

ENCONTROS E DESENCONTOS COM A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

ENCOUNTERS AND DISAGREEMENTS WITH THE EXPERIMENTATION IN THE SCIENCES TEACHING

Resumo

Nessa pesquisa investigamos as condições históricas que possibilitaram a emergência da compreensão de ensino de ciências experimental como ensino de qualidade e os aspectos implicados no insucesso da promessa do ensino experimental como promotor de uma educação em ciências revolucionária, dinâmica, inovadora. O material empírico produzido teve como fonte excertos autobiográfico de nossas trajetórias pessoal-profissional que expressam a compreensão acerca das práticas experimentais de nossa geração. Tal material foi organizado e analisado tomando como base princípios metodológicos da pesquisa narrativa e (auto) biográfica. Na análise foram recortados aspectos da trajetória pessoal-profissional que buscam reconstituir uma espécie de história social dos atos individuais concretos. Dentre os aspectos que precipitaram o insucesso da prometida revolução da educação científica pelo ensino experimental localizamos uma noção restrita e restritiva de experimentação como estratégia de ensino cuja finalidade é comprovar as teorias científicas.

Palavras-chave: autobiografia, ensino de ciência, experimentação

Abstract

In this research investigate the historical terms that enabled the teaching comprehension emergency of experimental sciences as quality teaching and the aspects implied in the promise failure of the experimental teaching as promoter of an education in revolutionary sciences, dynamic, innovative. The material produced empiric had as autobiographical source excerpts of our personal-professional trajectories that express the comprehension concerning the experimental practices of our generation. Such material was organized and analyzed taking as methodological base principles of the research narrative and (auto) biographical. In the analysis were jagged aspects of the personal-professional trajectory that seek to reconstitute a kind of social history of the concrete individual acts. Among the aspects that precipitated the promised revolution failure of the scientific education by the experimental teaching locate a restricted and restrictive notion of experimentation as teaching strategy whose purpose is to prove the scientific theories.

Keywords: autobiography, science education, experimentation

Introdução

Há muito a experimentação tem sido onipresente no imaginário de várias gerações de alunos e de professores que militavam/militam na área do ensino de ciências como elemento demarcador da qualidade da educação praticada. Nesta perspectiva, entende-se que o ensino experimental favorece e garante aprendizagem significativa de conceitos e conteúdos das ciências e que sua ausência constitui prejuízo e denota precariedade da educação científica ofertadas às nossas gerações. Como professores de ciências não ficamos imunes a tal compreensão. Nossa formação foi igualmente marcada pela promessa sedutora do ensino

experimental “salvador da pátria”, aquele que nos redimiria das ineficazes e inexpressivas aulas de ciências “incolores, inodoras e insípidas”. O apelo ao aspecto eminentemente sensorial explorado pelas práticas experimentais veiculadas pelos famosos “kits didáticos” reforçaram a imagem de uma ciência fantástica, novidadeira e aventureira.

Essa imagem que compôs o cenário de nossa trajetória como estudantes e professores de ciências vem sendo amplamente criticada pela comunidade acadêmica da área de Ensino de Ciências: Hodson (1994), Giordan (1999), Gil-Pérez (1999), Silva e Zanon (2000), Galiani *et al* (2001), Moura (2008) dentre outras. As críticas mais recorrentes apontam essa visão empiricista como implicada na formação de uma concepção de ciência como descoberta neutra, desinteressada, apolítica, credível e por isso inquestionada. Do ponto de vista cognitivo critica-se o caráter mecânico dessa aprendizagem experimental pautada na repetição de procedimentos e técnicas dissociadas dos aspectos conceituais a partir dos quais se leem os fenômenos. A conjugação de tais aspectos tem resultado em frustrações daqueles que em suas práticas pedagógicas acreditaram e investiram no ensino experimental como elemento qualificador da educação em ciências.

Em nós, particularmente, esse contexto suscitou indagações do tipo: Que condições de possibilidades propiciaram a emergência dessa compreensão de ensino de ciências experimental como ensino de qualidade? Que aspectos estão implicados no insucesso da promessa do ensino experimental como promotor de uma educação em ciências revolucionária, dinâmica, inovadora?

Buscando respostas a tais questões elegemos como campo de investigação nossa história de formação pessoal-profissional que incidentalmente compartilhamos por sermos ambos pertencentes à “geração guerra fria” ou pós Sputnik. Para efeito de análises tomaremos como material empírico a narrativa autobiográfica de um de nós, autores, na qual estão destacados aspectos da história pessoal, mas também do contexto histórico em que nós produzimos professores. No que se relaciona a formação pessoal-profissional.

Desta forma, doravante o texto estará em primeira pessoa, embora as escolhas dos episódios narrativos e análises tenham sido construído coletivamente.

Ensino experimental: ordem e progresso para a nação

As práticas experimentais em ciências sempre estiveram presentes em minha trajetória escolar, ou por meio de aulas laboratoriais ou nas inesquecíveis feiras de ciências.

Estávamos no ano de 1977, ainda sob governo militar ditatorial, mas que resolveu iniciar abertura política institucional culminando em 1985 numa redemocratização no país.

