



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E  
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**

**CONCEIÇÃO SOUSA COSTA**

**O ERRO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS  
NO NÍVEL FUNDAMENTAL**

Salvador  
2009

**CONCEIÇÃO SOUSA COSTA**

**O ERRO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS  
NO NÍVEL FUNDAMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e da Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Soraia Freaza Lôbo

Salvador  
2009

# **TERMO DE APROVAÇÃO**

**CONCEIÇÃO SOUSA COSTA**

## **O ERRO NO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS NO NÍVEL FUNDAMENTAL**

Dissertação aprovada para a obtenção do grau de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia pela seguinte banca examinadora:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Soraia Freaza Lôbo - UFBA / PPGEFHC

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elyana Barbosa - UFBA / PPGEFHC

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Roseli Gomes Brito de Sá - UFBA / FACED

Salvador, 16 de novembro de 2009

*Dedico este trabalho ao meu marido  
Valério Hillesheim e à minha filha Sophia Costa Hillesheim.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus – pela fé que tenho Nele e na sua superioridade.

Agradeço às pessoas que, por coincidência ou não, foram postas no meu caminho para que pudessem me ajudar a galgar minhas expectativas: à competente e estimada Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elyana Barbosa, que me apresentou ao epistemólogo Gaston Bachelard, tornando-me estudante e apreciadora de suas idéias; ao Prof. Dr. Nelson Bejarano, com o qual percebi a possibilidade singular de ingressar neste Programa de Pós-graduação e, por fim, à espetacular, dedicada e, acima de tudo, amiga, minha orientadora Soraia Freaza Lôbo, que, mesmo sem me conhecer, me estendeu a sua atenção e aceitou orientar meu projeto de pesquisa.

Agradeço ao Programa pelos bons profissionais que são colocados a cargo de nossa formação. Agradeço à CAPES pela bolsa que possibilitou uma dedicação maior ao trabalho investigativo.

Agradeço à Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Roseli Gomes Brito de Sá da FACED/UFBA, que me recebeu com braços abertos para trabalhar com ela no Estágio Docente. Através de nosso trabalho tive a possibilidade de fazer pontes com o pensamento de Bachelard e outros vieses da educação.

Agradeço aos meus amigos Idalina Borghi, José Albertino Lordelo, Gabriele Grossi, Teresa Castelão-Lawless e tantos mais, pelas sábias palavras de incentivo e por compartilhar comigo as suas experiências profissionais.

Agradeço à minha família, ao meu pai que, sempre frisou a importância dos estudos para a minha trajetória; ao meu primo Cícero Costa, que, desde o início, esteve torcendo para que tudo desse certo.

E, por fim, um agradecimento muito especial às duas pessoas que sempre estiveram ao meu lado, me apoiando, dando força: o meu marido Valério e a minha linda filha Sophia.

## RESUMO

Esta pesquisa objetivou analisar a situação do erro no processo de ensino-aprendizagem, a partir das concepções de professores de ciências do nível fundamental, e teve como fundamentação as epistemologias de Gaston Bachelard e de Jean Piaget. Adotou-se, neste trabalho, uma concepção de erro baseada nestas duas epistemologias, as quais têm um sentido de crescimento cognitivo, logrando, respectivamente, tanto o progresso da ciência quanto do intelecto humano. Na pesquisa, foi utilizado o método hermenêutico – interpretativo para a apropriação dos referenciais teóricos e uma metodologia de abordagem qualitativa para a coleta e análise dos dados. Apesar de nossos referenciais teóricos não apresentarem nenhum estudo que trate, especificamente, do tema desta pesquisa, para servir de orientação na apresentação e discussão dos resultados encontrados, estes foram interpretados e analisados com base nestes referenciais, direcionando-se a discussão para o ensino de ciências. Ao final do trabalho, pudemos concluir que os professores, ao mesmo tempo em que compreendem a importância do erro no processo de construção de conhecimento pelo educando, permanecem atuando de forma tradicional, tratando o erro como um entrave ao desenvolvimento cognitivo dos aprendizes, apontando para a necessidade de se repensar a formação dos professores de ciências do nível fundamental, no sentido de um maior conhecimento sobre a ciência, seus processos de produção, validação e socialização, entre os quais o seu ensino.

**Palavras-chave:** Erro de aprendizagem. Construção do conhecimento. Epistemologia bachelardiana. Epistemologia piagetiana. Ensino de Ciências.

## RÉSUMÉ

Ce document analyse la situation de l'erreur dans le processus d'enseignement-apprentissage à partir des conceptions des enseignants de sciences au niveau primaire, basées sur l'épistémologie de Gaston Bachelard et celle de Jean Piaget. Dans ce travail, on a adopté un concept d'erreur concernant à ces deux épistémologies, qui ont un sens du développement cognitif, en réalisant, respectivement, autant les progrès de la science que l'intelligence humaine. Dans cette recherche, on a utilisé l'herméneutique - méthode d'interprétation pour l'acquisition des références théoriques et aussi une méthodologie qualitative de collecte et d'analyse des données. En dépit des références théoriques ne pas présenter aucune étude sur ces aspects, cela vise surtout l'objet de cette recherche, à fournir des orientations sur la présentation et discussion des résultats, ils ont été interprétés et analysés en fonction de ces références, pour diriger la discussion vers l'enseignement des sciences. En effet, nous avons conclu que les enseignants, au même temps qu'ils comprennent l'importance de l'erreur dans la construction des savoirs par l'étudiant, ils conservent la façon traditionnelle, en considérant l'erreur comme un obstacle au développement cognitif des apprenants. Cela renforce la nécessité de repenser la formation des professeurs de sciences dans les écoles primaires, vers une plus grande connaissance de la science, de ses processus de production, de la validation et de la socialisation y compris.

**Mots clés:** Erreur à l'apprentissage . Construction des connaissances. Epistémologie bachelardienne. Epistémologie piagétienne. L'enseignement des sciences.

# SUMÁRIO

<b>Introdução</b>	<b>9</b>
<b>1. Pressupostos Epistemológicos</b>	<b>17</b>
<b>1.1. A Epistemologia bachelardiana</b>	<b>20</b>
1.1.1. O erro na construção da verdade científica	25
1.1.2. Implicações pedagógicas	27
<b>1.2. A Epistemologia Genética de Piaget</b>	<b>33</b>
1.2.1. A importância da Ação	37
1.2.2. O papel do tempo no desenvolvimento intelectual	38
1.2.3. Conceitos centrais na teoria construtivista piagetiana	43
<b>2. O Erro no processo de construção do conhecimento científico e no ensino de ciências</b>	<b>46</b>
<b>2.1. O erro como conhecimento provisório</b>	<b>50</b>
<b>2.2. A importância do erro no ensino de ciências</b>	<b>54</b>
2.2.1. Ensino de ciências	54
2.2.2. Formação de professores de ciências no nível fundamental	60
2.2.3. O erro no processo ensino-aprendizagem de ciências	65
<b>3. Percurso Metodológico</b>	<b>69</b>
<b>3.1. Abordagem metodológica</b>	<b>70</b>
<b>3.2. Delineamento da pesquisa</b>	<b>72</b>
3.2.1. Local da pesquisa	74
3.2.2. Sujeitos participantes da pesquisa	76
3.2.3. Condições de Trabalho dos docentes participantes	77
<b>3.3. Instrumentos de coleta de dados</b>	<b>78</b>
3.3.1. Questionário	79
3.3.2. Observação	81
3.3.3. Entrevista	83
<b>4. Resultados e Discussão</b>	<b>88</b>
<b>5. Considerações Finais</b>	<b>112</b>
<b>6. Referências</b>	<b>117</b>

## INTRODUÇÃO

A preocupação com o tema “erro” no processo de ensino-aprendizagem começou com uma experiência pessoal, no ano de 1994, quando era ajudante de sala de aula em uma escola de educação infantil, em Belo Horizonte / Minas Gerais. Minha consternação era perceber como a professora tratava os “erros” das crianças que estavam na faixa etária de quatro anos. As crianças que erravam eram humilhadas diante dos colegas e as que acertavam eram premiadas com sorrisos, abraços e elogios. Era notável a decepção que os rejeitados sentiam por não estarem no mesmo processo que os outros acolhidos. Com o passar do tempo, as crianças excluídas começavam a retrair-se e a não querer mais participar de todas as atividades das aulas. A partir de então, percebi que a forma como o erro é concebido e trabalhado no processo educacional leva o aluno ao êxito ou ao fracasso escolar e, até mesmo, social. Portanto, descobri que era necessário compreender o erro e praticar a sua retificação de outra forma, que não desqualificasse o ser social e, muito menos, bloqueasse o crescimento cognitivo do sujeito.

Pensar a educação é pensar como podemos ajudar na formação de um ser humano que, em uma sociedade, constitui-se e é construtor desta, haja vista a existência de uma relação bilateral entre ser social e ser individual cognoscente. E, ao pensar que a maneira pela qual ensinamos ou ajudamos na formação intelectual de uma pessoa a faz mais apta ou não a desenvolver-se de forma adequada e satisfatória, dentro dos padrões sociais, é que pensamos que o erro deve ser (re) analisado e (re) discutido como um elemento fundamental e necessário no processo educativo, de caráter formativo que ajuda a elevar o nível de desenvolvimento cognitivo e emocional dos aprendizes.

Esta pesquisa transformou-se, para mim, em uma possibilidade de aprofundar e ajudar os professores a compreenderem que o erro de aprendizagem pode e precisa ser visto através de óticas menos preconceituosas e não excludentes. Conceber o erro no processo da aprendizagem, não como elemento que elimina o indivíduo do processo formativo escolar, mas um elemento que indica ao educador onde é possível avançar, parar, retroceder no processo de ensinar, para que o estudante possa se desenvolver cognitivamente.

Neste trabalho, analisamos o erro no processo ensino-aprendizagem de ciências no ensino fundamental. Investimos em um estudo do erro fundamentado, principalmente, nas concepções de Gaston Bachelard, epistemólogo e filósofo francês, que encontra no erro e na retificação os pontos cruciais para o progresso do conhecimento científico e, também, utilizamos alguns conceitos da Epistemologia Genética de Jean Piaget. São dois epistemólogos que percebem a pertinência do erro na formação intelectual e social dos sujeitos, bem como na construção de novos conhecimentos científicos. Portanto, utilizamos alguns conceitos desses teóricos, traduzindo-os para o contexto educacional, para mostrar a condição natural e necessária do erro no processo de ensino-aprendizagem e para o desenvolvimento cognitivo do aprendiz, pois, “[...] o campo a explorar é bem mais amplo, quando se trata do verdadeiro trabalho intelectual.” (ENRIQUES, apud BACHELARD, 2003, p. 298). Não retratamos, portanto, o erro considerado banal, como, por exemplo, o de esquecimento, mas sim, o erro que nos leva à descoberta, ao exercício permanente da reflexão e da invenção de novos conhecimentos científicos, pensando o erro, segundo Bachelard, como uma “mola propulsora” no processo de aprender.

Baseando-se na constatação de que Bachelard não analisa, em suas obras, o erro no processo de ensino-aprendizagem, mas o erro como elemento propulsor do progresso da produção científica, foi necessário considerar e utilizar, na pesquisa, o paradigma interpretativo para se estabelecer ligações entre a concepção de erro da epistemologia

bachelardiana e as concepções de erro dos professores de ciências, no processo de educação escolar.

A abordagem interpretativa caracteriza-se por ser flexível e oferecer possibilidades de conexões entre temáticas que, aparentemente, estão desconectadas, mas que, ao estruturar os conceitos de forma a atingir a interdisciplinaridade, consegue-se verificar as relações existentes entre elas. Portanto, uma abordagem que ultrapassa a rigidez de apenas um olhar sobre as coisas que, de imediato, já estão formadas; o engessamento dos conceitos e suas aplicabilidades. A partir de conceitualizações, pode-se compreender os vários processos epistemológicos que constituem a prática científica e, também, a forma como se dimensiona o ensino das ciências. Nesta perspectiva, para Stein,

toda concepção do método hermenêutico justamente traz dentro de si a idéia de que no método hermenêutico a relação entre sujeito e objeto se dá numa relação de circularidade. Existe um compromisso entre sujeito e objeto no universo hermenêutico. (STEIN, 1996, p.24)

Portanto, quando se trata de hermenêutica, o método não pode ser visto como procedimento, mas como relação entre sujeito e objeto desenvolvida no processo de conhecimento do fato histórico e cultural. O pesquisador / sujeito interage com seu objeto de estudo, ambos inseridos num contexto onde não se consegue os separar por completo, na medida em que o objeto, para ser conhecido pelo sujeito, é carregado de sentido e significado, dados pelo próprio sujeito. Assim, o objeto não pode ser apreendido em sua essência, mas a partir de interpretações individuais, isto é, a partir dos significados que os sujeitos têm desse.

Na perspectiva apontada acima, dentre tantas possibilidades metodológicas, a abordagem que se fundamenta na interpretação de concepções e idéias, mostrou-se mais adequada a esta pesquisa. As obras de Gaston Bachelard e Jean Piaget foram analisadas a partir de interpretações dos conceitos desenvolvidos pelos epistemólogos, direcionados para o

contexto de ensino e aprendizagem de ciências no ensino fundamental, relacionados com o erro. Portanto, valemo-nos dos construtos psicológicos de Piaget e da visão inovadora e criadora de Bachelard para interpretar o erro de aprendizagem, almejando compreender qual a relevância e o papel do erro de aprendizagem no contexto processual de ensino-aprendizagem dos conhecimentos científicos.

Ao pesquisarmos o erro no processo de ensino-aprendizagem, foi enfatizado que esta tarefa necessitava do conhecimento das concepções que os professores de ciências têm sobre este elemento no processo de aquisição e construção do saber científico. Partiu-se, pois, do pressuposto de que as posturas intelectuais dos profissionais, na maioria das vezes, determinam as suas práticas e, por conseguinte, as práticas pedagógicas dos docentes podem influenciar na maneira como se dá o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes. Nessa perspectiva, houve um entendimento da necessidade de iniciar as atividades da pesquisa acadêmica através de uma abordagem metodológica que privilegiasse o contexto social e cultural dos indivíduos investigados, ou seja, a abordagem de caráter qualitativo. Esta abordagem, na pesquisa em educação, permite que o pesquisador acompanhe presencialmente, vivencie a cultura escolar na qual os pesquisados estão inseridos e, portanto, possa compartilhar e interpretar a complexidade dos eventos que surgem no desenrolar do processo de ensinar e aprender.

Entretanto, torna-se importante ressaltar que, apesar de adotarmos, neste trabalho, a abordagem investigativa qualitativa, utilizamos o questionário como um instrumento de coleta de dados, o que não é, segundo Bogdan e Biklen, característico desta abordagem metodológica. Segundo estes autores, “na investigação qualitativa não se recorre ao uso de questionários.” (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 17). No entanto, compreendemos que o pesquisador, muitas vezes, necessita utilizar diversos instrumentos de coleta de dados para

conseguir reunir os aspectos que conduzem à compreensão do problema de investigação. Portanto, utilizamos a abordagem de investigação qualitativa e a contribuição do questionário, com a intenção de tentar abarcar, com maior clareza, as concepções dos professores sobre o objeto de estudo em questão: o erro de aprendizagem.

Acreditamos que este trabalho possa contribuir para um estudo mais aprofundado sobre o papel do *erro* e sua *retificação* no processo de ensino-aprendizagem dos conhecimentos científicos no ensino de ciências do nível fundamental, bem como na formação dos professores de ciências. Consideramos o erro, na aprendizagem dos conceitos científicos, como um conhecimento provisório a ser retificado para que se alcance o possível conhecimento mais próximo daquele cientificamente aceito. Assim, podemos encontrar no erro a possibilidade de invenção, criação, e não a indolência do pensamento, concordando com De La Torre que “[...] a oportunidade para refazer o percurso e ampliar o raciocínio, tornando (**torna-se**) mais claras as inter-relações do processo do conhecimento.” (DE LA TORRE, 1994, apud PINTO, 2000, p. 19, grifo nosso).

O nosso trabalho está constituído por cinco capítulos. A princípio, preferimos fazer explanações de conceitos desenvolvidos pelos referenciais teóricos requeridos na pesquisa e, depois, aprofundarmos a temática: *o erro no processo de ensino-aprendizagem de ciências*. Realizamos conexões conceituais entre as duas epistemologias, a de Bachelard e a de Piaget, pois trazem o erro como elemento constituinte do processo construtivo do conhecimento científico. O pensamento de Bachelard elucidava, filosoficamente, o valor do erro no progresso científico, enquanto que Piaget contribuiu, epistemologicamente, para a compreensão de como se dá o processo de desenvolvimento cognitivo e a construção do conhecimento no indivíduo. Portanto, ambos os referenciais são contribuições importantes para a formação inicial e continuada dos docentes que estão em sala de aula e, especificamente, no caso desta pesquisa,

para o ensino de ciências no nível fundamental, a fim de entenderem o erro como algo que, na aprendizagem dos educandos, pode representar a apreensão e a elaboração de novos conhecimentos.

No primeiro capítulo, abordamos os dois referenciais teóricos que utilizamos na pesquisa e elucidamos as questões que motivaram esta pesquisa. Está subdividido em duas partes: a epistemologia bachelardiana e a epistemologia piagetiana. A parte que trata da epistemologia bachelardiana foi dividida em dois aspectos: gerais e pedagógicos. Nos aspectos gerais, abordamos o pensamento de Bachelard e apresentamos alguns conceitos que são prementes à sua epistemologia racional. Nos aspectos pedagógicos, fizemos relações interpretativas entre as categorias epistemológicas bachelardiana e o ensino de ciências, isto é, utilizamos algumas concepções que Bachelard tem sobre o erro, sobre os métodos que são utilizados nas atividades das ciências e as ressignificamos para o contexto pedagógico da educação científica no nível fundamental.

Ainda no primeiro capítulo, na Epistemologia Genética de Piaget, são mostrados alguns conceitos centrais da epistemologia piagetiana, na tentativa de elucidar o processo de construção dos conhecimentos no indivíduo. Analisar, portanto, a teoria construtivista de Piaget para que possamos expor aos docentes a importância dos aspectos biológicos – maturação; psicológicos – cronológico; ambientais – estímulos, para a constituição do aprendizado dos educandos, bem como demonstrar que o erro, nessa perspectiva, faz parte do processo de aprendizagem como um elemento que possibilita o avanço cognitivo e não como elemento avaliativo que pune quem o cometeu.

O segundo capítulo trata do erro e suas contribuições para o processo de ensinar e aprender. Inicialmente, descrevemos alguns erros que fazem parte da história da produção dos conhecimentos científicos, considerando-os como um conhecimento provisório, que, após

serem retificados, podem estabelecer um novo conceito ou paradigma científico. Após esse momento, através da ótica bachelardiana e da contribuição do construtivismo piagetiano, apresentamos, também, algumas questões importantes acerca do ensino de ciências e da formação docente, por considerarmos bastante relevante o papel do professor em todo o processo educacional escolar. Finalizamos o capítulo analisando a relevância do erro no processo ensino-aprendizagem, através de constantes interlocuções, principalmente, com o pensamento de Gaston Bachelard.

O terceiro capítulo trata do percurso metodológico da nossa pesquisa. Optamos por detalhá-lo, pois concordamos com Pessoa (2006) que os pormenores procedimentais são importantes, na medida em que outros pesquisadores tenham interesse em replicar nossa investigação e, também, por acreditarmos que é sempre útil conhecer como se deu o processo construtivo de uma pesquisa, suas dificuldades, seus sucessos, os prós e contras de alguns instrumentos de coleta de dados, as expectativas, as realizações, satisfatórias ou não, do pesquisador. Enfim, trata-se de uma descrição do percurso metodológico que dá uma visão de como se processou a realização da pesquisa.

O quarto capítulo apresenta os resultados / discussões da nossa investigação acadêmica. Foi feita a análise dos dados coletados, baseada, teoricamente, nas categorias epistemológicas desenvolvidas por Gaston Bachelard e Jean Piaget. Fizemos conexões interpretativas entre as categorias bachelardiana e piagetiana e as concepções dos professores de ciências sobre o erro no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, analisamos se as concepções dos professores correspondem ou não ao pensamento inovador do filósofo acerca do erro, bem como se estabelecem ligações com as noções construtivas do conhecimento, de Piaget. Assim, tivemos que realizar ressignificações para poder traduzir os dois pensamentos para o contexto educacional escolar.

Por fim, no quinto capítulo, relatamos nossas considerações sobre os resultados obtidos na investigação, correlacionando-os às considerações teóricas que embasaram esta pesquisa acadêmica. Pontuamos o que consideramos, nas concepções dos professores de ciências do nível fundamental, acerca do erro e suas práticas pedagógicas em sala de aula, condizentes a este elemento da educação escolar.

## 1. PRESSUPOSTOS EPISTEMOLÓGICOS

Epistemologia é um termo que deriva do grego *Epistéme* – ciência e *logos* – estudo. Assim, podemos definir Epistemologia como sendo o estudo sobre as ciências ou o estudo sobre a verdade dos conhecimentos científicos. No entanto, desde o seu efetivo uso, originado por Émile Meyerson (1859-1933), este neologismo foi interpretado de diferentes modos e identificado, muitas vezes, como Teoria do Conhecimento e Filosofia das Ciências; Metodologia e Ciências do Homem. Meyerson, no prefácio de sua obra *Identité et Réalité* (1908), fiel a uma visão continuísta da história, considerava Filosofia das Ciências e Epistemologia análogas, “[...] cujo significado foi perfeitamente explicitado pelo positivismo, que a definia como uma reflexão sobre os resultados da ciência, a fim de entendê-los e unificá-los.” (BULCÃO, 1999, p. 9). Contrário ao pensamento bachelardiano, que fundamenta um *pluralismo filosófico* que, segundo o pensador, é o único capaz de comunicar os elementos tão diversos e de diferentes graus de maturidade filosófica, da experiência e da teoria. Portanto, para Bachelard (1978), a Filosofia das Ciências é uma filosofia dispersa e distribuída, que traduz o caráter dinâmico e renovador do empreendimento científico contemporâneo.

De acordo com Pêpe (1985), as atuais reflexões sobre o conhecimento têm encontrado na Epistemologia um campo teórico dos mais significativos. Isso se justifica, pois, tanto filósofos quanto cientistas participam do debate sobre o estatuto dos conhecimentos científicos. Essa descentralização dos assuntos filosóficos e científicos acarreta a não delimitação específica da Epistemologia que acaba sendo conceituada de acordo com o domínio de saber ao qual está sendo filiada. No entanto, é mais comumente definida como “teoria geral do conhecimento” (NORRIS, 2007; GRECO, 2008), a qual estuda o que é o conhecimento, o que podemos conhecer e como conhecemos o que conhecemos.

Este trabalho investigou o erro no processo de ensino-aprendizagem de ciências e, através de levantamentos das concepções dos professores acerca desse elemento, pudemos analisar a importância do erro na aprendizagem dos conhecimentos científicos e perceber se o erro é, epistemologicamente, considerado como um obstáculo à construção dos conhecimentos dos educandos, ou se ele é considerado como um agente de construção cognoscitiva.

Como já mencionado anteriormente, utilizamos para fundamentar nossa pesquisa as concepções de dois epistemólogos: Gaston Bachelard (1884 -1962), francês e Jean Piaget (1896 – 1980), suíço; estes, em seus estudos, vislumbraram o erro como elemento fundamental, tanto na construção dos conhecimentos científicos quanto no desenvolvimento intelectual dos sujeitos aprendizes.

Detivemo-nos mais nas categorias bachelardiana, principalmente as que se referem, direta e indiretamente, ao erro e utilizamos a epistemologia piagetiana para tentar elucidar a importância de um conhecimento teórico, por parte dos professores de ciências, relativo a como se dá a construção dos conhecimentos e suas aprendizagens, considerando, portanto, que a teoria de Piaget sobre o desenvolvimento intelectual oferece uma relevante contribuição para a formação dos docentes.

Bachelard analisa a importância do erro no âmbito do progresso dos conhecimentos científicos, na produção mesma dos conhecimentos científicos, enquanto Piaget analisa o desenvolvimento intelectual dos sujeitos a partir de aspectos psicossociais e psicológicos. Entretanto, nenhum dos dois epistemólogos desenvolveu conceitos acerca do erro de aprendizagem, inclusive, como constata Macedo (2002), o erro não faz parte do vocabulário de Piaget. No entanto, não negligenciando a tarefa árdua e difícil que é acompanhar as idéias de um pensador, além do mais quando o tema investigado não faz parte de seus estudos,

identificamos as categorias epistemológicas que podiam ser, através de interpretações, análogas ou transpostas ao erro no processo educativo e, assim, analisamos através das duas óticas epistemológicas, a importância do erro no processo de ensino-aprendizagem de ciências.

Optamos por trabalhar com esses dois referenciais teóricos, porque tínhamos como objetivo desenvolver uma pesquisa baseada em pressupostos que concebem o erro como agente de construção cognitiva, destacando a sua valorização. Portanto, nessa perspectiva, tanto no pensamento bachelardiano, quanto no de Piaget, pudemos encontrar essa valorização.

As motivações para a realização dessa pesquisa foram a inquietação e a angústia da pesquisadora em notar que o erro, no contexto educacional, ainda é tratado pelos professores como um entrave ao aprendizado dos educandos, como deficiência de aprendizagem, o que pode trazer prejuízos cognitivos e até sociais aos sujeitos aprendizes. Assim, essa pesquisa foi desenvolvida a partir de três questionamentos que chamaremos de questões motivadoras:

- 1. Quais são as concepções dos professores de ciências sobre o erro de aprendizagem?**
- 2. Partindo do pressuposto que as concepções epistemológicas influenciam as práticas dos profissionais, em que medida as concepções dos professores de ciências sobre o erro de aprendizagem são coerentes com as suas práticas pedagógicas em sala de aula?**
- 3. Partindo do pressuposto que as atitudes dos professores influenciam na aprendizagem dos alunos, como as suas práticas pedagógicas, relacionadas ao erro, podem trazer implicações para o processo de aprendizagem de ciências?**

A seguir, apresentamos as idéias desenvolvidas pelos epistemólogos que possam estar relacionadas, de forma direta ou indireta, com o erro, na busca de se fazer conhecer as suas epistemologias, mesmo que de forma sintética, para que haja uma melhor compreensão de como as suas noções sobre o erro podem ajudar a responder às questões acima levantadas.

