EPISTEMOLOGIA GENÉTICA

AN APPROACH TO LABORATORY SCIENCE IN THE LIGHT OF GENETIC EPISTEMOLOGY

Jerry Adriane Pinto de Andrade¹

¹ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) / Departamento de Ciências Biológica /
jerrypa@uol.com.br

RESUMO

Este artigo apresenta uma discussão teórica sobre a importância do laboratório de Ciência no processo ensino-aprendizagem e no desenvolvimento da autonomia intelectual e moral da criança. Nessa perspectiva, buscou-se aporte na Epistemologia Genética de Jean Piaget, a qual defende que o professor, para organizar atividades experimentais, deverá assumir uma postura didático-pedagógica que: incentive atitudes questionadoras; valorize a experiência lógico-matemática; propicie a autonomia moral e intelectual dos alunos; e valorize o *self-government*, os conhecimentos prévios dos discentes e a realização de trabalhos / atividades em grupos, contextualizados com o cotidiano dos alunos etc. Dessa forma, o laboratório de ciências deverá oferecer uma grande variedade de opções e modificações de acordo com as ações impostas sobre ele pelos que dele usufruem - nunca é estático, está sempre produzindo mudanças, uma vez que as crianças modificam seu meio, bem como este as modifica.

PALAVRAS-CHAVE: Laboratório de Ciências. Epistemologia Genética. Autonomia Moral. Autonomia Intelectual.

ABSTRACT

This article presents a theoretical discussion on the importance of the sciences lab in the teaching-learning process and in the development of intellectual and moral autonomy in students. This discussion was carried based on Jean Piaget's epistemology. According to Piaget, in order to be able to organize experimental activities, the teacher must adopt a didactic-pedagogical approach that motivates inquiring attitudes. He must also appraise logical and mathematical experience. He must provide students with moral and intellectual autonomy. And finally, he must honor students self-government and previous knowledge, and his performance in group work, in a peaceful environment in his daily life etc. Thus, the sciences lab must offer a great variety of options and possibilities for change, in keeping with the actions imposed on it by those who benefit from its use – it is never static, but always produces modifications, considering that children modify their environment, which, in turn, modifies them.

KEYWORDS: Science Lab. Genetic Epistemology. Moral autonomy. Intellectual autonomy.

INTRODUÇÃO

O mundo globalizado, caracterizado pela diversidade, pela competitividade e pelo acelerado progresso científico e tecnológico, vem exigindo cada vez mais dos indivíduos competências cognitivas específicas para a gestão de suas vidas nas dimensões pessoal, social, cultural, política, econômica e profissional. Nesse cenário, a alfabetização científica e tecnológica configura-se como um artefato valioso para a formação de estruturas mentais que viabilizem o desenvolvimento e a inserção dos indivíduos na sociedade de forma autônoma, reflexiva e ética.

Nessa perspectiva, entende-se que um laboratório de ciências, quando devidamente utilizado pelo professor, constitui-se em um ambiente motivador para os discentes. Nesse ambiente, pode ser desvelado o universo dos seres microscópicos e ocorrerem jogos, trabalho com argila, com madeira, montagem de aquário etc. Com um planejamento cuidadoso, o laboratório apresenta-se como um espaço onde o aluno, na condição de sujeito ativo, encontra-se em constante ação, transformando as coisas e se transformando, construindo, assim, as estruturas de suas próprias ações.

O sujeito ativo atua sobre coisas materiais; no caso específico do laboratório, essa ação ocorre sobre os diversos equipamentos (balanças, microscópios, por exemplo), os seres vivos etc. Além disso, desenvolve atividades em interação coletiva, isto é, num esforço grupal, apoiado na afetividade que propicia um contexto comunicativo e cooperativo, fator essencial na formação social e na evolução cognitiva dos alunos (PIAGET, 1994).

Esse processo comunicativo/cooperativo realiza-se por meio de relatórios, troca de livros, reflexões individuais e grupais, diálogos digitais, ou qualquer outra maneira que permita a socialização do pensamento. Assim, quando os alunos trabalham juntos para concluir uma atividade experimental, realizam um esforço tão importante quanto a conclusão da própria atividade. Essa dinâmica processual requer uma postura epistemológica construtivista dos docentes,

[...] um trabalho docente alienado só pode gerar um produto discente alienado; se isso não acontece é porque o aluno conseguiu, por outros caminhos, criticar a prática do professor. É por isso que afirmamos que o professor precisa saber como se constrói o conhecimento (A teoria de Piaget é um caminho importante, mas está longe de ser único – Cf. Marx, Gramsci, Paulo Freire, Freinet, Vygotsky, etc) Caso contrário, ele próprio só tornará inócuo o processo de desenvolvimento que o fundamenta (BECKER, 2001, p. 60).