Iniciei naquele ano a 5ª série do, então, 1º grau em uma escola pública administrada pelo comando da Aeronáutica. As aulas de ciências eram ministradas num enfoque teórico e prático. Ainda estávamos vivenciando momentos em que as aulas práticas experimentais eram priorizadas no ensino dessa disciplina, devido a orientação educacional científica vigente apresentar resquício daquele paradigma que norteou tal ensino a partir da década de 50 durante o pós guerra.

Os anos 60 e 70 se caracterizaram pela instauração de movimentos de reformas curriculares de ciências, tanto na abordagem teórica como principalmente na experimental, sem precedentes. Sobre as motivações dessas reformas educacionais, Santos (1991, p.27) diz:

Este movimento originou-se como resposta às críticas feitas a partir do exterior da instituição escolar. Tais críticas tinham por base a constatação da existência de um considerável defasamento entre os notórios progressos da sociedade industrial e a mediocridade dos programas de ensino em uso para o ensino das ciências. Constatou-se, então, que os manuais não tinham mudado desde o início do século;

que a formação dos professores, quer no plano acadêmico quer no plano pedagógico, era medíocre; que a ciência continuava a ser apresentada como um conjunto de fatos imutáveis; que o espírito de descoberta estava ausente do ensino da ciência. (Grifo nosso)

Embora as aulas experimentais no ensino das ciências tenham sido introduzidas há mais de cem anos pelas universidades (GALIAZZI, *et al.* 2001), a ampliação dessa perspectiva nos últimos cinquenta anos, teve como marco o lançamento do primeiro satélite artificial, o Sputnik, pela ex – União Soviética em 4 de outubro de 1957. A partir desse momento estabeleceu-se a chamada *Corrida Espacial*. Como consequência, a arrancada tecnológica daquele antigo bloco socialista, suscitou reformulações no currículo das ciências dos países ocidentais, encabeçados pelos Estados Unidos e Inglaterra. Estes países entenderam que existia grande defasagem no conhecimento científico praticado pelo ocidente em relação aos países da então *cortina de ferro*, principalmente a Rússia.

A *corrida espacial* propiciou, portanto o renascimento da tendência experimental no ensino das ciências (Física, Química e Biologia). No Brasil, vários projetos educacionais, cujas abordagens privilegiavam atividades experimentais, foram importados de outros países na busca de estimular a formação de novos cientistas. Dentre estes projetos se encontrava o de Física (Physical Science Study Committee PSSC), de Biologia (Biological Science Curriculum Study BSCS), de Química (Chemical Bond Approach CBA). Sobre esses projetos educacionais, que ficaram conhecidos como coquetel de letras devido as siglas que representavam seus nomes, Krasilchik (2000, p. 2) menciona:

Os Estados Unidos, para vencer a batalha espacial, fizeram investimentos de recursos humanos e financeiros sem paralelo na história da educação, para produzir os hoje chamados projetos de 1ª geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o ensino médio. A justificativa desse empreendimento baseava-se na idéia de que a formação de uma elite que garantisse a hegemonia norte-americana na conquista do espaço dependia, em boa parte, de uma escola secundária em que os cursos das Ciências identificassem e incentivassem jovens talentos a seguir carreiras científicas.

Ainda sobre influência da corrida espacial Chassot (2004, p.15) menciona:

O lançamento do primeiro satélite artificial modificou – ou, pelo menos tentou modificar – profundamente o ensino de ciências no mundo ocidental, mais especialmente naqueles países na dependência das esferas econômicas e politico-cultural dos Estados Unidos. No Brasil, as ações foram vultosas, mesmo que as consequências não tenham sido significativas.

O Sputnik se configurou naquele momento, não apenas como um marco histórico para a reformulação do currículo de ciências no Brasil, mas uma motivação efetiva para a renovação e, principalmente, para criações de novos projetos educacionais voltados para as disciplinas científicas que influenciaram fortemente aquelas décadas e tal influencia se mostra presente, ainda que ideologicamente, até nossos dias.

O IBECC - *Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura*, e posteriormente CECISP - *Centro de Ciências de São Paulo* e a FUNBEC *Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências* tinham como objetivos: Criar clubes de ciências, motivar a realização de feiras de ciências e treinar professores, utilizando para isso o desenvolvimento de vários kits para aulas experimentais.

Assim, os professores que ministravam aulas de ciências naquela escola receberam, no ano de 1973, treinamentos em projetos educacionais voltados para as aulas experimentais. Tais treinamentos foram ministrados por equipe de especialistas em ensino de ciências provenientes de instituições como: IBECC, CECISP e a FUNBEC. Os dois projetos desenvolvidos pelo IBECC/CECISP/FUNBEC em tal instituição de ensino foram: *Iniciação à Ciência*, destinado à disciplina de ciências e *Investigando a Terra* para geociências.

Saindo do global para o particular, quero destacar aqui o projeto *Iniciação a Ciências* implementado na minha escola por essas instituições. Naquela ocasião a produção de *kits*, caixas contendo materiais de experimentações com folhetos de instruções (Roteiro Experimental), necessários para aulas práticas, voltava-se aos alunos dos cursos ginásial e primário da época. O projeto *Iniciação a Ciências* foi tomando corpo, e tinha o intuito de introduzir a atividade de pesquisa científica, ou seja, preparar novos cientistas em potencial para o Brasil.

