

# CIÊNCIA & ENSINO

ISSN: 1980-8631

Vol. 3 | Nº.1 Especial 18 anos gepCE | Ano 2014

## **O ENTENDIMENTO DO CONCEITO DE SUPERFÍCIE ESPECÍFICA POR PROFESSORES E ESTUDANTES: ABORDAGENS DE PESQUISA AO LONGO DA TRAJETÓRIA DE UMA PROFESSORA-PESQUISADORA**

Rosiléia Oliveira de Almeida  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. da Faculdade de Educação - UFBA

### **MOTIVAÇÃO PARA ESTE TEXTO...**

A elaboração deste texto decorre do nosso interesse em compartilhar um relato reflexivo sobre as abordagens metodológicas de pesquisa adotadas em nossa trajetória enquanto professora-pesquisadora no campo da educação em ciência, indicando as ênfases adotadas, ao longo desse percurso, influenciadas pela nossa inserção em grupos de pesquisa educacionais. Nessa trajetória, visando analisar evidências de aprendizagem do conceito de superfície específica, partimos de um enfoque que valorizava a interdisciplinaridade e a consideração das possibilidades de aprendizagem dos estudantes a partir de uma perspectiva cognitivista piagetiana, com a abordagem da noção de proporcionalidade, na graduação; seguimos com a identificação de concepções alternativas, durante o Mestrado e, por fim, sob a influência exercida pelo Grupo e Estudos e Pesquisa em Ciência e Ensino (gepCE), demos continuidade com a consideração das inter-relações entre domínios culturais diferentes, a ciência escolar e os saberes cotidianos, durante o doutorado. Esta formação propiciada pelo gepCE teve implicações nas pesquisas desenvolvidas atualmente, também sobre o entendimento do conceito de superfície específica, a partir de aspectos culturais ligados à

limpeza da água com o uso do carvão e o uso de conta-gotas, a partir de uma perspectiva colaborativa de pesquisa com professores da Educação Básica.

### **MIL VIDAS EM UMA VIDA...**

Ao iniciar esta retomada reflexiva da trajetória da nossa constituição como professora-pesquisadora no campo educacional, vem-nos à mente uma ideia que traduz a dimensão social em que se dá o processo de apropriação de modos de pensar e de fazer ciência: na vida não somos expectadores, mas participantes, pois, “nos inserimos em pautas de interação social semelhantes a jogos que não iniciamos” (PEARCE, 1996, p. 177), tendo que regular nossas ações de acordo com o contexto sempre mutante de acontecimentos, ao fluir imprevisível e incerto dos movimentos dos outros participantes.

Assim, nossa trajetória foi constituída a partir da convivência com grupos de pesquisa educacionais, a partir da interiorização e ressignificação de suas abordagens para explicar, interpretar, compreender o processo de aprendizagem de ciências e analisar suas implicações na formação do professor de ciências.

Na construção desta trajetória, optamos por uma *epistemologia reflexiva* em que o próprio ato de criação artificial de sentidos para uma trajetória acadêmica, em que certos acontecimentos são selecionados em função de uma intenção global, por serem julgados significativos e coerentes, é tomado como objeto de construção de sentido. Isto porque organizar a vida acadêmica como uma narrativa, como uma sucessão de eventos que se desenrolam de forma cronológica e lógica, ou seja, segundo relações ordenadas, necessárias e inteligíveis, envolve tomar uma construção arbitrária como se fosse uma representação dos fatos.

Essa concepção linear tem sido rompida por uma nova maneira de entender o real, que passa a ser concebido como descontínuo, formado por elementos únicos, justapostos e difíceis de compreender, por serem imprevisíveis, aleatórios, sem motivo e sem propósito.

A vida social tende a privilegiar a visão totalizante e unificadora da vida, sendo que no campo acadêmico, especialmente, os mecanismos para garantir a filiação do pesquisador a determinados modos de pensar e de fazer ciência

são muito fortes, pois o que mais se exige de um pesquisador, senão uma trajetória coerente e linear, uma história bem construída, sem sobressaltos e desvios?