Dessa forma, o enfoque construtivista na área de ciências torna-se imprescindível para que se possa refletir sobre a importância das atividades laboratoriais como um artefato valioso para a motivação dos alunos e, conseqüentemente, o desenvolvimento de estruturas mentais indispensáveis à sua formação científica.

Assim, este trabalho tem por objetivo refletir acerca da importância do laboratório de ciências naturais no processo de ensino-aprendizagem e no desenvolvimento da autonomia intelectual e moral do aluno; para tanto, se buscou aporte na Epistemologia Genética. Para finalizar tais considerações introdutórias, é pertinente ressaltar que este artigo está pautado em quatro momentos. Primeiramente, será definido o que é Epistemologia Genética. Em segundo lugar, será feita uma abordagem sobre o ensino de

Ciências enquanto ambiente de motivação, ação e operação. Em seguida, serão feitos comentários sobre o laboratório de ciências enquanto ambiente de cooperação na formação de personalidades autônomas. Por último, serão apresentadas as considerações finais.

O que é Epistemologia Genética?

A Epistemologia Genética, criada por Piaget, têm como foco o estudo da gênese e desenvolvimento das estruturas lógicas do sujeito em interação com o objeto de aprendizagem, ou seja, o estudo do processo de construção do conhecimento, pois, o mesmo não é dado como verdade absoluta, mas como um processo permanente de construção, onde o sujeito e objeto interagem e são construídos no ato de conhecer. Essa abordagem consiste numa síntese das teorias então existente, o empirismo e apriorismo (PIAGET, 1987).

No modelo empirista, o conhecimento se origina através dos sentidos, percepções e estímulos numa relação onde o objeto é o elemento principal que se impõem ao sujeito, cuja relação epistemológica básica é $O \rightarrow S$ (BECKER, 1993). As práticas didático-pedagógicas utilizadas podem ser traduzidas da seguinte maneira: “o professor está de um lado, o aluno está do outro; o professor ensina, o aluno aprende; o professor é o que sabe, o aluno é o ignorante; o professor decide, o aluno é o determinado” (BECKER, 2001, p.36). O professor acredita que as atividades realizadas no laboratório começam pela observação e consiste na coleta de dados, só a partir daí é que têm início o trabalho científico que leva a extração das leis, que vai do particular ao geral.

Ao assumir tal postura, o professor apresenta uma visão de ciências de verdades prontas e inquestionáveis cujas atividades experimentais desenvolvidas seguem o *método científico*. Esse modelo de desenvolvimento, do conhecimento científico, é denominado de empírico-indutivista (DELVAL, 1998). A visão “empírico-indutivista da ciência propõe, de um lado, que o método indutivo é o único válido para se obter conhecimento e, de outro lado, coloca unicamente nos fatos observacionais - especialmente na extensão de sua coleção - o critério para avaliar a veracidade de uma teoria” (HARRES, 1999, p. 25).

No modelo apriorista, “as condições de possibilidade do conhecimento são dadas na bagagem hereditária: de forma inata ou submetida ao processo maturacional, mas, de qualquer forma, predeterminadas ou *a priori* - isto é, estão aí, dadas, como condição de possibilidade” (BECKER, 1993. p, 15). Assim, o conhecimento é inerente ao próprio sujeito, numa relação de supremacia do sujeito sobre o objeto, onde a princípio todos trariam certos princípios e noções que lhes possibilitariam a compreensão da realidade. A relação epistemológica básica do apriorismo é: $S \rightarrow O$ (ibidem).

Para, Piaget, entretanto, o conhecimento¹ não é inerente ao próprio sujeito como postula o apriorismo, nem considera o conhecimento vindo de fora, como sustenta um epistemologia empirista (GOULART, 1995). Portanto,

o conhecimento não está no sujeito nem no objeto, mas ele se constrói na interação do sujeito com o objeto. É na realidade que o sujeito interage (e, portanto, age sobre e sofre a ação do objeto), que ele vai produzindo sua capacidade de conhecer e vai produzindo também o próprio conhecimento. Esta

¹ Piaget buscava compreender o processo de construção do conhecimento num sujeito universal, sem ocupar-se de sujeitos particulares, marcados por condições específicas. Por esse motivo, se costuma dizer que o sujeito piagetiano é epistêmico, isto é, o sujeito do conhecimento (GOULART, 1995).

é a razão da teoria piagetiana ser chamada de “construtivismo”. Mas é importante ainda salientar que não é simplesmente um construtivismo, mas um construtivismo interacionista (FRANCO, 1995, p.21).