O projeto *Iniciação à Ciências* derivou do método da *Descoberta*, tendência para o ensino das ciências em voga naquela época, principalmente nos Estados Unidos e Inglaterra e assumido pelo Brasil.

A prerrogativa do método era de que a, suposta, metodologia científica fosse assumida no ensino, por meio de práticas experimentais. No que tange a este método Moraes (1986, p.190 e 191) ¹ comenta:

Um dos aspectos que mais têm sido enfatizado na reformulação do ensino de ciências é o que se refere aos métodos de ensino [...] no método da descoberta o aluno busca a informação, não no sentido de ir localizá-la já pronta nos livros, mas de elaborá-la, procurando chegar a ela através do seu próprio esforço. Em suma, ele a descobre.

Essa visão, tal como a descreve Moraes (1986) era a que prevalecia, na época, tanto no meio acadêmico, quanto entre os professores que faziam uso do método da *Descoberta* no ensino das ciências.

Vale destacar que o método da *Descoberta* configurou-se naquele momento (e em certo aspecto ainda se configura) com grande avanço para o ensino das ciências, pois sua proposta consistia numa abordagem, no sentido de que a prática experimental deveria ser utilizada no ensino de todos os conteúdos das disciplinas da área de ciências, o que extrapolava a conotação de estratégia de ensino, isto é, como algo pontual cuja finalidade fosse predominantemente de caráter motivacional.

Ainda na perspectiva do que se cria, até então, sobre as aulas experimentais, Moraes (1986), adverte que a construção do conhecimento científico transcende as evidências fornecidas pela experimentação, pois geralmente a descoberta de conteúdos significativos no ensino de ciências, está na adição de dados novos ou no rearranjo de dados que já foram evidenciados por tal experimentação. Assim, defende que, *o método da Descoberta é aquele em que o aluno descobre informações novas, com o auxílio de sua própria mente.* (p.192).

Naquela época acreditava-se que o aluno poderia por si só chegar a aquisição de conhecimento, pela realização da experimentação, e ao professor sobrava um papel coadjuvante neste processo de aprendizagem, uma vez que sua função era proporcionar por meio do planejamento de práticas experimentais, a “descoberta” de novas informações pelos estudantes

O método da *Descoberta* entre uma de suas modalidades contava com a técnica da *Redescoberta* que era uma estratégia pedagógica voltado para uma prática experimental do tipo diretiva. Como mencionado anteriormente, nessa técnica as aulas propostas pelo professor poderiam tanto ser executadas por ele, no caso de haver poucos recursos materiais, ou pelos próprios estudantes quando os recursos eram suficientes. A característica central desta técnica era sua extrema diretividade, isto é, aos estudantes cabia seguir rigorosamente o roteiro de atividade, elabora pelo professor, na consecução do experimento, deixando pouco

¹ Artigo de Roque Moraes publicado em 1980, no boletim nº 3 do PROCIRS-Programa de Treinamento de Professores de Ciências do RS, e faz parte da introdução do capítulo 5 do livro, Metodologia do Ensino de Ciências de Georg J. Hennig

espaço para a criatividade ou “falsas descobertas”. O professor atuaria nesse processo como agente facilitador para que os conceitos e conteúdos científicos fossem “redescobertos”. Nesse sentido, *A função básica do professor é ajudar para que esta redescoberta possa ocorrer; é criar as condições que facilitem esta redescoberta* (idem)

Uma das críticas mais severas ao Método da *Descoberta*, particularmente à técnica de *Redescoberta* era seu caráter artificial, uma vez que supunha a recriação da trajetória de produção de conhecimentos científicos pelos alunos, como se tal trajetória pudesse ser reproduzida e reduzida simplesmente à repetição de alguns procedimentos técnicos, abstraindo-se o contexto histórico e conceitual no qual a ciência é produzida. Tal redução acabava por reforçar uma concepção epistemológica empirista-indutivista.

Ainda na direção desta crítica Amaral (1997, p.12) menciona que *o desenho experimental esquemático e simplificado tem funções fundamentalmente didáticas, é concebido para dar certo, constituindo-se numa espécie de caricatura da verdadeira experimentação científica*.

Apesar de, naquela ocasião a visão pedagógica do método da *Descoberta* ter se mostrado revolucionária, na sua execução ele se mostrou insipiente, uma vez que o sentido de abordagem pedagógica foi sendo perdido e subsequentemente substituído pelo de estratégia metodológica, cuja finalidade primeira era de caráter motivacional.

Lembro que minhas aulas práticas experimentais na época em que cursava o 1º grau eram conduzidas dividindo-se a turma em grupos de cerca de 6 alunos que seguiam um roteiro encontrado no livro didático. Cada grupo de alunos teria de registrar os materiais necessários para a realização da prática experimental, os procedimentos a serem executados e a conclusão do experimento, ou seja, a explicação para a ocorrência do fenômeno. Essa conclusão resultava das observações e discussões da equipe, sendo esse, para mim o momento mais difícil nessas aulas, pois freqüentemente não conseguia ver significados práticos do experimento realizado naquelas aulas experimentais, ainda que gostasse e estivesse bastante motivado a participar delas.