### **1.1. A Epistemologia bachelardiana**

Bachelard desenvolve uma epistemologia que assume a forma de uma filosofia das ciências; no entanto, opondo-se aos sistemas filosóficos tradicionais, tais como os de Meyerson. Funda, então, uma nova filosofia das ciências que trata da ciência efetiva e não da ciência ideal, atendendo aos aspectos epistemológicos formativos de um “novo espírito científico”. Neste, as metafísicas intuitivas e imediatas são substituídas pelas metafísicas discursivas, objetivamente retificadas, havendo, portanto, uma inovação no campo filosófico. Os sistemas filosóficos, na sua maioria, absolutos e fechados, não conseguem traduzir a ciência contemporânea: setorial, aberta, dinâmica. Portanto, epistemologicamente, não compreendem o novo fazer científico, por isso, não revelam a formação do novo pensamento científico.

Bachelard, ao tentar demonstrar que a filosofia científica é uma filosofia que se aplica, desenvolve a concepção de *racionalismo aplicado*, no qual o sentido da prova científica é dialeticamente polarizado, se afirma tanto na experiência quanto no raciocínio, num contato entre o real e a razão. Designa, portanto, uma relação intrínseca entre razão e experiência, à qual o filósofo expõe que,

se pudéssemos então traduzir filosoficamente o duplo movimento que atualmente anima o pensamento científico, aperceber-nos-íamos de que a alternância do *a priori* e do *a posteriori* é obrigatória, que o empirismo e o racionalismo estão ligados, no pensamento científico, por um estranho laço,

tão forte como o que une o prazer à dor. (BACHELARD, 1978, p. 4, grifo do autor).

Neste sentido, não se pode compreender, por completo, a experiência sem a racionalidade e esta, por sua vez, necessita ser aplicada para melhor se legitimar. Existe, portanto, uma interdependência entre o fazer científico e a razão que possibilita a compreensão dos fenômenos. Neste sentido, o conhecimento é um construto humano. O objeto científico é construído teoricamente: “Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído.” (BACHELARD, 2003, p. 18). Essa idéia de construção estrutura a noção desenvolvida pelo epistemólogo, de *fenomenotecnia*. O fenômeno não mais é visto como algo que aparece naturalmente, como diz Barbosa, “[...] ele é constituído por uma consciência de interpretação instrumental e teórica que torna impossível dividir um pensamento experimental puro de uma teoria pura.” (BARBOSA, 1996, p. 64). A ciência contemporânea, segundo Bachelard, “[...] rompe com a natureza para constituir uma técnica. Constrói uma realidade, talha a matéria, dá finalidade às coisas dispersas. Construção, purificação, concentração dinâmica, eis aí o trabalho humano, eis aí o trabalho científico.” (BACHELARD, 1951 apud PAIVA, 2005, p.48).

A razão defendida por Bachelard é aberta e evolutiva, diferente da razão imutável, própria do racionalismo clássico. Os novos pressupostos epistemológicos bachelardiano constituem um racionalismo desenvolvido dentro de uma filosofia que se aplica, substituindo “[...] o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico.” (BACHELARD, 2003, p. 14). Portanto, nessa perspectiva, é uma filosofia que não deve ser estritamente especulativa, mas que se debruce sobre as atividades de cada ciência, considerando suas especificidades e seus conteúdos, com o intuito de analisar o progresso dos conhecimentos científicos e como se deu e se dá a produção dos conhecimentos. Assim, uma filosofia dinâmica, aberta, que acompanha o novo espírito científico.

Segundo Bachelard, as diversas revoluções científicas do século XX – destacando a Teoria da Relatividade de Einstein que representou, para o epistemólogo francês, um dos momentos fundamentais para o pensamento científico – modificaram completamente o pensar ciência e o fazer ciência, determinando, em certa medida, segundo o filósofo, a formação de um novo espírito científico. Espírito que vê a ciência contemporânea como construção racional, o qual concebe a produção do conhecimento científico como uma relação intrínseca entre a teoria e a experiência, entre os *valores experimentais e os valores racionais*. Segundo o filósofo, a atividade científica, a partir de então “[...] não pode convencer plenamente senão deixando o domínio de base: se ela experimenta, é preciso raciocinar; se ela raciocina, é preciso experimentar [...].” (BACHELARD, 1985, p.13). Logo, trata-se da formação de um espírito científico que rejeita os princípios do realismo ingênuo e do racionalismo idealista, bem como os conceitos monolíticos das filosofias tradicionais. Portanto, inicia-se o processo de pensar a filosofia das ciências, não mais fechada em seus princípios intocáveis, em suas verdades acabadas, dogmáticas, mas uma filosofia da ciência que se aplica.

A relatividade de Einstein, do ano de 1905, representou, para Bachelard (2003), o início da era do *novo espírito científico*, pois esta, ao alterar e mesmo romper com conceitos fundamentais, que eram tidos como fixados para sempre, desestruturou as noções epistemológicas que fundamentavam a produção científica.

[...] com a ciência einsteiniana começa uma sistemática revolução das noções de base. É no próprio detalhe das noções que se estabelece um relativismo do racional e do empirismo. (BACHELARD, 1978, p. 9).

Os conhecimentos científicos, nessa nova perspectiva, se caracterizam menos por certezas e perenidades e mais por transitoriedade e efemeridade. Sendo assim, o filósofo nos diz que “o espírito científico é essencialmente uma retificação do saber, um alargamento dos quadros do conhecimento. Julga o seu passado histórico condenando-o. A sua estrutura é a consciência dos seus erros históricos. [...].” (BACHELARD, 2006, p. 125). O pensamento

bachelardiano alerta, portanto, “[...] os cientistas para a necessidade de uma reforma subjetiva total, implicada pelo próprio progresso real do pensamento científico” (PÊPE, 1985, p.18), pois a ciência contemporânea exige uma nova postura epistemológica frente à verdade dos conhecimentos científicos legitimados.

O pensamento de Bachelard, portanto, é para além de seu tempo, pois transgride o contexto intelectual, epistemológico da sua época, envolto no paradigma positivista. Paradigma que concebe a ciência como produtora de conhecimentos verdadeiros, acabados, e que progridem de forma continuísta, cumulativa. A ciência desenvolvida sob a ótica positivista encontra na atividade experimental o alicerce de toda pesquisa científica, pois é a partir dos testes experimentais que se verifica e se generaliza a verdade de um fato. Dessa forma, se vê que a estrutura da produção científica de cunho positivista coloca a ciência como despossuída de interesses outros que não sejam o da pesquisa e do descobrimento das leis naturais, que, na concepção de Merton e Bem-David, citada por Lenoir (2004, p. 16), o “[...] edifício da ciência repousa sobre as pedras angulares do realismo, da objetividade, da imparcialidade e da autonomia [...]”. Portanto, características que configuram uma noção de ciência como busca desinteressada pelo conhecimento e destituída da relação contextual existente entre sujeito e objeto, pois o conhecimento do fato é independente de interpretações subjetivas dos pesquisadores; o fato é um dado empírico, positivo, isto é, tudo que está exposto e o que se impõe empiricamente (ARANA, 2007). Nessa perspectiva, a observação e a experiência são fatores determinantes para o conhecimento de um fato. Contrariando esta noção, Bachelard coloca o vetor epistemológico deslocando-se do racional ao real, ou seja, apesar de as duas filosofias, racionalista e realista, estarem interligadas na produção do conhecimento científico, o racional tem papel preponderante neste processo.

Bachelard, portanto, propõe uma nova racionalidade científica, identificando a filosofia da ciência, não somente com uma filosofia que descreve a ciência, mas que vive a própria dinâmica científica. Uma filosofia que, segundo Benoni (1999), tenha a mobilidade e a versatilidade do pensamento científico, no intuito de interpretá-lo e segui-lo na sua atividade. O *filósofo do não*, como é conhecido Bachelard, por ter desenvolvido a sua Filosofia do Não, abalou os paradigmas científicos ao introduzir o conceito de *descontinuidade* da história das ciências, ao mostrar que o progresso da ciência se dá através de *erros retificados*, ao mostrar a necessidade da interdependência entre razão e experiência – *racionalismo aplicado*. Bachelard, portanto, criou vários conceitos como: *ruptura epistemológica*, *obstáculo epistemológico*, *vigilância epistemológica*, *recorrência histórica*, *razão aberta*, *perfil epistemológico*, dentre outros, na tentativa de elucidar a ciência como construção histórica, bem como a constituição de um novo espírito científico. Um espírito aberto, dinâmico, complexo, vazio de certezas e verdades absolutas. Um conhecimento científico sempre apto às mudanças e às novas reformulações, portanto, um conhecimento que se reconhece provisório.

A epistemologia bachelardiana remete à História das Ciências para analisar a evolução do pensamento científico, considerando que

[...] o epistemólogo deve fazer uma escolha nos documentos coligidos pelo historiador. Deve julgá-los da perspectiva da razão evoluída, porque é só com as luzes atuais que podemos julgar com plenitude os erros do passado espiritual. [...] O historiador da ciência deve tomar as idéias como se fossem fatos. O epistemólogo deve tomar os fatos como se fossem idéias. Inserindo-as num sistema de pensamento. Um fato mal interpretado por uma época permanece, para o historiador, um fato. Para o epistemólogo, é um obstáculo, um contra pensamento. (BACHELARD, 2003, p. 21 – 22)

Para Bachelard, o progresso dos conhecimentos sistematizados cientificamente não corresponde a um processo evolutivo contínuo e cumulativo; pelo contrário, se dá através de *rupturas epistemológicas*, em que o conhecimento anterior é substituído pelo novo saber,

através do processo de retificação. Essa ruptura não significa que o conhecimento anterior seja totalmente errado, ou que deixará de existir, mas que ele é limitado para responder a certos problemas do presente. Não consegue abranger outros problemas mais complexos. Assim, a interpretação da cultura e do conhecimento, nessa perspectiva, se dá de forma descontínua, não linear, contrariando a concepção positivista, como ressalta Lopes (2007), que fundamentou e, em certa medida, ainda fundamenta as ciências e seu ensino. Segundo Lôbo,

a idéia de uma evolução lenta e gradual da ciência tem sido sustentada em virtude da própria lentidão que caracteriza o conhecimento científico, levando os continuístas a admitirem esse conhecimento como um saber resultante do aperfeiçoamento do senso comum. (LÔBO, 2002, p. 246).

Essa perspectiva pode induzir à ideia, no campo educacional, de que as metodologias de ensino utilizadas na socialização dos conhecimentos escolares sejam capazes de esconder a ruptura existente entre o conhecimento vulgar e o científico, fazendo-nos acreditar que o conhecimento comum é o prolongamento dos saberes produzidos pela ciência.

### ***1.1.1. O erro na construção da verdade científica***

O erro pode ser considerado um elemento provisório de conhecimento por estar engastado no conhecimento legitimado e, por isso, constituir-se como conhecimento verdadeiro. Portanto, tanto o erro quanto a retificação são considerados, por Bachelard, como *molas propulsoras* do conhecimento científico, no qual “o erro é uma fase da dialética que precisa ser transposta. Ele suscita uma investigação mais precisa, é o motor do conhecimento.” (BACHELARD, 2004, p. 251). Quando os conhecimentos tidos como verdades começam a ser questionados, ou devido às contradições, ou pela necessidade de um conhecimento mais preciso, resultante de novas observações, é que a reflexão cumpre seu

papel de despertar novas concepções (HÖFFING, apud BACHELARD, 2004), sendo, portanto, um passo para a retificação de erros existentes, propiciando o progresso dos conhecimentos científicos.

“*O conhecimento científico é sempre a reforma de uma ilusão.*” (BACHELARD, 1978, p.13). Ao dizer isso, em sua obra *Filosofia do Não*, Bachelard sintetiza sua concepção de conhecimento como um contínuo processo de retificação, no qual os sujeitos mantêm um incessante esforço para se aproximarem da verdade, não permitindo cessar o dinamismo do espírito científico, haja vista que “o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização.” (BACHELARD, 2003, p.17).

O erro assume uma posição positiva (não positivista) na produção do saber científico. Lopes, citando indiretamente Canguilhem, diz que,

muitas vezes os filósofos interpretam o erro como um acidente lamentável, uma imperícia a ser evitada. Bachelard, ao contrário, defendia ser preciso errar em ciência, pois o conhecimento científico só se constrói pela retificação desses erros (LOPES, 2007, p. 33).

Dessa forma, o erro torna-se um elemento constituinte fundamental da prática científica. O erro deixa de ser um elemento perturbador, no sentido pejorativo, e passa a ser considerado como impulsionador dentro do processo produtivo em ciências.

Bachelard desenvolve, em sua tese filosófica intitulada: *Ensaio sobre o conhecimento aproximado*, a noção de conhecimento provisório, em que não existe a descoberta da verdade absoluta de um conhecimento, mas uma *aproximação* do que seja um conhecimento verdadeiro, que, até certo momento histórico, apresenta-se como legítimo. Um conhecimento que se coloca aberto para as retificações de erros que possam existir. Logo, um conhecimento falível.

### ***1.1.2. Implicações pedagógicas***

Ao mesmo tempo em que Bachelard escreve sobre a racionalidade científica, levanta questões relacionadas ao imaginário, onde a sensibilidade poética é determinante. Essa característica peculiar do filósofo, que transita no mundo do racional e do imaginário (do devaneio, das imagens), faz com que muitos autores dividam as suas obras em duas vertentes, denominando-o de homem diurno - a parte da racionalidade científica - e de homem noturno - a parte do imaginário. Entretanto, apesar desta possível fragmentação, mantêm-se uma unidade e um regime de alternância no pensamento bachelardiano, pois, segundo o epistemólogo, o cientista agrega os dois olhares, tanto o científico quanto o do poeta, no âmago do seu Ser. O ser humano é integral e, portanto, não se fragmenta. Ele é um só nesses dois modos de olhar o mundo.

Essas duas bordas do pensamento, que levam o homem a uma consciência de racionalidade e à consciência imaginante, induzem a pensar numa aparente dicotomia da obra de Gaston Bachelard – entre a linha científica e a linha da metafísica da imaginação – mascarando a profunda unidade do seu pensamento. A filosofia bachelardiana está centrada na preocupação de desvelar o homem enquanto totalidade. (BARBOSA, 1996, p.16).

Essa unicidade humana torna o homem individual e social ao mesmo tempo, permitindo transformar e ser transformado pela cultura em que fora educado. Desta forma, não se pode conceber a construção do conhecimento científico fora do contexto social que foi gerado e dos métodos empregados para lograr o seu estabelecimento. O ensino desses saberes perpassa muitos aspectos que colocam as concepções metodológicas e as práticas pedagógicas como bases preponderantes para o desenvolvimento ascendente da aprendizagem dos conhecimentos científicos, pelos educandos. Segundo Marques,

a aprendizagem não é conformação ao que existe nem pura construção a partir do nada; é reconstrução autotranscendente, em que se ampliam e se ressignificam os horizontes de sentido desde o significado que o sujeito a si mesmo atribui. É processo vital, autoformativo do gênero humano e do sujeito individuado pela cultura e singularizado pela autoexpressividade que

assim se configuram historicamente em reciprocidades, na autonomia do pensar e nas responsabilidades da ação. (MARQUES, 1995, p. 16).

Portanto, nessa visão, a aprendizagem deve ser compreendida como um processo de retroalimentação: o sujeito desenvolve-se intelectualmente e, então, alimenta a sociedade com seus constructos mentais, renovando os conhecimentos da humanidade e desenvolvendo a cultura social. Portanto, os saberes são (re)criados pelos indivíduos e ciclicamente são apreendidos e ressignificados socialmente.

Apesar de Bachelard não tratar especificamente da educação, do processo de ensino-aprendizagem, por ter sido educador por muitos anos de sua vida, demonstrou, em suas obras, grande interesse pela pedagogia das ciências, especialmente pelas ciências físicas, chegando a conceber a tese de que *“a filosofia científica deve ser essencialmente uma pedagogia científica”*; bem como mostrou-se preocupado com os métodos empregados pelos professores para viabilizar o ensino das ciências. Através de seus conceitos, desenvolvidos sob a forte influência das novas descobertas científicas do início do século XX, destacando, principalmente, a teoria einsteiniana, que desestruturou epistemologicamente todo pensamento científico de cunho predominantemente positivista, concluiu que o conhecimento científico, apesar da tentativa de se expressar objetivamente, não é absoluto, mas repleto de lacunas e erros a serem retificados. Assim, Bachelard (2003, p. 24) nos diz que se deve *“substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir.”* Portanto, uma das contribuições dessa epistemologia é a de conferir ao erro e à retificação um papel de destaque na construção do conhecimento científico.

Nessa perspectiva, Bachelard mostra-nos, a partir de sua visão sobre o erro, a possibilidade de transpor a valorização do erro às práticas pedagógicas do ensino de ciências. O filósofo destaca, em suas obras, a importância dos métodos de pesquisa utilizados pelos

cientistas, na produção científica e, analogamente, podemos analisar a importância dos métodos de ensino, adotados pelos professores de ciências, na aprendizagem dos educandos.

A respeito do método de pesquisa, Bachelard, citando Urbain, diz que

não há método de pesquisa que não acabe por perder sua fecundidade inicial. Chega sempre uma hora em que não se tem mais interesse em procurar o novo sobre os traços do antigo, em que o espírito científico não pode progredir senão criando novos métodos. (BACHELARD, 1985, p.121).

A partir da citação acima podemos refletir sobre os métodos adotados na prática pedagógica dos professores de ciências, pois, mesmo que sejam constantemente criticados por não conseguirem desenvolver a aprendizagem dos educandos, são mantidos no processo educacional. Parece existir, portanto, certa resistência ao novo, à criação de metodologias que possibilitem, de forma significativa, a aprendizagem dos educandos.

Em 1937, Bachelard publica uma das suas obras mais importantes para o contexto histórico científico: *A Formação do Espírito Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Nesta obra é analisado, psicologicamente, o desenvolvimento científico; a superação dos vários *obstáculos epistemológicos*, que são tidos como entraves ao processo racional na produção do conhecimento científico. Assim, Bachelard (2003, p. 17) vai dizer que “[...] é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos.” É nessa obra que Bachelard expressa, com maior ênfase, sua revolta pedagógica contra os métodos empregados pelos professores de ciências. Ele propõe para a ciência nova que se formava uma pedagogia nova, combatendo as formas tradicionais de ensino (PÊPE, 1985).

Ao abordar os obstáculos pedagógicos, o epistemólogo francês faz uma ressalva no que tange à não adequada compreensão da função do erro por parte dos professores no contexto processual de aprendizagem: “Acho surpreendente que os professores de ciências, mais do que os outros se possível fosse, não compreendam que alguém não compreenda.

Poucos foram os que se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão.” (BACHELARD, 2003, p. 23). Essa propensão dos educadores em permanecer com os mesmos métodos pedagógicos, e *não compreendendo por que os outros não compreendem é*, segundo Bachelard (Ibid, p. 24), porque “o educador não tem o senso do fracasso, justamente porque se acha um mestre. Quem ensina manda.” Estes se enclausuram nos seus conhecimentos constituídos e não reconhecem que é necessário, como profere o filósofo, “[...] substituir o saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico, dialetizar todas as variáveis experimentais, oferecer enfim à razão razões para evoluir.” (BACHELARD, 2003, p.24).

Sendo assim, o erro deve, precisa ser retificado, para que possamos progredir cognitivamente; mas, não fazer dele o elemento que deve ser evitado no processo de aprender e ensinar, ou com a noção pejorativa de desqualificação ou de exclusão do sujeito do processo educacional, mas vislumbrá-lo como elemento relevante e necessário no processo educativo, que possibilita a efetiva aprendizagem dos conceitos científicos pelos estudantes. Nessa perspectiva, concordamos com Canguilhem, que “sendo o erro entendido como necessário e intrínseco ao conhecimento, o conceito de obstáculo epistemológico funda positivamente a obrigação de errar.” (CANGUILHEM, 1994, p. 204, apud LOPES, 2007, p. 45).

Ao desenvolver algumas noções teóricas, tais como *aproximacionismo, obstáculos epistemológicos, ruptura epistemológica, perfil epistemológico*, Bachelard estabelece conexões com o campo pedagógico, configurando noções, tais como: *obstáculos pedagógicos, racionalismo docente, racionalismo ensinado*, traduzindo, filosoficamente, as duas abordagens que formam a pedagogia científica: “[...] uma razão pedagógica inserida na própria produção do conhecimento científico e uma razão pedagógica situada nas formas de socialização do conhecimento científico na escola.” (PÊPE, 1985, p. 11). Dessa forma, percebemos certa preocupação de Bachelard, mesmo que de maneira não tão explícita, com os

aspectos pedagógicos no ensino de ciências e, de modo geral, com a educação científica.

Assim, o filósofo nos diz que

se formos além dos programas escolares até as realidades psicológicas, compreenderemos que o ensino das ciências tem de ser todo revisto; que as sociedades modernas não parecem ter integrado a ciência na cultura geral. A desculpa dada é que a ciência é difícil e que as ciências se especializam. Mas, quanto mais difícil é uma obra, mais educativa será. (BACHELARD, 2003, p. 309).

A citação acima nos possibilita ir além da sua mensagem explícita; nos remete a pensar as ciências e o seu ensino sob dois pontos de vista contrários: primeiro, a noção positivista, que considera o pensamento científico detentor da verdade absoluta, centrado em evidências empíricas que, conseqüentemente, após o sucesso das experiências, legitimam e universalizam o saber em questão; em segundo, a visão bachelardiana, de que “[...] o pensamento científico é levado para construções mais metafóricas que reais, para espaços de configuração dos quais o espaço do sensível não passa, no fundo, de um pobre exemplo.” (BACHELARD, 2003, p. 7). Sendo assim, compreendemos que a ciência é uma construção humana, criativa e que se dá através da relação interdependente do racional e do técnico. Compreende-se, então, que se “[...] a ciência da realidade já não se contenta com o como fenomenológico; ela procura o porquê matemático [...].” (BACHELARD, 2003, p. 8). O ensino dos conhecimentos legitimados das ciências também deve priorizar, em sua socialização, práticas pedagógicas fundadas na nova compreensão de que a ciência é um construto social coletivo, em que sua objetividade se dá através das relações intersubjetivas, ou seja, uma *objetividade discursiva*.

Para Bachelard,

para ter certeza que o estímulo deixou de ser a base de nossa objetivação, para ter certeza de que o controle objetivo é uma reforma em vez de um eco, é preciso chegar ao controle social. A partir de então, [...] propomos que a objetividade seja fundada no comportamento do outro [...] para ver a forma – a forma felizmente abstrata – do fenômeno objetivo: dize-me o que vês e eu

te direi o que é. Só esse circuito, na aparência, insensato, pode nos dar alguma garantia de que fizemos completa abstração de nossas idéias primeiras. (BACHELARD, 2003, p. 295)

A partir das concepções bachelardiana, que apontam para uma abstração do pensamento científico, interrelacionando o racional com o empírico e, principalmente, demonstrando o quanto a construção do conhecimento científico é social, coletivo e de caráter provisório, é que pensamos que os erros de aprendizagem cometidos pelos estudantes de ciências devem ser considerados, pelos professores, como escalas progressivas de aprendizagem dos conhecimentos científicos.

Pode-se, então, pensar que, na educação científica, o professor deve permitir aos alunos uma revisão dos seus saberes objetivos constituídos, realizando, assim, um exercício mental, no qual os alunos poderão detectar o seu erro e, sob a mediação do professor, retificá-lo. É importante compreender que o conhecimento é construído de forma gradual e sistemática, não necessariamente linear e sequencial. Portanto, é preciso identificar quais as intervenções mais adequadas para mediar o processo de ensino, visando a uma significativa aprendizagem dos conceitos científicos, numa relação discursiva - dialógica onde o discente tem a possibilidade de se expressar e, conjuntamente com o docente, avaliar seu desenvolvimento intelectual.

É importante salientar que, na concepção bachelardiana, os professores de ciências devem passar por um processo catártico de formação intelectual, por terem a sua formação, também, centrada numa perspectiva filosófica de cunho positivista e, portanto, com compreensões anacrônicas a esta 'nova' ciência. Neste aspecto, a epistemologia bachelardiana constitui-se em referencial importante para a compreensão dos aspectos pedagógicos relativos ao ensino das disciplinas científicas.

## **1.2. A Epistemologia Genética de Piaget**

Não se pretende, com este capítulo, fazer um estudo aprofundado dos estudos de Piaget, mas analisar alguns pontos centrais concernentes à sua teoria construtivista, que possam ajudar a compreender melhor o tema: o erro no processo de ensino-aprendizagem, analisado a partir da relação entre as concepções e as práticas pedagógicas dos docentes de ciências do nível fundamental. Busca-se, neste trabalho, através das noções desenvolvidas por Jean Piaget (1896 - 1980), epistemólogo suíço, elucidar alguns pontos concernentes ao erro no processo de aprendizagem que, normalmente, é concebido pelos profissionais da área de educação como algo que deve ser evitado, ao invés de considerá-lo como elemento constituinte de um processo formativo educacional que, ao ser diagnosticado, pode ser trabalhado como possibilidade de avanços cognitivos do sujeito aprendiz.

Verifica-se, no entanto, uma ignorância de muitos docentes sobre a teoria piagetiana do desenvolvimento intelectual e sobre a sua importância no contexto escolar. Os professores, em sua maioria, por ter uma formação inicial e continuada deficientes, no que diz respeito aos estudos pedagógicos, acabam por desconhecer ou conhecer superficialmente as teorias de aprendizagem que possibilitam uma melhor compreensão do processo de ensinar e aprender. Ocorre, assim, uma baixa qualidade do ensino e um desconhecimento dos elementos que constituem o processo educacional e que possibilitam aprendizagens mais significativas dos conhecimentos científicos pelos educandos.

Considera-se salutar trazer os conceitos piagetianos para compreender melhor como se dá o processo de construção dos conhecimentos e o desenvolvimento cognitivo dos sujeitos e, então, tentar entender como o erro é concebido dentro desse processo e, também, dentro do processo de aprendizagem. O entendimento desses aspectos, pelos professores de ciências,

pode contribuir para a sua prática pedagógica, capacitando-os a identificar a qualidade do erro de aprendizagem em questão e, assim, favorecer a aprendizagem do estudante.

Nesta pesquisa, alguns conceitos da epistemologia genética de Piaget foram analisados para compreendermos como se organiza o processo de construção das estruturas mentais e como se dá o desenvolvimento da inteligência. Intencionamos, com isso, a ampliação da compreensão sobre o erro, no âmbito da educação científica, como elemento fundamental na constituição intelectual do sujeito.

A epistemologia genética investiga a gênese das diversas variedades de conhecimento, a partir de seus aspectos rudimentares e acompanha o seu avanço nos patamares subsequentes, incluindo o pensamento científico. No entanto, na perspectiva piagetiana, essa gênese não significa que existam começos absolutos.