Pode-se dizer que há uma ilusão acadêmica de constância que se equipara ao: “e sejam felizes para sempre...”, das cerimônias matrimoniais na esfera religiosa, sendo que ambas são contraditórias com a complexidade das relações objetivas em que se constrói uma vida, ou melhor, em que se constrói a multiplicidade e inconstância de cada vida, que o discurso unificador procura suprimir. Bourdieu (1996, p.75) nos auxilia a compreender o sentido (ou a falta de sentido?) da construção de narrativas autobiográficas, já que concebe que,

a narrativa autobiográfica inspira-se sempre, ao menos em parte, na preocupação de atribuir sentido, de encontrar a razão, de descobrir uma lógica ao mesmo tempo retrospectiva e prospectiva, uma consistência e uma constância, de estabelecer relações inteligíveis, como a do efeito com a causa eficiente, entre estados sucessivos, constituídos como etapas de um desenvolvimento necessário.

Essa construção envolveria, desta forma, uma ilusão retórica totalizante pautada no postulado do sentido da existência, em que a vida estaria dotada de sentido, nos dois sentidos, de significação e de direção.

A retomada de uma trajetória não implica na busca de delinear e circunscrever nossa identidade, enquanto professora-pesquisadora, já que concebemos que as identidades são fluidas e dinâmicas, contradizendo o próprio sentido do termo, já que *identidade* remete a algo *sempre igual a si mesmo*. Para Hall (2005), dentro de nós há identidades contraditórias, empurrando em diferentes direções, de tal modo que nossas identificações estão sendo continuamente deslocadas. Se por acaso sentimos que temos uma identidade unificada ao longo da vida é apenas porque construímos uma “cômoda estória sobre nós mesmos” ou uma “confortadora narrativa do eu”, já que a identidade plenamente unificada, completa, segura e coerente é uma fantasia.

A importância do mundo social na configuração de nossa trajetória pessoal é frequentemente ilustrada pela ideia de que a cultura molda uma única vida num ser biologicamente preparado para viver mil vidas. Porém, como no mundo social, em diferentes espaços e tempos, ajustamos nossos posicionamentos às relações objetivas que estabelecemos com outros sujeitos,

permitindo que eles exerçam influências marcantes em “nossas preferências”, na realidade vivemos *mil vidas em uma vida*.

## A TRAJETÓRIA...

Durante o curso de graduação em Ciências Biológicas, na UFJF, sempre declarava que não queria ser professora, até que um dia deparei-me por acaso com um edital afixado no mural da faculdade: Seleção de Estagiários para a Equipe de Pesquisa e Apoio ao Ensino de Ciências (EPAEC). Não sabia o que era essa tal de EPAEC e muito menos os seus propósitos, mas fiz minha inscrição, participei do processo seletivo e fui selecionada.

Na EPAEC adquiri o interesse pela pesquisa educacional nas áreas de ensino de Ciências e Biologia. Tive oportunidade de vivenciar uma experiência inovadora na formação de professores: os **estágios interdisciplinares**, que marcaram e influenciaram o meu modo de olhar os fenômenos, buscando integrar saberes, e uma tendência favorável ao trabalho coletivo, colaborativo. Nestes estágios, alunos organizados em grupos com representantes dos diferentes cursos de licenciatura (Física, Química, Matemática, Biologia e Pedagogia), desenvolviam projetos educativos voltados para a melhoria do ensino de Ciências.

Nosso grupo desenvolveu o projeto “Gás Carbônico – Uma Abordagem Interdisciplinar”, que envolveu a elaboração de uma proposta didática com o uso de materiais didáticos alternativos para o estudo do gás carbônico no Ensino Fundamental, financiado pelo Subprograma Educação para a Ciência (SPEC-PADCT). Este grupo de pesquisa foi posteriormente institucionalizado, passando a constituir o Núcleo de Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia (NEC), da FACED-UFJF, sendo que, após o término do estágio interdisciplinar, passei a atuar como membro da equipe, inicialmente como professora da Educação Básica e posteriormente como professora da instituição.

Foi nesta época que me deparei com um tema apaixonante que iria “me perseguir” até os dias de hoje: implicações físicas, químicas e biológicas dos tamanhos de seres/objetos. Quando lia o livro *Darwin e os Grandes*

*Enigmas da Vida*, de Stephen Jay Gould, o texto “Tamanho e forma, de igrejas a cérebros e planetas” chamou-me a atenção, pois constatei que nele era abordado um tema unificador nas ciências naturais que as escolas comumente não abordam: o conceito de *superfície específica*.