Recordo-me, ainda, de uma prática em que se utilizava uma maquete de vulcão, muito bem produzida com tiras de jornais umedecidos, enroladas, sobrepostas e pintadas com cores que lembravam rochas. Logo em seguida se aquecia uma substância chamada dicromato de amônia em seu interior que simulava perfeitamente um vulcão em erupção. Esta era, para mim, uma das melhores práticas, e freqüentemente era exibida nas feiras de ciências ano após ano. No entanto, a prática do vulcão se mostrava interessante mais pelo efeito pirotécnico do que por outra coisa, pois certamente a composição química das lavas de vulcões não era constituída daquela substância e, portanto, não se conseguia fazer as devidas conexões entre a aula realizada e o mundo real.

É nessa perspectiva que Ausubel *et al* (1980) criticam o método da *Descoberta*, pois entendem que dificilmente um conceito pode ser assimilado pelo aluno de forma direta e espontânea como propõe a *Descoberta*. Dizem, ainda, que é ingenuidade imaginar que os conceitos abstratos apareçam de forma incidental. Nesse sentido, a aprendizagem por *Descoberta* pode se configurar, sobretudo, como obstáculos para uma aprendizagem significativa, pois para tais autores a criança há de ter a capacidade de descobrir sozinha, conceitos simples e corriqueiros do seu cotidiano, porém na medida em que tais conceitos se tornam complexos poucos deles serão descobertos por conta própria. Vale ainda ressaltar que para estes autores, é importante levar em consideração os conhecimentos prévios do aluno, pois a assimilação de novos significados está relacionada com tais conhecimentos e sobre isso conclui: *Se tivéssemos que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diríamos: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo*. (1976, p.137)

Às críticas formuladas por Ausubel e seus colaboradores outras se aliavam. Dentre elas a de que o método da *Descoberta* tinha como desdobramentos das práticas experimentais a concentração usualmente em atitudes procedimentais a serem seguidas pelos alunos. Nessa perspectiva, o entendimento era que o aluno ao ver e manipular o experimento poderia realizar um salto do empírico, particular para a abstração e generalizar elaborando ou redescobrando as leis naturais que regiam o fenômeno estudado. No entanto essa visão se mostrou ingênua, pois a prática experimental em si, não é suficiente para que o aluno relacione um acontecimento específico a um fenômeno complexo. Este dificilmente consegue ultrapassar o limite do conhecimento particular para o universal, mesmo que o fenômeno observado seja interessante, surpreendente e até motivador em certos casos.

Esse parece ser também o argumento de Bachelard (1995), quando adverte que a metodologia para a busca do conhecimento científico não pode ser unicamente empirista, ou seja, a experimentação por si só não explica tudo, uma vez que a construção do conhecimento requer também uma dimensão teórico-racional. Assim, priorizar a dimensão empirista e não considerar a racionalista pode se constituir em obstáculos epistemológicos, pois o conhecimento não salta dos “dados”, não está inteiramente no sensorial ou na empiria.

Ainda em relação às práticas experimentais, no início dos anos 80, elas continuaram a fazer parte da vida escolar. Ao ingressar numa escola profissionalizante, recebi uma formação técnica voltada para o mercado de trabalho e, concomitantemente, preparação no ensino regular do, então, 2º grau. Contudo, os conteúdos das aulas laboratoriais de química, física e biologia eram sempre voltados para o curso técnico que fazia.

As aulas práticas que me foram ministradas, naquela época, não se diferenciavam muito daquelas que tive no 1º grau, exceto no que diz respeito aos conteúdos destinarem-se para o 2º grau e o fato de que tais aulas, principalmente as de Química, se apresentavam em ambientes laboratoriais mais equipados, nos quais tive contato com aparelhagens e substâncias utilizadas nos processos químicos e aprendi como manipulá-los corretamente e com segurança.

Achava as aulas práticas de laboratórios interessantes. Afinal os “*shows pirotécnicos*” ali realizados causavam em mim certo fascínio, pois era melhor estar ali do que na sala com aulas expositivas que, em geral, eram maçantes e cansativas. No entanto, os desdobramentos das aulas experimentais continuavam os mesmos, sempre como comprovação das teorias estudadas em sala de aula.

Devido ao curso técnico que fazia, as aulas de química eram priorizadas durante os três primeiros semestres o que não ocorria com a maioria dos demais cursos técnicos oferecidos por aquela instituição de ensino. O roteiro experimental ainda era o que conduzia as aulas práticas de química, física e biologia, como se fosse uma receita, e tínhamos que executá-lo com todo cuidado e presteza, para não correremos o risco de que o experimento “desse errado” e inviabilizasse a aquisição do saber científico. Porém, ainda não conseguia fazer conexões das aulas práticas de química com a teoria que a precedia, nem com o meu cotidiano.

Tempos depois encontrava-me nesta mesma escola e neste mesmo laboratório, agora na qualidade de professor de Química. Comentando com meu coordenador sobre uma determinada prática experimental que não resultou como se esperava, este me advertiu que eu deveria ter ensaiado o experimento antes, para que nada ocorresse de errado com o resultado esperado. A partir deste episódio eu comecei a refletir sobre minha prática pedagógica e as aulas experimentais e questioneimei-me. Por que os resultados de uma experimentação não poderiam dar errado? Será que se poderia tirar proveito de uma aula prática com um resultado inesperado? E o mais importante disso tudo, questionava-me se eu poderia juntamente com meus alunos fazer ciência a partir de um “erro” experimental.