Assim para Piaget, a inteligência é uma forma particular de adaptação biológica e, para tentar explicá-la, ele ressalta que a espécie humana apresenta dois grupos de hereditariedade. No primeiro grupo, encontra-se fator hereditário de ordem estrutural, que compreende uma hereditariedade específica e exclusiva da espécie humana e está veiculado à constituição do nosso sistema nervoso e dos nossos órgãos do sentido. Assim, cada espécie de seres vivos apresenta sua hereditariedade específica que a caracteriza. Apesar de importantes, esses fatores são limitativos, em virtude de reduzirem-se apenas às percepções sensoriais, podendo estas impedir ou facilitar seu funcionamento, mas não a explica daí a necessidade de um segundo grupo para explicá-la. O segundo grupo é a parte funcional da inteligência que abrange os processos gerais de funcionalidade da organização vital, ou seja, todos os seres vivos - da bactéria ao homem funcionam de forma semelhante, embora construam, ao funcionar, estrutura de complexidade crescente. Para o autor, as funções são invariantes - o que varia são as estruturas (FLAVELL, 1988).

Funções invariantes são a organização e a adaptação (assimilação e acomodação). Dizer que a inteligência é um processo particular de adaptação biológica é, portanto, supor que é essencialmente uma organização e cuja função é estruturar o universo assim como o organismo estrutura seu ambiente. Desse modo, o processo de assimilação-acomodação é o mecanismo fundamental de modificações dos seres vivos, fenômeno que vale tanto para os processos anátomo-fisiológicos quanto para compreensão do mundo, gerando pensamento. Entretanto, é importante frisar que “[...] assim como não há acomodação sem assimilação, já que é sempre acomodação de alguma coisa que é assimilada [...], de igual modo não pode haver assimilação sem acomodação [...]” (PIAGET, 1987).

O conceito de organização como invariante funcional nos remete à origem biológica da inteligência. Nesse caso, esta deve apresentar um grau ótimo de organização entre suas estruturas internas para que seu bom funcionamento seja garantido. Tais estruturas são integradas, o que significa dizer que a alteração de uma é suficiente para provocar uma reestruturação da organização na sua totalidade. Dessa maneira, embora seja denominada de invariante funcional, a organização não é invariável (PIAGET, 1987).

No tocante às funções cognitivas, a organização tem função reguladora, subdividindo-se em duas categorias. Estas, por sua vez, apresentam-se sob o ponto de vista estático, pelas noções de *totalidade e de relação* e, pelo ponto de vista dinâmico, pelas noções de *ideal e valor*. Toda organização pode ser concebida como uma totalidade, como também cada esquema de ação. Por outro lado, a categoria de relação é fundamental, na medida em que é inseparável do pensamento e está combinada com todas as outras noções e estruturas. Já as categorias de ideal e valor são totalidades em via de constituição, sendo esta a desejabilidade não atingida de equilíbrio, enquanto aquela é tão somente a forma não atingida de equilíbrio das totalidades reais (PIAGET, 1987).

Assim, a inteligência é construída por mecanismos de desequilíbrios e equilíbrios, cujo funcionamento é determinado por uma tendência à auto-regulação (PIAGET, 1976). É nessa predisposição definida pela necessidade sempre renovada de estabelecer o equilíbrio, por

² Os esquemas cognitivos são formas funcionais de estruturas dinâmicas e não materiais que compreendem os caracteres de totalidade, transformações e auto-regulações (PIAGET, 1969).

meio de mecanismos de adaptação, perdidos na relação de trocas do indivíduo com o seu meio, que é produzida a estrutura da inteligência. A assimilação se caracteriza pela interação do indivíduo com o meio, sem que para isso tenha de alterar-se a organização das estruturas existentes da inteligência. Já a acomodação, por sua vez, implica na alteração das estruturas existentes da inteligência em função das propriedades do meio, ou seja, os elementos assimilados do meio se transformam. É o movimento desencadeado pela acomodação que possibilita a reestruturação da organização da inteligência em sua totalidade (PIAGET, 1987).

As categorias da adaptação pertencentes ao pensamento são de funções implicativas e explicativas respectivamente. A implicativa comporta duas invariantes funcionais: a) síntese de qualidade, isto é, as classes (conceitos ou esquemas) e b) relação quantitativa ou numérica, onde essas categorias são encontradas. As funções explicativas da acomodação comportam um conjunto de operações que permite deduzir o real. Desse ponto de vista, dois aspectos complementares podem-se distinguir: um deles relativo à elaboração dos objetos, o outro referente à causalidade, sendo o primeiro, simultaneamente, o produto do segundo e a condição do seu desenvolvimento (PIAGET, 1987).

O laboratório de ciências enquanto ambiente de motivação, ação e operação

Neste tópico iniciarei a discussão, abordando o laboratório de ciências enquanto ambiente motivacional para os alunos, a partir da minha experiência profissional, como Coordenador do laboratório de ciências em uma escola da rede privada em Salvador - Bahia. Enquanto responsável pelo laboratório de ciências, promovíamos reuniões periódicas nas quais eram planejadas as atividades práticas e discutidas questões como interdisciplinaridade, contextualização, disciplina, segurança e motivação. Nesses encontros, detectamos que as preocupações dos professores resumem-se a duas perguntas básicas: 1) Como estimular as crianças e adolescentes na realização das atividades laboratoriais? 2) Como manter a disciplina no desenvolvimento das atividades laboratoriais? (algumas crianças não obedeciam às regras estabelecidas para convivência no laboratório, interferindo no desempenho do professor e, conseqüentemente, no nível de aprendizagem de todo o grupo).