Afirmar a necessidade de remontar à gênese não significa, portanto, de forma nenhuma, conceder um privilégio a tal ou qual fase considerada, falando em termos absolutos, a primeira; pelo contrário, afirmá-la é chamar atenção para a existência de uma construção indefinida e, sobretudo, insistir no fato de que, para se compreender as razões e o mecanismo, é necessário conhecer *todas* as fases ou, pelo menos, o *máximo* possível. (PIAGET, 2002, p. 3)

Assim, subentende-se que esta gênese, na perspectiva de Piaget, ganha sentido de construção contínua dos conhecimentos. Pode-se compreender o desenvolvimento progressivo das estruturas cognitivas, intelectuais, mas não se pode determinar um começo absoluto, primeiro. Desta forma, a análise do desenvolvimento da construção cognitiva do sujeito constitui-se o problema central da epistemologia genética, identificando, nessa construção cognitiva, a transição de saberes tidos como inferiores para os mais elevados em compreensão e extensão e, inclusive, em validade.

Os conceitos desenvolvidos por Piaget muito contribuem para entendermos como se dá o processo de construção dos conhecimentos, mostrando, a partir da sua epistemologia

genética, o processo de estruturação e desenvolvimento da inteligência. Contribuição esta que nos instiga a estudar com mais atenção como se desenvolve o processo de aprendizagem, como os sujeitos apreendem e o que os torna aptos a continuar a aprender. Um processo que envolve estímulos externos: sociais, ambientais; e internos: maturação psicológica, criatividade, exercício de raciocínio. Enfim, desdobramentos de ações que possibilitam o desenvolvimento cognitivo do sujeito aprendiz.

O epistemólogo suíço desenvolveu estudos de como se estrutura a inteligência humana e como se dá a construção do conhecimento no indivíduo. Enfim, como se dá o desenvolvimento intelectual, fundamentando conceitos que explicam o processo construtivo e evolutivo da cognição humana. Entretanto, faz-se notar que muitos conceitos desenvolvidos pelo epistemólogo suíço nem sempre são bem definidos operacionalmente, o que o torna alvo de muitas críticas. Haja vista que todo trabalho de Piaget foi

[...] influenciado por concepções advindas da Biologia, da Lógica e da Epistemologia. [...] rejeita o enfoque psicométrico, ou seja, o enfoque de QI, de mensuração de diferenças individuais através de testes padronizados, que era praticamente o único, [...], na época em que Piaget iniciou seus trabalhos sobre a inteligência. (BIAGGIO, 2003, p. 58).

Piaget acreditava que a inteligência não poderia ser mensurada através de critérios estritamente quantitativos, mas, por critérios qualitativos, evolutivos, onde o sujeito mostrava-se apto a adequar-se intelectual e afetivamente à sua cultura, desenvolvendo-se como sujeito epistêmico. Atrelar unicamente a inteligência do indivíduo a aspectos quantitativos arbitrários é menosprezar a potencialidade da racionalidade humana, bem como atestar um grau inferior à capacidade criativa e inventiva do homem, que está constantemente em transformação e evolução, de forma imprevisível e singular, ou seja, cada sujeito se desenvolve a partir de suas experiências cognitivas, afetivas e sociais, que são particulares e únicas. Assim, querer medir a inteligência por métodos altamente padronizados quantitativamente é não vislumbrar a possibilidade de desenvolvimento intelectual do homem, mas sim, o fatalismo da reprodução

cognitiva, onde a razão é concebida como algo que se analisa por testes de QI e sua estrutura central é hereditária e, portanto, imutável.

Além dos aspectos apontados anteriormente, existe, na perspectiva piagetiana, a compreensão de dois aspectos distintos no desenvolvimento intelectual da criança: o psicossocial e o psicológico. No aspecto psicossocial está contido tudo aquilo que o sujeito aprende por transmissão educativa em geral, isto é, o que o meio exterior lhe oferece como instrução. O aspecto psicológico ou espontâneo é tudo aquilo que a criança aprende sozinha, sem que ninguém a tenha ensinado, isto é, segundo Piaget (1978, p. 211) “o desenvolvimento da inteligência mesma.” Neste aspecto psicológico é que Piaget centrou os seus estudos; todavia, sem descartar a importância salutar do aspecto psicossocial na constituição cognitiva da criança, entendendo que os meios físico e social exercem influências significativas no processo construtivo das estruturas mentais e no desenvolvimento da inteligência do ser humano.

Na perspectiva piagetiana, não se aceita a idéia de que a inteligência deva ser mensurada por testes tão restritos ao nível quantitativo, sem expressar o aspecto qualitativo do desenvolvimento da inteligência, que leva em conta outros fatores individuais do sujeito, tal qual a afetividade, a emotividade e fatores socioculturais, formados pelas instituições familiares, educacionais escolares, dentre outras, que complementam e, muitas vezes, fundamentam a composição estrutural cognitiva do sujeito. Piaget coloca-se, portanto, contra os estudiosos – psicólogos de sua época, que enfatizavam os métodos quantitativos – e desenvolve os seus estudos de forma marginal em relação ao seu contexto sócio profissional.

### ***1.2.1. A importância da ação***

O aspecto principal dentro do processo de construção das estruturas mentais e do seu desenvolvimento, pesquisado por Piaget, é a importância dada à ação do sujeito e não à herança genética do sujeito. A herança genética e o meio físico/social exercem seu papel na formação cognitiva do indivíduo, numa relação complementar e interdependente. No entanto, o elemento que medeia essa relação e fundamenta a possibilidade de construção do conhecimento é a ação do sujeito sobre o objeto, incorporando o poder de gênese da cognição. Assim, as posições: apriorista, inatista e empirista são criticadas por Piaget, dentre outros motivos, por conceberem os sujeitos como seres intelectuais e sociais passivos. O homem piagetiano, por sua vez, é ativo, produtor de sua cognição e de seu desenvolvimento. Ele atua na concretização de sua aprendizagem e de sua adaptação às situações desconhecidas que são provocadas por ele ou pelo meio social. O epistemólogo suíço, desta forma, defende um conhecimento que procede de uma posição interacionista, analisando o desenvolvimento intelectual dos indivíduos a partir da complementaridade entre os aspectos cognitivos e sociais, em que as influências dos contextos culturais e as informações genéticas, inatas ao homem, são de extrema relevância para a construção cognitiva dos sujeitos.

Entretanto, segundo Piaget, as informações inatas ao homem não são garantias de possibilidades de desenvolvimento da inteligência; elas possibilitam a construção das estruturas mentais que são constantemente alimentadas por situações de perturbação e, conseqüentemente, são forçadas ou não a se modificarem. Assim, Piaget diz que,

é evidente que os fatores genéticos representam um papel no desenvolvimento da inteligência. Mas, esse papel restringe-se a criar certas possibilidades. Os fatores genéticos não são responsáveis pela realização dessas possibilidades. Isso quer dizer que não há no espírito humano estruturas inatas que se realizam (*se mettent en place*) espontaneamente [...] todas as nossas estruturas mentais devem ser construídas. Também os fatores genéticos ou questões de maturação não são suficientes para explicar o que

se passa realmente em cada estágio. (PIAGET, 1977 apud BECKER, 2001, p. 115)

A ação, portanto, é de suma importância para o desenvolvimento da teoria construtivista piagetiana, assumindo um papel de destaque em toda sua explicação sobre a formação e o desenvolvimento das estruturas mentais do ser humano. É posto que o meio físico/social e a genética não atuam no processo cognitivo de forma exclusiva, isto é, “o meio age apenas dentro do quadro de possibilidades do funcionamento herdado pelo sujeito. E a hereditariedade age apenas dentro das possibilidades dispostas pelo meio - físico ou social.” (BECKER, 2001, p. 115). Assim, nessa perspectiva, o que faz a inteligência se desenvolver é a simbiose desses dois aspectos, que atuam em conjunto, sob a força da ação que o sujeito realiza para adaptar as perturbações do meio externo ao meio interno, para construir ou modificar as estruturas mentais.

### ***1.2.2. O papel do tempo no desenvolvimento intelectual***

Segundo Piaget, “o desenvolvimento da criança é um processo temporal por excelência” (1978, p. 211). Isto significa que existe uma duração necessária para que a criança desenvolva sua estrutura mental, tal qual o desenvolvimento do aspecto psicológico. Aprender leva tempo, e este tempo não é necessariamente cronológico e igual para todos os indivíduos aprendizes. Nessa perspectiva, o autor faz uma ressalva no que tange ao seu estudo referente ao tempo. Ele diz em sua obra *Problemas de psicologia genética* que:

[...] é sobre o aspecto espontâneo da inteligência que estudarei, sendo o único do qual falarei, porque sou psicólogo e não educador; e também, porque do ponto de vista da ação do tempo, é precisamente esse desenvolvimento espontâneo que constitui a condição preliminar evidente e necessária para o desenvolvimento escolar, por exemplo. (PIAGET, 1978, p. 212)

Piaget deixa evidente que seus estudos sobre o papel do tempo no desenvolvimento da criança não intencionam o aprofundamento sobre os problemas de aprendizagem e o contexto social educativo. Direciona a sua atenção aos problemas relativos a como são construídas as estruturas mentais e, por conseguinte, a construção dos conhecimentos pelas crianças. Como já dito antes, o desenvolvimento mesmo da inteligência. Não que os fatores psicossociais não tenham relevância no processo de construção dos conhecimentos, mas, segundo Piaget (1978), estes estão subordinados ao desenvolvimento espontâneo e psicológico da inteligência. Portanto, é mais preponderante estudar o psicológico, onde se encontra a gênese do desenvolvimento intelectual.

Talvez com a intenção de demonstrar o papel que o tempo tem na construção das estruturas mentais das crianças, Piaget e seu grupo de estudos realizaram uma experiência com crianças na faixa etária de 8 a 12 anos, descrita da seguinte forma:

apresenta-se a uma criança duas bolinhas de massa de modelar, de 3 ou 4 centímetros de diâmetro. A criança verifica que elas têm o mesmo volume, o mesmo peso, que elas são parecidas em tudo, e pede-se à criança para transformar em cobrinha uma das bolinhas, ou para amassá-la, ou para dividi-la em pequenos pedaços. (PIAGET, 1978, p. 212)

Através de três perguntas, direcionadas às crianças, que envolviam quantidade, conservação, peso e volume da matéria, foi verificado que as respostas avançavam entre dois e dois anos, isto é, as noções das crianças progrediam gradualmente de acordo com a sua idade. Para as noções conceituais se desenvolverem e chegarem ao ponto mais evoluído da abstração é necessário tempo; e, nesse tempo, distingue-se a duração e a ordem de sucessão de acontecimentos, dois aspectos essenciais no tempo. A duração, no entanto, é considerada apenas como intervalo entre as ordens de sucessão.

Após verificarem os resultados da experiência, Jan Smerdslund, um colaborador norueguês de Piaget, questionou se não poderiam avançar tal evolução através da

aprendizagem. Com a continuidade dos estudos, verificou-se que existe a aceleração da evolução pela aprendizagem, somente dos resultados, isto é, segundo Piaget,

[...] essa aprendizagem do resultado se limita a esse resultado, quer dizer que quando Smerdslund passou para a aprendizagem da transitividade (o que é um outro aspecto, a transitividade fazendo parte da estrutura lógica que conduz a esse resultado), ele não pôde obter aprendizagem com relação a essa transitividade, [...]. Logo, existe uma diferença entre aprender um resultado e formar um instrumento intelectual, formar uma lógica, necessária à construção de tal resultado. Não formamos um instrumento novo de raciocínio em alguns dias. (PIAGET, 1978, p. 214).

Assim, Piaget acredita que o tempo, com suas distinções, seja um fator preponderante para o ordenamento das estruturas mentais que, a todo instante, é passível dos aspectos biológicos e de estímulos externos – meio físico e social.

O tempo é fundamental e necessário, tanto como duração, quanto como ordem de sucessão. A ordem de sucessão mostra que “[...] para que um novo instrumento lógico se construa, é preciso sempre instrumentos lógicos preliminares” (PIAGET, 1978, p. 215), ou seja, para que haja a compreensão de uma nova noção dever-se-á supor que existam subestruturas mentais anteriores que dão base às novas construções cognitivas.

Essas distinções do tempo e, principalmente, a sua caracterização pela ordem de sucessão, levam a pensar na teoria dos estágios do desenvolvimento cognitivo proposta por Piaget (1978), na qual o desenvolvimento cognitivo se realiza por graduações sucessivas, por estágios e por quatro etapas, que são distinguidas a partir da faixa etária do indivíduo. O processo de desenvolvimento cognitivo está esquematizado da seguinte maneira:

- 1ª Etapa – Estágio Sensório-motor – (0 – 2 anos);
- 2ª Etapa – Estágio pré-operacional – (2 – 7 anos);
- 3ª Etapa – Estágio de operações concretas – (7 – 12 anos);
- 4ª Etapa – Estágio de operações formais – (depois de 12 anos).

Os estágios do desenvolvimento crescem de forma gradual e sucessiva, isto é, cada estágio constrói estruturas mentais que são necessárias e fundamentais aos períodos seguintes. Nessa perspectiva, o estágio sensório-motor é considerado por Piaget como um período de extrema importância no desenvolvimento cognitivo, pois é nesse nível que a criança elabora as subestruturas mentais, tais como: a noção de objeto, espaço, tempo, dentre outras, que lhes servirão de base para a construção das suas estruturas mentais ulteriores. Esse período também requer um tempo longo de duração, em torno de 18 meses, pois, como a inteligência sensório-motora existe antes da linguagem, e esta, segundo Piaget (1978), é solidária do pensamento ou representação, e supõe um sistema de operações, isto é, ações interiorizadas que não são mais executadas materialmente, mas, no interior e simbolicamente, é necessário que haja, primeiramente, um amplo exercício de ações materiais para, em seguida, a criança ser capaz de construí-las em pensamento.

Para entender melhor o que significa, na perspectiva piagetiana, a inteligência sensório-motora e o pensamento, destacamos da sua obra *Problemas de psicologia genética*, a seguinte citação:

A inteligência é a solução de um problema novo para o indivíduo, é a coordenação dos meios para atingir um certo fim, que não é acessível de maneira imediata; enquanto o pensamento é a inteligência interiorizada e se apoiando não mais sobre a ação direta, mas sobre um simbolismo, sobre a evocação simbólica pela linguagem, pelas imagens mentais, etc., que permitem representar o que a inteligência sensório-motora, pelo contrário, vai apreender diretamente. (PIAGET, 1978, p. 216).

Dessa forma, a partir do momento em que a linguagem é constituída, a criança passa para o segundo período, o da representação pré-operatória. É neste momento que aparece na criança a capacidade de representar algumas coisas através de outras, denominada por Piaget de função simbólica, que “é a linguagem, por um lado, sistema de sinais sociais em oposição aos símbolos individuais.” (PIAGET, 1978, p. 218). O autor descreve, também, outras

manifestações de função simbólica realizadas pelas crianças nesse estágio: o jogo simbólico, o símbolo gestual, imitação interiorizada. O epistemólogo suíço explica que, nesse período do desenvolvimento intelectual da criança,

existe pois um conjunto de simbolizantes que aparecem nesse nível e que tornam possível o pensamento, o pensamento sendo, [...], um sistema de ação interiorizada e conduzindo a essas ações particulares que chamaremos “operações”, ações reversíveis e ações se coordenando umas com as outras em sistemas de conjunto [...]. (PIAGET, 1978, p. 219).

Embora Piaget frise a idade dos indivíduos como se fosse um fator de transição dos estágios de desenvolvimento da inteligência, ele nos diz que,

[...] essas etapas, esses estágios são caracterizados precisamente por uma ordem de sucessão fixa. Não são etapas às quais possamos determinar uma data cronológica constante. Pelo contrário, as idades podem variar de uma sociedade à outra, [...]. Mas a ordem de sucessão é constante. Ela é sempre a mesma, [...], quer dizer que para atingir um certo estágio, é necessário ter passado por demarches preliminares. É necessário ter construído as pré-estruturas preliminares que permitem progredirmos mais. (PIAGET, 1978, p. 215, grifo nosso).

Nessa perspectiva, Piaget, após estudos comparativos realizados com crianças de seu país e de outras nacionalidades, constatou que existem faixas etárias, em certa medida, fixas do desenvolvimento cognitivo, mas não as estabelece como imutáveis; as idades podem variar, para mais ou para menos, a depender dos estímulos que o sujeito receba do meio no qual está inserido. Portanto, é considerado por Piaget que os aspectos do meio sociocultural podem exercer certa influência no desenvolvimento intelectual dos sujeitos e, assim, o epistemólogo nos diz que, “um meio adulto sem dinamismo intelectual pode ocasionar um atraso geral no desenvolvimento das crianças.” (PIAGET, 1978, p. 223). Entretanto, o autor questiona se as diferenças de evolução cognitiva, encontradas em relação às idades indicadas

nos estágios de desenvolvimento da inteligência, são resultantes da maturação biológica mais rápida ou mais lenta, ou se é um efeito da educação, de uma ação social.

### ***1.2.3. Conceitos centrais na teoria construtivista piagetiana***

A teoria construtivista de Piaget traz alguns conceitos, como *assimilação*, *acomodação*, *equilibração e regulação*, que fundamentam a estruturação da inteligência humana, a partir da interação do sujeito com o meio físico/social em que vive. Segundo Biaggio (2003, p. 59), “no processo de interação com o ambiente, a criança gradualmente desenvolve *estruturas* psicológicas. Uma estrutura é composta de uma série de *esquemas* integrados.” Um esquema é definido como sendo “[...] a estrutura ou organização das ações, as quais se transferem ou generalizam no momento da repetição da ação, em circunstâncias semelhantes ou análogas.” (PIAGET e INHELDER, 2003, p. 16).

Ao definir o processo de *assimilação*, o epistemólogo utiliza-se da fisiologia como meio metafórico para sua compreensão. Segundo o autor,

fisiologicamente, o organismo absorve substâncias e as transforma em função da sua. Ora psicologicamente, é a mesma coisa, salvo que as modificações de que se trata não são mais de ordem substancial, mas unicamente funcional, e são determinadas pela motricidade, a percepção, ou o jogo das ações reais ou virtuais (operações conceituais etc.). (PIAGET, 1967, p. 14 apud LA TAILLE In: AQUINO, 1997, p. 26).

Na assimilação, o sujeito, apesar de adquirir as perturbações do meio externo, não as transforma diretamente em conhecimento, sem a devida transposição à sua estrutura mental, ou seja, ao considerar o ato de conhecer como ato de interpretação, porque conhecer significa adaptar o objeto à organização peculiar à inteligência. Segundo La Taille,

a realidade exterior não se impõe como um todo à consciência; esta “filtra” aquela, retendo e interpretando aquilo que é capaz de incorporar a si. Em

uma palavra, conhecer é conferir sentido, e esse sentido não está todo pronto e evidente nos objetos do conhecimento: ele é fruto de um trabalho de assimilação (LA TAILLE In: AQUINO (Org.), 1997, p. 26).

O indivíduo se modifica para poder dar conta dos elementos do meio ambiente. Piaget, portanto, pensa as estruturas de assimilação de forma dinâmica. O sujeito, na *assimilação*, transforma os objetos para abarcar todas as suas singularidades.

Na *acomodação*, o sujeito acomodará seus *esquemas* aos elementos externos assimilados, modificando-se, segundo Piaget (apud LA TAILLE In: AQUINO (Org.), 1997, p. 33), em função de suas particularidades, mas sem perder sua continuidade nem seus poderes anteriores de assimilação. Ao acomodar os elementos novos aos seus esquemas “antigos”, o sujeito, além de desenvolver a sua capacidade de assimilação, estará efetuando o equilíbrio entre assimilação e acomodação, portanto a *equilibração*. E, seguindo o processo de construção cognitiva, tem-se a *regulação*, que Piaget definiu da seguinte maneira:

fala-se de regulação, de forma geral, quando a retomada de uma ação A é modificada pelos resultados desta, portanto quando há uma influência dos resultados de A sobre seu novo desenrolar A'. A regulação pode se manifestar por uma correção de A (*feedback* negativo), ou pelo seu reforço (*feedback* positivo), mas nesse caso, como a possibilidade de um acréscimo do erro. (PIAGET, 1975, p. 24 apud LA TAILLE In: AQUINO, (Org.), 1997, p. 35)

A *regulação*, portanto, explica o processo de evolução da atividade da inteligência e mostra, a partir de situação de conflito, o que Piaget chamou de *perturbação*, um dos fatores que contribuem para a formação e evolução da estrutura cognitiva do sujeito. Esse processo construtivista do conhecimento piagetiano demonstra que o sujeito, ao passar por essas etapas que não acontecem de forma separada e estanque, vivencia, progressivamente, formas mais complexas de compreensão do mundo e de interação com este. Sendo assim, os erros não são compreendidos como desacertos, “[...] que contradizem os conhecimentos solidamente estabelecidos pela humanidade.” (LA TAILLE In: AQUINO (Org.), 1997, p. 30), mas como partes constituintes do processo; como se fossem ‘degraus cognitivos’ que vão ajudando a

estabelecer novas compreensões do meio externo e do seu próprio 'Eu'. Dessa forma, as experiências vivenciais vão sendo formadas e conhecimentos novos vão sendo construídos individualmente na interação com um sistema social coletivo, o que resguarda aos sujeitos e, neste caso, aos sujeitos aprendizes, a aceitação de valores e crenças pessoais que ajudam na sua constituição intelectual.

## **2. O ERRO NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO E NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

A filosofia positivista de Augusto Comte (1798-1857) muito influenciou as concepções educacionais e a compreensão sobre o erro estabelecida na sociedade ocidental. O positivismo parte do princípio de que como é impossível conhecer o núnemo<sup>1</sup> – a “coisa em si”, a essência das coisas, e ter respostas para os problemas metafísico-transcendentais, a ciência deve se ater aos problemas positivamente dados, ou seja, “[...] aos estudos dos fenômenos imediatos da experiência e no descobrimento das relações invariáveis de semelhanças e de sucessão que os ligam, sem indagar o “porquê” dessas relações.” (BAZARIAN, 1994, p. 82). Nesta perspectiva, a ciência restringe-se a descrever os fenômenos naturais, uma preocupação com as causas primeiras e as causas finais; portanto, um conhecimento que verifica “como” as coisas são, como se apresentam, sem conhecer, realmente, “o que são”, nem o “porquê” são. Entretanto, a esse respeito, Japiassu nos diz que “a concepção positivista que pretende eliminar os “porquês”, corre o risco de esterilizar a imaginação teórica e de freiar [sic] o trabalho científico.” (JAPIASSÚ, 1991, p. 222, grifo do autor).

A ciência fundamentada no positivismo é tida como o único conhecimento verdadeiro e o seu “método”, estritamente descritivo, o meio de se descobrir as leis que regem os fenômenos e suas relações, mediante observações, experimentações, constatações e enunciados teóricos suscetíveis de explicá-los (JAPIASSÚ, 1991). Epistemologicamente situado, o método científico é o paradigma que estabelece e regulariza as verdades sobre os fatos, não permitindo a possibilidade de erros nos seus resultados. O rigor, a precisão, a

---

<sup>1</sup> Dentro da Doutrina Gnosiológica de Kant, este faz a distinção entre núnemo e fenômeno, dizendo que “[...] o núnemo é a “coisa em si”, a essência das coisas (materiais ou espirituais) que existem fora e independente da nossa consciência. Nós não podemos conhecer o núnemo. Ele é incognoscível. Só podemos conhecer o fenômeno que é a “coisa para nós”, a manifestação exterior da coisa em si [...].” (BAZARIAN, 1994, p. 76).

certeza dos estudos científicos não dão espaço para erros. A ciência, nesta perspectiva, caracteriza-se por ser um conhecimento fechado, absoluto. Diante do exposto, Bachelard nos fala que a descrição – método descritivo – utilizada pela ciência, termina se confundindo com o próprio conhecimento, pois “[...] o método de busca transforma-se num método de construção e o conhecimento se apresenta como necessariamente acabado.” (BACHELARD, 2004, p. 16).

Desde o início do século XX, observam-se grandes renovações no conhecimento científico (MORIN, 2008), sobretudo nas ciências físicas, que desencadearam verdadeiras *rupturas epistemológicas*. Eventos como a teoria da relatividade de Einstein, as geometrias não-euclidianas e a microfísica, que, em certa medida, desestabilizaram o status do conhecimento científico, tido como infalível e seguro. Inclusive, para mostrar o progresso epistemológico, Bachelard (2003) formula etapas históricas do pensamento científico, divididas em três grandes períodos: o *estado pré-científico* (compreendia a Antiguidade Clássica e os séculos XVI, XVII, XVIII), o *estado científico* (compreendia o final do século XVIII, século XIX e início do século XX) e o ano de 1905 – início do *novo espírito científico* (a partir da Teoria da Relatividade de Einstein).

A Teoria da Relatividade (1905), nomeadamente, veio romper epistemologicamente com a teoria Newtoniana e inserir, no contexto científico, uma nova visão sobre o tempo e o espaço, até então concebidos como absolutos. *O filósofo do não* considera que,

a partir dessa data, a razão multiplica suas objeções, dissocia e religa as noções fundamentais, propõe as abstrações mais audaciosas. Idéias das quais uma única bastaria para tornar célebre um século, aparecem em apenas vinte e cinco anos, sinal de espantosa maturidade espiritual. Como, por exemplo, a mecânica quântica, a Mecânica ondulatória de Louis de Broglie, a física das matrizes de Heisenberg, a mecânica de Dirac, as mecânicas abstratas e, em breve, as físicas abstratas que ordenarão todas as possibilidades de experiências (BACHELARD, 2003, p. 9-10).

Percebe-se que essa teoria, simbolicamente, deformou conceitos primordiais que eram tidos como fixados para sempre e, por conseguinte, alterou a percepção do erro no progresso do conhecimento científico. Concordamos com Martins que “o conhecimento humano é uma busca sem fim que leva a resultados provisórios, não à verdade.” (MARTINS, 2007, p. 10) e, portanto, mostra-se um conhecimento dinâmico, que pode ser transformado a qualquer momento. É preciso, pois, exercitar a paciência científica, que, segundo Bachelard, é diferente da paciência erudita, a qual não dinamiza os conhecimentos adquiridos, não permite o processo de reconstrução do conhecimento. É nesse processo de reconstrução que encontramos erros, que temos a oportunidade de sair da *sonolência do saber* (termo utilizado por Bachelard), típico da paciência da erudição, para despertar para a realização de novos conceitos, característica peculiar da paciência científica.

