

# O LABORATÓRIO COMO ESPAÇO DE CONFRONTAÇÃO DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO ENSINO E NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS E A PRÁTICA DOS PROFESSORES

*MAINEIDE ZANOTTO VELASQUES \**

## INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos de docência da disciplina Prática de Ensino de Ciências, no curso de Biologia da Universidade Católica Dom Bosco, várias situações no ensino e aprendizagem de ciências foram sendo notadas nas diversas escolas de 1º grau de Campo Grande.

Poucas escolas possuem um laboratório como espaço organizado e os professores das escolas que o possuem, em geral, usam-no esporadicamente, como demonstração da “verdade”, para confirmar que não se equivocaram na apresentação do conteúdo, ou como recurso para favorecer a fixação do conhecimento, numa concepção simplificadora da relação teoria-prática.

Professores das escolas que não possuem um espaço destinado ao uso tradicional de laboratório permanecem na expectativa de possuir um. Estes em geral não utilizam os espaços naturais existentes na escola, para elaboração e realização de aulas práticas e, freqüentemente, sentem

---

\* Mestre em Educação. Chefe do Departamento de Biologia da UCDB.

que não cumpriram todos os seus objetivos.

Há também escolas que destinam um espaço para o uso regular de suas aulas práticas, mas a sua utilização não é usual, pois a administração das mesmas considera que os equipamentos ali existentes são caros e dificilmente seriam repostos em caso de danos. Assim, os laboratórios são, muito mais, ambientes para fazer exibição, quando necessário, permanecendo fechados na maior parte do tempo, uma vez que sua utilização se restringe aos horários previamente definidos e sem regularidade.

As situações apontadas, somadas à formação acadêmica dos professores de ciências, que nem sempre utilizaram o laboratório como sendo o espaço e a forma de integrar as disciplinas no seu próprio curso de graduação, conduzem a um ensino de ciências meramente teórico e desarticulado dos outros conteúdos vistos nas séries anteriores, bem como das outras disciplinas do mesmo ano letivo e, ainda, desvinculado da realidade diária dos alunos.

As observações feitas nos anos de magistério, nos cursos de formação e atualização de professores de ciências nas escolas de 1º grau, levaram-me a investigar a interferência do uso de atividades de laboratório como atividades que proponham construção de conceitos, descobertas, em que a teoria e prática não sejam dicotômicas nem complementares, mas que a relação aconteça em todos os momentos da vida escolar e diária, na aprendizagem de ciências no 1º grau.

Muitos professores não se sentem aptos a trabalhar no laboratório, alguns por não terem tido acesso, no seu período de graduação, outros por o terem concebido sob outra ótica. A formação do professor em serviço deve incluir atividades que possibilitem e facilitem a integração dos conhecimentos adquiridos na graduação e na atuação em sala de aula, favorecendo a esses professores pouco experientes com situações didáticas o envolvimento do uso de laboratório, para que possam se sentir mais seguros e confiantes.

Tradicionalmente, o *“laboratório é entendido como o espaço organizado de forma que permita o estudo sistemático em situações*

*controladas*”. Considera-se as aulas de laboratório como alicerce para a elaboração dos conceitos básicos, e os professores, de um modo geral, parecem depositar nelas as esperanças de se atingir os objetivos de estimular interesses, adquirir habilidades e atitudes científicas, definir conceitos, “treinar” observações, desenvolvendo nos alunos o gosto pela Ciência (Barbieri, 1988).

Neste trabalho, o laboratório de ciências é entendido como sendo o espaço natural ou artificialmente organizado, cotidianamente vivido, experimentado, que muitas vezes não é relacionado, incorporado e experimentado pelos professores e alunos para romper a dicotomia, freqüentemente existente, entre a teoria e a prática das aulas de ciências. Assim, não se necessitaria obrigatoriamente de uma sala de aula onde pudessem ocorrer sistematicamente as aulas, mas um espaço que favoreça o estabelecimento de relações, necessárias à construção dos conhecimentos.

Entendido como espaço que favoreça as relações, as situações vivenciadas no laboratório podem muito bem contemplar vários aspectos do ensino e aprendizagem, servindo de ponte, intermediária e artificial, para um novo conceito ou idéia propostos; subsidiar novos conceitos, facilitando, direta ou indiretamente, a aprendizagem significativa. Não deve ser considerado como essencial, o ensino de ciências pode acontecer de modo significativo, mesmo sem a presença física desse tipo de espaço.

Outro papel do laboratório, em termos mais amplos, implica a consideração do que o aluno já sabe, no sentido de evidenciar, ressaltar os conhecimentos que ele já traz de seu período escolar anterior ou até mesmo não escolar, conhecimentos que ele constrói no seu cotidiano, ao se buscar chamá-lo para tentar dar sentido às coisas que acontecem à sua volta. Assim, as atividades realizadas podem “*induzir os alunos a refletirem sobre suas próprias concepções*” (Zylberstarjn, apud Vaz, 1986:58).

Esses conhecimentos prévios têm importância no processo de construção de conhecimentos científicos, pois muitos deles funcionam como base; outros precisam ser gradativamente substituídos por novos conhecimentos, melhores e mais elaborados que os primeiros;

e outros, ainda, se constituem em verdadeiros obstáculos ao conhecimento científico, necessitando ser questionado, superado, removido para dar lugar a concepções cientificamente fundamentadas.