Perceber a relevância deste tema, no que se refere à abordagem integradora das ciências sobre as relações entre tamanho e vida, motivou a sondagem entre estudantes, como professora da educação básica, das operações lógicas de compensação e proporcionalidade, por considerá-las necessárias à construção de significados sobre o tema, tendo por referência a Psicologia Genética de Jean Piaget (PIAGET; INHELDER, 1975).

Nesta abordagem, estava implícita a perspectiva de que haveria uma garantia de entendimento do conceito de superfície específica e de suas implicações em fenômenos naturais, caso os estudantes manifestassem o domínio das referidas operações lógicas, sendo secundarizado o nosso papel como mediadora do processo de aprendizagem. Foi com base neste pressuposto que submetemos nosso projeto para realização do curso de Mestrado na Unicamp, junto ao grupo de pesquisa coordenado pela Prof<sup>a</sup> Rosália Maria Ribeiro de Aragão, Roseli Schnetzler e Maria Cecília Rafael de Góes, que foi acolhido, apesar do distanciamento do referencial teórico proposto.

Ao longo do mestrado, demos-nos conta da necessidade de um referencial teórico que fosse profícuo no estudo da aprendizagem conceitual em campos contextuais específicos, não subordinando-a ao desenvolvimento das estruturas lógicas de pensamento. O contato com o Modelo de Mudança Conceitual, que envolve a proposição de intervenções didáticas que têm como referência as concepções alternativas dos alunos, foi considerado, à época, como uma perspectiva teórico-metodológica satisfatória diante do intento de compreender as possibilidades de transição dos estudantes, de uma lógica de atributos para uma lógica de relações no estudo de fenômenos de escala, envolvendo os seres vivos.

O conceito de superfície foi sugerido como uma noção integradora que poderia ser tomada como organizador prévio à introdução de outros conceitos, devido ao seu caráter inclusivo, tendo em vista a ampla gama de fenômenos cuja compreensão pode ser favorecida pelo seu entendimento. Assim, esse

conceito poderia “preencher o hiato entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber antes que possa aprender, com sucesso, a tarefa com que se defronta” (AUSUBEL, 1968 apud NOVAK, 1981, p. 16), conforme conceituado pela teoria da aprendizagem significativa, o que poderia favorecer a mudança conceitual, a partir de uma lógica de atributos, em direção a uma lógica de relações na explicação e fenômenos de escala.

Embora o grupo de pesquisa também se dedicasse a estudos a partir de uma perspectiva sociointeracionista da aprendizagem, tensionando as opções teórico-metodológicas e reconfigurando a identidade do grupo e de seus participantes, esta abordagem era predominante e mais estável, influenciando nosso modo particular de pensar e de fazer ciência, que mantinha uma perspectiva cognitivista de aprendizagem ao considerar que a aquisição de uma lógica de relações, traduzida no conceito de superfície específica, seria condição suficiente para compreender fenômenos em que tal conceito se aplica.

O ingresso no doutorado, com a oportunidade de participação no gepCE, permitiu situar a abordagem do conceito de *superfície específica* em uma perspectiva cultural, buscando considerar o papel da memória, da linguagem e da história social na construção do conhecimento em sala de aula. A intenção inicial era desenvolver situações de aprendizagem que articulassem os modelos cognitivos próprios da vida cotidiana e os da ciência na abordagem de práticas locais associadas à produção da cachaça, em parceria com professores de uma localidade que se dedica a essa atividade econômica, tendo por referência o conceito de circularidade entre as culturas e sua aplicação ao campo da educação (TURA, 2002). No decorrer da pesquisa, constatamos, surpresos, que o entendimento do conceito de superfície específica por professores e alunos poderia favorecer a compreensão de várias práticas locais, entre elas, a definição do tamanho adequado das dornas de fermentação para a dissipação de calor, a determinação do tempo requerido para envelhecimento da cachaça de acordo com o tamanho dos tonéis e o teste do ajofe, um método indiciário adotado pelos produtores para verificar se a cachaça está forte, com profundo significado histórico e cultural.