Os diversos trabalhos de Popper, Kuhn, Lakatos, Bachelard, Feyerabend, entre outros, mostram a fragilidade da verdade absoluta positivista e traduzem o caráter mutável da razão, bem como a variabilidade das leis científicas. Destacam, portanto, o caráter provisório da verdade do conhecimento científico e oferecem a possibilidade de crescimento epistemológico, ao considerar o erro como um elemento que constitui o processo construtivo do saber, e fundamental para a evolução do conhecimento. Pois, como bem destaca Morin (2008), essa evolução não é meramente no sentido de crescimento e extensão do saber, mas é de transformações, de rupturas de uma teoria para outra. Segundo Prigogine,

assistimos ao surgimento de uma ciência que não mais se limita a situações simplificadas, idealizadas, mas nos põe diante da complexidade do mundo real, uma ciência que permite que se viva a criatividade humana como expressão singular de traço fundamental comum a todos os níveis da natureza. (PRIGOGINE, 1996, p. 14).

Portanto, uma ciência que se estabelece historicamente, a partir e com a cultura social ocidental, é um constructo social e dimensionado por princípios de explicações, isto é, de visões de mundo e de postulados metafísicos (MORIN, 2008). Sendo assim, a ciência não está

isenta de erros. Pelo contrário, na ciência contemporânea, na perspectiva bachelardiana, o erro deixa de ser exceção e passa a ser condição de verdade, pois o erro favorece o surgimento da diversidade e a possibilidade de desenvolvimento científico.

No entanto, mesmo dimensionando o caráter propulsivo do erro, este, comumente, ainda é visto como sendo um mal a ser extirpado do meio social, educacional e intelectual, portanto, da coletividade. É algo que prejudica o bom andamento do progresso econômico, político e cultural da sociedade, haja vista termos como uma das suas definições: “ato ou efeito de errar; juízo falso, desacerto, engano; incorreção, inexatidão; desvio de bom caminho, desregramento, falta.” (FERREIRA, 1998, p.679). Nota-se, nessas definições, o sentido pejorativo que é dado ao erro pela sociedade ocidental, onde ainda prevalece a concepção tradicional do erro. Entretanto, encontramos outras definições de erro, como a de Abbagnano:

o erro não pertence à esfera das proposições (ou dos enunciados), mas à do juízo, isto é, das atitudes avaliadoras. Ele, com efeito, não consiste em uma proposição falsa, embora uma proposição falsa seja um elemento do erro que consiste em acreditá-la ou julgá-la verdadeira. [...] Em geral, pode-se chamar erro todo juízo ou avaliação que contrarie ao critério reconhecido como válido no campo a que se refere o juízo, ou aos limites de aplicabilidade do mesmo critério. (ABBAGNANO, 1982, p. 322).

Nesta visão, percebemos, então, que o erro deve ser avaliado diante de uma situação própria, com parâmetros próprios, que designam a sua identificação, sua qualidade, sua relevância e, por conseguinte, a sua retificação.

Deve-se ter a preocupação de verificar a relevância construtiva que o erro tem no contexto em que está sendo detectado e até que ponto deve ser considerado um prejuízo intelectual e social para os sujeitos.

## 2.1 O erro como conhecimento provisório

A noção de conhecimento provisório, desenvolvida por Bachelard, descarta a existência da verdade absoluta nas ciências e define um *aproxé*, um *aproximacionismo* da verdade dos conhecimentos científicos: “a aproximação é a objetivação inacabada, mas é a objetivação prudente, fecunda, verdadeiramente racional, pois é ao mesmo tempo consciente de sua insuficiência e de seu progresso.” (BACHELARD, 2004, p. 300). Daí resulta que toda objetivação advém da supressão de erros subjetivos e, portanto, uma verdade somente tem sentido depois de uma polêmica, concordando que possam existir perturbações externas ou internas que possam, futuramente, contradizê-las. Sendo assim, o espírito científico, ao contrário da intuição, instala-se na dúvida como um método, ou seja, é um espírito que não aceita de imediato os dados, que se esforça, dialeticamente, para sair de seu próprio sistema, com intuito de aproximar-se, cada vez mais, da verdade.

Nessa perspectiva, o erro se estabelece nas atividades científicas como um elemento que constitui a própria construção do conhecimento; o problema da verdade deixa de ser o foco principal das investigações científicas, pois o erro se estabelece como elemento preponderante na constituição do conhecimento científico. Portanto, o erro e a retificação, nessa perspectiva, são colocados hierarquicamente mais elevados que a própria verdade na produção científica. Para Bachelard,

[...] a retificação parece-nos não um simples retorno a uma experiência malograda que pode ser corrigida por uma atenção mais forte e mais competente, mas sim o princípio fundamental que sustenta e dirige o conhecimento e o instiga sem cessar a novas conquistas (BACHELARD, 2004, p. 19).

Ao dizer isto, Bachelard nos leva a compreender que o erro aqui tratado não se refere aos erros banais, de um esquecimento, uma falha da mente, uma atitude malograda, mas um componente do próprio ato de conhecer, ou seja, é na própria ação de conhecer que

encontramos desafios cognitivos a serem perseguidos e retificados para se estabelecer o conhecimento, que não é imutável. Nessa perspectiva, o erro possibilita a dinamicidade do desenvolvimento do conhecimento científico e da sua aprendizagem no âmbito do ensino de ciências e, ao mesmo tempo, refuta verdades absolutas, pois, como retrata Bachelard (2003, p. 17), “o real nunca é o ‘que se poderia achar’ mas é sempre o que se deveria ter pensado.”

Bachelard coloca o erro como a mola propulsora do desenvolvimento dos conhecimentos científicos, na medida em que analisa as condições psicológicas do progresso da ciência, ao fundar o termo *obstáculo epistemológico*. O filósofo acredita que os obstáculos não estão, nem na fugacidade e complexidade dos fenômenos, nem na inconfiabilidade dos sentidos do ser humano, mas na própria natureza da ação de conhecer. Ao tentar desvendar algum fenômeno, o sujeito elabora instrumentos cognitivos singulares, que estão no processo de racionalização e que estão conectados às experiências pessoais, teóricas e práticas que podem ajudar ou atrapalhar na construção do conhecimento, portanto, são obstáculos que redimensionam a estrutura final do conhecimento, estando no âmago interno do indivíduo. Admitindo-se que o ato de conhecer é posto contra um conhecimento anterior, eliminando saberes mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização (BACHELARD, 2003), o erro pode ser entendido como um conhecimento latente, esperando ser despertado e retificado para, então, tornar-se conhecimento legitimado de caráter, sempre provisório. Concebe-se, então, o erro em si, como sendo um conhecimento.

Assim posto, os obstáculos epistemológicos, tal qual o erro, são constitutivos do próprio processo de aquisição do conhecimento. Portanto, os obstáculos, assim como o erro, são elementos que existirão constantemente na produção e socialização dos conhecimentos científicos. No entanto, têm-se atitudes um pouco diferentes para cada um deles; na atividade científica, os cientistas devem estar *vigilantes* para que os obstáculos epistemológicos não prejudiquem o desenvolvimento das investigações científicas; no ensino de ciências, os

professores necessitam estar *vigilantes* em relação aos obstáculos pedagógicos para que estes não dificultem o processo de ensino-aprendizagem; no entanto, o erro deve ser visto, tanto na produção dos conhecimentos científicos quanto na sua socialização, como algo impulsionador, que, ao ser retificado, propicia o crescimento da produção científica e o desenvolvimento intelectual dos sujeitos.

Nessa perspectiva, os obstáculos como a *experiência primeira*, o *conhecimento geral*, dentre outros elencados pelo filósofo Bachelard, fazem vigorar a importância do erro no processo produtivo da ciência e no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos; pois o erro, em certa medida, ao possibilitar o questionamento dos conhecimentos estabelecidos, dificulta que um obstáculo epistemológico se incruste no conhecimento. O obstáculo da experiência primeira impede, segundo Bachelard, o devido conhecimento dos fenômenos, pois as primeiras impressões fascinam e iludem o ato de conhecer, portanto, “não se pode basear nada na opinião: antes de tudo, é preciso destruí-la” (BACHELARD, 2003, p. 18) para colocar o espírito em uma atitude de vigilância e atenção para não se corromper com idéias que se tornaram claras e evidentes, pelo seu caráter corriqueiro, habitual. Nesta perspectiva, uma idéia utilizada com frequência ganha notoriedade e legitimidade entre seus usuários e, portanto, termina sendo um obstáculo epistemológico. Nesse caso, o erro que possa existir nesse pensamento passa despercebido e, assim, segue como um conhecimento verdadeiro e aceito.

A noção de obstáculo do *conhecimento geral* aliado ao obstáculo da *experiência imediata* torna muito fácil a aceitação da idéia primeira. Ao descobrimento de uma possível lei que rege tal ou qual fenômeno, o segundo passo é a sua generalização a todos os fenômenos que tenham as mesmas semelhanças. Daí decorre a falsa conclusão de que já se conhece o objeto, negligenciando os seus pormenores e, por assim dizer, as diferenças que fazem a peculiaridade do fenômeno. Segundo o filósofo, a busca por generalizações leva,

muitas vezes, a generalidades mal colocadas, sem ligação com as funções formativas do fenômeno. Na visão bachelardiana,

a fecundidade de um conceito científico é proporcional a seu poder de deformação [...]. Para incorporar novas provas experimentais, será preciso então *deformar* os conceitos primitivos, estudar as condições de aplicação desses conceitos e, sobretudo, incorporar *as condições de aplicação de um conceito no próprio sentido do conceito*. (BACHELARD, 2003, p. 76, grifo do autor)

Sendo assim, o conhecimento geral obstaculiza o avanço cognitivo, na medida em que impede a compreensão e extensão dos conceitos e, por conseguinte, o questionamento das ‘noções universais’. Dessa forma, o erro pode estar e permanecer incorporado ao conhecimento científico ao ponto de lhe ser um elemento inevitável e até essencial para a constituição do mesmo.

A ciência contemporânea está alicerçada sobre o paradigma da incerteza, do ‘estado provisório do conhecimento’. Não comporta mais a noção de unidade, generalidade, absoluto, dogmatismo, da visão positivista. Da mesma forma, o erro está passando por um processo de transição epistemológica. Está adquirindo um papel que outrora era de negação, de ausência, de falibilidade e que, atualmente, é de presença, de positividade, de sucesso cognoscitivo. O erro, na visão bachelardiana e piagetiana, não é concebido como um obstáculo ao desenvolvimento científico e intelectual, ao contrário, é o motor deste. O erro gera motivação para o exercício da reflexão, para o descobrimento de habilidades humanas. Podemos, analogamente, comparar o erro a degraus de uma escada, onde cada degrau é uma dificuldade, ou perturbação a ser superada ou acomodada. Analisando desse ponto de vista, o erro pode ser considerado como conotativo de possibilidades, abertura, crescimento cognoscitivo e, por assim dizer, de conhecimento provisório.

## ***2.2 A importância do erro no ensino de ciências***

Estudar o erro de aprendizagem dentro do contexto do ensino de ciências do nível fundamental significa perceber a relevância de levantar aspectos atuais relacionados ao ensino de ciências no Brasil e, até mesmo, analisar pontos referentes à questão da formação do professor de ciências. No entanto, não é nosso objetivo, neste estudo, aprofundar esses aspectos. Neste trabalho, procurou-se apresentar, sumariamente, a situação do ensino de ciências e suas particularidades para mostrar que o erro não está desconectado do âmbito global da educação científica. Sendo assim, é de suma importância compreender e transformar o contexto sócio-educativo atual brasileiro para que os professores possam empregar novas noções e práticas com relação ao erro de aprendizagem.

### ***2.2.1 Ensino de ciências***

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN, o ensino de ciências no Brasil tornou-se obrigatório em todo o nível fundamental, a partir de 1971, com a lei 5.692. Nesta época, a qualidade do curso baseava-se na quantidade de conteúdos transmitidos pelos professores aos alunos. A metodologia desenvolvida em sala de aula era a tradicional, na qual o professor é o centro do processo educativo e os alunos meros receptores passivos dos conhecimentos científicos transmitidos pelos profissionais da educação. Fundamentado em uma racionalidade técnica, o papel dos professores é, apenas, o de transmitir – passar os conhecimentos resultantes do trabalho científico. Essa racionalidade, como bem analisa Schön,

baseia-se em uma visão objetivista da relação do profissional de conhecimento com a realidade que ele conhece. [...] os fatos são o que são e a verdade das crenças é passível de ser testada estritamente com referência a elas. Todos os desacordos significativos são solucionáveis, pelo mesmo

princípio, tomando-se os fatos como referência. Todo o conhecimento profissional baseia-se em um alicerce de fatos. (SCHÖN, 2000, p.39).

O ensino de ciências fundamentado na racionalidade técnica desvincula o saber das suas noções de base. Na sala de aula, quando o professor não trabalha a dimensão filosófica e histórica dos conceitos e da própria ciência, deixa de estimular a possibilidade de compreensão crítica dos educandos (MATTHEWS, 1995); ao contrário, obriga o aluno a continuar em seu papel passivo de receptor de conhecimentos, delineando o que Freire (2003) chama de *educação bancária*, na qual o saber é colocado, depositado nos educandos que nada conhecem e, nesta educação, a relação professor e estudante se mantém hierarquicamente vertical. Segundo este autor,

o educador se põe frente aos educandos como sua antinomia necessária. Reconhece na absolutização da ignorância daqueles a razão de sua existência. Os educandos, alienados, por sua vez, à maneira do escravo na dialética hegeliana, reconhecem em sua ignorância a razão da existência do educador, mas não chegam, nem sequer ao modo do escravo naquela dialética, a descobrir-se educadores do educador. (FREIRE, 2003, p. 59).

Dessa forma, a relação entre professor e aluno é mantida sob forma autoritária e monolítica: o professor fala, os alunos ouvem e copiam. A transmissão de conhecimentos é mantida como meio de socialização grosseira dos resultados das atividades científicas, a qual é constituinte da tendência pedagógica tradicional, fundamentada na idéia de que ensinar ciências é, apenas, comunicar os produtos finais e a aprendizagem é a memorização destes pelos alunos. Entretanto, ensinar ciências é mais do que isso, como diz Piaget, “[...] é, sobretudo levar a criança a reinventar aquilo de que é capaz, ao invés de se limitar a ouvir e repetir.” (PIAGET, 2007, p. 17).

Na visão tradicional, não faz parte da prática pedagógica dos professores desenvolver análises sobre o processo de construção dos conhecimentos. É um ensino escolar que, geralmente, valoriza os resultados da ciência e banaliza o seu processo de construção. Os procedimentos de aquisição do conhecimento científico não são trabalhados, analisados nas

salas de aula de ciências, como bem identifica Ramos: “[...] no ensino das ciências muito pouco é trabalhado com referência a processo, em relação à investigação com vistas a fazer com que os estudantes percebam as características e procedimentos da pesquisa científica.” (RAMOS In: MORAES 2003, p. 31). Dessa forma, acredita-se que isso gera uma espécie de mito, fazendo com que os estudantes concebam a ciência, sobretudo a física, como um conhecimento seguro e dogmática, justamente, por possuir o status de desbravadora dos mistérios da natureza, podendo, assim, legitimar-se como detentora da verdade das coisas. Uma visão estudantil ingênua das atividades científicas e suas peculiaridades, constatada por estudos de Abd-El-Khalick e Lederman (2000), Lôbo (2004), dentre outros autores.

Essa ausência de abordagem do processo de construção dos conhecimentos científicos nas salas de aula também pode gerar, entre os estudantes, a falsa impressão de que a atividade científica é um trabalho individual, solitário, pois visto que, ao contrário, a ciência é construção social, cultural (CHALMERS, 1997). Formada por uma *cidade científica* (termo designado por Bachelard) que possui regras próprias e que, segundo Lôbo, é o espaço no qual “[...] os cientistas negociam os mesmos significados, têm os mesmos interesses e disputam entre si poder, como qualquer outra instituição ou organização social” (LÔBO, 2004, p. 164), a ciência é um empreendimento social, portanto, “[...] longe da organização da cidade científica seria ingênuo querer lançar as bases da ciência.” (BACHELARD, 1972, apud, BARBOSA, 1996, p. 89).

Nessa perspectiva, entendemos que a ciência contemporânea não deve mais ser vista de forma tão ingênua e distante da sociedade e de seus interesses políticos e econômicos. Pois, como diz Ravetz, “o conhecimento científico é realizado por um esforço social complexo, e é obtido do trabalho de muitos artífices em sua interação muito especial com o mundo da natureza.” (RAVERTZ, 1971 apud CHALMERS, 1997, p.158). Portanto, a ciência constrói

uma cultura dentro de uma cultura maior; possui linguagem e métodos próprios. É detentora de um *status* que a coloca como uma subcultura dominante na cultura ocidental atual.

Segundo Bachelard, a ciência e a filosofia, na perspectiva tradicional positivista, fala a mesma linguagem, na medida em que a filosofia apenas descreve as atividades científicas – um tipo de jornal científico. Correlatamente, ao se referir ao ensino das ciências, o epistemólogo diz que “[...] é essa ciência para filósofos que ainda ensinamos para os nossos filhos. É a ciência experimental dos decretos ministeriais: pese, meça, conte; desconfie do abstrato, da regra; [...]. Ver para compreender, é o ideal dessa estranha pedagogia.” (BACHELARD, 2008, p. 12). Dessa forma, pouco importa se o raciocínio for advindo de um fenômeno mal visto ou mal posto para uma experiência mal realizada, a primeira visão empírica não dá a exatidão dos fenômenos, nem a descrição bem ordenada e hierarquizada destes (BACHELARD, 2003); mas, no ensino de ciências ainda se mantém o foco principal nos experimentos e seus resultados exatos.

O ranço do paradigma positivista da ciência é, ainda, tão marcante no ensino atual que é difícil compreender e aceitar divergências no “método científico”; portanto, é difícil conviver com a existência do erro na educação científica. Assim, no ensino de ciências, é difícil para os professores lidar com os erros de aprendizagem dos estudantes. Os professores, apesar de terem uma noção mais construtiva dos erros dos alunos, ainda estão impregnados pelo paradigma da racionalidade técnica. Não conseguem despir-se totalmente das errôneas concepções sobre ciência e continuam a transpô-las para o ensino, sem o devido cuidado de adequação.

Sobre qualquer questão ou fenômeno relativo ao ensino de ciências, compreendemos que é interessante seguir o que Bachelard chama de *via psicológica normal do pensamento científico*, na qual “[...] é preciso passar primeiro da imagem para a forma geométrica e,

depois, da forma geométrica para a forma abstrata” (BACHELARD, 2003, p. 11). Entretanto, a abstração, considerado o último estágio do pensamento científico, é pouco estimulada pelos professores no ensino de ciências. As ações pedagógicas desenvolvidas pelos professores de ciências, com o objetivo de atingir a aprendizagem dos educandos são, em sua maioria, baseadas em imagens pitorescas, às falsas analogias e a falsos modelos que estão longe de corresponder à realidade fenomênica. Essas práticas estabelecem o hábito intelectual da pedagogia do ver para conhecer, fortalecendo o *vício ocular* (Bachelard), onde o que é possível e verdadeiro, portanto, inteligível, é tudo o que posso perceber. Se não percebo, se não consigo representar, não consigo compreender, logo, não é possível de existir, de ser real.

No entanto, na contemporaneidade, com o advento do mundo do infinitamente pequeno – da microfísica, o pensamento do concreto deve ceder lugar ao pensamento abstrato, no qual a experiência é organizada racionalmente. Logo, o ensino de ciências deve estimular nos educandos a curiosidade e, por conseguinte, a vontade de inventar. A geometrização dos fenômenos, portanto, segundo Bachelard, “[...] é essencialmente uma ordenação, essa primeira ordenação abre-nos as perspectivas de uma abstração alerta e conquistadora, que nos levará a organizar racionalmente a fenomenologia da ordem pura.” (BACHELARD, 2003, p. 8).

O que se deseja no ensino de ciências é que o professor estimule o senso crítico dos educandos, levando-os a fazer questões acerca dos conhecimentos escolares. No entanto, é preciso saber formular problemas, pois todo conhecimento é resposta a um questionamento. Se não existe uma questão não há conhecimento científico (BACHELARD, 2003). Mais do que transmitir, informar os resultados da ciência, o ensino precisa ser formativo, que vai muito além da mera instrução, visa à construção do conhecimento escolar pelo educando e é bem mais do que memorização de resultados. Como nos diz Bachelard,

sem dúvida seria mais simples *ensinar* só o resultado. Mas o ensino dos *resultados* da ciência nunca é um ensino científico. Se não for explicada a linha de produção espiritual que levou ao resultado, pode-se ter a certeza de que o aluno vai associar o resultado a suas imagens mais conhecidas. É preciso “que ele compreenda”. Só se consegue guardar o que se compreende. O aluno compreende do seu jeito. Já que não lhe deram as razões, ele junta ao resultado razões pessoais. (BACHELARD, 2003, p. 289, grifos do autor).

Nessa perspectiva, Lopes (2007) considera que esse tipo de ensino – de resultados, não oferece dificuldades, haja vista a inexistência da crítica da cultura do aluno. Assim, os erros e as ilusões permanecem e os novos conhecimentos amalgamam-se nos erros anteriores, consolidando uma aparente e deturpada aprendizagem. Portanto, ensinar ciências requer uma atitude do professor em coordenar suas atividades no sentido de estimular os alunos a considerarem os conteúdos escolares importantes para a compreensão do mundo e de sua cidadania, salientando a importância da contextualização filosófica, histórica e social das informações que estão sendo transmitidas para os alunos, fazendo com que estes se apropriem dos conhecimentos científicos.

Contudo, também é importante que o trabalho docente, como bem ressalta Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), esteja direcionado para a apropriação crítica dos conhecimentos científicos pelos alunos, de modo que possibilite, efetivamente, a inserção desses conhecimentos no âmbito das representações sociais e constitua-se como cultura. Portanto, inserir a ciência como prática sócio-histórica, que necessita estar no cotidiano da sociedade como mais um conhecimento, onde o que o difere dos outros conhecimentos são seus critérios metodológicos que possibilitam a descoberta e construção de novos saberes. Entretanto, o progresso técnico da ciência acarretou, além de melhores condições de vida para os indivíduos, mudanças epistemológicas sobre como se produz ciência e, por outro lado, o seu mau uso gerou catástrofes. O ensino de ciências, portanto, necessita acompanhar estas mudanças, desmitificar o conhecimento científico como algo totalmente seguro, inabalável ou até mesmo inquestionável, isento de erros. Portanto, torná-lo mais próximo dos alunos, no

intuito de tornar possível a compreensão da produção desses saberes e das características que lhe são peculiares. Pois, mesmo sabendo da dificuldade dos educandos em compreender as ciências, o trabalho docente, no ensino de ciências, não deve se eximir da responsabilidade de formar, nos alunos, uma consciência científica adequada às novas noções epistemológicas atribuídas à ciência contemporânea. Segundo Bachelard,

se formos além dos programas escolares até as realidades psicológicas, compreenderemos que o ensino das ciências tem de ser todo revisto; que as sociedades modernas não parecem ter integrado a ciência na cultura geral. A desculpa dada é que a ciência é difícil e que as ciências se especializam. Mais quanto mais difícil é uma obra, mais educativa será. (BACHELARD, 2003, p. 309).

Ao continuar ensinando ciências como algo fora da história, descontextualizada, desinteressada, como algo inatingível, estaremos contribuindo com a permanência da outrora ideia de que ciência é difícil e que não faz parte da vida do homem comum, mas, apenas, de alguns gênios, dos superdotados. Portanto, o ensino de ciências precisa reconstruir seus objetivos e metodologias para tornar-se coerente com as atividades científicas contemporâneas, tornando-se mais dinâmico e construtivo. Nesta perspectiva, o conhecimento ganha uma dimensão diferente; este é construído a partir da interação do homem com o ambiente e, portanto, o ensino de ciências deve levar em consideração essa mudança e desenvolver metodologias mais coerentes com as epistemologias que se fundamentam na perspectiva do conhecimento como construção. Portanto, concepções epistemológicas mais próximas das noções desenvolvidas na teoria construtivista de Piaget.

### ***2.2.2 Formação de professores de ciências do nível fundamental***

A melhoria do ensino de ciências no nível fundamental está estritamente ligada ao processo de formação docente. Reconhece-se, portanto, a grande importância do professor,

tanto na formação humana da criança e do adolescente, quanto no processo de ensino-aprendizagem e, portanto, admite-se a necessidade de que esses tenham uma formação profissional permanente e de qualidade. Entretanto, a questão da formação docente, apesar de não se constituir em nenhuma novidade, ainda é um assunto que demanda muitas reflexões críticas, investigações e, principalmente, tomadas de decisões do poder político educacional, para que esta venha a se concretizar de forma adequada aos pressupostos epistemológicos que, atualmente, fundamentam as atividades nesta área, e que seja capaz de atender ao perfil desejado para o professor de ciências, o qual demanda o domínio de conhecimentos em várias áreas do saber e o desenvolvimento de certas habilidades necessárias para sua atuação.

No entanto, na formação dos professores de ciências, ainda permanecem os princípios da racionalidade técnica e a concepção de conhecimento a ela subjacente. Tal racionalidade reduz a formação docente ao domínio de conteúdos disciplinares e à técnica de transmiti-los; os saberes escolares são concebidos como conjunto de conhecimentos eruditos, valorizados pela humanidade (LIMA, 2004) e a aprendizagem dos estudantes é avaliada pelos professores mediante a reprodução sem mudanças da informação dada previamente. Nessa visão, em outras palavras, concordando com Mauri, “[...] aprender consiste em fazer *cópias* na memória daquilo que se recebe e [...] o conhecimento é concebido como uma réplica interna da informação externa.” (MAURI, 2004, p. 84, grifo da autora). Uma concepção, portanto, reducionista, que não acompanha as transformações nocionais e epistemológicas sofridas pela ciência. Segundo Bachelard, uma *ciência nova*, que se mostra contrária às visões monolíticas da verdade, da certeza e da infabilidade dos seus métodos.

Nessa perspectiva, uma ciência nova exige uma pedagogia nova, que possa ensinar os professores a ajudar os estudantes a pensar criticamente e a construir suas aprendizagens dos conhecimentos científicos. Essa pedagogia concentra a possibilidade de os educadores em

ciências trabalhem com métodos mais adequados às mudanças nocionais que as ciências vêm incorporando, em especial a partir do início do século XX. Isto implica compreender adequadamente a natureza da ciência para melhor empreender o ensino das ciências (ABD-EL-KHALICK & LEDERMAN, 2000).

No que se refere à formação inicial dos professores de ciências, Carvalho e Gil-Pérez (2006) ressaltam o perigo da tendência de conceber a formação docente como *soma* de uma formação científica básica e uma formação psico-sócio-pedagógica geral. Dizendo de outra forma, trata-se da formação inicial docente que é realizada pela adição dos conteúdos científicos, que são ministrados pelos departamentos das Ciências correspondentes, e dos conteúdos oferecidos pelas faculdades de Educação (McDERMOTT, 1990, apud CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006), revelando, portanto, uma fragmentação na formação do professor.