Precisa também ser criada a consciência de que as concepções alternativas, ainda que expliquem situações mediante conceitos não científicos, pela sua natureza casuística, só podem explicar restritamente algumas situações, limitando-se a fornecer explicações para situações específicas e pontuais. Essas mesmas situações, em termos relacionais, podem ser melhor explicadas pelos conceitos científicos que, uma vez construídos, são mais fecundos e mais úteis.

Outro papel que pode ser atribuído ao laboratório, tendo em vista o processo de construção do conhecimento, é permitir que o aluno evidencie e reconheça alguns erros, considerados aqui como fonte de produção de novos conhecimentos, dos chamados conhecimentos científicos, e não como bloqueadores do processo. A evidência e a tomada de consciência dos conceitos errôneos, vistos anteriormente à Bachelard como indesejáveis e até excludores de alunos do processo escolar, passam a ser vistos com importância diferenciada, a de promover a ruptura com os conhecimentos prévios, caminho para construção de conhecimentos científicos significativos para os alunos.

O laboratório, entendido da forma apresentada, independente do espaço geográfico, mas promovedor dos procedimentos científicos, possibilita a definição de estratégias de aprendizagem que vão ao encontro dos grandes objetivos das ciências: a promoção de conhecimentos que tenham valor para os alunos e que sejam pertinentes ao seu cotidiano, pois podem ser contextualizados na sua vida comum.

As constatações e as indagações aqui expressas motivaram a realização do presente estudo, visando investigar dois aspectos complementares relacionados ao ensino e à aprendizagem das ciências: o uso do laboratório conforme a visão e a prática dos professores de ciências; e as condições e dificuldades para se organizar e conduzir situações de laboratório que contemplem os conhecimentos prévios

dos alunos e favoreçam a construção de conhecimentos significativos por eles.

A primeira vertente do estudo envolveu 123 professores de Ciências que lecionam nas redes estadual, municipal e particular de Campo Grande, mediante a utilização de questionários e entrevistas. A outra vertente do estudo, que trata das dificuldades relacionadas às aulas práticas, foi desenvolvida numa 5ª série do primeiro grau do Colégio Dom Bosco, em parceria com a professora responsável pela classe.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Como embasamento teórico, houve as contribuições das abordagens cognitivistas na formulação de princípios norteadores da prática pedagógica, com vistas ao ensino e aprendizagem de ciências; e a identificação das influências teóricas no ensino e aprendizagem de ciências, relacionando a prática didática a esses princípios básicos.

A teoria cognitivista de Ausubel se baseia no processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso de informações envolvidas no processo de cognição, atribuindo significado à realidade.

*“A aprendizagem significativa (...) implica relacionar de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente para assim proceder” (Ausubel, 1980:23).*

É por isso que no processo de ensino, os professores precisam levar em conta a clareza e organização do conhecimento que os alunos já apresentam, ao introduzir novos conceitos e proposições que sejam relevantes e abrangentes, para favorecer aprendizagens significativas.

Ausubel também distingue a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica. A primeira advém de relações significativas (de significação), que permitem a integração da nova idéia à anteriormente elaborada, enquanto que na segunda a inter-relação não se estabelece ou se estabelece frouxamente, dando vulnerabilidade à aprendizagem, pois não há associação a conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, isto é, ao que o aluno já sabe, já conhece. Aulas práticas de laboratório são significativas quando “*construídas sob uma base de princípios claramente compreensíveis... e as operações envolvidas para sua realização são significativas*”. Ausubel (1980:24) afirma:

*“... as experiências realizadas sem a compreensão dos princípios metodológicos dos fundamentos envolvidos, conferem pouca qualificação do método científico (...). Os estudantes realizam-nas apenas memorizando automaticamente procedimentos mecânicos.”*

As idéias fundamentais de Ausubel inspiraram vários estudos, e particularmente, a partir dos anos 80, um movimento iniciou-se acreditando que os alunos trazem consigo, ao ingressar na escola, forma, concepções alternativas que precisam ser consideradas no processo de escolarização. O termo “concepções” refere-se a representações particulares do indivíduo, mais ou menos dependentes do contexto, são mais ou menos espontâneas e compartilhadas por grupos de alunos. Ao adjetivar o termo concepção com o termo alternativa, os autores querem fortalecer o conceito de que tais concepções não têm a estrutura científica, mas funcionam, para o aluno, como alternativa aos conceitos científicos correspondentes

É com esse modo particular de explicar o mundo e os fenômenos que nele ocorre, que a criança inicia a aprendizagem dos conceitos científicos, que devem ser evidenciados pelos professores para orientar o processo de ensino e aprendizagem, permitindo a mudança conceitual desses conceitos.

Então, é necessário levar em consideração dois enfoques essenciais para a atuação didática na sala de aula: **primeiro**, é preciso respeitar o saber construído pelo esforço pessoal de investigação e o sentido que o aluno dá ao mundo e aos fenômenos naturais; e,

**segundo**, é competência da escola apresentar ao aluno um corpo de conhecimentos científicos que, mesmo sendo provisórios e inacabados, são respeitados e aceitos pela comunidade científica. Isso requer, então, colocar em questão aquele saber “pronto” com que o aluno chega à escola, confrontando-o com o que a escola lhe apresenta.