Para conter a indisciplina, a escola em questão adotava algumas estratégias como expulsar os alunos desobedientes do laboratório e encaminhá-lo para o Serviço de Orientação Educacional (SOE); ofertar prêmios para os alunos que permanecessem atentos aos experimentos e utilizar ameaças. Tais procedimentos, para solucionar a falta de motivação de algumas crianças, apresentam uma configuração tradicional, não condizente com o construtivismo piagetiano, cuja premissa considera que o estímulo e a motivação não são dados pelo professor, mas constituem em uma propriedade da funcionalidade interativa do sujeito cognoscente com a vida em si. Assim, a interação das crianças no ambiente do laboratório, com todos os seus objetos (balanças, microscópios, aquários, terrários etc) e pessoas em sua volta, é o que constitui, de fato, sua fonte de motivação. A maior proximidade do aluno com o professor torna o processo ensino-aprendizagem mais eficiente, tornando a aprendizagem do conteúdo significativa, assim como o desenvolvimento intelectual de ambos.

Cabe ao professor ajudá-las a extrapolar suas habilidades e sentimentos, fazendo com que assumam responsabilidade sobre o seu próprio aprendizado. Isso requer,

entretanto, uma postura epistemológica construtivista dos professores, diferentemente de posturas tradicionais que podem sabotar a motivação.

Portanto, desenvolvimento e motivação são propriedades intrínsecas da própria atividade intelectual. Assim, a pergunta formulada pelos professores deveria ser a seguinte: o que posso fazer para que os discentes no laboratório interajam no ambiente com toda a sua potencialidade, conduzindo-os aos objetivos determinados, desejáveis para sua formação científica? A questão, aqui, é a direção da motivação, seu impacto e sua consequência, não o próprio estímulo.

Outro aspecto importante diz respeito ao planejamento das atividades que deverão ser desenvolvidas no laboratório. Essas atividades devem ser planejadas tendo em conta o nível cognitivo dos discentes. Para que isso ocorra é necessário que o professor compreenda o desenvolvimento natural das operações mentais dos alunos; por exemplo, entendendo que é nas ações que encontraremos a gênese do pensamento lógico-matemático.

Tabela 1: Dados estatísticos dos resultados da pesquisa sobre o princípio da conservação realizado por B. Inhelder e Vinh-Bang em 25 sujeitos com idades de 5 a 11 anos

	IDADES	CONSERVAÇÃO/ NÃO-CONSERVAÇÃO
MATÉRIA	Em média até os 7 anos.	Ausência de conservação: mais de 60% das crianças entrevistadas contestam a hipótese: ao mudar de forma, a bolota perde ou adquire substância, a quantidade é avaliada pela simples configuração perceptiva.
	Em média dos 8 anos em diante	Conservação: mais de 60% das crianças entrevistadas obtém certeza de que a quantidade de argila se conserva.
PESO	Em média até os 8 anos.	Ausência de conservação: mais de 60% das crianças contestam a hipótese: ao se alongar, ela fica mais pesada, porque é mais fina ou mais pesada, porque é mais comprida.
	Em média dos 9-10 anos em diante.	Conservação: mais de 60% das crianças entrevistadas obtém certeza da conservação do peso.
VOLUME	Em média até os 10 anos.	Ausência de conservação: mais de 60% das crianças entrevistadas embora tendo certeza da conservação da quantidade de matéria e do peso, as crianças duvidam da conservação do volume.
	Em média dos 11 anos em diante.	Conservação: mais de 60% das crianças entrevistadas obtém certeza da conservação do volume.

Fonte: adaptado de Piaget e Inhelder (1975, p.17)

Piaget fornece, por meio de suas pesquisas, dados psicológicos para os educadores que adotam uma atitude didático-pedagógica de assegurar liberdade às crianças para explorarem, por conta própria, o universo escolar (o laboratório, as salas de aulas etc.) como local para exercitarem a curiosidade e a pesquisa espontânea; pois, quanto mais conhecermos o desenvolvimento natural das operações mentais e das noções que elas engendram, mais podem-se adaptar os métodos ativos às necessidades essenciais da evolução intelectual (PIAGET, 1998).