Enquanto nos cursos de conhecimentos específicos da ciência de referência, oferecidos pelos departamentos de Ciências instruem os alunos, apenas, para o conhecimento técnico, sem a devida instrução pedagógica, os departamentos de Educação oferecem as disciplinas didáticas, geralmente descontextualizadas das especificidades de cada ciência estudada. Assim, os saberes ensinados pelos departamentos de Ciências e de Educação mostram-se independentes entre si, o que leva Carvalho e Gil-Pérez (2006) a considerarem que não é a soma desses cursos que dará conta da formação docente. É necessário, portanto, que haja uma articulação entre os saberes ensinados pelos dois departamentos e, principalmente, uma *mudança didática*. O estudante – futuro professor em formação – precisa ter noções pedagógicas de como ensinar os conteúdos específicos das ciências, pois, de acordo com McDermott,

o uso efetivo de uma estratégia de ensino [...] vem, em geral, determinada pelo conteúdo. Se os métodos de ensino não são estudados no contexto em que serão implementados, os professores podem não saber identificar os aspectos essenciais, nem adaptar as estratégias instrucionais – que lhes foram apresentadas em termos abstratos – à sua matéria específica ou a novas situações. (McDERMOTT, 1990 apud CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2006, p.69-70)

Nessa perspectiva, fica explícito o quanto é importante e necessária a integração dos conhecimentos teóricos com os conhecimentos práticos na ação formativa dos professores de ciências. Os cursos de formação docente devem proporcionar aos futuros professores uma sólida compreensão dos conteúdos que eles ensinarão; uma familiarização com teorias que subjazem à construção dos conhecimentos, levando-os a desenvolver habilidades que lhes possibilitem atuar em sala de aula expressando seus pensamentos com clareza, com postura ética; enfim, que sua formação possa aliar, de forma intrínseca, os conteúdos conceituais, os conteúdos procedimentais e os conteúdos atitudinais. Para esses três tipos de conteúdos, Zabala nos indica a necessidade de uma metodologia de ensino que atenda aos objetivos de cada um – conteúdo – porém, reforça a idéia de interdependência destes na constituição formativa dos educandos e que, portanto, o professor deve trabalhá-los conjuntamente para que um número maior de vínculos entre eles se estabeleça, permitindo que os educandos os considerem importantes e significativos para sua vida. Dessa forma, para estarem aptos a desenvolver um ensino formativo, ou seja, não meramente instrutivo, os professores, em sua formação profissional, devem desenvolver competências que ultrapassem o domínio dos conhecimentos técnicos. É reconhecida, atualmente, a relevância que os conhecimentos da prática têm na construção de conhecimentos profissionais e, portanto, no desempenho satisfatório do trabalho realizado. Esse processo pode ser caracterizado por aquilo que Schön designou de conhecer-na-ação. Segundo Schön,

conhecer-na-ação é um processo tácito, que se coloca espontaneamente, sem deliberação consciente e que funciona, proporcionando os resultados pretendidos, enquanto a situação estiver dentro dos limites do que aprendemos a tratar como normal. (SCHÖN, 2000, p. 33).

Na perspectiva apontada acima, ressaltamos que a importância dos conhecimentos da prática, na formação do professor de ciências, está vinculada com as novas visões desenvolvidas por filósofos da ciência (Bachelard, Popper, Feyerabend, Kuhn) que influenciaram nas transformações epistemológicas contemporâneas. A racionalidade técnica não mais consegue responder, satisfatoriamente, às mudanças socioculturais e epistemológicas da atualidade. Desde a descoberta dos primeiros erros nas ciências e a partir do que Bachelard considera a grande revolução científica do século XX – A Teoria da Relatividade de Einstein – o modelo da racionalidade técnica, na formação docente, uma epistemologia derivada da filosofia positivista (SCHÖN, 2000), começou a deteriorar-se. Isto porque a humanidade sofre uma grande ruptura paradigmática, em que a certeza cede lugar à incerteza; a generalização cede lugar à singularidade; o conhecimento tido como absoluto, desenha-se, agora, como provisório. Portanto, os princípios dessa racionalidade técnica perdem poder na resolução dos problemas práticos. Sobre esse assunto, Schön nos diz que,

quando uma situação problemática é incerta, a solução técnica de problemas depende da construção anterior de um problema bem delineado, o que não é, em si, uma tarefa técnica. Quando um profissional reconhece uma situação como única não pode lidar com ela apenas aplicando técnicas derivadas de sua bagagem de conhecimento profissional. E em situações de conflito de valores, não há fins claros que sejam consistentes em si e que possam guiar a seleção técnica dos meios. (SCHÖN, 2000, p.17).

Nessa perspectiva, os cursos de formação docente devem acompanhar as mudanças paradigmáticas e epistemológicas da contemporaneidade e propiciar aos futuros professores uma educação profissional que se adéque ao perfil de uma nova epistemologia da prática profissional, a qual, segundo Tardif, é “o estudo do *conjunto* dos saberes utilizados *realmente* pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar *todas* as suas tarefas” (TARDIF, 2008, p. 255, grifos do autor) e que deve ter como pressuposto a reflexão-na-ação, termo proposto por Schön, que significa: pensarmos o que fazemos, no momento mesmo do fazer. Portanto, o desenvolvimento profissional dos professores deve estar baseado,

não mais em ações educativas estruturadas na racionalidade técnica – que os mantêm como meros executores de programas curriculares construídos por terceiros – mas em posturas racionais que possibilitem a ressignificação identitária e profissional do professor, como agentes que produzem saberes, na medida em que “procedem à mediação reflexiva e crítica entre as transformações sociais concretas e a formação humana dos alunos, questionando os modos de pensar, sentir, agir e de produzir e distribuir conhecimentos.” (PIMENTA e LIMA, 2008, p.15).

Um diferencial na profissão do docente é que os seus saberes se tornam o seu próprio trabalho, em que o professor e os saberes mantêm relações que não são somente cognitivas, mas mediadas pelas práticas profissionais que lhes fornecem princípios para enfrentar e resolver situações diárias na escola e na sala de aula. Portanto, um saber que não é usado, apenas, como um meio no trabalho, mas, como diz Tardif,

[...] é produzido e modelado no e pelo trabalho. Trata-se, portanto, de um trabalho multidimensional que incorpora elementos relativos à identidade pessoal e profissional do professor, à sua situação socioprofissional, ao seu trabalho diário na escola e na sala de aula. (TARDIF, 2008, p. 17).

Nessa perspectiva, é necessário estruturar uma formação docente que articule os conhecimentos produzidos pelas Universidades acerca do ensino com os saberes desenvolvidos pelos professores em seu trabalho diário em sala de aula.

### ***2.2.3. O erro no processo ensino-aprendizagem de ciências.***

O erro existe, necessariamente, em qualquer campo cognoscitivo. Entretanto, ele é notado como uma coisa que deve ser evitada, pois causa danos ao êxito da ação ou das metas que se pretende galgar. Na educação escolar não é diferente. Na prática pedagógica, o erro

aloca-se em um patamar bastante relevante no processo de aprendizagem, pois é a partir dele que o discente é avaliado e seu conhecimento mensurado, se é que podemos medir o conhecimento. Entretanto, é uma relevância negativa, pois é visto pela sociedade ocidental e pelo sistema educacional como algo que atrapalha o processo de aprender. Portanto, tem-se o preconceito de que quem erra não sabe, não conhece e, portanto, não tem credibilidade. O sujeito considerado mais apto e com bom desenvolvimento cognitivo é aquele que mais acerta e que melhor atende às exigências dos padrões pré-estabelecidos pela sociedade capitalista, obtendo, assim, o êxito social e a credibilidade tão almejada.

Comumente a percepção que os docentes têm do erro de aprendizagem está conectada à sua concepção de aprendizagem. Se o professor acredita que aprendizagem é apenas memorização dos conteúdos científicos, então, o erro conota deficiência cognitiva e, portanto, é hora de detectar de quem é a culpa. Na maioria das vezes, nessa perspectiva tradicional de conceber o erro, o aluno “fracassado” é aquele que não conseguiu lograr um saber específico, não conseguiu adquirir tal e qual conteúdo transmitido e, portanto, a culpa é do estudante que deve sofrer alguma punição. No entanto, se o professor concebe a aprendizagem como conhecimento construído, o erro também é concebido como um elemento constitutivo da aprendizagem, que possibilita a construção do conhecimento. Nesse caso, não existem culpados. O professor torna-se um mediador de desenvolvimentos cognitivos e de habilidades, ou seja, o erro de aprendizagem, quando identificado, viabiliza o exercício da reflexão e a via de construção de um novo conhecimento. Mas, como saber identificar a qualidade desse erro, haja vista, a gama de tipos de erros? Será que todo erro, como, por exemplo, o de esquecimento e o de falta de informação representam um papel epistemológico de construção do conhecimento? Qual a qualidade que um erro de aprendizagem precisa ter para ser considerado construtivo? Estes questionamentos nos fazem pensar que, no processo de ensinar e aprender, o erro deve ser considerado, não somente como um elemento de caráter

metodológico, da prática pedagógica, mas, também, como um elemento de caráter epistemológico, pois as práticas docentes, perante o erro, na sua maioria, são coerentes com as concepções desses profissionais sobre o ensino e a aprendizagem de ciências.

Como já discutido anteriormente, as atitudes dos docentes perante o erro de aprendizagem perpassam o conhecimento teórico do professor acerca do desenvolvimento intelectual do aluno, algo imprescindível na sua formação profissional, pois, segundo Piaget, o docente não deve se restringir a conhecer, somente, os conhecimentos técnicos de seu fazer, mas que “esteja muito bem informado a respeito das peculiaridades do desenvolvimento psicológico da inteligência da criança ou do adolescente.” (PIAGET, 2007, p. 15). É importante estarem aptos, portanto, a analisar a qualidade do erro de aprendizagem e, assim, poderão atuar de forma adequada na mediação da construção da aprendizagem significativa dos educandos.

O erro pode ser compreendido por dois olhares diferentes, como identifica Macedo (1994): pelo viés formal, ou “do adulto” e o natural, ou “da criança”. Neste trabalho, ao nos referirmos ao olhar do adulto, estaremos nos reportando ao professor e, ao nos referirmos ao olhar da criança, estaremos nos reportando ao educando. Assim, para compreendermos a posição ocupada pelo erro na aprendizagem escolar, consideramos o professor e o educando como os autores principais no processo de ensino-aprendizagem, portanto, é importante que se verifique a distinção nocional sobre o erro de aprendizagem existente nos pontos de vista de ambos dos sujeitos.

No âmbito da compreensão do professor, o erro de aprendizagem existe como um elemento personificado, concreto; que, no educando, não existe, ainda, a noção de erro, não existe o erro como os adultos concebem. O que existe são construções que precisam ser mais bem acomodadas com a percepção da realidade aparente. E isto se faz, como diz Piaget, a

partir dos processos de desenvolvimento cognitivo. Nessa perspectiva, o erro não faz parte da compreensão do sujeito aprendiz como algo que exista concretamente, contrário à noção do adulto que contrapõe o erro ao acerto e, de uma forma axiológica, o bem e ao mal: “[...] ensinar o verdadeiro, o certo, é um compromisso social, político e pedagógico do professor. Tanto assim que, quando ele supõe não estar ensinando o certo, sente-se mal.” (MACEDO, 1994, p.67). Fazendo uma leitura dessa concepção, podemos notar que o professor faz uma analogia do erro com a punição, pois o erro posiciona-se no lugar do mal e o acerto no lugar do bem, da virtude. O acerto, socialmente situado, significa a concretização do pré-estabelecido, a verdade aceita, legitimada pelo sistema social vigente. A criança – o educando, no entanto, não comunga das noções que circundam a sociedade. Por enquanto, suas experiências apenas lhe indicam as possibilidades de convergência para as noções existentes, mas, o que realmente existe, são os caminhos trilhados para uma realidade que, apesar de não lhe ser alheia, ainda lhe é estranha. O erro, nesse caso, não tem uma funcionalidade epistemológica, que é a de proporcionar aos aprendizes a construção e o desenvolvimento cognoscitivo.

### 3. PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, é retratada a trajetória metodológica que se traçou para alcançar o objetivo proposto nesta pesquisa acadêmica: analisar a situação do erro no processo de ensino-aprendizagem de ciências, no segundo segmento do nível fundamental, utilizando as concepções e práticas pedagógicas dos professores sobre o erro de aprendizagem. Pesquisamos a forma como os professores concebem esse elemento no processo de aprendizagem e as suas práticas pedagógicas face a esse elemento.

A maior parte da pesquisa está baseada na noção de erro que o filósofo Gaston Bachelard desenvolveu nas suas obras. No entanto, vale a pena ressaltar que a concepção de erro desenvolvida pelo epistemólogo é orientada para a compreensão de como se dá o progresso dos conhecimentos científicos; sobre o erro, na produção mesma dos conhecimentos científicos e, portanto, neste trabalho, não poderíamos fazer analogias fortuitas no âmbito educacional sem as devidas interpretações das categorias bachelardiana para o ensino de ciências e suas peculiaridades.

Sabemos que é um desafio trabalhar utilizando analogias e interpretações, pois corre-se o risco de acrescentar características aos conceitos desenvolvidos por este filósofo e, até mesmo, de deformar tais conceitos. Entretanto, tivemos bastante cuidado para mostrar que o principal referencial teórico utilizado nesta pesquisa, apesar de não ter nenhuma obra específica sobre o ensino de ciências, apresenta, em vários momentos e em diversas obras, reflexões acerca dos métodos empregados pelos professores de ciências, sobre a situação do ensino de ciências, dos *obstáculos pedagógicos*, proporcionando-nos, assim, a possibilidade de analisar e interpretar melhor suas concepções acerca do tema gerador da pesquisa: o erro de aprendizagem no ensino de ciências.

Poderíamos, apenas, analisar teoricamente a noção de Bachelard sobre o erro e alguns conceitos centrais da epistemologia de Piaget, e fazer pontes com o erro no contexto escolar. Porém, vimos a necessidade de enquadrar essa pesquisa na esfera da investigação de campo. Precisávamos de algo mais “concreto” sobre o tema, que nos dissesse, com maior clareza, como o erro de aprendizagem é concebido e trabalhado pelos professores no processo de ensino-aprendizagem. Assim, percebemos que o melhor caminho a seguir seria conhecer as teorias e as práticas sobre o erro dos docentes de ciências do nível fundamental. Com essa exigência que nos impusemos, consideramos que, para a realização de nosso trabalho, a abordagem metodológica mais apropriada é a qualitativa.

### **3.1. Investigação Qualitativa em Educação**

O desenvolvimento da investigação *qualitativa* em educação, bem como o reconhecimento dos investigadores que a utilizavam, se deu no final da década de sessenta. De acordo com Bogdan e Biklen (1993), pesquisadores da abordagem qualitativa, a gênese dessa perspectiva metodológica é configurada sob influência das pesquisas realizadas pelas disciplinas antropológicas e sociológicas, que são marcadas pelos problemas sociais que envolviam as cidades no século XIX - falta de saneamento básico, bem-estar e educação - que favoreceram o desencadeamento de levantamentos sociais para perceber e compreender a forma de vida dos cidadãos e estudar as possibilidades de intervenção social. Os levantamentos sociais tiveram bastante êxito, por caracterizar-se como uma investigação interdisciplinar, fazendo notar o diálogo existente entre vários setores institucionais. De acordo com estes autores, “os levantamentos sociais têm uma importância particular para a compreensão da história da investigação qualitativa em educação, dada a sua relação imediata

com os problemas sociais e a sua posição particular a meio caminho entre a narrativa e o estudo científico.” (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 23).

A história da abordagem qualitativa em educação é considerada muito recente e, por ter sua origem na consolidação de outras disciplinas, como a Sociologia e a Antropologia, não produz um panorama contínuo de êxitos e traz muitas críticas, no que diz respeito às suas estratégias e, principalmente, às distorções que podem ocorrer nas interpretações das informações coletadas pelos pesquisadores (BOGDAN e BIKLEN, 1994). Persiste, ainda, a dificuldade da tão almejada objetividade dos resultados, idealizada pelas ciências naturais que acreditavam, apenas, reproduzir os fatos da natureza, sem interferência humana, sem interpretação dos fatos, ou seja, a natureza por ela mesma.

Bogdan e Biklen retratam que a investigação em educação era

um campo que era dominado pelas questões da mensuração, definições operacionais, variáveis, testes de hipóteses e estatística alargou-se para contemplar uma metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais. (BOGDAN e BIKLEN, 1994, p. 11)

Estes autores concebem uma investigação qualitativa em educação, destacando cinco características básicas que configuram esse tipo de estudo:

1. Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
2. A investigação qualitativa é descritiva;
3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

É necessário todo cuidado para trabalhar com uma abordagem que coloca o pesquisador em contato direto com seu objeto de estudo e, a partir daí, significar os dados para o interesse da pesquisa. É importante ressaltar que, mesmo nas pesquisas quantitativas

das, ditas, ciências duras, os dados passam por algum crivo interpretativo e não é porque se trata das ciências humanas, que geralmente pesquisam temas baseados na abordagem etnográfica, em que seus resultados são interpretações dos pesquisadores, que devam ser menos válidos e menos sistemáticos.

Na utilização dessa abordagem metodológica, existe a necessidade de seguir procedimentos técnicos e éticos muito bem estabelecidos e que devem seguir uma coerência, inclusive de replicação da pesquisa (LÜDKE e ANDRÉ, 2007). Portanto, existe o processo de objetivação de uma pesquisa qualitativa em educação.

A tendência de abordagem qualitativa na pesquisa em educação invalida a possibilidade de o fenômeno educacional ser estudado como um fenômeno isolado, tais quais os fenômenos físicos, pois os primeiros envolvem pessoas que sofrem diversas influências: sociais, psicológicas, biológicas, políticas, econômicas, enfim, que perfazem a estrutura do seu ser no mundo.

### **3.2. Delineamentos do trabalho**

Qualquer pesquisa, sobretudo de abordagem qualitativa, necessita levar em consideração o contexto sociocultural no qual o seu objeto de estudo está inserido. Dessa forma, para pesquisar como o erro de aprendizagem é concebido e trabalhado pelos professores de ciências, fez-se necessário conhecer alguns aspectos físico-sociais do local em que os docentes atuam e se constituem profissionalmente. Acreditamos que este relato tem sua importância, na medida em que podemos perceber como os fatores externos ao indivíduo, problemas relacionados ao cotidiano da educação escolar – falta de infra-estrutura, turmas superlotadas, desvalorização da profissão do professor, baixos salários - influenciam, muitas vezes, as suas concepções e, principalmente, o seu fazer pedagógico.

Em primeiro lugar, descrevemos, neste capítulo, o local, no caso a escola, onde as duas professoras participantes “efetivas” de nossa pesquisa trabalham, no intuito de oferecer uma visão mais ampla de como o espaço, que não é só físico, mas, também, um espaço de interações sociais, influencia nas atitudes pedagógicas dos professores. Trouxemos elementos que consideramos importantes para contextualizar melhor em que situações o erro de aprendizagem pode ser bem trabalhado e os desafios que os profissionais encontram para não conseguirem estabelecer a conexão entre teoria e prática de forma satisfatória. Por que os professores de ciências, muitas vezes, não conseguem praticar aquilo em que acreditam? As suas concepções geralmente não resistem aos desafios impostos pela rotina educacional e, muito menos, aos desafios políticos, econômicos e sociais que assolam a educação escolar. Entretanto, não acreditamos que estes desafios externos sejam bloqueios determinantes para a concretização de suas concepções.

Tomamos como critério de seleção dos colaboradores para nossa investigação: profissionais que fossem professores/as de ciências do nível fundamental, de preferência da 5ª (quinta) à 8ª (oitava) séries, que ainda estivessem atuando no ensino, independente da escola que trabalhassem: da rede privada ou pública. No entanto, preferimos trabalhar com profissionais da rede pública, devido à maior acessibilidade. As escolas públicas mostraram-se mais dispostas a colaborar com a nossa pesquisa do que as escolas privadas. Parece existir uma preocupação das escolas privadas em não retirarem os professores das suas atividades rotineiras para não atrasar os compromissos curriculares, bem como a idéia de que possam estar sendo avaliadas através da pesquisa.

Ao trabalhar com as concepções dos professores, limitamos o número dos participantes da nossa pesquisa, optando por trabalhar, efetivamente, com dois profissionais em plena atividade nas escolas. Verificamos, entretanto, que isso não se tornou um problema

para a concretização da pesquisa, visto que o que pretendemos é trazer algumas concepções dos professores sobre o erro, utilizando o pensamento bachelardiano como referencial epistemológico, na tentativa de compreender como o erro de aprendizagem está sendo abordado no meio educacional. Neste sentido, esperamos que esta pesquisa possa servir de alerta para novas investigações nessa área e contribuir com a melhoria da qualidade do processo de ensino-aprendizagem, no nível fundamental de ensino.

Para coletarmos os dados da nossa pesquisa, utilizamos os seguintes instrumentos: observação, entrevista e questionário. Esses instrumentos foram aplicados aos dois profissionais do ensino de ciências, com o intuito de conhecer as suas concepções sobre o erro de aprendizagem e, ao mesmo tempo, utilizá-los como meios de comparação e autenticidade dos discursos emitidos pelos professores durante esta pesquisa.

### ***3.2.1 O local da pesquisa***

A partir da doação de um terreno, feita pela Comunidade do Resgate, o Colégio Estadual Adroaldo Ribeiro Costa foi construído e inaugurado em 26 de julho de 1984. O seu nome é uma homenagem ao educador Adroaldo Ribeiro Costa, autor do Hino do Bahia. Está localizado na Rua Nossa Senhora do Resgate, S/N, no bairro do Cabula, na cidade de Salvador / Bahia.

O Colégio atende ao ensino fundamental, em duas modalidades: classes seriadas, nos turnos diurnos e Educação de Jovens e Adultos, no turno noturno, com uma estimativa total de 1413 (um mil, quatrocentos e treze alunos). No colégio, são desenvolvidos alguns projetos extracurriculares que possibilitam a integração e socialização dos alunos entre si e com a comunidade escolar. Vale destacar o Grupo de Ginástica Rítmica, que tem conquistado vários

prêmios em nome do Colégio. O colégio também participa do projeto Escola Aberta, do MEC, em que a comunidade escolar e outras pessoas que não façam parte da escola, mas que tenham interesse nos cursos, podem participar. São atividades de informática, esportes, dança e teatro, com monitores capacitados, custeadas pelo Governo Federal, em parceria com o Governo Estadual.

É um colégio cuja gestão demonstra estar ideologicamente comprometida com o desenvolvimento qualitativo do processo educacional como um todo. No entanto, como a maioria dos estabelecimentos de ensino público, sofre com alguns problemas de infraestrutura e de comportamentos inadequados e violentos dos estudantes. No geral, os professores, com os quais tivemos contato, mostraram uma preocupação em relação à continuação de seus próprios estudos e com a aprendizagem dos alunos. Mas, apesar dos percalços enfrentados pelo Colégio, ainda é uma Instituição de Ensino Público que se preocupa e enfrenta as situações de dificuldades no sentido de buscar um melhor desempenho educacional. São dificuldades de origem estrutural/física e de caráter social: são alunos de culturas diversas, muitas vezes sem uma adequada estrutura familiar, que não veem a escola um lugar que pode possibilitar o crescimento intelectual, mas, apenas, uma obrigação imposta pelos pais e pela sociedade cultural; são professores muitas vezes desestimulados pelos baixos salários e, também, pelo baixo índice de aprendizagem dos educandos. São muitos os aspectos que tornam o efetivo processo educativo um grande desafio aos profissionais que compõem a escola.

### ***3.2.2 Os sujeitos da pesquisa***

A pesquisa teve a participação efetiva de duas professoras graduadas em Ciências Biológicas, atuando há mais de 20 anos no ensino de ciências do segundo segmento do nível fundamental (5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries). No decorrer do trabalho, elas foram identificadas por pseudônimos, P1 e P2, com a intenção de preservar as suas identidades.

P2 relata seu desenvolvimento intelectual e profissional de forma muito pormenorizada, e um dos aspectos mencionados por esta, que nos chamou a atenção, foi o fato de começar a fazer o curso de licenciatura sem ao menos saber que este a habilitaria a ser uma professora, vindo a tomar consciência disso apenas no meio do curso. Essa questão nos faz pensar como a profissão de professor era e ainda continua a ser tratada pelos nossos governantes (BRZEZINSKI, 2008). Apesar das dificuldades encontradas para a conclusão de sua formação inicial, a professora mostra-se predisposta a continuar investindo na sua formação acadêmica, não somente por uma exigência profissional ou pelas rápidas mudanças sociais / educacionais, mas, porque demonstra, em suas falas, um interesse genuíno pelo conhecimento. Concluiu o curso de especialização *Lato Sensu* em Educação e é aluna do curso de Pedagogia, em uma Instituição de Ensino Superior privada. Esta professora demonstra um grande interesse pelos estudos teóricos desenvolvidos nas pesquisas educacionais, principalmente no que concerne ao processo de aprendizagem dos estudantes. Preocupa-se, portanto, em estar sempre atualizada e acompanha as mudanças que ocorrem no âmbito científico. Sua concepção sobre ciência acompanha, em certa medida, as transformações epistemológicas contemporâneas.

P1 é uma professora comprometida com o seu trabalho. Apesar disso, não sinalizou qualquer interesse em continuar a investir na sua formação profissional. Ao mesmo tempo em que aparenta descontentamento com os descasos presentes na educação pública brasileira,

acomodou-se aos percalços encontrados e não se motiva a lutar contra os desafios externos impostos pelo sistema educacional. Mantém, assim, uma prática educativa tradicional, baseada nos pressupostos epistemológicos da racionalidade técnica.

Tanto P1 quanto P2, manifestaram interesse e comprometimento em desenvolver a aprendizagem dos alunos, tentando, a partir de suas concepções sobre o processo educativo, inovar os métodos empreendidos para atingir os seus objetivos educacionais. São professoras que, apesar de terem diferentes concepções sobre a educação e o processo de ensino-aprendizagem, mantêm uma semelhança entre si: não conseguem superar as posturas resultantes de uma concepção tradicional de ensino.

### ***3.2.3 Condições de trabalho dos docentes participantes da pesquisa***

O Colégio Estadual Adroaldo Ribeiro Costa possui alguns problemas de infraestrutura, mas o problema maior é o humano, no que diz respeito aos funcionários e aos estudantes. São alunos que apresentam carências econômicas e de cultura escolar. O corpo discente comporta-se como se não estivesse em um espaço de aprendizagem formal e que tem um significado importante para o seu crescimento intelectual e social. A escola aparece, portanto, como um espaço de encontro com os amigos e de mera recreação, que é circundado por momentos e atividades desinteressantes, deslocadas dos seus anseios e de suas culturas locais: as aulas e seus conteúdos. Os professores, portanto, têm que lidar com o desinteresse dos alunos e as lacunas de aprendizagem, bem como com os níveis bastante diferenciados de maturação psicológica e cognitiva, haja vista o alto índice de repetência dos alunos.