A grande questão que ainda continua não resolvida (ao menos totalmente) é como conciliar esses dois saberes e encontrar o(s) processo(s) que faz(em) passar de um ao outro; o saber que o aluno já tem elaborado e nem sempre se coaduna com o saber científico, mas tem importância ou significância para explicar a realidade onde está situado. Mudar significa alterar, modificar um conhecimento pouco elaborado para outro mais refinado, mais elaborado, mais ordenado. Não consiste simplesmente em substituir um pelo outro. Nisto reside um dos principais propósitos da escola e também um dos seus mais difíceis desafios.

A atenção maior de Ausubel recai nos conhecimentos prévios que deverão ser relacionados aos novos conceitos, idéias, proposições, daí a sua máxima - *“o fator mais importante que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo”* (Ausubel, 1980:137). Tomando a sério tal princípio, estimula-se os professores para procurar e localizar os conhecimentos e em que nível eles estão. Só a partir daí é que se deve fazer as novas propostas, a fim de firmá-las ao já conhecido.

É por isso que as idéias fundamentais de Bachelard, que define os **obstáculos epistemológicos** como *“resistência do pensamento ao pensamento”*, porque

*“... dizem respeito a aspectos intuitivos, imediatos e sensíveis; a relações imaginárias; a conhecimentos gerais, a interesses, hábitos e opiniões de base afetiva, etc. São **erros**, investidos de tal energia psíquica, que se tornam tenazes e resistentes a toda a mudança (...), são passos que, sendo obrigatórios e necessários à conceitualização e ao progresso*

*da razão, são, também, uma das principais causas de estagnação e mesmo de regressão”* (Santos, 1991:136; Bachelard, 1996:17).

O **erro** para Bachelard é a forma de constituição e do progresso do saber científico, daí ser considerado necessário para a construção do pensamento. Ele se constitui de um esquema de conceitos não isolados, que interfere em toda estrutura, sendo necessário, portanto, evidenciá-lo e substituí-lo, e não simplesmente corrigir suas partes, uma a uma.

A **retificação** é conceito chave da epistemologia bachelardiana e surge da relação dialética erro-verdade. O termo emprestado, transposto da química, significa purificar, redestilar, separar (duas ou mais) substâncias para torná-la mais pura. Então, na relação erro-verdade, a verdade surge do erro retificado, pois a retificação apaga as particularidades que se encontram no erro. O conhecimento científico constitui-se, portanto, de um conjunto de erros retificados, pois, como sublinha Bachelard (1996:293), “*não há verdade sem erro retificado*”.

As concepções alternativas, então, são consideradas como erros positivos, erros úteis e normais. Vistas deste modo, as concepções ganham outro significado, exigindo, portanto, outro tratamento.

É desse ponto que deve partir a investigação da questão da aprendizagem e da construção do conhecimento científico, pois são os obstáculos que dificultam a manifestação de um pensamento racional, constituindo-se em barreiras ao avanço para as concepções científicas. Assim, os obstáculos epistemológicos passam a ser obstáculos pedagógicos, uma vez que impedem a atividade racional dos alunos.

Bachelard propõe que, ao se construir novo conhecimento, é necessário que haja a ruptura entre o que chamamos de senso comum e o que é científico. Na nova construção, não há solução de continuidade, ou seja, o novo conhecimento não se constrói apenas “melhorando” o senso comum; porque se assim acontecer, as (re)ligações nunca serão eficientes para promover a mudança de atitudes, as mudanças na estrutura cognitiva do aluno.

Isto significa que o processo de ensino e aprendizagem deve ser pensado e organizado para promover as tomadas da consciência, pelos alunos, de como o conhecimento do senso comum é produzido e da necessidade de se buscar procedimentos mais racionais para a ciência. Ou seja, tomar, como objeto de reflexão, o processo de produção das duas formas de conhecimento e também examinar, analisar, discutir a validade, a abrangência, a aplicabilidade de um e de outro.

As concepções alternativas procedem da “experiência primeira”, sendo, portanto, conhecimentos intuitivos, que se dão no limite dos sentidos, sem provocar a reflexão. Essa forma de conhecimento promove o imobilismo da razão e a estruturação da memória imobilística que “*retém os fatos e esquece as razões*” ou mantém as mesmas razões primeiras usadas para dar sentido ao conhecimento comum. Como organizar um pensamento subjetivo racional, um conhecimento científico a partir da experiência primeira, é o grande desafio pedagógico.

É necessário que haja uma ruptura atrás de outra até que ocorra a grande ruptura desejada: “*a ruptura entre o processo de construção do conhecimento comum e o processo de construção do conhecimento científico*”.

Considerando as concepções alternativas como construções elaboradas antes (ou fora) do período escolar (e até mesmo na escola) e interferentes na aprendizagem, cabe ao professor buscar estratégias de ensino e de aprendizagem para promover a ruptura com tais concepções, objetivando alcançar a construção de conceitos científicos a partir delas mesmas. A caminhada inclui erros e acertos necessários à formação do pensamento racional.

O que se pode dizer ao professor é que, antes de pretender provocar a mudança conceitual nos alunos, procure provocar, neles mesmos, atitudes que os permitam a mudança ou em que preponderem a mobilidade intelectual sobre a imobilidade. É como que “*confessar as nossas falhas intelectuais*” (Santos, 1991:211), para romper com os nossos obstáculos, o maior deles, talvez, o entendimento de que a

ciência se apresenta acabada e infalível. Pelo contrário, é importante perceber, para mostrar, que a ciência está em contínuo progresso e os conhecimentos até então formados podem ser falíveis.