Para melhor compreensão da contribuição dessas pesquisas para o campo da psicologia serão comentados os trabalhos de Piaget sobre o princípio da conservação. Tais pesquisas foram realizadas com crianças na faixa etária entre 5 e 11 anos, utilizando a seguinte técnica: ofereceram-se às crianças bolotas de massa de modelar, de mesmas dimensões e de mesmo peso, solicitando-lhes que deformassem uma, alongando-a,

achatando-a etc. Em seguida, foram feitas três perguntas: a) *com relação à matéria*: a bolota conservará a mesma quantidade de matéria?; b) *com relação ao peso*: a bolota esticada continua tendo o mesmo peso que a bolota redonda de controle? c) *com relação ao volume*: ao emergir a bolota transformada (pela criança) e a de controle em vasos de mesma forma e dimensões, e observando-se a elevação do nível de água, constatará a conservação do volume? (ver tabela 1 cima) (PIAGET; INHELDER, 1975).

Conclui-se, então, que as crianças não chegam à conservação porque ainda não conseguem operar. A falta de coordenação das relações e de reversibilidade operatória, que a criança ainda não possui, constitui o fator que a impede de chegar à conservação, pois, para o autor, a lógica desenvolve-se no período operatório concreto, quando a criança é capaz de construir agrupamentos reversíveis, organizando os objetos em grupos (classificação e seriação).

Em síntese, as crianças que não adquiriram a conservação não são capazes de uma lógica formal, pois o pensamento não é capaz da reversibilidade. Dessa forma, os raciocínios mais exatos de que as crianças são capazes constituem-se, apenas, em operações concretas, ou seja, em ações interiorizadas, mas não reversíveis ligadas a um material preciso de manipulação e de experimentação. Daí a necessidade absoluta dos métodos ativos, pois o pensamento procede da ação e não a precede (PIAGET; INHELDER, 1975).

Diante desse resultado, pode-se inferir que a criança começa a construir os instrumentos intelectuais necessários à experimentação espontânea entre 11-12 anos, e não termina antes dos 15 ou 16 anos, quando seu pensamento é capaz de operar (reversibilidade). Desse modo, a aquisição da análise combinatória e de operações proposicionais leva o sujeito à capacidade de dissociar os fatores por meio de hipóteses prévias, fazendo-os variar experimentalmente um a um, neutralizando os outros, a partir de diversas combinações possíveis (encontram-se esses e outros exemplos a respeito das condutas espontâneas de experimentação racional na obra de Barbel Inhelder e Jean Piaget: *Da lógica da criança à lógica do adolescente*) (PIAGET, 1985).

No planejamento das atividades laboratoriais o professor precisa considerar que o procedimento da ciência é algo complexo. Delval (1998) ressalta que, ensinar o método científico sem que a criança tenha alcançado o pensamento formal é um erro significativo, primeiro, porque esse tipo de ensino é colocado em prática sem que haja uma reflexão por parte dos professores acerca de como a ciência ³é concebida e, portanto, o método científico é ensinado como se fossem normas fixas e rígidas aplicáveis a todas as situações. Em segundo, porque o ensino do método científico exige raciocínio lógico e cálculos matemáticos complexos; para alunos cujo pensamento não é operatório, é inadequado e improdutivo.

Enquanto coordenador do laboratório pude observar que a grande maioria dos professores do ensino fundamental, negligencia os aspectos acima mencionados e acaba ensinando um suposto método científico para os alunos. Tais professores alegam que seguem os livros didáticos adotados pela escola, que trazem no seu conteúdo os passos que os pesquisadores têm que seguir para a produção científica. Dessa maneira, é necessário

³ “Para Feyerabend a idéia de que a ciência pode ser governada de acordo com regras fixas e universais é simultaneamente não-realista e perniciosa. [...] Além disso, a idéia é *prejudicial à ciência*, pois negligencia as complexas condições físicas e históricas que influenciam a mudança científica. Ela torna a ciência menos adaptável e mais dogmática [...]” (CHALMERS, 1993, p.162)

que os professores estejam atentos à capacidade cognitiva dos alunos, para, daí, planejar uma educação de caráter experimental, que insista mais sobre a pesquisa e a descoberta do que sobre a repetição.

Piaget, ao realizar outros experimentos no campo da física (cinemática, mecânica etc), constata que as crianças construirão um conjunto de esquemas concretos, o qual poderá servir de subestruturas para as deduções abstratas superiores. Portanto, se forem colocados em suas mãos instrumentos de verificação efetiva (balanças, microscópicos etc.), e se ela for ajudada a generalizar as operações empregadas, até que tenha a base de uma físico-química elementar, as crianças consolidarão para o resto de suas vidas o aprendizado nessa área (PIAGET, 1998).

Assim, não basta que as instituições tenham laboratórios de ciências equipados para garantir um ensino de qualidade, se, por outro lado, os professores acreditam que podem ensinar ciências por meio de atividades experimentais do tipo receita ou por roteiros com seqüência pré-determinada das atividades a serem realizadas. Convém destacar que:

[...] não são com efeito as experiências que o professor venha a fazer perante eles (alunos), ou as que fizerem eles mesmos com suas próprias mãos, seguindo, porém um esquema pré-estabelecido e que é simplesmente ditado, que lhe haverão de ensinar as regras gerais de toda a experiência científica[...] (PIAGET, 2000, p.17).