Bachelard (1995) destaca a importância dos erros para o progresso científico. Segundo este pensador, a primeira experiência exigente é a que falha, pois os obstáculos que aparecem durante a compreensão dos fenômenos naturais, produzem um processo de freagem em que favorece a sua discussão. Nesse mesmo sentido argumenta Giordan (1999, p.46).

Uma experiência imune a falhas mimetiza a adesão do pensamento do sujeito sensibilizado ao que supõe ser a causa explicativa do fenômeno, em lugar de promover uma reflexão racionalizada. O erro em um experimento planta o inesperado em vista de uma trama explicativa fortemente arraigada no bem – estar assentado na previsibilidade, abrindo oportunidades para o desequilíbrio afetivo frente ao novo.

Assim, podemos inferir com estes autores, que se numa determinada abordagem experimental estão previstas possibilidades de erros e acertos durante suas execuções e interpretações, elas poderão favorecer comprometimento do aluno com seu aprendizado, pois os dois elementos (erros e acertos) funcionarão como estratégias na busca das resoluções de problemas. Nessa perspectiva, é um grande equívoco imaginar que na construção do conhecimento científico, há um suposto processo linear de “descoberta”.

Para ser um bom professor de química

Ainda na perspectiva da linearidade, durante a graduação de licenciatura em Química, as aulas experimentais também eram praticadas. A grande maioria dos professores das disciplinas específicas de Química, que nos assistiam, era formada em Química industrial ou engenharia Química. As turmas eram diversificadas, com alunos de diferentes cursos, ou seja, a abordagem da Química que adotada para ensinar ao futuro engenheiro químico, geólogo ou médico era a mesma utilizada para formar o futuro professor de Química. Utilizavam-se as mesmas abordagem e estratégias pedagógicas como se todos fôssemos praticar a mesma Química em nossas vidas profissionais.

É nessa perspectiva que Maldaner (2006, p.177) alerta que:

A formação dos professores de Química pode trazer uma complicação a mais, que é a formação ligada à parte experimental da ciência Química. Em cursos de Química ligados às grandes universidades as aulas práticas de Química caminham geralmente, paralelas às disciplinas chamadas teóricas. Nesses currículos procura-se formar o técnico especialista (tecnologia química) ou o profissional pesquisador (bacharelado). Embora aconteçam reclamações frequentes sobre os problemas em tais cursos, a preocupação com a parte formativa do professor é mais marginalizada ainda na licenciatura de química dentro dos institutos. Os currículos são pensados dentro de uma solução técnica: se o profissional professor sabe Química, tanto teórica quanto prática, ele saberá ensinar. (grifo nosso)

Diante desta argumentação que nos traz Maldaner agora me é possível compreender porque nossas aulas de Química tinham um enfoque predominantemente técnico. Como não havia turmas específicas para os acadêmicos que iriam seguir a carreira do magistério, nossas aulas eram ministradas juntamente com alunos de outros cursos. Portanto, a conotação que se estabelecia para as disciplinas da Química naquelas aulas eram mais técnicas do que pedagógicas em função destes cursos serem voltados para as áreas tecnológicas. Tais cursos não tinham o intuito de formar professores, logo não existia diferenciação entre as aulas destinadas aos estudantes destas áreas e os da área pedagógica.

Por isso as disciplinas pedagógicas se apresentavam de maneira à parte, e sempre desarticuladas dos conhecimentos específicos. Os modelos de como realizar o processo de ensino e aprendizagem foram aqueles herdados de nossos professores formadores de Química, por processo de imitação. Tal como denuncia, Maldaner (1999, p.290).

Os licenciados continuarão a desenvolver o ensino de química do jeito que o vivenciaram e acreditam ter aprendido química. Este é, aliás, o argumento usado por

muitos docentes universitários: eu aprendi assim, por que haveria de ser diferente com o meu aluno?

Quando iniciei minha docência em escolas públicas, nas esferas estadual e municipal, deparei-me com alguns professores que utilizavam experimentos como recursos metodológicos em suas práticas pedagógicas e outros que não o faziam. Estes últimos alegavam como motivos para a não realização de aulas experimentais: a falta de laboratórios ou, por vezes, materiais didáticos insuficientes para este fim e tempo para preparação destas aulas. Os professores que realizavam experimentação diziam que o principal problema que afetava o ensino de Química era a falta de aulas práticas, e que outras modalidades de aulas não seriam tão eficazes quanto a experimentação.

Partindo desses discursos podemos perceber que, das muitas tendências educacionais para o ensino das ciências, a experimentação sempre se configurou no imaginário de professores das ciências, como um recurso pedagógico imprescindível nas boas aulas, justamente por entenderem que os fenômenos naturais podem ser melhor compreendidos por meio de modelos desenvolvidos no ambiente laboratorial, acreditando que as aulas experimentais, além de propiciarem o saber científico, favorecem o interesse e a motivação dos alunos nas aulas de ciências.

Entendem esses professores, que os modelos experimentais desenvolvidos no laboratório, podem simular os eventos da natureza e que suas observações contribuem com a aprendizagem das ciências. Não raro, os professores apontam como principais motivos para o baixo índice de aprendizagem em disciplinas das ciências (química, física e biologia), a falta de laboratórios, o desaparecimento e a inadequação desses ambientes nas escolas, como citado anteriormente.