Bachelard chama de *bloqueio intelectual* do professor a tendência para ensinar os conhecimentos aprendidos no período de sua própria escolaridade, reproduzindo-os com uma constância ano após ano para os alunos; atentando inclusive para as mesmas falas nos momentos precisos, as mesmas atitudes seguras para justificar as mesmas razões. Esse imobilismo intelectual faz com que o professor se porte como um mero transmissor de um conhecimento igualmente imobilizado para os seus alunos, que, provavelmente, farão o mesmo mais tarde.

Daí a necessidade de continuar na escola o que significa a importância do professor de 1º grau rever os seus conceitos e, principalmente, a forma como trabalha esses conceitos com seus alunos. Precisa continuar a estudar, a pesquisar, manter contato com a ciência, que propicia ao mesmo a possibilidade de observar a falibilidade dos conhecimentos, a questioná-los continuamente.

O não estar presente na escola inibe ou não favorece a atividade científica, as discussões e reflexões acerca do conhecimento, ensino, aprendizagem, métodos, elaborações criativas. Os professores não rompem com a ligação do seu período escolar e conformam-se com uma situação cíclica comum nas nossas escolas: os alunos, sem base, evadem ou são reprovados e retornam ano seguinte para ouvirem as mesmas lições, ensinadas da mesma forma que não aprenderam no ano anterior.

Ao professor ocupado em promover as mudanças conceituais, necessárias e desejadas, cabe, portanto, encorajar os alunos a explicitarem ou identificarem as suas concepções alternativas, e contribuir para promover em ocasiões precisas as conexões, as afirmações ou negações que conduzem às contradições; os pressupostos que validem ou não suas afirmações.

Em seguida, há a necessidade de avaliar, afastar ou limitar,

por invalidação, as concepções alternativas, visando fazer com que os alunos se habituem a desconfiar do que já conhecem. A estratégia provoca a desequilibração nos alunos e funciona como primeira tentativa para desestabilizar as representações dos alunos. Assim, o aluno começa a refletir, avaliar, explicitar sobre o que ainda não sabe, ou seja, sobre a produtividade do seu pensamento em relação ao dos outros.

Por isso, o aparecimento de conflitos cognitivos é favorecido. São eles que vão criar a insatisfação com as concepções alternativas presentes e a tensão necessária para procurar soluções que sejam mais gerais e satisfatórias, portanto, a generalização pelo **não** deve incluir o que ela nega, sendo, assim, uma generalização dialética.

Os conflitos cognitivos “provocados” pelas concepções alternativas próprias e as dos demais colegas do grupo contribuem para que se abra espaço para as concepções científicas noutra fase. Importante é o professor contribuir para a seleção de instrumentos (experiências, contra-exemplos, evidências teóricas, entre outros) que confrontem e, a partir daí, invalidem as concepções alternativas ainda existentes ou, no mínimo, reconheçam a consistência e inconsistência entre o que se afirma e, então, aprendam a identificar e justificar a legitimidade das razões que tornam inválidas suas conclusões, como, por exemplo, raciocínios incorretos ou assunção de pressupostos falsos.

A introdução de novas idéias, de novos modelos, explicações e informações, por fim, é que promoverá a construção de novas idéias, completando o processo.

A atenção em aguardar um tempo para que a mudança integral ocorra é também um aspecto a ser contemplado pelo professor. Não se deve esperar que a introdução de uma idéia nova e contraditória gere uma mudança de idéias imediatamente. Alguns conceitos desmontados e (re)construídos, segundo essa concepção, já provocam, no professor, mais certezas sobre esta forma de condução do processo de ensino e aprendizagem de ciências, e o motiva para continuar as pesquisas em busca da superação dos obstáculos epistemológicos.

A comparação, verificação, validação dos níveis de abstração conseguidos são estratégias que demonstram e avaliam as conquistas intelectuais dos alunos e os remetem para reconstruir as novas idéias e perceber como elas estão sendo construídas, bem como a sua importância.

É recorrendo a trabalhos de laboratório, relatos de situações que levam à construção de conhecimentos científicos, leituras críticas sobre a produção da ciência, que se pode ter a vivência dos processos de estruturação, e se aproximar da metodologia científica. Estas estratégias contribuem para clarear e tornar mais acessíveis os esquemas de conhecimentos construídos e que podem ser usados em outras situações - nas mais familiares e nas mais científicas. Criar a consciência de que as concepções alternativas só explicam as situações pontuais, usando para isso conceitos não científicos; e essa consciência vai favorecer o rompimento das concepções e, a partir daí, produzir conhecimentos científicos.

É esse confronto dialético que vai preparar a ruptura com as velhas idéias. É pelo diálogo entre o obstáculo e sua negação que se oportuniza a reflexão sobre a extensão da mudança que as velhas idéias devem sofrer. Assim, promove-se a compreensão recorrente do erro, levando o conhecimento para outro nível, algo que permanece, mesmo com as mudanças acontecidas.