O colégio tem um espaço físico relativamente pequeno para a demanda dos estudantes. São salas sem ambiência, com pouca ventilação, turmas com um número grande de alunos. Às vezes, falta sala de aula para os professores trabalharem.

A dinâmica de organização das aulas funciona da seguinte forma: os professores têm uma sala pré-determinada e os alunos deslocam-se de sala em sala, a depender dos horários de aulas, contrariamente aos sistemas de organização normalmente vigentes nas escolas, em que os alunos têm uma sala permanente e os professores é que se deslocam de sala em sala.

O sistema de organização das aulas adotado pelo colégio Adroaldo Ribeiro Costa, na nossa análise, cria um problema para o ensino de ciências, na medida em que não proporciona ao aluno construir um ambiente de identificação, a partir de materiais por eles confeccionados: cartazes e trabalhos visuais que são socializados pelo grupo; dentre outros aspectos predomina a falta de compromisso com o espaço físico por eles utilizado. No que tange aos professores, estes ficam mais restritos aos livros didáticos, por não poderem deixar materiais expostos na sala de aula, já que cada uma atende a várias séries do ensino fundamental e, no turno oposto, são utilizadas por outros profissionais e outros estudantes; inclusive, no turno noturno, atende a outra modalidade de ensino, a EJA – Educação de Jovens e Adultos.

### **3.3 Instrumentos de coleta de dados**

Como já mencionado anteriormente, utilizamos os três instrumentos de coleta de dados: observação, entrevista e questionário, com as duas professoras de ciências, P1 e P2. O questionário foi utilizado, também, com outros profissionais, para conhecermos as concepções

de outros professores de ciências do ensino fundamental, ampliando os dados disponíveis e, portanto, expandindo as possibilidades de análise.

### ***3.3.1 Questionário***

Neste trabalho, utilizamos o questionário a fim de obter informações, em primeiro lugar, das professoras participantes efetivas da pesquisa, que foram observadas e entrevistadas; em segundo lugar, para conhecer as concepções de outros professores de ciências do nível fundamental que, apesar de não ter participado plenamente da pesquisa, puderam contribuir, respondendo às perguntas desse instrumento de coleta de dados.

Primeiramente, esse instrumento foi submetido a um grupo de validação constituído de três professores doutores da Universidade Federal da Bahia, dos quais dois são professores do Programa de Pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências e um professor da Faculdade de Educação. Após as devidas alterações, englobando as sugestões propostas pelos professores, submetemos o questionário aos professores de ciências do ensino fundamental, agendando a data de entrega. Durante o contato com os professores, foi sinalizado que o instrumento não se propunha a investigar ou avaliar as suas competências profissionais, mas, somente, suas concepções acerca de um elemento pedagógico: o erro no processo de ensino-aprendizagem.

Dessa forma, o questionário foi estruturado em cinco questões discursivas sobre o erro de aprendizagem, com o intuito de conhecer as concepções dos docentes e as suas formas de atuação pedagógica perante este elemento, que consideramos de fundamental importância no processo de ensinar e aprender.

O critério utilizado para a seleção dos professores que responderiam ao questionário foi o de ser professor de ciências do segundo segmento do nível fundamental e o de atuar em

sala de aula, independente de a instituição escolar ser da rede privada ou pública. Tivemos algumas dificuldades de acessibilidade aos professores, pois muitas escolas, principalmente da rede privada, não permitiram a entrada no espaço físico, inviabilizando o contato, direto ou até mesmo indireto, com os profissionais específicos da área de ciências.

Com as profissionais atuantes na pesquisa (P1 e P2), o questionário funcionou como mais um instrumento de coleta para o conhecimento das suas concepções, contrastando-as com as do discurso proferido (entrevista) e com as das práticas pedagógicas observadas em sala de aula. Este processo de triangulação permitiu uma maior confiabilidade na interpretação dos resultados encontrados.

As questões que constituíram o questionário tiveram caráter discursivo. Foram feitas quatro questões abertas e uma que se caracterizou, na verdade, como um espaço no qual os professores pudessem manifestar, livremente, suas concepções sobre o erro de aprendizagem no processo educacional.

As questões que nortearam o questionário foram:

- 1. Para você o que é um erro de aprendizagem?**
- 2. Como você identifica um erro de aprendizagem?**
- 3. Ao identificar um erro, como você procede?**
- 4. Em sua opinião quais os principais fatores que favorecem o erro de aprendizagem?**
- 5. Faça comentários sobre o erro no processo de ensino-aprendizagem.**

### 3.3.2 Observação

A observação constitui uma das principais estratégias da abordagem qualitativa em educação, pelo seu caráter interativo e pela possibilidade de um contato mais próximo, pessoal, entre o pesquisador e o seu objeto de estudo. Segundo Lüdke e André (2007), o observador, estando no local em que se dá o fenômeno a ser estudado, isto é, “*in loco*”, acompanha as experiências cotidianas dos sujeitos e com isso pode apreender, com mais retidão, as visões de mundo dos indivíduos, os significados que estes dão à realidade e, inclusive, as suas atuações sobre esta mesma realidade. Outra vantagem verificada pelos autores citados acima é que “[...] as técnicas de observação são extremamente úteis para “descobrir” aspectos novos de um problema.” (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 26). O que pode possibilitar tanto um novo delineamento para a pesquisa – avanços ou recuos – quanto acréscimos de aspectos antes não pensados ou percebidos pelo pesquisador que poderão enriquecer o trabalho investigativo.

Nesta pesquisa, utilizamos a observação para verificar as posturas pedagógicas das professoras, P1 e P2, no seu cotidiano em sala de aula. Precisávamos perceber como as profissionais desenvolviam seu trabalho, como lidavam com os erros dos alunos, verificar as suas estratégias de ensino, conhecer, através do contato direto com o *seu fazer*, as teorias ocultas que as apoiavam nessa construção laboral. Além do que, a observação permitiu notar a coerência ou não da *práxis* (teoria e prática) do professor, ou seja, verificar se existia coerência entre o que a professora dizia conceber sobre o erro de aprendizagem e as suas práticas pedagógicas em sala de aula.

As observações ocorreram, sobretudo, no primeiro semestre do ano de 2008. No entanto, tivemos que continuar observando em outros períodos, devido aos trabalhos e projetos desenvolvidos pela escola que, em certa medida, atrapalhavam o desenvolvimento

das observações. Tivemos, também, que nos adequar a algumas situações que dificultaram, um pouco, o ritmo das observações, por exemplo: professoras que faltaram por motivo de doença, greve dos profissionais da educação, cursos de formação docente, licença médica. No entanto, estes pequenos acontecimentos não impediram que as observações fossem realizadas de maneira satisfatória.

As séries escolhidas para se desenvolver o trabalho foram: 5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup>, justamente por se constituírem de alunos que estão numa faixa etária que, segundo Piaget, já possui um nível de estrutura cognitiva que possibilita o processo de abstração dos conceitos científicos.

Este processo consistiu em observar os comportamentos dos alunos, as atividades que as professoras passavam para a turma, as correções dos exercícios de casa, as posturas das docentes face às respostas “não certas” dos alunos. Enfim, era necessário ficar atenta a qualquer situação que estivesse relacionada com o tema da pesquisa e que, por conseguinte, pudesse contribuir para analisá-lo e interpretá-lo. Essas observações foram realizadas de forma muito discreta e silenciosa para não chamar ou desviar a atenção dos estudantes, coisa que nem sempre era possível. As observações eram anotadas, também, de forma muito controlada, para não constranger nem os alunos e, muito menos, as professoras.

Nesta pesquisa, procurou-se, através do processo de observação das práticas pedagógicas das professoras P1 e P2, conhecer as suas concepções sobre o erro, a partir da observação da forma como elas interagem com os estudantes e das suas posturas frente às respostas dos alunos a questões por elas formuladas.

Certamente, as observações não foram feitas aleatoriamente, estas tinham como vetor epistemológico o pensamento bachelardiano: de ciência como construção da realidade, os obstáculos *epistemológicos* / *pedagógicos*, a relação intrínseca entre teoria e prática –

*racionalismo aplicado*, o erro como mola propulsora (termo utilizado por Bachelard) do conhecimento científico. Portanto, as observações foram realizadas sob um crivo teórico que orientava o nosso olhar para os aspectos que realmente eram fecundos para o desenvolvimento da pesquisa.

### **3.3.3 Entrevista**

A entrevista também é considerada uma das principais estratégias de coleta de dados utilizadas na abordagem qualitativa em educação, pois, através de seu caráter de interação, possibilita uma aproximação maior entre o entrevistador e o entrevistado. Sobre isto, Lüdke e André dizem que,

mais do que outros instrumentos de pesquisa, que em geral estabelecem uma relação hierárquica entre o pesquisador e o pesquisado, como na observação unidirecional, por exemplo, ou na aplicação de questionários, [...], na entrevista a relação que se cria é de interação, havendo uma atmosfera de influência recíproca entre quem pergunta e quem responde. (LÜDKE e ANDRÉ, 1986, p. 33)

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a entrevista pode ser classificada como: não-estruturada ou aberta, não-diretiva e de estrutura flexível. Portanto, a escolha da modalidade de entrevista deve estar de acordo com a natureza do problema a ser investigado. Na entrevista, nem sempre é permitida a fala espontânea do pesquisado, pois ele pode informar muitas coisas, mas que não são relevantes para a compreensão do objeto de investigação. Geralmente, isto acontece com a entrevista do tipo aberta, na qual o entrevistado discorre, livremente, sobre o tema solicitado, sem nenhum ordenamento ou imposição de questões. Já na entrevista semiestruturada, o entrevistado pode expressar-se livremente, porém, normalmente, segue-se um protocolo que permite ao pesquisador fazer perguntas, quando

necessário, no intuito de fazer o pesquisado se expressar sobre pontos relevantes para a temática em questão.

Apesar de aparentar uma facilidade de aplicação, esse instrumento de coleta de dados requer alguns cuidados, dentre eles, o respeito pela cultura e pelos valores do entrevistado e, além disso, o entrevistador tem que ter a capacidade de *escutar* e de estimular o fluxo natural da entrevista, sem tentar induzir as respostas dos pesquisados.

Neste trabalho, preferimos utilizar a entrevista do tipo semiestruturada, empregando, quando necessário, um protocolo de questões que nos permitiu interferir em alguns momentos em que as entrevistadas, no caso, as duas professoras de ciências, começavam a abordar assuntos que fugiam ao tema questionado. Este recurso é bastante interessante, pois, ao mesmo tempo que permite a livre expressão do entrevistado, permite, também, um certo direcionamento objetivo das questões.

As professoras foram entrevistadas no seu local de trabalho, o Colégio Adroaldo Ribeiro Costa, utilizando um micro gravador. Realizamos as entrevistas individualmente e nos acomodamos em uma das salas administrativas da escola, que, apesar de não ter sido muito apropriada para tal atividade, porque havia interferências humanas e vozerio nos outros ambientes, pode fluir bem. Começamos pela apresentação dos objetivos da entrevista e, também, revelamos às entrevistadas o nosso compromisso com a não divulgação das informações obtidas.

Foi interessante perceber que, mesmo possuindo um caráter flexível e interacionista, a entrevista pode inibir o entrevistado que, ao mesmo tempo em que se sente lisonjeado, sente-se desconfortável e, até, retraído em estar expondo para outro, no caso o pesquisador, os seus pensamentos. Por certo, é importante que se estabeleça entre o entrevistado e o

pesquisador certa empatia e uma relação de confiança, para que a entrevista possa ser realizada de forma mais descontraída possível.

Neste sentido, a entrevista com as duas professoras realizou-se plenamente, porque mantivemos um clima de confiança e descontração. As entrevistas iniciaram-se com a solicitação às entrevistadas que discorressem sumariamente sobre as suas escolhas profissionais, suas experiências docentes e outros elementos que elas considerassem relevantes para o contexto profissional no qual estavam imersas. Sequencialmente, pudemos discorrer sobre as suas concepções de erro de aprendizagem, bem como sobre temáticas mais abrangentes, mas que, em certa medida, estão relacionadas ao nosso objeto de estudo: o conhecimento científico, o ensino de ciências no nível fundamental, a formação docente, as dificuldades encontradas no ato de ensinar ciências, dentre outros assuntos relacionados à educação científica.

As questões que compuseram nosso protocolo de entrevista tiveram a finalidade de levantar indícios mais direcionados ao entendimento que as professoras tinham sobre o erro no processo educativo. Questões que fizessem as professoras falarem sobre: como se dá a aprendizagem dos educandos, os desafios do cotidiano do ensino de ciências, os métodos pedagógicos empregados na sala de aula, assuntos que consideramos relevantes para que o erro possa ser problematizado no processo de ensino-aprendizagem e possa se constituir em um elemento de possibilidade de construção de aprendizagens em ciências.

O protocolo de entrevista utilizado continha as questões abaixo relacionadas:

- **Por que escolheste a profissão de professora?**
- **Por que preferiu trabalhar com ensino de ciências?**
- **Como você define ciências?**

- **Comente sobre o ensino de ciências e quais os obstáculos enfrentados na sua prática pedagógica no processo de ensinar e aprender.**
- **Qual a sua concepção sobre o processo de construção ou aquisição dos conhecimentos científicos pelos educandos?**
- **Qual a sua percepção sobre o erro de aprendizagem na educação escolar?**
- **Como você consegue diferenciar os erros de aprendizagem dos erros ditos banais, tais como esquecimento ou coisa semelhante?**
- **Como você avalia o erro de aprendizagem do aluno?**
- **Como você lida, na sua prática pedagógica, com o erro de aprendizagem do aluno?**

Dessa forma, pudemos conhecer o pensamento das duas professoras sobre aspectos que, em certa medida, extrapolam nosso objeto de estudo – noção de ciências, conhecimento de como se dá o desenvolvimento intelectual (Piaget), obstáculos pedagógicos (Bachelard) – mas que constituem o contexto no qual se consubstanciará o sentido empregado ao erro no processo de ensino-aprendizagem. Portanto, o erro não pode ser colocado como elemento que serve de instrumento de constatação da aprendizagem dos alunos, restrito ao campo da avaliação da aprendizagem, isolado do universo educativo; pelo contrário, ele se consubstancia como elemento fundante do desenvolvimento intelectual do sujeito e mantém uma relação de interdependência com os outros elementos que constituem o processo de ensinar e de aprender.

Sendo assim, buscamos construir questões que reunissem as duas dimensões que afetam o estudo do erro de aprendizagem: a epistemológica e a pedagógica. Dessa forma, as professoras, ao discursarem sobre suas concepções sobre o erro de aprendizagem, também

eram estimuladas a falar sobre o tratamento pedagógico que dão a este em suas práticas no ensino de ciências.

As transcrições das entrevistas foram realizadas buscando reter, na íntegra, as falas das professoras, no intuito de captar tudo o que fosse importante para o objeto da pesquisa. Dessa forma, após as transcrições, começamos a interpretar as informações ali contidas, com base nos referenciais teóricos apontados anteriormente.

#### **4. RESULTADOS / DISCUSSÃO**

A pesquisa teve como objetivo conhecer quais as concepções sobre o erro no processo de ensino-aprendizagem de ciências que estão presentes no segundo segmento do nível fundamental e analisar como o erro de aprendizagem é concebido no processo educativo escolar e de que maneira os professores trabalham com esse elemento nas suas atividades profissionais: se reforçam o caráter pejorativo e punitivo, que ainda é mantido na educação escolar, ou se trabalham numa perspectiva mais construtivista (Piaget), empregando-lhe um sentido positivo, na direção do pensamento de Bachelard. O propósito é perceber a importância do erro no ensino e na aprendizagem através da análise das concepções dos professores.

Os resultados da nossa pesquisa serão apresentados nas dimensões epistemológica e pedagógica do erro de aprendizagem, serão descritos e discutidos ao longo do texto, a partir de interpretações. No decorrer da apresentação, tentaremos estabelecer um constante diálogo com os autores que utilizamos como referenciais e os dados coletados e tratados. Analisaremos, portanto, as concepções dos professores acerca do erro de aprendizagem, baseando-nos no que estes conservam em suas atitudes, confrontando-as com as noções de erro desenvolvidas por dois epistemólogos: Bachelard e Piaget.

Como já mencionado no terceiro capítulo, resolvemos utilizar três instrumentos de coleta de dados (observação, questionário e entrevista) com as professoras que participaram da pesquisa de forma plena (P1e P2), isto é, foram investigadas através de observação das suas aulas, das respostas ao questionário e das entrevistas, para que pudéssemos abarcar as

diversas formas de discursos (escrito, verbal e atitudinal) apresentadas por elas e, assim, poder contrapô-los.

No entanto, como a nossa pesquisa teve a colaboração de outros professores de ciências (através dos questionários) e não, apenas, das duas professoras do Colégio Adroaldo Ribeiro da Costa (P1 e P2), ao mencionarmos o símbolo PQ, estaremos nos reportando a um professor que teve uma participação restrita na investigação. Sendo assim, a Tabela 01, abaixo, mostra o grau de participação (efetiva ou restrita) de cada sujeito da pesquisa, para facilitar a sua identificação.

<b>Professores – participação efetiva P1 e P2</b>	<b>Professores – participação restrita PQ</b>
Instrumentos de coleta de dados utilizados:  Observação, questionário, entrevista	Instrumento de coleta de dados utilizado:  Questionário

**Tabela 1: Identificação dos professores pesquisados**

A Tabela 02, abaixo, traz o perfil dos professores pesquisados, com o objetivo de conhecê-los dentro do seu campo de trabalho:

<b>DOCENTES</b>	<b>ÁREA DE FORMAÇÃO</b>	<b>TITULAÇÃO</b>	<b>TEMPO DE EXPERIÊNCIA</b>	<b>CATEGORIA DA INSTITUIÇÃO</b>
<b>P1</b>	Licenciatura plena (Ciências)	Graduação	20 anos	Escola pública
<b>P2</b>	Licenciatura (nutrição e dietética)	Especialização em Educação	23 anos	Escola pública
<b>PQ1</b>	Ciências biológicas	Especialização em Biologia	08 anos	Escola pública
<b>PQ2</b>	Licenciatura em ciências naturais	Graduando	Não especificou	Escola pública
<b>PQ3</b>	Pedagogia	Especialização em Educação	18 anos	Escola privada
<b>PQ4</b>	Ciências biológicas	Especialização	17 anos	Escola privada
<b>PQ5</b>	Ciências biológicas	Graduação	05 anos	Escola privada
<b>PQ6</b>	Licenciatura em ciências	Graduação	06 anos	Escola privada

<b>PQ7</b>	Ciências biológicas	Especialização	28 anos	Escola pública
<b>PQ8</b>	Ciências físicas e biológicas	Graduação	20 anos	Escola pública
<b>PQ9</b>	Pedagogia e Licenciatura em Ciências (em curso)	Especialização em Educação	04 anos	Escola pública
<b>PQ10</b>	Ciências biológicas	Especialização em Psicopedagogia	17 anos	Escola privada
<b>PQ11</b>	Licenciatura em Ciências Naturais	Graduação	03 anos	Escola pública

**Tabela 2: Perfil dos professores de ciências pesquisados.**

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, para responder às questões motivadoras elencadas no primeiro capítulo deste trabalho, interpretamos os dados a partir da análise de conteúdo, que é uma forma de decifrar o conteúdo de um texto, a qual, segundo Chizzotti (2008), engloba procedimentos e técnicas de retirar o significado de um texto por meio das unidades elementares que constituem produtos documentários, como categorias e palavras-chave, isto é, técnicas de decomposição de textos. No entanto, ao tratar os dados, não estabelecemos as categorias de forma tão rígida, a ponto de concebê-las como *gavetas*, expressão usada por Bardin (1977), a qual restringe o diálogo entre unidades de significados de outras categorias.

Segundo Bardin, o método das categorias é “um método taxionômico bem concebido para satisfazer os colecionadores preocupados em introduzir uma ordem, segundo certos critérios, na desordem aparente.” (BARDIN, 1977, p. 37). Nessa perspectiva, utilizamos a categorização para apartar e ordenar os dados com o intuito de facilitar a interpretação destes. Ao mesmo tempo, trataremos os dados a partir de *Unidade de Significado* que, neste trabalho, será empregado para designar os trechos das falas dos entrevistados que se revelam mais significativos dentro do objetivo da pesquisa. Portanto, através das *categorias de codificações* (BOGDAN e BIKLEN, 1994), analisamos os discursos dos sujeitos pesquisados de modo a capturar indícios que pudessem, explícita ou implicitamente, revelar as concepções

epistemológicas dos professores de ciências. As categorias funcionam, então, neste trabalho, como uma síntese das ideias expressas nas diversas unidades de significados. Pois, concordando com Lüdke e André (2007, p.49), “a categorização por si mesma, não esgota a análise. É preciso que o pesquisador vá além, ultrapasse a mera descrição.”

Dessa maneira, agrupamos os dados coletados em quatro amplas categorias, referentes ao erro no processo ensino-aprendizagem e a aspectos que possam estar ligados a este elemento, no contexto educativo. São elas: **(1) concepções dos professores de ciências; (2) práticas pedagógicas; (3) conhecimento prévio dos estudantes; (4) aspectos relacionados ao erro de aprendizagem.**

### *Concepções dos professores de ciências*

Nesta pesquisa, trabalhamos com o sentido de concepção que denota, segundo Ferreira, um “modo de ver, ponto de vista, opinião.” (FERREIRA, 1998, p. 445). Não tratamos de forma contundente as questões que estão ligadas às discussões que envolvem este termo e suas implicações para o ensino de ciências. Portanto, trabalhamos no sentido de levantar as ideias dos professores de ciências acerca do erro de aprendizagem expressas através dos questionários e das entrevistas.

Sabe-se o quão difícil é tentar exprimir conceitos, pois não há conceitos simples, todo conceito tem componentes, e se define por ele, mas, como bem nos diz Deleuze e Guattari (2000, p.16), “o construtivismo exige que toda criação seja uma construção sobre um plano que lhe dá uma existência autônoma, criar conceitos, ao menos, é fazer algo.” Embora, segundo o veredito nietzscheano (Deleuze e Guattari, 2000) você não conhecerá nada por conceitos se não os tiver de início criado, isto é, construído numa intuição que lhes é própria.

Portanto, nessa perspectiva, levantamos os pensamentos dos professores sobre o erro. Perguntamos-lhes o que entendiam e que definissem, a partir de seus pontos de vista, o erro de aprendizagem.

Por considerar importante trazer as falas dos professores para a nossa pesquisa, de forma mais completa e elucidativa, é que elaboramos a Tabela 03, abaixo, que mostra as concepções desses professores de ciências sobre o erro de aprendizagem. Esses pontos de vista foram evidenciados através do questionário, um dos instrumentos de coleta de dados. Portanto, tanto P1 e P2, quanto os PQs, estão presentes nesta tabela.

<b>PROFESSORES</b>	<b>CONCEPÇÕES SOBRE O ERRO DE APRENDIZAGEM</b>
<b>P1</b>	“Considero erro de aprendizagem aspectos fonéticos e ortográficos que o aluno apresenta ao longo do processo ensino aprendizagem.”
<b>P2</b>	“Acredito que o erro na aprendizagem deva se constituir para a educação, um ponto de partida para sua intervenção, no sentido de lhe proporcionar novos rumos com o objetivo de tornar significativo o processo ensino-aprendizagem.”
<b>PQ1</b>	“É a não construção de significados (que permitem atingir o objetivo proposto de uma atividade) em função dos resultados estabelecidos na ação educativa.”
<b>PQ2</b>	“Um erro de aprendizagem é uma janela que se abre para a construção do conhecimento. Dentro de um ponto de vista construcionista o erro de aprendizagem é uma ferramenta que pode ser utilizada dentro de um processo de ensino-aprendizagem.”
<b>PQ3</b>	“É um levantamento de uma hipótese. Não há acerto sem erro. Você erra quando tenta acertar. O erro faz parte do processo ensino-aprendizagem.”
<b>PQ4</b>	“São erros relacionados a conceitos, procedimentos e atitudes nesta área do conhecimento ou integrada ou não a outros saberes.”
<b>PQ5</b>	“É o erro cometido no processo de ensino-aprendizagem que não valoriza os conteúdos atitudinais e sim os conceituais.”
<b>PQ6</b>	“A compreensão distorcida do conteúdo.”
<b>PQ7</b>	“O medo que o aluno(a) tem de expor seus conhecimentos em público (numa sala de aula), porque sentem que não sabem nada e pensam que seu professor e seus colegas irão criticar de forma negativa. Então acredito que um erro de aprendizagem em não acreditar no conhecimento prévio do seu aluno.”
<b>PQ8</b>	“Algo que permita o não desenvolvimento das habilidades necessárias ao desenvolvimento do aprendiz.”
<b>PQ9</b>	“É uma situação na qual o professor deve refletir sobre como está ensinando para rever sua postura e auxiliar o aluno a compreender melhor os conceitos, atitudes e procedimentos utilizados numa situação de aprendizagem.”
<b>PQ10</b>	“O erro de aprendizagem é um alerta que o conteúdo ainda não está bem incorporado pelo aluno e deve ser encarado naturalmente pelo professor, para que o aluno reflita sobre o erro e construa novos conceitos, adquirindo assim,

	confiança no seu processo de aprendizagem.”
<b>PQ11</b>	“Quando o aprendiz não consegue formular suas opiniões a partir do que foi aprendido, ou seja, quando ele não consegue melhorar a capacidade de organização das idéias, valores, experiências que adquirirá dentro e fora da escola.”

**Tabela 3: Concepções dos professores de ciências sobre o erro de aprendizagem.**

A tabela acima mostra que algumas ideias apresentadas pelos docentes de ciências do nível fundamental sobre o erro de aprendizagem ainda estão distantes das concepções defendidas pelos epistemólogos que tomamos como referenciais neste trabalho.