Esse panorama histórico que ora descortinamos, e que remontam os caminhos percorridos nessa trajetória de formação científica, ora como alunos, ora como professores e que resultaram em inquietações que acabaram por proporcionar novos olhares sobre as aulas experimentais como estratégia pedagógica, pois acreditávamos serem elas de suma importância para melhor entendimento do conhecimento científico.

Galiazzi e Gonçalves (2004) sinalizam que professores consideram as aulas experimentais importantes e motivadoras por elas proporcionarem aos alunos, por meio das observações das práticas, algo diferente do seu cotidiano escolar. Entendem, também, que as atividades experimentais podem influenciar em suas futuras escolhas profissionais, devido às habilidades que se adquirem nessas modalidades de ensino.

Mas, engana-se quem supõe que é contemporânea a idéia de que a experimentação é instrumento imprescindível para se alcançar as “verdades” nas ciências. “Quem possua a noção sem a experiência, e conheça o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se-á muitas vezes no tratamento”. (ARISTÓTELES, 1979 apud GIORDAN, 1999, p.43).

O pensamento aristotélico (escolástico) que norteou as ciências naturais na idade média preconizava a necessidade de um tratamento empírico (método indutivo) para se chegar aos conhecimentos universais da natureza e, portanto, ignorar essa abordagem seria correr o risco de chegar a saberes equivocados. No entanto, nessa corrente filosófica a experimentação ainda se caracteriza de uma forma empírica e superficial, ou seja, inexistia a preocupação com o rigor e controle experimental, elementos que se farão presentes a partir das proposições de Francis Bacon (1561 – 1626) e que irão estabelecer de forma clássica a noção de experimentação. Essa influência encontra-se, presente no ensino de Química. Giordan (1999, p.45) expressa essas reflexões quando ressalta que:

Cumprir destacar a característica de controle que a experimentação passa a exercer com a transformação do pensamento científico. Esse controle, exercido sobre as

variáveis inerentes ao fenômeno em estudo, subsidia a prática empírica de adotar a precisão da medida da variável como critério mais adequado de julgamento do fenômeno, que durante o advento da fase racionalista da ciência passa a ocupar o lugar da prática aristotélica de privilegiar os sentidos na abordagem do fenômeno. O empírico avança para a compreensão do fenômeno à medida que abstrai os sentidos e se apóia em medidas instrumentais mais precisas, passíveis de reprodução extemporânea.

A partir do século XVII ocorreu ruptura com as práticas de investigação vigentes baseadas na lógica aristotélica. Bacon propõe um novo método científico para se conduzir à busca da verdade em sua obra “*Novum Organum*”, cujo título é uma provocação ao “*Organum*” de Aristóteles, que traduz justamente a necessidade de dar um passo à frente relativamente ao velho *Organum* do filósofo grego.

Francis Bacon considerava o método indutivo de Aristóteles vulgar por utilizar experimentações superficiais e inocentes e essas partem das sensações e das coisas particulares para as universais.

Só há e só pode haver duas vias para a investigação e para a descoberta da verdade. Uma, que consiste no saltar das sensações e das coisas particulares aos axiomas mais gerais e, a seguir, descobrirem-se os axiomas intermediários a partir desses princípios e de sua inamovível verdade. Esta é a que ora se segue. A outra, que recolhe os axiomas dos dados dos sentidos e particulares, ascendendo contínua e gradualmente até alcançar, em último lugar, os princípios de máxima generalidade. Este é o verdadeiro caminho, porém ainda não instaurado. (BACON, 1973, p.22)

O objetivo de Bacon quando se contrapôs a idéia de Aristóteles era elaborar um novo método experimental que levasse o homem a conhecimentos verdadeiros dos fenômenos naturais. Para isso ele criou as *tábuas e coordenações de instâncias* que eram os registros de dados obtidos pela observação e experimentação.

Tais tábuas objetivavam capturar, por meio de registros minuciosos e rigorosos a presença ou ausência de determinados fenômenos em determinadas situação e, ainda, o grau ou intensidade em que tais fenômenos se manifestavam. Assim, a experiência é o guia do método indutivo ou empírico de Bacon, caracterizando-se pela sistematização ou generalização de conhecimentos a partir da observação e/ou experimentação.

Os que se dedicaram às ciências foram ou empíricos ou dogmáticos. Os empíricos, à maneira das formigas, acumulam e usam as provisões; os racionalistas, à maneira das aranhas, de si mesmos extraem o que lhes serve para a teia. A abelha representa a posição intermediária: recolhe a matéria-prima das flores do jardim e do campo e com seus próprios recursos a transforma e digere. Não é diferente o labor da verdadeira filosofia, que se não serve unicamente das forças da mente, nem tampouco se limita ao material fornecido pela história natural ou pelas artes mecânicas, conservado intato na memória. Mas ele deve ser modificado e elaborado pelo intelecto. Por isso muito se deve esperar da aliança estreita e sólida (ainda não levada a cabo) entre essas duas faculdades, a experimental e a racional. (BACON, 1973, p.69)

A concepção positivista de Auguste Comte (1789 -1857), que serviu de paradigma para as ciências durante os séculos XIX e XX e ainda perdura até hoje, foi fortemente influenciada pelo empiricismo-indutivismo de Bacon. Comte definiu a palavra "positivo" com sete acepções: real, útil, certo, preciso, relativo, orgânico e simpático. Esta corrente filosófica estabelece a experimentação por meio da observação, como critério de verdade e conhecimento das ciências.