Foi com essa base teórica que a investigação sobre o uso das atividades de laboratório como apoio para o ensino e aprendizagem de ciências foi encaminhada, buscando elementos para análise da prática do uso do laboratório que se realiza, rotineiramente, nas escolas e compará-la com a prática assumidamente fundada numa concepção de ensino de ciências que tem como uma das suas principais metas a construção do pensamento científico.

## **DECISÕES METODOLÓGICAS PARA INVESTIGAR O USO DOS LABORATÓRIOS PELOS PROFESSORES DE CIÊNCIAS**

O trabalho consistiu em investigar quem são os professores que respondem pelo ensino de ciências em Campo Grande; que concepções trazem de ciência, ensino, aprendizagem, método científico; como conduzem suas aulas; como se relacionam com seus alunos ao promover a ciência, e o que fazem para melhor promovê-la; como lidam com a presença ou ausência de espaço físico destinado às aulas de laboratório; que realizações e frustrações sentem em suas jornadas; que recursos didáticos encontram disponíveis para a realização de suas aulas; de que forma suas experiências; ao longo da graduação, particularmente no que diz respeito ao uso do laboratório, contribuíram para sua formação docente.

Houve, também, a realização de um trabalho junto a uma escola que não possuía um espaço geograficamente delimitado destinado ao laboratório, sendo realizado numa sala de aula comum, mas que contemplava o objetivo de construir o pensamento científico, a partir de utensílios usados no dia-a-dia, para verificar a importância de aulas práticas para a formação do pensamento científico.

Como professora de Prática de Ensino de Ciências, no curso de graduação, algumas preocupações me acompanham: alguns conceitos construídos a partir dos conteúdos desenvolvidos na 5ª série, como a composição do ar (e que se mantém praticamente inalterada, quando pensada em termos de planeta), por exemplo, eram difíceis de serem desmontados nos acadêmicos do curso de Biologia. Então, este era o momento adequado para verificar, a partir da escolha por uma sala de 5ª série, e para acompanhar o processo da aprendizagem que foi feita.

Foi elaborado um questionário semi-estruturado. Esse questionário foi encaminhado, acompanhado de uma correspondência esclarecendo sobre os objetivos da pesquisa, a 140 professores da rede pública estadual, aos 54 professores da rede municipal e a 37 professores da rede particular, num total de 231 professores. O total

de questionários recebidos foi 79 (56%), 15 (27%) e 29 (78%), respectivamente. A partir das informações analisadas foram escolhidos 17 professores para uma entrevista, buscando o aprofundamento qualitativo das informações obtidas através do questionário.

## **ANÁLISE DOS RESULTADOS**

As concepções acerca do laboratório e das sua(s) função(s) no ensino e aprendizagem de ciências variam muito de acordo com as concepções que os professores têm sobre o processo de ensino e aprendizagem. O exame dos questionários respondidos e entrevistas realizadas com professores atuantes no ensino de ciências de 1º grau em Campo Grande demonstram a relativa variedade de concepções da função e conseqüente uso que se faz do laboratório.

O exame deste material permitiu o levantamento de categorias de análise que possibilitaram agrupar informações, compondo um painel significativo das representações que envolvem o ensino e a aprendizagem de ciências:

1 - Os conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida para o trabalho do professor. Em geral os professores referem-se ao senso comum como sendo aquilo que os alunos trazem consigo para a escola. É razoavelmente habitual ouvir dos professores que o início dos seus trabalhos se dá a partir do que os alunos trazem para a escola e só a partir daí programam suas atividades de sala de aula, dito de modo simplista e quase banal. Percebeu-se que a prática está distante desse modelo, fruto do processo de formação profissional, na maioria das vezes empirista.

2 - O papel atribuído às aulas práticas. Professores, alunos, pais são unânimes em dar às aulas práticas uma importância fundamental no ensino de ciências. A existência de escolas que apresentam um

espaço para essas atividades pouco ou quase nada têm feito para mudar o tipo de aula que os professores oferecem aos alunos, pois na maioria das vezes toda a motivação conseguida para esse tipo de atividade é canalizada para aulas demonstrativas e/ou “aulas-show”. Ao invés de aproveitar, o professor perde a oportunidade de desencadear um processo de trabalho onde o laboratório seja incorporado como um dos mecanismos de construção de conhecimento.

O ensino de ciências visa proporcionar ao aluno a transformação, a superação de suas idéias prévias, as mudanças das suas concepções. Para isso é que o laboratório deve ser uma atividade que favoreça a realização de ações transformadoras.

3 - A relação professor-aluno no ensino de ciências. Um grande número de professores diz que as relações interpessoais se constituem num fator primeiro para atrair os alunos para o processo de aprendizado de ciências e como suporte para as atividades de laboratório, o que exige um bom esforço do professor para agradar a sala inteira. O que se percebe é que a relação interpessoal da forma dita pelos professores não colabora necessariamente para o desencadear da aprendizagem, mas para uma afetividade que poderá ou não favorecer o processo de aprendizagem. Há, ainda, uma postura que permeia a ação docente de alguns professores. Muitos ainda enxergam a profissão de magistério como sacerdócio, como doação, em que seja fundamental uma relação de amor, acima de uma relação de seriedade e competência.