Alguns professores, como P1 e PQ10, ainda apresentam uma posição tradicional, de cunho positivista, sobre o erro e o processo de aprendizagem, enfatizando a absorção dos conteúdos de forma pronta e acabada. Isto fica evidente na citação de PQ10: “o erro de aprendizagem é um alerta que *o conteúdo ainda não está bem incorporado pelo aluno*”. Dessa forma, analisamos que o erro no processo educativo, apesar do esforço dos docentes em modificar suas concepções, para analisá-lo de forma mais construtiva, ainda é concebido dentro de uma concepção predominantemente empirista-indutivista, na qual a ciência é concebida como um conhecimento objetivo e a experiência, como fonte segura de conhecimento. Portanto, nessa perspectiva, “as teorias científicas são derivadas de maneira rigorosa da obtenção dos dados da experiência adquiridos por observação e experimentos.” (CHALMERS, 1993, p. 23). A noção de conhecimento que prevalece, neste caso, é a algo pronto e acabado, e não de um conhecimento construído por sujeitos e, portanto, passível de erros e retificações.

Ao analisar as transcrições das entrevistas das professoras P1 e P2, pode-se perceber a grande dificuldade destas em explicitar suas concepções sobre o erro de aprendizagem, como pode ser verificado nas citações a seguir:

o professor está passando pro aluno e o aluno não está captando o que o professor quer passar e muitas vezes o professor passa com clareza e o aluno não capta. (P1)

o erro para mim é assim: quando eu não consigo atingir pelo menos um percentual de aprendizado, o aluno não conseguiu assimilar um percentual dentro do que eu esperava no meu plano de ação de aula, eu penso que eu errei de alguma forma, eu errei, eu tenho que rever. (P2)

Ao ponderar sobre os trechos acima, verificamos que, ao tentar exprimir suas ideias sobre o erro de aprendizagem, P1 e P2 não conseguem estabelecer uma distinção entre o conceito de erro de aprendizagem e suas posturas metodológicas. Isso nos demonstra a fragilidade teórica das docentes perante as noções de aprendizagem trazidas pela epistemologia genética de Piaget, assim como uma lacuna na sua formação profissional, que deveria ser, sempre, permanente.

A epistemologia genética de Piaget nos mostra como se dá o processo de construção do conhecimento, o qual, segundo Piaget,

não pode ser concebido como algo predeterminado nem nas estruturas internas do sujeito, porquanto estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem nas características preexistentes do objeto, uma vez que elas só são conhecidas graças à mediação necessária dessas estruturas, e que estas, ao enquadrá-las, enriquecem-nas. [...]. Em outras palavras, todo conhecimento contém um aspecto de elaboração nova, e o grande problema da epistemologia consiste em conciliar essa criação de novidades com o fato duplo de que, no terreno formal, elas se fazem acompanhar de necessidades imediatamente elaboradas, e de que, no plano do real, permitem (e são de fato, as únicas a permitir) a conquista da objetividade. (PIAGET, 2002, p. 1)

A citação acima nos mostra a necessidade de um maior embasamento teórico dos professores de ciências, que lhes possibilite a adoção de uma concepção de conhecimento como construção e não como retenção cognitiva. Nesta perspectiva, o ensino de ciências estaria embasado em metodologias que possibilitassem o desenvolvimento de habilidades atitudinais, tais quais a reflexão e a criticidade, aspectos que favorecem o processo de aprendizagem dos estudantes.

Na noção de conhecimento como construção, cada estudante tem seu tempo de maturidade psicológica e, por conseguinte, seu tempo de aprendizagem. Dessa forma, o erro é visto como algo pertencente ao processo de construção cognitiva, de forma que, a partir da sua identificação e das reflexões dos estudantes, mediadas pelos professores, sobre como retificá-lo, os estudantes podem apreender os conhecimentos já estabelecidos e, até mesmo, construir novos conhecimentos científicos.

Face à realidade encontrada, pergunta-se: será que ensinar ciências ou qualquer outra disciplina não requer conhecimentos pedagógicos que estão intrinsecamente ligados ao processo de ensinar e aprender? No ensino de ciências, o que mais vale é a transmissão dos resultados científicos, como produtos prontos e acabados, ou a apresentação da ciência e dos seus resultados de forma crítica e contextualizada?

Consideramos importante que os professores tenham noção clara do que seja o erro nos processos de ensino e aprendizagem, para que possam lidar pedagogicamente com esse elemento. Ao confundir ou não estabelecer uma ideia clara sobre o objeto em questão, fica evidente a não problematização deste como um componente construtivo do conhecimento. Bachelard nos fala que “o conceito, elemento de construção, só tem sentido pleno numa construção, o conhecimento mínimo do qual ele é objeto deve naturalmente explicitar-se numa proposição.” (BACHELARD, 2004, p. 23). Portanto, o docente necessita instigar-se a construir conhecimentos acerca de conceitos existentes em sua profissão, tal qual o erro de aprendizagem para que possam estabelecer um olhar crítico sobre sua práxis e, portanto, desenvolver o ensino de forma mais adequada e propícia ao aprendizado dos educandos.

Sendo o erro considerado por Bachelard e Piaget como um elemento de possibilidades e não como elemento que restringe o desenvolvimento intelectual, enfatizamos a necessidade de o professor refletir sobre sua própria concepção de erro. Não se pode

trabalhar algo, sem ao menos conhecê-lo ou ter uma noção bem delineada do que seja o objeto em questão. No entanto, tem-se que verificar se as concepções obtidas são consideradas, para o contexto educacional atual, adequadas e condizentes com as pesquisas que são realizadas sobre o ensino de ciências, seus problemas e obstáculos no nível fundamental.

Em outro momento da entrevista, P2 explicita uma concepção de erro que denota um sentido equivocado do que seja um erro construtivo, quando diz:

o erro para mim era o erro que era certo ou errado, não existia essa questão do erro construtivo, eu refazer minha prova. Eu nunca fui aquela pessoa, aquele professor de achar que estava errado e acabou, eu refazia as provas, como eu sempre refaço. (P2)

Além de se perceber, na sua fala, uma certa ambiguidade conceitual perante o erro, que ela concebe como construtivo, poder-se-ia questionar: refazer a prova é tornar o erro construtivo? Ou significa dar mais uma chance ao aluno de *verificar* a resposta certa? A concepção de P2 parece se aproximar mais de uma visão positivista do erro do que da perspectiva construtivista. Percebe-se a existência, em certa medida, de um modismo metodológico, no sentido de que, mesmo quando não há uma adequada compreensão de uma teoria de aprendizagem, esta, ainda assim, é implantada pelas escolas e, por conseguinte pelos professores na sala de aula. Desta forma, a teoria de aprendizagem é desfigurada e implantada como sendo, até mesmo, um método. É o que acontece, por exemplo, com a teoria construtivista de Piaget.

Não raro encontramos instituições de ensino propagando o *método construtivista* de Piaget como base da sua filosofia pedagógica. A inadequação já se inicia quando a teoria é tratada como método e depois nos questionamos: será que os professores de ciências estão realmente preparados para trabalhar com tal teoria? Ou simplesmente leem, um pouco, sobre o assunto por conta própria e começam, no dia seguinte, a ensinar sob uma ótica deturpada da nova teoria de aprendizagem? Pela análise que fizemos dos discursos dos professores

pesquisados, encontramos falas que podem ser caracterizadas de acordo com a situação ora mencionada.

Mais uma vez, a falta de compreensão do que realmente seja o erro de aprendizagem por alguns professores fica evidente na fala de PQ2 quando, ao ser questionado sobre quais os principais fatores que favorecem o erro de aprendizagem, este lista: “problematização dos temas trabalhados; valorização dos saberes prévios dos alunos.” Será que problematizar os temas e valorizar os saberes prévios dos estudantes favorecem erros de aprendizagem? Vários estudos, como os de Cobern (1994) e de Moreira (2008), dentre outros, identificam a importância dos conhecimentos prévios e a problematização dos temas trabalhados como fatores que favorecem a aprendizagem dos conhecimentos científicos pelos educandos. Então, como saber o que realmente este professor entende por erro de aprendizagem? Ao expressar sua concepção, primeiro, ele diz que o erro é “[...] uma janela que se abre para a construção do conhecimento” e, em seguida, diz que o erro é “[...] uma ferramenta *que pode ser* utilizada dentro do processo de ensino-aprendizagem” (PQ2, grifo nosso). Suas concepções mostram-se confusas e, até mesmo, contraditórias. Primeiro, considera o erro como possibilidade de construção cognoscente e, depois, acredita que é um instrumento que pode ser utilizado no processo de ensinar e aprender, mas que, não necessariamente, é parte integrante do processo de ensino-aprendizagem.

É preciso, como nos diz Bachelard (2003), estar vigilantes sobre as coisas que nos apresentam de imediato, ou seja, as primeiras impressões; é o que o filósofo chama de primeiro obstáculo epistemológico. O professor está rodeado de diferentes concepções acerca do erro de aprendizagem e, muitas vezes, sem o devido cuidado de análise, termina adotando uma concepção inadequada, que não é considerada a mais apropriada para o ensino-aprendizagem dos conteúdos escolares. E, ao colocá-la em prática em sala de aula, a ideia

inadequada influenciará no aprendizado dos alunos, dificultando, ainda mais, o processo de construção do conhecimento científico.

### ***Práticas pedagógicas***

No processo da produção dos conhecimentos científicos, as teorias e os conceitos antecedem e, muitas vezes, orientam as outras etapas da atividade científica, resultando que, nem as observações, nem as experimentações são vazias teoricamente (Popper, 1993). Segundo Bachelard, o vetor epistemológico segue do racional para o real, no sentido de que é a razão que orienta o fazer, a experimentação. Portanto, conclui-se que a teoria “direciona” e afeta diretamente a prática. Analogamente, podemos considerar que os professores atuam de acordo com suas concepções teóricas, fazendo corresponder suas ideias com suas práticas pedagógicas.

Compreende-se que o professor age a partir de crenças, conceitos, paradigmas epistemológicos, teorias de aprendizagens, conhecimentos construídos em sua permanente formação profissional. Assim, segundo Tardif,

o ser e o agir, ou melhor, o que *Eu sou* e o que *Eu faço* ao ensinar, devem ser vistos aqui não como dois pólos separados, mas como resultados dinâmicos das próprias transações inseridas no processo de trabalho escolar.” (TARDIF, 2008, p.16, grifo do autor).

Portanto, o trabalho aqui desenvolvido parte do pressuposto de que as concepções dos docentes afetam o seu fazer pedagógico, influenciando, mesmo que indiretamente, o processo de aprendizagem do educando.

Se considerarmos como “foco” do trabalho do professor a aprendizagem dos educandos, podemos, então, perceber que, no ato de ensinar e aprender, apesar de existir uma relação bilateral de aprendizagem entre professor e aluno, pode-se notar uma relação

hierárquica entre esses dois pólos. O professor exerce uma autoridade, muitas vezes inconsciente, sobre o estudante, e este, sem tomar consciência da soberania do docente, aceita e toma como sua as atitudes e concepções dos profissionais em questão. Sendo assim, o professor, ao adotar uma postura tradicional perante o erro de aprendizagem, transmite aos estudantes uma concepção negativa, pejorativa desse elemento. Nesse sentido, concordamos com Pinto, ao dizer que “[...] as relações sociais nas quais a aprendizagem se desenvolve desempenham um papel importante, pois muitas falhas não são resultado de uma aprendizagem deficiente, mas da relação social em que esta se desenvolve.” (PINTO, 2000, p.63).

Portanto, acreditamos que o erro de aprendizagem do aluno deve ser trabalhado pelo professor de ciências de forma integral, ou seja, levando em consideração as perspectivas cognitivas e afetivas do sujeito aprendiz, por considerarmos que os educandos do nível fundamental de ensino estão em um estágio cognitivo, no qual, segundo Bachelard “[...] a adesão imediata a um objeto concreto, considerado como um bem, utilizado como valor, envolve com muita força o ser sensível; é a *satisfação íntima*, não é a *evidência racional*.” (BACHELARD, 2003, p. 294).

Na tabela abaixo, transcrevemos os relatos dos procedimentos pedagógicos realizados pelos professores de ciências pesquisados, ao identificarem um erro de aprendizagem no processo educativo.

PROFESSOR	PROCEDIMENTO PEDAGÓGICO
<b>P1</b>	“Leitura e cópias de textos; passando atividades no qual [sic] foi identificado o erro de aprendizagem; repetições das palavras como erros; mais atenção com o aluno; levando aos professores e coordenador as dificuldades do aluno”.
<b>P2</b>	“Entendo que ao identificar um erro devo entendê-lo como um desafio e não ameaça. Problematicar, questionar sempre e reformular estratégias para que o educando consiga superar suas dificuldades de aprendizagem”.
<b>PQ1</b>	“Revejo a atividade feita pelo aluno para perceber e acompanhar o seu raciocínio; a partir daí incentivá-lo a repensar e refazer a atividade com as suas novas descobertas em interação como o professor e os colegas”.

<b>PQ2</b>	“Faço uma abordagem coletiva do erro e busco desenvolver a reflexão entre os alunos sobre o erro com o objetivo de desenvolver a construção do conhecimento”.
<b>PQ3</b>	“Tento trabalhar a partir da dificuldade encontrada interagindo para que o aluno avance no seu processo de aprendizagem”.
<b>PQ4</b>	“Busco as fontes de informação; oriento no sentido de buscar caminhos, na comparação, para que o [sic] reflita e encontre respostas coerentes e convincentes com o que é apresentado”.
<b>PQ5</b>	“Procuro desenvolver algumas metodologias que sensibilizem esses alunos para a importância de mudarmos de atitudes diante dos problemas sócio-ambientais do nosso dia-a-dia”.
<b>PQ6</b>	“Um acompanhamento direcionado ao aluno para reverter o erro e evitar novos danos ao andamento do aprendizado”.
<b>PQ7</b>	“Começo de forma sutil, tentando mobilizar o grupo para respeitar os limites de cada colega, principalmente, na questão das leituras; trago textos de revistas e jornais interessantes e curiosos para sala; crio aulas interativas, com peças, onde cada aluno tem um pouco de fala. Reconheço que não é uma tarefa muito fácil, mas, na maioria das vezes sinto efeito positivo”.
<b>PQ8</b>	“Tento identificar os elementos que estão levando ao erro ou impedindo uma aprendizagem mais concreta”.
<b>PQ9</b>	“Procuro mostrar para o aluno que ele equivocou-se, daí ele deve voltar a pesquisar e compreender o que fora mediado, pois oriento na busca de respostas”.
<b>PQ10</b>	“Ao identificar um erro, as intervenções são realizadas com a co-participação dos alunos feitas durante todo o processo avaliativo em sala de aula. Os alunos e o professor, durante autocorreção [sic] do instrumento avaliativo, percebem o erro e refletem sobre as dificuldades que impossibilitaram a aprendizagem. Voltar ao conteúdo utilizando outra metodologia se faz necessário no processo de aprendizagem”.
<b>PQ11</b>	“Procuro encontrar maneiras que melhorem e motivem o aluno no processo de ensino-aprendizagem”.

**Tabela 4: Procedimentos pedagógicos dos professores de ciências, após identificarem um erro de aprendizagem.**

Os procedimentos pedagógicos acima mencionados nos levam a crer que o erro tem, na avaliação da aprendizagem, um papel que não corresponde ao que chamamos de erro possibilitador da construção do conhecimento. Analisando a tabela acima, percebemos que, na maioria das práticas educativas dos professores, ainda persiste a visão tradicional de ensino. O erro, para alguns professores, permanece como algo que pode prejudicar o aprendizado do aluno, como pode ser visto na fala do professor PQ6: “[...] reverter o erro e evitar *novos danos* ao andamento do aprendizado” (grifo nosso); portanto, persiste a idéia do erro como algo que não deve existir no processo de aprendizagem.

Nessa mesma perspectiva, o professor PQ7 faz um comentário sobre o erro de aprendizagem no processo ensino-aprendizagem:

ao longo dos anos ensinando ciências, percebo a necessidade de trabalhar esta disciplina com atividades que levam o alunado a observar, desenvolver e criar de forma lúdica e científica os conteúdos trabalhados [...]. Considero uma tarefa difícil, pois envolve não somente o nosso trabalho em sala, mas um complexo que envolve o aluno / o professor / a família e a sociedade [...]. Acredito que com uma ação coletiva poderemos *diminuir e quem sabe até finalizar com [sic] erros no processo de ensino-aprendizagem* (grifo nosso).

Fica evidente, através do exposto acima, que o erro não deve fazer parte do ensino e do aprendizado. Entretanto, Bachelard (2003) nos diz que é através dos erros que produzimos conhecimento. O conhecimento é resultado da retificação de um erro, pois, “psicologicamente, não existe verdade sem erro retificado” (BACHELARD, 2003, p. 293).

Na mesma linha tradicional, a professora P1, na sua entrevista, relata algumas dificuldades encontradas na realização de seu trabalho frente ao erro de aprendizagem, que dizem respeito às atitudes dos alunos.

Eles não fazem a atividade em casa, passa a atividade para casa e quando vou corrigir, eles não tem o que corrigir porque eles não fizeram a atividade [...]. Eles querem que a gente dê a atividade e pronto. Que faça as questões e a gente responda para poder eles, só copiarem. (P1)

Nesse momento, em sala de aula, a professora não consegue vislumbrar outras alternativas metodológicas que a ajudem a desenvolver outro tipo de trabalho, ou devido às suas concepções tradicionais do processo educativo, ou por ausência de um embasamento teórico consistente. Assim, segundo ela: os alunos “fazem a atividade dentro da sala de aula e a partir desse erro, nós vamos fazer o quê? Tornar a repassar esse assunto, tornar a rever o assunto para consertar o erro.” (P1).

Nas duas citações da professora P1, mencionadas acima, percebe-se uma atitude embasada em uma concepção clássica do processo de aprendizagem como memorização dos conteúdos escolares, utilizando meios de fixação, como a repetição, para galgar o objetivo desse ensino, ou seja, a aprendizagem dos conceitos científicos. O erro, na perspectiva da professora P1, quando diz, “consertar o erro”, nos remete a pensar que o erro do aluno é visto

somente mediante uma resposta pré-estabelecida, a qual não admite alterações em sua composição; é um conhecimento fechado em si. Um erro que não é percebido como indicador de lacunas de habilidades cognitivas existentes na formação escolar do educando. Portanto, é um erro que é entendido e praticado como indicador de falta de retenção – memorização dos conteúdos disciplinares. Concordando com Pinto (2000), que os professores, geralmente, tendem a lidar com o erro a partir de uma concepção essencialmente empirista, sobretudo, corretiva, observamos que isso traz como consequência a não realização construtiva do erro de aprendizagem.

O professor, embasado na racionalidade técnica, coloca-se como “fiscal” do saber memorizado, ao invés de postar-se em uma atitude construtiva – possibilitando o crescimento cognitivo do estudante, a partir de uma falta, inadequação, lacuna conceitual, presentes no aprendizado desses e sinalizadas pelo erro observado. Segundo Bachelard, essas atitudes pedagógicas dos professores de ciências, de não considerarem o erro como possibilidade de crescimento cognitivo, dão-se porque muitos não se detiveram na psicologia do erro, da ignorância e da irreflexão. Segundo o filósofo, “os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, [...] que se pode fazer entender uma demonstração, repetindo-a ponto por ponto.” (BACHELARD, 2003, p. 23).

Ao analisarmos o discurso da professora P2, explicitado na Tabela 4, percebemos que ele é bastante próximo de uma visão construtivista do conhecimento, porém, em observações em sala de aula, notamos que sua prática pedagógica converge mais para uma forma tradicional de ensino, bastante próxima da citação bachelardiana, mencionada anteriormente. Existe, portanto, uma contradição entre a concepção e a prática dessa professora, isto é, entre a teoria e a prática dessa profissional em sala de aula.

Entretanto, analisamos que alguns professores, que responderam ao questionário, mantêm-se muito próximos do ponto de vista construtivista. Dentre esses, estão os professores PQ2, PQ3, PQ7, PQ11. A princípio, seus depoimentos revelam práticas pedagógicas coerentes com concepções menos tradicionais de ensino. No entanto, não podemos interpretar estes depoimentos como realmente condizentes com suas práticas pedagógicas, pois entendemos que, nem sempre, o discurso proferido revela as atitudes realmente praticadas. O que podemos dizer sobre isso é que existe uma disposição dos professores de ciências do ensino fundamental, aqui pesquisados, em redimensionar suas práticas pedagógicas perante o erro de aprendizagem, dentro de numa perspectiva epistemológica construtivista. Por isso, acreditamos que a teoria de Piaget seja tão importante para a formação docente e, conseqüentemente, para o ensino de ciências.

### ***Conhecimentos prévios dos estudantes***

Ao analisar os conhecimentos que os alunos já trazem consigo antes de adentrar a cultura escolar, percebemos que são saberes que estão conectados com a sua realidade cotidiana: familiar, social, que demonstram ser de grande importância epistemológica e que estão bem formados e estabelecidos *no e pelo* indivíduo. Sendo assim, esses saberes têm um grande valor afetivo, mas, sobretudo, cognitivo, pois, segundo Piaget, o desenvolvimento intelectual se dará a partir dos esquemas pré-formados e reformados devido às novas perturbações externas, no processo de equilibração. Portanto, desse ponto de vista, não se pode menosprezar ou descartar os saberes que os estudantes trazem consigo antes de entrarem no espaço escolar. Os conhecimentos científicos, veiculados na sala de aula pelo professor de ciências, precisam ser estruturados aos esquemas antigos dos saberes dos estudantes para que

possa haver a aprendizagem significativa. Entretanto, esse processo não é tão simples quanto parece.

Segundo Cobern (1994), *as crenças*, os saberes prévios dos estudantes, têm uma intensa significação epistemológica e, tendo em vista a aprendizagem dos conhecimentos científicos, aquelas se sobrepõem à *compreensão*. Portanto, para que haja, realmente, construção e emprego do novo conhecimento pelos educandos em seu cotidiano, deve haver uma mudança conceitual, uma mudança nos conhecimentos prévios dos estudantes. Segundo este autor:

A questão do que é considerado acreditável é importante em educação científica precisamente porque ensinar envolve grupos de cientistas e não cientistas. Um ponto chave no pensamento construtivista é que a idéia é uma interpretação baseada em aprendizado prévio. Conhecimento prévio inclui vários conceitos científicos, mas também pressupostos ou afirmativas culturalmente dependentes sobre o que o mundo é no final das contas. Esta é uma definição para visão de mundo, e a idéia do construtivismo cultural é que a aprendizagem é influenciada pela visão de mundo. (COBERN, 1994, p. 587, tradução nossa).<sup>2</sup>

De acordo com este autor, a outrora separação, observada pelos educadores, entre conhecimento e crença, evapora-se no pensamento construtivista; justamente, porque o aprendizado dos estudantes ocorre em uma esfera cultural e, por assim ser, se o conceito não tem sentido nessa esfera cultural, não deverá ser internalizado pelo aprendiz. Nessa perspectiva, parece existir uma ideia de que a aprendizagem se dá de forma mais completa, se assim podemos dizer, a partir da imbricação das teorias implícitas dos estudantes, com os conhecimentos científicos. Teorias que, segundo Moraes (2003), têm valor e função em si

---

<sup>2</sup> Segue a citação de Cobern na íntegra, em inglês: “The question of what counts as believable is important in science education precisely because teaching takes place across groups, e. g., scientists to non-scientist. As noted earlier, a key point in constructivist thought is that meaning is an interpretation based on prior learning. Prior learning includes various scientific concepts, but it also includes culturally dependent presuppositions or assumptions about what the world is ultimately like and what constitutes first causes. This is a definition for a worldview, and the claim of cultural constructivism is that learning is influenced by worldview.”

mesmo, não se constituindo, apenas, em conhecimentos alternativos e errôneos, embora possam constituir-se em dificuldades para a aquisição do conhecimento escolar e científico.

As dificuldades no processo de construção do conhecimento são o que Bachelard caracteriza como obstáculo epistemológico, pois, para o filósofo, o aluno, quando entra na sala de aula, já tem uma cultura formada e, para que haja a apreensão da nova cultura – científica – é preciso que haja uma ruptura entre os saberes do senso comum e os saberes científicos. Portanto, uma delimitação epistemológica, uma mudança cultural drástica entre dois modos diferentes de apreender a realidade: “não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.” (BACHELARD, 2003, p. 23). Não que Bachelard não considere importantes ou necessários os conhecimentos constituídos pelos alunos, fora do âmbito escolar, para a construção de novos conhecimentos; no entanto, na visão do autor, para que o estudante adquira a cultura científica, faz-se necessário uma verdadeira catarse com o senso comum, com a experiência comum, justamente, porque

a experiência imediata e usual sempre guarda uma espécie de caráter tautológico, desenvolve-se no reino das palavras e das definições, falta-lhe precisamente a perspectiva de erros retificados. [...] Como a experiência comum não é construída, não poderá ser, achamos nós, efetivamente verificada. Ela permanece um fato. (BACHELARD, 2003, p. 14)

Este conhecimento, ao contrário do conhecimento científico, não consegue estabelecer um viés de rigor e sistematização, portanto, não pode ser criticado, avaliado. É um conhecimento que, segundo Bazarian, “[...] se limita às noções correntes e superficiais sobre as coisas e os fenômenos, sem se preocupar com as conexões causais que existem entre os fenômenos.” (BAZARIAN, 1994, p. 43). Nesse conhecimento, enquadram-se as superstições, credices, os preconceitos; enfim, inúmeros saberes provindos da experiência individual e coletiva do sujeito, constituindo-se, portanto, em um conhecimento empírico-sensorial.

Portanto, analisando a construção dos conhecimentos científicos pelos educandos, sob a ótica bachelardiana e piagetiana, percebemos que os aprendizes, ao se apropriarem dos saberes científicos, passam por perturbações externas que tendem a transformar a sua estrutura mental, de modo a acomodar os novos conhecimentos aos seus esquemas antigos. Havendo, por conseguinte, ou uma mera reforma nos seus saberes prévios, quando o educando já está familiarizado como o pensamento científico, ou uma verdadeira ruptura epistemológica entre os saberes antigos e os novos saberes, quando o que prevalecia no educando era, realmente, o conhecimento vulgar, empírico-sensorial.

Esse conflito epistemológico, resultante do confronto entre os conhecimentos prévios e os conhecimentos científicos dos estudantes, acarreta muitos problemas que geram muitas dificuldades de aprendizagem, tornando saberes tidos como verdades pelos educandos, em, cientificamente, errados. E, então, como aceitar o “errado”, se antes eu tinha a “verdade”? É um questionamento que os professores de ciências deveriam ter em mente ao realizar seu trabalho. Pois, ao considerar importantes os conhecimentos prévios dos alunos para o seu desenvolvimento intelectual, é necessário que compreendam como estes conhecimentos determinam ou influenciam o aprendizado dos novos conhecimentos, porque nem sempre fazem parte da realidade cotidiana dos alunos.