Pode-se inferir que todas as experiências de laboratório devem ser realizadas com a efetiva participação dos alunos, para que essas práticas tornem-se um elemento de valor significativo na formação do educando. Tais experiências precisam ocorrer com plena liberdade de iniciativa, pois, caso contrário, deixa de ser, por definição, uma experiência, transformando-se em simples adestramento, destituído de valor formador por falta da compreensão suficiente dos detalhes envolvidos nas etapas. É necessário que os educadores tenham total consciência desses processos para que cumpram, efetivamente, uma de suas funções mais orgânicas: propiciar o emergir pleno da potencialidade do aluno, tornando-o, dessa forma, um cidadão crítico e reflexivo.

Pode-se afirmar que o ensino de ciências reúne condições que possibilitam a construção de estruturas mentais importantes para o desenvolvimento do sujeito, sob um dos seus aspectos mais fundamentais, qual seja: o aspecto experimental ou experiência física, na medida em que o distinguimos do aspecto dedutivo ou matemático. Contudo, é importante ressaltar que, mesmo a experiência sobre os objetos, pressupõe um quadro lógico-matemático, pois, se assim não o fosse, todos os alunos, por terem presenciado ou acompanhado alguma experiência ou jogo, ou realizado exercícios estruturados sobre determinado assunto, atingiriam o conhecimento almejado. Isso, porém, não ocorre na realidade (PIAGET, 1998).

Piaget diferencia a experiência física da lógico-matemática. A primeira ocorre por abstração empírica, ou seja, se apóia sobre os objetos físicos ou sobre os aspectos materiais da própria ação. A segunda apóia-se sobre as formas físicas e sobre todas as atividades cognitivas do sujeito, por meio da abstração reflexionante. Vale ressaltar, entretanto, que a abstração reflexionante ocorre sempre por dois processos complementares: 1) reflexionamento, que consiste na projeção sobre um patamar superior daquilo que foi retirado de um patamar inferior, como se esse fosse um refletor; e 2) reflexão, que consiste

num ato mental de reconstrução e reorganização sobre o patamar superior daquilo que foi transferido do inferior (BECKER, 2001).

Dessa maneira, os experimentos num laboratório de ciências devem ter como objetivo a ser alcançado, a abstração reflexionante ou lógica matemática, que é aquela que transcende a ação prática. Ação essa “que, sem nunca abandonar totalmente a abstração empírica, a relativiza a tal ponto que o sujeito recorre a ela quando achar necessário, sem ser vítima pura e simplesmente da pressão do meio” (BECKER, 1993 p. 27).

Entretanto para alcançarmos o objetivo do parágrafo anterior, o professor deve adotar uma postura construtivista e interacionista do conhecimento, inclusive acolhendo os conhecimentos prévios dos alunos e, criando estratégias para que este se modifique. Para que isso ocorra é necessário colocá-los à prova em diversas situações que os contrariem. A esse respeito, Castorina (1986) sustenta que a fonte dos progressos nos conhecimentos encontra-se nos desequilíbrios, que os sujeitos sentem como conflitos e, inclusive, como contradições. No seu esforço para resolvê-los, são produzidas novas contradições entre esquemas que lhes permitem superar as limitações dos conceitos anteriores. Para que esses conflitos ou contradições se produzam, é necessário que as crianças adquiram consciência das teorias que sustentam em ação, ou seja, que possam torná-las explícitas.

Outros experimentos na área das Ciências Biológicas constatarem que a irreversibilidade leva a deformações no pensamento das crianças, denominadas por Jean Piaget de animismo e artificialismo. O artificialismo origina-se do problema do nascimento e das origens em geral; leva as crianças a acreditarem que as coisas são fabricadas pelos adultos ou pelos deuses: os lagos, as montanhas, os rios, os próprios seres. O animismo leva as crianças a acreditarem que as coisas são vivas e crescem, por exemplo, as montanhas crescem como as plantas e os animais (PIAGET, 1926).

Dessa forma, dos 7 aos 10 anos o mundo dos seres vivos para a criança continua cheio de mistérios. No entanto, se ela tem oportunidade de observar, por si mesma os fatos, criando animais e explorando a natureza, bem como as suas necessidades, cada vez mais internas, de conhecer, a criança será levada a efetuar classificações mais objetivas e lógicas. A interação com objetos físicos e as relações cinemáticas permitem à criança construir esquemas já racionais, decorrentes do desenvolvimento das operações lógico-matemáticas. Ao aprender a classificar os seres vivos e a relacionar os fatos da observação, a criança (a partir de 11 anos) estabelecerá o contato entre sua curiosidade biológica e seu conhecimento progressivo e cada vez mais operatório do mundo físico, reduzindo progressivamente, o aspecto verbo conceitual ou quase mítico do seu pensamento, e, assim, recuperando sua unidade científica (PIAGET, 1998).