Enfim, no estado positivo, o espírito humano, reconhecendo a impossibilidade de obter noções absolutas, renuncia a procurar a origem e o destino do universo, a conhecer as causas íntimas dos fenômenos, para preocupar-se unicamente em descobrir, graças ao uso bem combinado do raciocínio e da observação, suas leis efetivas, a saber, suas relações invariáveis de sucessão e de similitude. A explicação dos fatos, reduzida então a seus termos reais, se resume de agora em diante na ligação

estabelecida entre os diversos fenômenos particulares e alguns fatos gerais, cujo número o progresso da ciência tende cada vez mais a diminuir. (COMTE, 1983, p.4).

Silva e Zanon (2000, p.126) comentam que essa concepção positivista ainda se encontra muito presente no atual ensino de ciências e disso decorre que, nessa abordagem, há a necessidade de fidelidade a um único método científico aceitável (experimentação) que é imune às falhas ou erros, se constituindo a palavra final para se chegar a uma educação científica.

Somente é considerado inquestionável ou verdadeiro aquele conhecimento que advém de fenômenos observáveis empiricamente [...] Como mostra a realidade do atual ensino de ciências, tal concepção tem sido mantida de maneira reiterada junto aos professores da área, que costumam atribuir importância às atividades práticas – experimentais ainda que não se preocupem efetivamente com o modelo organizador do ensino e da aprendizagem nas suas salas de aula.

Nesse sentido, a maioria dos professores entendem a experimentação somente como estratégia de ensino, como atividade complementar à teoria científica e elemento de motivação para os alunos, em detrimento da compreensão de experimentação como abordagem de ensino, que está condicionada à natureza epistemológica do conhecimento, mais do que na dependência de fatores contextuais, institucionais.

Entender o uso pedagógico da experimentação nessa perspectiva nos liberta da necessidade da separação entre aulas teóricas e práticas, ou seja, do aspecto de complementaridade e hierarquização entre teoria e prática. Portanto, a concepção de abordagem de ensino das aulas experimentais se mostra mais produtiva, em termos educativos, do que a de estratégias, na medida em que na visão de estratégias as práticas de laboratório são pontuais, fragmentadas, e, esgotado o aspecto motivacional (quando se consegue atingi-lo) elas perdem o sentido pedagógico que deveriam conservar para além das alegrias do momento de execução de um experimento.

Na visão de abordagem, as práticas experimentais não são estanques ou dissociadas do mundo do aluno, se prioriza os conhecimentos prévios deles e o conhecimento é completo, complexo permeando todo o ensino das ciências, inclusive estabelecendo relações entre o aspecto social e histórico dos elementos envolvidos no processo de ensino aprendizagem, isto é aluno, professor conhecimento

Como assinalado anteriormente, durante nossa trajetória escolar como alunos e professores as aulas experimentais se fizeram presentes. Até mesmo em nosso imaginário de crianças, as temáticas das ciências experimentais estavam presentes por meio dos filmes e seriados estadunidenses que assistíamos na televisão daquela época. Eram cientistas com seus jalecos brancos que construíam máquinas maravilhosas que nos arremessavam, e a nossos heróis vespertinos, em aventuras através do tempo e do espaço.

Ficávamos extasiados com toda aquela tecnologia que a ciência propiciava para aquelas personagens dos filmes que tanto admirava. Nessa representação a ciência nunca era vilã, era ética e sempre trilhava no lado do bem. Logo, as aulas experimentais se mostravam sedutoras, pois poderíamos praticar na escola aquilo que víamos na televisão, ou seja, ao vestir o jaleco branco e manipular a aparelhagem de laboratório poderíamos transmutar-nos nos cientista dos seriados.

Não percebíamos naquela época de estudantes primários os discursos que os seriados traziam subliminarmente em seus roteiros televisivos. Não poderíamos imaginar, por exemplo, que as aventuras mágicas e despretensiosas de *Jeannie, é um gênio*² escondiam uma faceta da guerra

² Série de televisão estadunidense transmitida de 1965 a 1970, que contava as aventuras de uma moça chamada Jeannie, que é um gênio das histórias das Mil e Uma Noites, e seu amo o major Anthony Nelson, piloto da Força Aérea Americana e astronauta da NASA (Agência Aeroespacial estadunidense)

fria, que foi a corrida espacial. Os episódios deste seriado usualmente traziam como pano de fundo a superioridade tecnológica e científica dos Estados Unidos e seus aliados em relação a outros países. Aliás, geralmente os heróis-cientistas eram estadunidenses ou ingleses e ambos tinham um inimigo em comum, os soviéticos.

Nessa perspectiva, parecia que o mundo ocidental detinha as maiores e melhores condições tecnológicas de proteger nosso planeta de toda sorte de infortúnios; guerras, conspirações internacionais e cataclismos naturais. Hoje, com o fim da guerra fria os vilões não são mais os soviéticos e sim os terroristas de alguns países árabes.