As aulas que propõem atividades experimentais podem exprimir mais intensamente a dualidade aprendizagem-afetividade, pois permitem que a relação de professor-aluno se estreite e ganhe confiança mútua no novo tratamento dado aos conteúdos. No processo de (re)construção dos conhecimentos, é indispensável que o aluno sinta-se seguro para expor seus pensamentos com a confiança de que não será humilhado por dizer coisas aparentemente confusas. É preciso tentar novos caminhos para suas hipóteses, errar e não ser banido do processo, romper com o “não sei”, buscar respostas para suas incertezas num clima de trabalho ao mesmo tempo que metucioso e disciplinado, também prazeroso, alegre, incentivador da participação.

Os procedimentos que favorecem os trabalhos realizados no laboratório devem englobar a confiança e respeito dos alunos e professores para, assim, sentirem seguros para expressar os resultados (e não apenas dizer a resposta que o “livro” considera correta), contribuindo para a aprendizagem significativa; as formas de linguagem adequadas para desencadear um bom diálogo, necessário para se reconhecer as construções e reconstruções do pensamento de ambos. As atividades realizadas no laboratório favorecem, também, ao estreitamento das relações mais afetivas entre professor e aluno, que, ao mesmo tempo, exigem trabalho metódico, disciplinado e incentiva a participação, o pensamento.

4 - O ensino de ciências e o espírito científico. Ao se falar sobre ensino de ciências é inevitável a referência ao desenvolvimento do espírito científico. Questionados sobre o assunto, os professores confirmaram, quase unanimemente, que o ensino de ciências relaciona-se diretamente com o espírito científico, e que para tanto contribuem criando a curiosidade para entender e explicar os fenômenos naturais, para valorizar a Natureza e oferecer melhores condições de vida ao homem, sendo também um mecanismo de relação social.

Para 35,5% dos professores, a curiosidade, sinônimo de espírito científico, é a grande motivadora da aprendizagem, confirmando que as aulas de ciências, principalmente as de laboratório, contribuem para estimular e favorecer o interesse dos alunos durante o processo de aprendizagem. Dos professores pesquisados, 50% tem a concepção de que o espírito científico corresponde à experimentação, compreende à capacidade de observação, de investigação dos porquês, que permitirá ao aluno generalizar e concluir sobre as questões pertinentes à ciência. Parece que essa é uma forma simplista de encarar o espírito científico; basta experimentar que o aluno muda de visão dos fenômenos. O que fundamenta essa concepção é a visão que o próprio professor tem da ciência, como algo pronto e acabado.

O espírito científico é também entendido como processo de interação do sujeito, construtor do conhecimento, e sua realidade, num diálogo crítico que permite e favorece ações transformadoras,

capazes de propiciar aos indivíduos uma reflexão continuada acerca das verdades científicas, temporárias, favorecendo a independência/ autonomia do pensar.

A educação em ciências precisa considerar, no seu aspecto prático, quais as concepções que os professores de ciências têm sobre o espírito científico, já que isso influencia no como ele ensina e por conseguinte no como o aluno (re)adquire os conceitos da ciência.

5 - A avaliação do ensino e da aprendizagem em ciências. É a avaliação que possibilita acompanhamento e, se necessário, o reencaminhamento, o reordenamento do processo.

Muitas vezes entendida como julgamento do aluno, ao invés de julgamento do processo -e neste caso a avaliação tem enfatizado o que o aluno não sabe, tomando o caráter punitivo, classificatório, rotulador- precisa recuperar o seu sentido de diagnóstico, que visa propor meios capazes de superar as dificuldades constatadas no processo.

Assim, a avaliação implica, então, em retomada. A partir do que se compreende de fato, e do que se nega, é que se pode (re)construir o novo, dar um outro sentido, outra importância e relevância ao conceito da avaliação. Quando o professor percebe a dificuldade do aluno para estabelecer relações. Essencial é não ficar apenas na identificação, ir atrás de mecanismos e estratégias que rompam com esse imobilismo que os obstáculos possam gerar, é tarefa da escola interessada na mudança. Os obstáculos desmontados, os conceitos prévios e as representações dos alunos, quando identificados e trabalhados, passam a ter novo significado para o processo de ensino e aprendizagem.

Os professores são produtos de uma formação em que a avaliação é identificada com medida. Poucos deles podem dizer que não temiam o dia de prova, que não temeram ser excluídos do processo, ao encontrar pela frente “aquele” professor que fazia questões que “pegavam” todo mundo. Um pouco disso sempre fica, consciente ou inconsciente, por um motivo ou outro. Para selecionar e continuar o processo de seleção. Para que as relações de poder, controle, disciplina continuem a existir na sociedade em que vivemos.

A proposta da escola é a formação de indivíduos autônomos, livres e a avaliação precisa contribuir nesse sentido, servindo de referência para (re)definir os caminhos que ela está buscando no seu processo de ensino-aprendizagem e não apenas podando os seus erros.

Os erros tomados como (re)construtores do conhecimento científico, como sendo positivos para o reconhecimento das concepções, dos obstáculos, segundo a concepção de Bachelard, é especialmente fecundo para se repensar as práticas de avaliação, particularmente no ensino de ciências.

6 - A formação do professor de ciências na graduação e nos cursos de formação continuada. A visão de ciências que é passada para os alunos nos cursos de graduação é marcada pela linearidade, pela concepção de ciência pronta, acabada, privilegiando a transmissão verbal dos conteúdos. A mudança desse paradigma requer a elaboração e execução de um projeto integral e funcional, em que todas as disciplinas do curso, e não apenas as chamadas pedagógicas -freqüentemente vistas pelos acadêmicos como menos importantes para sua formação profissional-, passem pela reestruturação e se mostrem mais comprometidas com a formação profissional.