Entretanto, entre esses conhecimentos prévios dos alunos estão, também, os aprendizados escolares que os estudantes adquiriram em ocasiões anteriores – séries anteriores – que, muitas vezes, são errôneos e não foram devidamente retificados ou, até mesmo, não foram desenvolvidas nos alunos, habilidades que favoreçam a compreensão dos novos conhecimentos científicos. Nesse sentido, para o professor PQ4, um dos fatores que favorecem os erros de aprendizagem são os “pré-requisitos (base conceitual, conhecimentos prévios)”, trazidos pelos estudantes para a sala de aula. Dessa forma, os conhecimentos que os

alunos adquirem na escola, também fazem parte dos seus conhecimentos prévios, que afetam a apreensão dos novos conhecimentos. São conceitos e ideias que são socializados inadequadamente e, até mesmo, erroneamente, dificultando o processo de aprendizagem, cristalizando erros que poderiam e deveriam ser retificados. Nessa perspectiva, Bachelard, citando Bergson, considera que “nosso espírito tem a tendência irresistível de considerar como mais clara a idéia que costuma utilizar com freqüência.” (BERGSON, apud BACHELARD, 2003, p. 19).

### ***Aspectos relacionados ao erro de aprendizagem***

Ao falarmos em erro de aprendizagem, pensamos, apenas, na falhas cognoscitivas, nas habilidades não adquiridas pelos estudantes; aspectos que, realmente, fazem parte desse conceito. Mas existem aspectos que, não necessariamente, estão ligados a ele, mas que estabelecem ligações que podem influenciar na identificação, na retificação e nos possíveis procedimentos pedagógicos desenvolvidos pelo professor na intenção de ajudar o aluno a construir a sua aprendizagem.

O professor de ciências enfrenta, cotidianamente, grandes resistências: externas e internas, ou seja, dificuldades de cunho político, sociológico e, ainda, dificuldades de cunho mais pessoal, afetivo, conceitual e de crenças consolidadas.

As grandes dificuldades externas, como: salas de aulas cheias, alunos violentos, conteúdos programáticos a ser cumpridos, salários aviltantes, desvalorização social da profissão e falta de material, que podem desencadear processos de conflitos entre as concepções dos professores e suas práticas docentes. Como pensar o erro como construção, se os professores não têm condições de trabalho satisfatórias para desenvolver suas ideias? Como é possível que se tenha uma noção positiva do erro na aprendizagem e praticá-lo nos

moldes tradicionais? Como relacionar erro de aprendizagem e ausência de estrutura familiar?  
Como relacionar erro de aprendizagem e baixa autoestima dos estudantes?

Estes foram alguns pontos levantados pelas professoras P1 e P2 nas suas entrevistas, que nos fizeram pensar e compreender que o erro de aprendizagem, para ser trabalhado no processo de ensino-aprendizagem como elemento constituinte do desenvolvimento intelectual, necessita de uma adequada análise dos fatores que estão direta e indiretamente interconectados a ele.

Na tentativa de estabelecer o que favorece o erro de aprendizagem, as professoras pesquisadas apontaram algumas questões relevantes que estão, direta ou indiretamente, relacionadas ao erro de aprendizagem:

1. O erro de aprendizagem depende muito do material didático, [...] só que o governo não passa para as escolas esses tipos de material, então os alunos, também que necessitam... (P1)
2. Tem esses erros também de casa, acho que de orientação em casa, que só orientação na escola fica difícil, não fica fácil. Se tem [sic] orientação em casa, tem orientação na escola, o ensino fica bem melhor para o aluno e para o professor. (P1)
3. [...] têm alunos que tem uma dificuldade muito grande por ter uma redução muito grande de vocabulário. A incompreensão do aluno às vezes se dá por não ter vocabulário. (P2)
4. [...] a grande dificuldade do aluno mesmo é interpretar texto. Então a leitura é a coisa que todo professor tem que ter em mente, trabalhar a leitura com o aluno. (P2)
5. [...] a questão dos livros didáticos, existem livros com erros e não são erros construtivos, são erros conceituais e às vezes a pessoa acha que todo livro é correto, *o aluno acha que o livro é correto*. (P2, grifo nosso)

Dentre outras questões levantadas pelas professoras, as mencionadas acima foram as que se apresentaram mais relacionadas ao erro de aprendizagem. No entanto, consideramos a questão dos livros didáticos como a que oferece maior obstáculo ao processo de ensino-aprendizagem escolar. O aluno, ao considerar o livro como um meio correto e confiável de

divulgação do conhecimento, permite que este assumo o papel de seu orientador na aprendizagem. O livro didático, para os estudantes, é o manual guia. É o artefato didático responsável pela divulgação dos conhecimentos científicos. Portanto, o livro didático apresenta-se como um instrumento de suma autoridade e importância na aprendizagem dos educandos.

Dessa forma, acreditamos que os livros didáticos tornam-se um grande obstáculo para o aprendizado dos estudantes, quando não são produzidos com as devidas adequações e retidão conceitual. Quando os livros chegam até os alunos com erros conceituais, apelos animistas e temas descontextualizados podem acarretar dificuldades e, até mesmo, um retrocesso na aprendizagem daqueles. Nessa perspectiva, Bachelard (2003) tece algumas críticas relacionadas aos livros didáticos, principalmente aos de Física. Segundo o autor, os livros didáticos trazem consigo as marcas da cultura de sua época. Eles são construídos de acordo com as especificidades, necessidades socioculturais e de desenvolvimento intelectual – epistemológico das organizações culturais. Ele destaca em sua obra *A Formação do Espírito Científico*:

A educação científica elementar costuma, em nossa época, interpor entre a Natureza e o observador livros muito corretos, muito bem apresentados. Os livros de física que há meio século são cuidadosamente copiados uns dos outros, fornecem aos alunos uma ciência socializada, imóvel, que graças à estranha persistência do programa dos exames universitários, chega a passar como *natural*; mas não é; já não é natural. Já não é a ciência da rua e do campo. É *uma* ciência elaborada em um mau laboratório, mas que traz assim mesmo a feliz marca desse laboratório.

[...]. O mesmo não acontecia durante o período pré-científico, no século XVIII. Na ocasião, o livro de ciências podia ser um bom ou mau livro. Não era *controlado* pelo ensino oficial. [...]. No caso, o livro tinha como *ponto de partida* a Natureza, interessava-se pela vida cotidiana. Era uma obra de divulgação para o conhecimento popular, sem a preocupação que confere às vezes aos livros de vulgarização um alto teor. Autor e leitor pensam no mesmo nível.

[...]. Peguem um livro de ensino científico moderno: apresenta a ciência como ligada a uma teoria geral. Seu caráter orgânico é tão evidente que será difícil pular algum capítulo. Passadas as primeiras páginas, já não resta lugar

para o senso comum; nem se ouvem as perguntas do leitor. *Amigo leitor* será substituído pela severa advertência: preste atenção, aluno! O livro formula suas próprias perguntas. O livro comanda. (BACHELARD, 2003, p. 30-31, grifos do autor).

As citações, acima mencionadas, mostram a força que os livros didáticos têm na educação formal e mostram, também, o livro como um grande canal de veiculação do conhecimento científico. Este recurso didático se revela importantíssimo para a aprendizagem dos alunos, de modo que concordamos com a concepção bachelardiana de que o livro didático revela as noções de sua época, ou seja, os livros são produzidos paralelos e coerentes aos pensamentos científicos concebidos e praticados em cada época, em cada momento histórico. Entretanto, apesar de permanecer com esta característica de representação cultural, recentemente a avaliação deste recurso didático, com a finalidade de distribuição para todas as escolas públicas de ensino fundamental e médio do país, tem sido feita através de critérios rigorosos, estabelecidos, respectivamente, pelo PNLD – Plano Nacional do Livro Didático e PNLEM – Plano Nacional do Livro do Ensino Médio. Critérios que, dentre outros aspectos, visam dificultar a propagação de noções epistemológicas inadequadas sobre ciências e sobre o conhecimento científico como, por exemplo: as de que os conhecimentos científicos são absolutos, verdadeiros e que a ciência é algo muito simples e imparcial.

O livro didático representa, em muitas situações educacionais escolar, o único material disponível para o estudo dos alunos e, se trazem muitos erros em seu bojo, como fazer para que os alunos possam desenvolver um aprendizado dos conhecimentos científicos mais adequado às novas noções de conhecimento e verdade?

Aliada à questão dos livros didáticos, a prática da leitura também é muito importante; entretanto, essa questão foi mencionada pelas professoras pesquisadas, relacionada, estritamente, à falta ou redução de vocabulário da língua portuguesa pelos alunos. Nesse caso,

não é o fato de os alunos não terem o domínio ou o conhecimento da linguagem científica, mas a falta de conhecimento da própria gramática da língua materna e sua variedade lexical. Realmente, pode-se compreender este aspecto como um empecilho para o avanço cognitivo e para a perenidade de erros na aprendizagem dos estudantes, na medida em que estes não vislumbram criticamente outras possibilidades de conhecimentos e se mantêm passivos às informações dadas e que, muitas vezes, não são devidamente compreendidas.

Todas as questões trazidas pelas professoras são importantes para o contexto educacional escolar e, haja vista o erro também fazer parte deste contexto, acreditamos que este, em certa medida, pode ser concebido e trabalhado pedagogicamente, sem que as questões levantadas anteriormente sejam negligenciadas. Acreditamos, portanto, que são as atitudes e as concepções dos professores acerca da aprendizagem, da educação escolar, do erro de aprendizagem e, principalmente, do que seja ser professor, é que vão ditar o valor que essas questões têm no processo ensino-aprendizagem.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Numa pedagogia elaborada a partir dos pressupostos epistemológicos de uma teoria construtivista, o conhecimento se dá através do interacionismo entre sujeito e meio. Portanto, o conhecimento não está inato nem no indivíduo, nem no meio físico ou social, mas na relação que envolve os pólos de conhecimento. O conhecimento é construído na própria ação do sujeito, visando à superação da dicotomia sujeito-objeto. Entretanto, o sujeito precisa despertar para a tomada de consciência da ação, que é sempre parcial e que procede por escolha e esquematização representativa. Entretanto, é necessário que haja a possibilidade da ação, para que exista o retorno sobre si mesmo – reflexão e a apoderação do seu próprio fazer, podendo ocasionar o desenvolvimento cognitivo; porém, no processo de ensino-aprendizagem, particularmente no ensino de ciências, dificilmente a ação – reflexão e a apoderação são efetuadas pelos educandos, tornando-os passivos e alheios aos conteúdos transmitidos. Podemos, então, falar, como diz Becker (2001, p. 41), “em produção da ignorância em vez de produção do saber.” Assim, acreditamos que os erros de aprendizagem não têm sido problematizados pelos professores e, portanto, não estão sendo utilizados como elementos que favoreçam o desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático e tampouco o aumento da capacidade crítica e autocrítica dos aprendizes.

Após a reflexão sobre as idéias de Bachelard sobre o erro e a sua retificação, e de Piaget sobre como se desenvolve a inteligência humana, acreditamos que, para que o erro seja um elemento importante na aprendizagem e na construção dos conhecimentos científicos, faz-se necessário a interlocução constante entre o que o professor concebe sobre esse elemento e como ele procede em sala de aula. Em que medida os professores acreditam no erro como elemento propulsor do desenvolvimento cognitivo dos sujeitos e dos conhecimentos

científicos. Conhecimento que não é fechado, estático e absoluto, haja vista que “[...] o conhecimento nunca é um reflexo do real, mas sempre tradução e construção, isto é, comporta risco de erro [...]. Conhecer e pensar não são chegar a uma verdade absolutamente certa, mas dialogar com a incerteza.” (MORIN, 2001, p. 59) Com esta citação, percebemos que, sendo o conhecimento interpretações, construções racionais, o erro necessita ser problematizado, tornando-se elemento vital de aprendizagem. O erro, identificado no processo de ensino-aprendizagem, possibilita o retorno de uma trajetória cognoscente, na qual o indivíduo, além de retificar um saber, pode desenvolver habilidades cognitivas, reflexivas e críticas, que representam, em certa medida, a conquista de uma autonomia do seu aprendizado intelectual e de sua co-participação na construção cultural de uma sociedade.

Importantes são as contribuições das concepções construtivistas do erro, que veem neste a mola propulsora da descoberta, da invenção, da criatividade e da dinamicidade do conhecimento e, também, da aprendizagem. Mas, como, metodologicamente, possibilitar a transformação valorativa do erro nas práticas pedagógicas do ensino de ciências, para que ele deixe de ser concebido como entrave na aprendizagem dos educandos e passe a ser uma estratégia didática no processo de crescimento cognitivo? Considerando que o professor também é um ser social-histórico, ou seja, formado, também, pelo mesmo processo que estabelece o erro como algo negativo, e quem o detém é considerado não apto intelectualmente, como viabilizar a construção, pelo professor, de novas concepções sobre este elemento? Muitos são os questionamentos e as resistências encontradas pelos professores de ciências para atingir um eficiente processo de ensino-aprendizagem, onde possam ser, realmente, mediadores do processo de apropriação dos conceitos científicos pelos discentes.

As resistências externas, tais como: os obstáculos sociais, políticos e econômicos, na maioria das vezes, dificultam o desenvolvimento do processo educacional e a prática pedagógica. No entanto, compreendemos que as resistências internas, tais como as

concepções dos professores, principalmente, são as mais difíceis de ser ultrapassadas, ou transformadas; portanto, as que mais dificultam a mudança de perspectiva da qualidade do ensino. Acreditando que somos aquilo que pensamos e concebemos, ou modificamos o nosso ponto de vista acerca da avaliação que se faz do erro no complexo processo de ensino-aprendizagem, concebendo-o como possibilidade de avanços na aprendizagem dos estudantes, ou continuaremos a permitir que as resistências externas atuem mais fortemente sobre a apropriação crítica dos saberes científicos pelos estudantes, em que a aprendizagem ativa deixa de ser o objetivo maior do ensino e a reprodução passiva dos conhecimentos transmitidos seja, finalmente, consolidada. Conhecimentos esses que não são questionados, criticados, retificados, mas, apenas, aceitos como “dogmas” que devem ser memorizados para uma eventual aplicabilidade funcional.

Esperamos que este trabalho possa contribuir para a mudança na visão predominante sobre o erro de aprendizagem, no sentido de concebê-lo a partir de uma outra perspectiva, a de que ele seja um elemento inerente ao próprio ato de conhecer. Portanto, uma tentativa de repensar o lugar ocupado pelo erro no processo de ensino-aprendizagem de ciências, a partir de uma visão construtiva do conhecimento, ao invés de concebê-lo de forma pejorativa, negativa, como até então tem sido a prática adotada por grande parte dos professores. Visualizá-lo como um elemento de possibilidades, de descobertas, de inovações e de criação de novos saberes pelos aprendizes, este é um dos desafios de todos os educadores em ciências.

Nesta pesquisa, pudemos constatar que os professores de ciências ainda mantêm uma postura tradicional perante o erro de aprendizagem. As suas concepções, geralmente influenciadas pelas mudanças no contexto sociocultural escolar que, por sua vez, são motivadas por pesquisas educacionais, não são verdadeiramente aceitas por eles mesmos. Neste sentido, pode-se dizer que as professoras pesquisadas alteraram suas concepções anteriores, apenas por terem que acompanhar supostas transformações na sua área de trabalho,

mas não, necessariamente, por terem compreendido e agregado as transformações e os conhecimentos advindos destes processos às suas próprias concepções. Dessa forma, podemos inferir que, no processo de ensino de ciências, os professores dessa área vivem um paradoxo, no qual, muitas vezes, as suas concepções não condizem com a sua prática em sala de aula. Isto pode ser revelado através dos discursos dos professores que mostrou, em alguns casos, um ponto de vista mais construtivista em relação à aprendizagem e à construção do conhecimento, ao mesmo tempo em que as suas práticas pedagógicas continuavam embasadas em abordagens metodológicas tradicionais.

A partir das colocações feitas acima, cabe uma pergunta: houve, realmente, uma transformação conceitual dos professores ou apenas uma adequação às exigências socioeducacionais? O que podemos verificar são contradições entre o que os professores dizem, o que pensam e o que praticam em sala de aula.

Os professores alegam que as condições de trabalho são precárias, impossibilitando, muitas vezes, práticas pedagógicas baseadas em abordagens mais construtivistas, como falta de material didático, falta de sala de aula, violência dos estudantes, baixa remuneração, ausência de uma estrutura familiar por parte dos alunos, dentre outras condições que possibilitariam o desenvolvimento de um bom trabalho pedagógico. No entanto, partimos do pressuposto de que a ação é derivada de uma teoria, isto é, a prática do professor revela a sua concepção sobre algo, portanto, a mudança atitudinal dos professores perante o erro deve iniciar-se com a transformação efetiva das suas concepções. Sendo assim, acreditamos que, na sua formação, os professores devem ter contato com novas abordagens metodológicas, embasadas na racionalidade da prática e em noções construtivistas; uma formação que possibilite aos professores de ciências, seja em sua formação inicial ou continuada, contato com as questões relativas à filosofia das ciências, à história e à sociologia das ciências, com o intuito de desencadear, nesses profissionais, novas visões de como se dá o processo de

produção do conhecimento científico, bem como o processo de construção do aprendizado, apoiando-se, neste caso, em teorias de aprendizagem de cunho construtivista, a exemplo da epistemologia genética de Piaget.

Acreditamos que conceber o erro como condição primeira de verdade e possível alavanca do crescimento cognitivo do sujeito é vislumbrar a viabilização de um progresso científico e educacional que desmonta a estagnação do saber, a indolência do pensamento e transforma o sujeito em ser reflexivo-crítico. Portanto, “[...] contra essa indolência intelectual que nos retira aos poucos o senso da novidade espiritual, o ensino das descobertas ao longo da história científica pode ser de grande ajuda. Para ensinar o aluno a inventar, é bom mostrar-lhe que ele pode descobrir.” (BACHELARD, 2003, p. 303). Ao ensinar ciências, utilizando o erro como aporte de aprendizagem, o professor está permitindo que o sujeito aprendiz se conceba como um ser de potencialidades. Dessa maneira, o erro cria condições favoráveis ao exercício da criatividade, da invenção e, portanto, da efetiva construção e aprendizagem dos conhecimentos científicos. “[...] E murmuremos, por nossa vez, dispostos para a vida intelectual: erro, não és um mal.” (BACHELARD, 2003, p. 298).

## 6. REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de Filosofia**. Trad. de Alfredo Bosi com colaboração de Maurice Cunio et al. – 2. ed. – São Paulo: Mestre Jou, 1952.

ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, Norman G. Improving science teachers's conceptions of nature of science: a critical review of the literature. In: *International Journal of Science Education*, vol. 22, nº 7, p. 665-701, 2000. Disponível em <<http://www.tandf.co.uk/journals>>

AGUIAR Jr., Orlando. O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. In: *Revista Investigações em Ensino de Ciências*, v. 03, n 02. Porto Alegre: UFRGS, 1998.

ARANA, Hermas Gonçalves. **Positivismo: reabrindo o debate**. Campinas / SP: Autores Associados, 2007 – (Coleção educação contemporânea).

BACHELARD, Gaston. **A Epistemologia**. Trad. Fátima Lourenço Godinho e Mário Carmino Oliveira. Portugal: Edições 70, 2006. 220 p.

\_\_\_\_\_. **A Filosofia do Não**. Trad. Joaquim José Moura Ramos, et al. – São Paulo: Abril Cultural, 1978. – (Coleção Os Pensadores).

\_\_\_\_\_. **A Formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Trad. Estela dos Santos Abreu. 4 ed. – Rio de Janeiro: Contraponto, 2003.

\_\_\_\_\_. **O novo espírito científico**. Trad. Juvenal Hahne Júnior. 2 ed. – Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1985. 151 p.

\_\_\_\_\_. **Ensaio sobre o conhecimento aproximado**. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004. 318 p.

\_\_\_\_\_. **Estudos**. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2008.

BARBOSA, Elyana. **Gaston Bachelard: O arauto da pós-modernidade**. 2. ed. – Salvador: EDUFBA, 1996. 195 p.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Traduzido por Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 1977.

BAZARIAN, Jacob. **O problema da verdade: teoria do conhecimento**. 4. ed. São Paulo: Alfa-Omega, 1994.

BIAGGIO, Ângela M. Brasil. **Psicologia do Desenvolvimento**. 17 ed. – Petrópolis: Vozes, 2003. 343 p.

BECKER, Fernando. **Educação e Construção do Conhecimento**. – Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S.K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Traduzido por Maria João Álvarez, Sara Bahia dos Santos e Telma Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 136p.

BRZEZINSKI, Iria. Políticas contemporâneas de formação de professores para os anos iniciais do ensino fundamental. In: *Revista Educação Sociologia*. Campinas, nº 105, vol. 29, p. 1139 -1166, set./dez., 2008. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>

BULCÃO, Marly. **O racionalismo da ciência contemporânea**: uma análise da epistemologia de Gaston Bachelard. 2 ed. Londrina: UEL, 1999. 169 p.

CHALMERS, Alan F. **O que é ciência afinal?**. Tradução de Raul Fiker. – 2ª reimpressão. São Paulo: Brasiliense, 1997.

COBERN, William W. *Point: belief, understanding, and the teaching of evolution*. In: *Journal of Research in Science Teaching*. vol.31, nº 5, p. 583-590, 1994.

DELEUZE, Gilles; GUATTARI, Félix. **O que é a filosofia?** Tradução de Bento Prado Jr, e Alberto Alonso Muñoz. – 1ª reimpressão. Rio de Janeiro: Editora 34, 2000.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. Colaboração Antônio Fernando Gouvêa da Silva. – São Paulo: Cortez, 2002.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2. ed. – Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1998. 1838 p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. – 36ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2003.

GRECO, John; SOSA, Ernest (Org.). **Compêndio de Epistemologia**. Tradução de Alessandra Siedschlag Fernandes e Rogério Bettoni. São Paulo: Loyola, 2008.

JAPIASSU, Hilton. **As paixões da Ciência**. São Paulo: Letras & Letras, 1991.

LA TAILLE, Yves de. O erro na perspectiva piagetiana. In: AQUINO, Julio Groppa (Org.). **Erro e fracasso na escola: alternativas teóricas e práticas**. – 4 ed.. São Paulo: Summus Editorial, 1977. p. 25 – 44.

LIMA, Emília Freitas de. Formação de professores – passado, presente e futuro: o curso de pedagogia. In: MACIEL, Lizete Shizue Bomura; SHIGUNOV NETO, Alexandre (Orgs.). **Formação de professores**: passado, presente e futuro. São Paulo: Cortez, 2004. p. 15 – 34.

LÔBO, Soraia Freaza. Construção do conhecimento químico sob a perspectiva bachelardiana: do realismo ingênuo ao racionalismo aplicado. In: SILVA FILHO, Waldomiro José da (Org.). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador: Arcádia, 2002. – 296 p.

\_\_\_\_\_. *A Licenciatura em Química da UFBA: epistemologia, currículo e prática docente*. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2004.

LOPES, Alice Casimiro. **Currículo e Epistemologia**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007. 232 p.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A.. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. – 10ª reimpressão. São Paulo: EPU, 2007.

MACEDO, Lino de. **Ensaio Construtivistas**. – 5ª ed. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002.

MARQUES, Mario Osorio. **A aprendizagem na mediação social do aprendido e da docência**. Ijuí: UNIJUÍ, 1995. – 139 p.

MARTINS, Roberto de Andrade. A Torre de Babel científica. In: Scientific American Brasil, - edição especial história nº 6. *Os grandes erros da ciência*. São Paulo: Ediouro.

MATTHEWS, Michael R. *História, Filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação*. In: Caderno Catarinense de Ensino de Física. - V.12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MAURI, Teresa. O que faz com que o aluno e a aluna aprendam os conteúdos escolares? In: COLL, César; MARTÍN, Elena; MAURI, Teresa; MIRAS, Mariana; ONRUBIA, Javier; SOLÉ, Isabel; ZABALA, Antoni. **O construtivismo na sala de aula**. Tradução de Cláudia Schilling. – 6. ed. São Paulo: Editora Ática, 2004. p. 79 – 122.

MORAES, Roque. Teorias implícitas. In: MORAES, Roque (Org.). **Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 2ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p. 159 – 194.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Trad. Eloá Jacobina. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 128 p.

\_\_\_\_\_. **Ciência com Consciência**. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. - 11ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. – 350 p.

NORRIS, Christopher. **Epistemologia: conceitos-chave em filosofia**. Tradução de Felipe Rangel Elizalde. Porto Alegre: Artmed, 2007.

PAIVA, Rita de Cássia Souza. **Gaston Bachelard: a imaginação na ciência, na poética e na sociologia**. São Paulo: Annablume; FAPESP, 2005. - 232 p.

PÊPE, Albano. **Racionalismo Aplicado: uma categoria bachelardiana**. Porto Alegre: Movimento, 1985. - 61 p. (Coleção Dialética – vol. 16).

PESSANHA, José Américo Motta. In: Bachelard (Coleção Os Pensadores). São Paulo: Abril Cultural, 1978.

PIAGET, Jean. **Problemas de psicologia genética**. Traduções de Nathanael C. Caixeiro, Zilda Abujamra Daeir, Célia E. A. Di Piero. São Paulo: Abril Cultural, 1978. – (Coleção Os Pensadores)

\_\_\_\_\_. **Epistemologia Genética**. Trad. Álvaro Cabral. 2 ed.. São Paulo: Martins Fontes, 2002. 123 p.

\_\_\_\_\_. **Para onde vai a educação?** Tradução de Ivete Braga – 18 ed. – Rio de Janeiro: José Olímpio, 2007.

PIAGET, Jean; INHELDER, Bärbel. **A psicologia da criança**. Trad. Octavio Mendes Cajado. Rio de Janeiro: Difel, 2003. 144 p.

PIMENTA, Selma Garrido; LIMA, Maria Socorro Lucena. **Estágio e Docência**. – 3. ed. – São Paulo: Cortez, 2008.

PINTO, Neuza Bertoni. **O erro como estratégia didática**: estudo do erro no ensino da matemática elementar. Campinas: Papirus, 2000. 182 p. (Série Prática Pedagógica).

POPPER, K. **A Lógica da Pesquisa Científica**. Tradução de Leonidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo: Cultrix, 1993.

PRIGOGINE, Ilya. **O fim das certezas**: tempo, caos e as leis da natureza. Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996.

RAMOS, Maurivan Güntzel. **Epistemologia e Ensino de Ciências**: compreensões e perspectivas. In: MORAES, Roque (Org.). *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. – 230 p.

SCHÖN, Donald A.. **Educando o profissional reflexivo**: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Trad. Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SILVA, Ilton Benoni da. **Inter-relação**: a pedagogia da ciência: uma leitura do discurso epistemológico de Gaston Bachelard. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1999. 176 p. (Coleção fronteiras da educação).

STEIN, Ernildo. **Aproximações sobre hermenêutica**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996. - 110p.

TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. – 9ª ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.