A criação de seres vivos no laboratório de Ciências Naturais, como, por exemplo, o cultivo de plantas, acondicionamento de pequenos animais (peixes, minhocas, tatuzinho de jardim etc), oferece oportunidades para que os alunos se organizem nos cuidados necessários à manutenção das criações. Esse contato com seres vivos propicia à criança trabalhar de forma cooperativa e assumir responsabilidades. A partir daí, o respeito pela vida e a curiosidade científica são alimentados.

O laboratório de ciências enquanto ambiente de cooperação

Ao estudar a consciência moral nas crianças, analisando as regras do jogo de bolinha de gude e amarelinha entre meninos e meninas, respectivamente, Piaget obteve a seguinte constatação: assim como a inteligência evolui, a moral também evolui. Inicialmente existe uma ausência de regras (anomia); em seguida, as crianças de 6 a 12 anos aceitam as regras dos mais velhos, considerando-as imutáveis e sagradas, ou seja, ocorre um respeito unilateral⁴ a uma regra exterior (heteronomia). Já as crianças entre 10 e 15 anos registram o contrário: as regras são construídas por cooperação, ou seja, há um respeito mútuo⁵ socializado pelo grupo (PIAGET, 1994).

O autor constatou que os efeitos na personalidade, derivados do respeito unilateral e mútuo, são muito diferentes. Só o respeito mútuo e a solidariedade interna⁶ conduzem à verdadeira personalidade, sendo que o respeito unilateral e a solidariedade externa⁷ conduzem o indivíduo à submissão. Uma pessoa submissa é obediente, dócil, não contestadora, não crítica; acredita sem questionamento em tudo que lhe dizem, inclusive, em conclusões ilógicas, em *slogans* e propagandas, ou seja, não tem sua autonomia desenvolvida e age conforme padrões do outro (PIAGET, 1998).

Assim, quando a abordagem didático-pedagógica adotada pelo professor é permeada pela heteronomia, o aluno sofre um processo de coação, reforçando seu egocentrismo. Em consequência, a criança fica presa às suas próprias idéias, em um mundo fechado, e isso vai repercutir na sua formação para o resto da vida.

Não se conseguem, portanto, personalidades autônomas no domínio moral se, por outro lado, o indivíduo é submetido a uma coação intelectual, de tal ordem que tenha se restringido a aprender por imposição, sem descobrir por si mesmo a verdade: se é passivo intelectualmente, não conseguiria ser livre moralmente. Da mesma forma, se sua moral consiste, exclusivamente, em uma submissão à autoridade adulta e se seus únicos relacionamentos sociais, que constituem a vida da classe, são os que ligam cada aluno individualmente a um mestre que detém todos os poderes, o mesmo também, não conseguirá ser ativo intelectualmente (PIAGET, 2000).

Conclui-se, portanto que, durante as atividades no laboratório, faz-se necessário estabelecer um limiar de cooperação e respeito mútuo, o que possibilitará a formação de sujeitos autônomos e reflexivos. É preciso que o professor tenha uma nova postura didático-pedagógica que valorize trabalhos em grupos⁸; e o método *self-government*⁹ (ver figura 1 abaixo); que conheça os aspectos psicológicos do desenvolvimento da criança e do adolescente, que tenha uma visão crítica da natureza da ciência, que priorize uma relação

⁴ É quando um indivíduo determinado respeita um segundo, sem ser respeitado em contrapartida, sendo que à vontade do segundo torna-se obrigatória para o primeiro (PIAGET, 1998).

⁵ É caracterizado quando dois indivíduos se respeitam mutuamente. Esse respeito mútuo, longe de provocar uma coerção espiritual constitui o ponto de partida para a cooperação (PIAGET 1998).

⁶Os indivíduos, sem estarem submetidos a uma regra sagrada e transcendente, elaboram eles mesmos leis, que, portanto, lhe são internas e que estão sujeitas à revisão e a reajustes contínuos (PIAGET, 1998).

⁷ Os indivíduos são solidários entre si porque obedecem juntos a uma regra exterior, que é absoluta e inatingível. A unidade do grupo repousa, assim, numa mesma obediência e não na decisão comum de uma vontade de se entender e cooperar (PIAGET, 1998).

⁸ “O método do trabalho em grupos consiste numa organização de trabalhos em comum. Um certo número de crianças (quatro ou cinco, por exemplo) junta-se para fazer uma experiência de Biologia, Químicas ou Físicas” (PIAGET 1998 p. 158).

⁹ “O método de *self-government* consiste, por sua vez, em atribuir aos alunos uma parcela de responsabilidade na disciplina escolar” (PIAGET, 1998, p. 158).

pautada na dialogicidade e, acima de tudo, valorize o afeto na construção do conhecimento, pois este é o motor da ação e dessa maneira para o professor intervir de forma eficiente no aprendizado, ele precisa se implicar com o aluno, ou seja, estar em relação com este (PIAGET, 1998).