A dificuldade que o professor tem de promover sua própria mudança conceitual passa pela dificuldade que ele tem de romper definitivamente com essa visão de ciência segundo a qual os conhecimentos científicos foram construídos de maneira linear, cumulativamente. O seu próprio ambiente favorece isso. A maioria dos professores acredita que uma vez graduados estão aptos para o desempenho de suas funções profissionais. Não sentem mais necessidade de estudar.

A tendência atual na formação de professores visa a mudança do paradigma empiricista para o emergente, de orientação construtivista, que requer, portanto, a mudança de suas concepções alternativas, pois as mesmas funcionam como obstáculos. Isso mostra porque muitos cursos de formação e/ou reciclagem não modificam a atividade do professor em sala, porque as mudanças não ocorrem ou

acontecem de modo fragmentado ou superficial, quando se apresentam soluções prontas, acabadas. Promover cursos de formação continuada que provoquem os conflitos cognitivos nos professores, ao invés de apresentar “novas técnicas” de ensino, pode muito bem ser o início do processo de mudança.

A necessidade de alterar as concepções e práticas docentes espontâneas, segundo a orientação construtivista, requer adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem de ciências conectados com a própria matéria apresentada nos cursos de formação ou de reciclagem, em que o aluno e professor em atividade apresentem suas necessidades, dificuldades para ensinar, e conheçam a importância que possuem na (re)construção dos conhecimentos científicos, para poderem organizar a aprendizagem de forma coerente.

## **A ORGANIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DE LABORATÓRIO**

A escola Dom Bosco não dispõe de uma sala destinada para as aulas práticas; então as aulas foram realizadas numa sala de aula comum, em grupos de 4 a 6 alunos. Usamos materiais simples, comumente encontrados nas casas dos alunos, como funil e vasilhas de plástico, vidros, garrafas descartáveis, canudos. O grupo recebia o material específico para o conjunto de práticas da aula. Os alunos mostravam-se extremamente ansiosos em realizar as práticas. Quando recebiam a relação das práticas programadas para aquela aula, queriam realizá-las todas e depois pensar nos resultados. Algumas das nossas discussões ocorreram meio apressadas e um tanto complicadas. As aulas de ciências ocorrem sempre isoladas (não geminadas) e com frequência o tempo era insuficiente para uma reflexão mais aprofundada. Na verdade, era muito importante saber dos alunos quais as respostas que buscavam as explicações das coisas que acontecem ao nosso redor diariamente. Alguns “conceitos” apresentados por eles mostraram-se equivocados,

como era de se esperar. As respostas misturavam conceitos, mostrando-os de forma desarticulada, e se preocupando com outras explicações que julgavam ser mais importantes, usando para tanto termos e explicações que julgavam “mais científicas”. Apesar de um tanto formais na linguagem (parece que eles faziam questão de explicar como gente grande, cientificamente), eles começavam a expor os seus pensamentos, como estavam formados, construídos. Essa segurança (ou vontade) de expor, de falar foi considerada positivamente. Os questionamentos que ocorreram a partir daí ocorreram para notar até que ponto aquilo que era tão pronto e corretamente respondido correspondia, de fato, ao pensamento científico construído. Na verdade, era importante que, para continuarmos, eles tivessem consciência da existência do ar. Naquela altura, algumas representações já haviam sido identificadas.

As explicações que as crianças apresentavam trazem consigo uma série de elementos que não se consegue detectar a princípio, por virem carregadas de valores e crenças que a criança, a família, o seu ambiente diário criam na sua estrutura cognitiva, e que interferem na aprendizagem, ora facilitando-a, ora dificultando-a.

O conhecimento empírico estruturado pelos alunos antes da escolaridade trouxe consigo traços subjetivos, difíceis de serem medidos e controlados pelo pesquisador, apresentando uma importância significativa para os mesmos e, por isso mesmo, igualmente difíceis de serem rompidos definitivamente. É como se fosse um “iceberg” que se mostra apenas superficialmente, deixando escondido uma série de conhecimentos não científicos, que acabam tendo importância para a construção da razão científica.

A existência de obstáculos epistemológicos ficou evidente nas respostas apresentadas pelos alunos, com segurança e firmeza, antes e durante as aulas, relacionando-se a um conjunto de conhecimentos gerais que são formados antes mesmo da escolaridade.

As respostas das crianças eram sempre as do senso comum. É comum a escola preocupar-se em acolher os conceitos do senso comum como se fossem científicos. A despreocupação em acolher

os conceitos do senso comum como se fossem científicos continua sendo uma característica das nossas escolas, pois não se preocupa em estabelecer relações.

As práticas realizadas em sala visavam criar oportunidade para que a criança explicitasse suas concepções, para promover o conflito cognitivo, que favorecesse a ruptura entre o que já existia na estrutura cognitiva e o novo conceito, e provocar o estabelecimento de novos conceitos; não dando o sentido da continuidade, mas favorecendo a percepção da diferença entre a concepção popular e o conceito científico. Ainda assim não foi possível afirmar que aquelas atividades foram suficientes para que todos rompessem de vez com o pensamento comum.