Foi nesse contexto que emergiram as condições de possibilidades de produção de uma ciência fantástica acessível a todos e de um ensino experimental redentor que estimularia a formação de novos cientistas, tão bons e tão éticos quanto os bons cientistas que povoaram nossas tardes a frente da televisão. Assim nossa geração foi seduzida a entrar nesse mundo fantástico da ciência sem se aperceber dos significados e sentidos presentes nisso.

Seduzido pelo colorido e fantástico mundo da “ciência” que invadia nosso ambiente doméstico, acreditamos como muitos no conhecimento testado, nas verdades verdadeiras enunciadas por uma ciência que tinha na experimentação, na “comprovação” empírica sua maior arma de convencimento.

Por ter sido cultivada nos inúmeros discursos que nos atravessaram essa visão perdurou em nossa formação profissional e adentrou nossa sala de aula, encontrando-nos, agora, na condição de professores. Professores que professam uma ciência, um conhecimento, porta vozes de uma tradição que permaneceu irrefletida até bem pouco tempo.

Como nossos colegas professores, acreditamos na experimentação como estratégia imprescindível para educar as novas gerações dentro da mais fiel tradição da empiria científica. Desejamos e defendemos incansavelmente a existência de laboratórios pedagógicos muito bem equipados, alegando que sem os quais nosso ensino jamais teria a qualidade pretendida.

O aspecto narrativo e (auto) biográfico deste estudo foi imprescindível, pois ele possibilitou-nos percorrer as discussões que emergiram das questões problematizadoras desta pesquisa, porque tais questões também fazem parte de nosso cotidiano de professores. Nos proporcionou, ainda oportunidade de refletirmos sobre as concepções de ciências incorporadas por nós e nossos pares durante nossas trajetórias escolares, e profissionais,

Assim como nos foi de extrema relevância entender os fatores que concorreram para a retenção de tais visões de ciência, que conseqüentemente caracterizou e ainda caracteriza nosso trabalho docente.

Por meio dessa pesquisa, tivemos a chance de esquadrihar nosso caminho como professores e a oportunidade de várias vezes voltar a trás, nos vermos e revermos, nos reencontrar com as prática experimentais, que agora tomam nova dimensão e compreensão em nossa vida pessoal/profissional.

Referências

AMARAL, I. A. **Conhecimento Formal:** Experimentação e estudo ambiental. *Ciência & Ensino*, p.10–15, dez.1997.

AUSUBEL, D. P. **Psicologia Educativa: um ponto de vista cognitivo.** México. Editorial Trilhas, 1976.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACHELARD, G. **O Novo Espírito Científico**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro 1995.

BACON, F. **Novum Organum**. Coleção Os pensadores; Tradução de José Aluysio Reis de Andrade. 1ª ed. São Paulo: Abril Cultural, 1973.

CHASSOT, A. I. **Ensino de Ciências no começo da segunda metade do século da tecnologia**. In: Alice Casimiro Lopes; Elizabeth Macedo. (Org.). Currículo de Ciências em debate. 1ª ed. São Paulo: Papirus, p. 13-44, 2004.

COMTE, A. **Discurso sobre o espírito positivo/ Curso de Filosofia Positiva** Coleção Os pensadores; Tradução de José Arthur Giannotti e Miguel Lemos 2ª Edição. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

GALIAZZI, M. C; GONÇALVES, F. P. **A Natureza Pedagógica da Experimentação: Uma Pesquisa na Licenciatura em Química**. Química Nova, v. 27 n.2, p.326-331, mar/abr 2004

GALIAZZI, M. C; GONÇALVES, F.P; ROCHA, J. M. B; SCHMITZ, L.C; GIESTA, S; SOUZA, M. G. **Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências**. Ciência & Educação, v7, n2, p.249-263, ago 2001

GIL PÉREZ, D. et al. **Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio?** Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 2, p. 311-320, 1999.

GIORDAN, M. **O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências**. Química Nova da Escola, n.10, p.43-49, nov 1999.

HENNIG, G. J. **Metodologia do Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Mercado Aberto, 1986.

HODSON, D. **Hacia um Enfoque Más Crítico Del Trabajo de Laboratorio**. Enseñanza de las Ciencias, v12, n3, p.229–313, 1994.

KRASILCHIK, M. **Reformas e Realidades: O caso do ensino de ciências**. São Paulo: São Paulo em Perspectiva, v14, n1, p.85-93, 2000.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química**. Ijuí. Ed. Unijuí, 2006.

_____. **A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de Química**. Química Nova, v. 22, p.289–292, mar/abr 1999.

MOURA, N.G; **Visão e Virtudes Pedagógicas do Ensino Experimental da Química: O que dizem professores de Química que utilizam a experimentação em suas práticas pedagógicas?** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

SANTOS, M. E. **Mudanças Conceptuais em sala de Aula: Um desafio Pedagógico**. Lisboa, Livros horizonte, 1991

SCHNETZLER, R. P. **Construção do Conhecimento e Ensino de Ciências**. Em Aberto, Brasília, ano 11, n.55, p.17-22, jul/set 1992

SILVA, L. H. A; ZANON, L. B. **A Experimentação no Ensino de Ciências** SCHNETZLER, R.P (Org.); ARAGÃO, R. M. R (Org). Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens. Piracicaba: UNIMEP, p.120–53 2000.