FIGURA 1: O laboratório de ciências enquanto ambiente de cooperação para formação de personalidades autônomas
 Fonte: Elaborado pelo autor

O professor que não valoriza tais posturas corre o risco de ser o símbolo do saber e da verdade pronta, do autoritarismo. Dessa forma, para desenvolvermos personalidades autônomas e críticas, é preciso ensinar a pensar, sendo impossível aprender a pensar sobre um regime autoritário. Pensar é procurar por si mesmo, é criticar livremente. O pensamento supõe, portanto, o livre jogo das funções intelectuais e não o trabalho de coerção, pois a autonomia, como finalidade da Educação, implica uma nova conceituação de objetivos; isto é, considerar a educação moral intrinsecamente ligada à intelectual como uma idéia indispensável para o desenvolvimento do espírito científico. Tudo isso mostra a imensa responsabilidade que têm as instituições de ensino de propiciar um meio social que favoreça a cooperação e a reciprocidade entre todos (PIAGET, 2000).

CONCLUSÃO

Esta exposição teve como objetivo o exame da importância das atividades laboratoriais para o ensino de ciências. Considera-se o laboratório de ciências um ambiente de motivação de acordo com as ações impostas pelos que dele usufruem; em nenhuma circunstância é estático, está sempre produzindo modificações. Uma vez que os alunos modificam o seu meio e este os modifica, o laboratório torna-se um lugar dinâmico e envolvente. Entretanto, para que o professor tenha plena consciência de como usar esse

espaço, faz-se necessário compreender o processo de desenvolvimento psicológico de seu alunado, a fim de que este possa, nesse ambiente, organizar as atividades experimentais.

Portanto, para organizar atividades experimentais com base nos pressupostos da Epistemologia Genética, o educador deverá assumir uma postura didático-pedagógica que: a) incentive atitudes questionadoras, com o uso intensivo de diálogos; b) valorize a experiência lógico-matemática (abstração reflexionante), em detrimento da experiência física, de forma que os experimentos sejam direcionados à compreensão dos fenômenos; c) promova a autonomia moral e intelectual dos alunos; d) valorize o método *self-government* e trabalhos em grupos, desenvolvendo, por conseguinte, a cooperação; e) valorize os conhecimentos prévios dos alunos; f) organize atividades em forma de problemas, que promovam desequilíbrios cognitivos; g) promova atividades interdisciplinares e contextualizadas; h) organize atividades levando em consideração o nível cognitivo do aluno; i) valorize o afeto na construção do conhecimento. Assim, os professores precisam construir uma prática pedagógica contextualizada, reflexiva e crítica, no tocante ao uso do laboratório. Para isso, é necessário também que ele tenha uma reflexão das ciências que ministra e conhecimento sobre história e filosofia.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BECKER, Fernando. **Educação e construção do conhecimento**. Porto Alegre, Artmed Editora, 2001.
- BECKER, Fernando. **A epistemologia do professor: cotidiano da escola**. Petrópolis: Vozes, 1993.
- CASTORINA, V. **A Psicologia genética**, Buenos Aires, Tekné, 1986.
- CHALMERS, A.F. **O que é ciência afinal?** Porto Alegre: Editora Brasiliense, 1993.
- DELVAL, Juan. **Crescer e pensar. A construção do conhecimento na escola**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- FLAVELL, H. John. **A psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget**. 3ª ed. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1988.
- GOULART, Barbosa. I. Em que consiste o modelo construtivista. In: ALVES, S. C. A et al. **A educação na perspectiva construtivista: reflexões de uma equipe interdisciplinar**. Petrópolis: Editora Vozes, 1995.
- FRANCO, Sérgio Roberto Kieling. **O construtivismo e a educação**. 6. ed. Porto Alegre: Mediação, 1995.
- HARRES, J. B. S. **Concepções de professores sobre a natureza da Ciência**, 1999. Tese, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- PIAGET, Jean. **Para onde vai a educação?** 15ª ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2000.
- _____. INHELDER, Barber. **O desenvolvimento das quantidades físicas na criança**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Zahar Editoras, 1975.
- _____. **A equilibração das estruturas cognitivas. Problema geral do desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Zahar Editoras, 1976.
- _____. **A representação do mundo na criança**. Rio de Janeiro: Record, 1926.
- _____. **O Nascimento da inteligência na criança**. Rio de Janeiro: LTC, 1987.
- _____. **O Juízo moral na criança**. São Paulo: Summus, 1994.
- _____. **O estruturalismo**. Rio de Janeiro: Difel, 1969.
- _____. **Psicologia e pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense, 1985.
- _____. **Sobre a pedagogia. Textos inéditos**. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1998.