## CONCLUSÕES PRIMEIRAS

Apesar de bons resultados, alguns obstáculos epistemológicos não foram abalados e superados como se esperava. Algumas estratégias de ensino não foram suficientes para a reelaboração do pensamento nos alunos, portanto, outras devem ser selecionadas no processo de (re)construção do conhecimento científico, enquanto algumas precisam ser melhor conhecidas para tornarem-se eficientes.

Mesmo não ocorrendo todos os avanços que se podia imaginar, alguns deles merecem registro. Importante, também, é distinguir as naturezas dos avanços. Uma delas refere-se ao conhecimento propriamente dito, a outra refere-se à relação aluno-forma de trabalho-professor que se evidenciou durante o processo. Além disso, cabe o registro que é possível sim trabalhar dessa forma os conceitos. O fato de tomar consciência dos obstáculos epistemológicos mostra o quanto é necessário caminhar no sentido de romper de vez com essas concepções de ensino que emperram, quando não regridem, o processo. Fundamental, também, é dizer do maior entusiasmo dos alunos pelas aulas, expresso pelas entrevistas com os pais e no instrumento de

avaliação do processo, importante para a aprendizagem significativa.

Apesar da permanência de concepções prévias em alguns alunos, é essencial dizer que houve avanços conseguidos pela maioria do grupo, fundamental para a (re)construção dos conhecimentos científicos, que resultaram na aprendizagem significativa.

O descortinar dos caminhos mostra a necessidade de mudar o eixo da prática pedagógica; o ensino e a pesquisa necessitam ser articulados. Daí que, na formação do professor de ciências e na formação continuada dos professores, esse processo precisa ser implementado; é a pesquisa que pode mudar o rumo do ensino e aprendizagem significativos e os professores precisam viver a experiência de serem assim formados.

A instalação ou o estabelecimento de um paradigma empiricista que presida a concepção teórica e prática da ciência, produzida no seu período de graduação, a maioria dos professores de ciências tem suas raízes fortes, e se mostram bem plantadas/retratadas no cotidiano da sala de aula, e é capaz de mascarar mesmo as melhores intenções, a maior disponibilidade de mudança que os professores explicitam. A necessidade de continuar estudando, pesquisando, parece mais clara e necessária do que nunca. O estar presente na escola favorece a atividade científica, permite ao professor tornar-se disponível para repensar o seu próprio conhecimento, vencendo a sua imobilidade intelectual para, em seguida, vencer a do aluno. Não dá mais para incorporar novas idéias por mera captura conceitual. Já se tentou isso em outras épocas e os resultados mostraram-se pouco convincentes. Por isso, hoje reafirmo que é de *não em não*, conseguidos por mudanças sucessivas, que vai se obter a mudança esperada.

Por fim, as atividades de laboratório são necessárias? Pensadas da forma proposta, sim. Porque as atividades de laboratório servem para ajudar os alunos a pensar sobre as suas concepções, a clarificar e explicitar seus erros e pensar sobre eles num clima de cordialidade, respeito e segurança; e ainda propor **não** a esses conhe-

cimentos, quando mais facilmente criam seus conflitos, necessários à reconstrução dos novos conhecimentos. As atividades de laboratório são indispensáveis? Mesmo pensadas da forma proposta, talvez não. São, também, outros caminhos que devem ser percorridos. Antes de tudo, são necessárias atividades que permitam ao aluno criar e recriar seu próprio conhecimento científico, a partir do que ele já sabe. Não considerá-lo um receptor dos conhecimentos prontos, antes de qualquer fato ou de qualquer proposta metodológica, deve ser o primeiro e mais firme passo a se constituir.

## BIBLIOGRAFIA

- AUSUBEL, David P. et alii. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro : Interamericana, 1980.
- BACHELARD, Gaston. *Epistemologia: trechos escolhidos*. Rio de Janeiro : Zahar, 1983.
- \_\_\_\_\_. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro : Zahar, 1977.
- \_\_\_\_\_. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro : Contraponto, 1996.
- \_\_\_\_\_. *A filosofia do não: filosofia do novo espírito científico*. Lisboa : Editorial Presença, 1991.
- BARBIERI, Marisa R. *Ensino de ciências nas escolas: uma questão em aberto*. Em aberto, Brasília, ano 7, n. 40, p. 17-24, out./dez. 1988.
- BECKER, Fernando. *A epistemologia do professor: o cotidiano da escola*. Rio de Janeiro : Vozes, 1993.
- CASONATO, Osvaldo J. *A epistemologia professada e a epistemologia adotada*. In: SEMINÁRIO DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, Goiânia, 1994.

MOREIRA, Marco Antônio. *Atividade docente na universidade: alternativas instrucionais*. Rio Grande : D. C. Luzzato Ed./Ed. da FURG, 1985.

\_\_\_\_\_. Ensino de ciências: implicações de uma perspectiva ausubeliana para a prática docente e para a pesquisa. In: *Ciência e Cultura*, 38(12), 1962-1969.

\_\_\_\_\_. *Mapas conceituais: instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo*. São Paulo : Moraes, 1987.

SANTOS, Maria Eduarda V.M. *Mudança conceptual na sala de aula: um desafio pedagógico*. Lisboa : Livros Horizonte, 1991.

VAZ, Arnaldo M. *Estrutura e função do laboratório*. São Paulo, 1989. Dissertação de Mestrado, USP.