A parceria com os professores estabeleceu-se pelo compartilhamento do interesse de se obter evidências da possibilidade de circularidade entre saberes cotidianos e científicos, as quais poderiam criar disposições práticas nos professores para a abordagem do tema. Acionando, com frequência, o provérbio: “*santo de casa não faz milagre*”, os professores optaram pela nossa atuação como professora-pesquisadora, tendo em vista o receio de que os alunos soubessem mais do que eles e percebessem essa sua fragilidade ou, então, de que não manifestassem interesse pelas aulas, seja por acharem que já sabiam tudo sobre a cachaça, seja devido ao desprestígio social do que é local, não manifestando preocupação com possíveis conflitos que a abordagem do tema poderia suscitar diante dos distintos posicionamentos sociais em torno da construção da identidade local em torno da cachaça.

As intervenções didáticas foram planejadas de acordo com as curiosidades e necessidades de aprendizagem percebidas na interação, considerando também o seu potencial de promover circularidade entre saberes na sala de aula e nossas possibilidades de mediação, não tendo, portanto, um caráter prescritivo. O ponto de chegada era ainda completamente imprevisível, fazendo analogia com a seguinte frase da narrativa de João Guimarães Rosa, *Grande Sertão: Veredas*:

Eu atravesso as coisas – e no meio da travessia não vejo! – só estava era entretido na ideia dos lugares de saída e de chegada. Assaz o senhor sabe: a gente quer passar um rio a nado, e passa; mas vai dar na outra banda é num ponto muito mais baixo, bem diverso do que em primeiro se pensou (ROSA, 2001, p. 51).

A importância de parcerias dessa natureza é ressaltada por Moreira (2000), que apresenta como uma fragilidade da teorização curricular crítica o seu afastamento em relação à prática, resultando em sensíveis dificuldades na transposição de princípios metodológicos gerais para o âmbito específico de cada disciplina. Visando romper esse isolamento, o autor propõe um diálogo intenso entre os que teorizam sobre o currículo e os que se decidam aos aspectos teórico-práticos das disciplinas específicas, para que se desenvolvam formas mais criativas de efetivar renovações curriculares, sendo que esta integração deveria envolver uma cooperação mais estreita entre pesquisadores e professores da Educação Básica.

A importância da cooperação entre professores da Educação Básica e professores universitários também é ressaltado pela Profa. Maria José P. M. de Almeida, membro do gepCE, no texto *Prescrições e recomendações ao professor na solução de problemas do ensino na educação em ciências*, que citamos em nossa tese (ALMEIDA, 2008). Questionando a perspectiva prescritiva de experiências formativas de professores, Almeida (2006) considera que, uma condição, para que as recomendações feitas aos professores tenham efeitos em suas práticas, é que não sejam genéricas, o que requer que sejam apresentados e discutidos seus fundamentos; indicadas as características do conteúdo que justifiquem sua possível adoção; expostas as teorias (filosóficas, psicológicas, sociais e/ou pedagógicas) em que se baseiam; fornecidas as condições de produção e os procedimentos seguidos; compartilhadas as dificuldades encontradas no percurso e, ainda, apresentados exemplos de problemas que a recomendação visa solucionar.

No campo dos estudos do currículo, os argumentos de Moreira (2000, p. 131) de que “teorizar sobre a prática escolar não precisa configurar prescrição, podendo constituir uma abordagem contextualizada e incluir aspectos propositivos que favoreçam ao professorado o melhor delineamento de sua ação pedagógica”, e também as considerações de Caldart (2004, p. 125) de que “um coletivo de educadores precisa ter alguma forma de acompanhamento externo que ajude a dinamizar o seu processo de formação e a chamar a atenção para aspectos que a rotina do dia a dia já não deixa enxergar”, nos subsidiaram na busca de compreender as possibilidades de desenvolvimento de disposições práticas entre professores a partir da experiência formativa vivenciada.

Neste contexto, as disposições práticas são entendidas como decorrentes da forma como cada indivíduo se situa na configuração social, e não como produto de uma predisposição “ao milagre” inerente a “um santo de casa” ou como efeito da ação externa de um “santo de fora”. Assim, estávamos conscientes de que, dado o caráter contingente das ações humanas, perderíamos completamente o controle dos desdobramentos da experiência formativa.

Embora, ao longo do processo, tenham sido obtidas evidências de aprendizagem e de disposição prática dos professores, a ênfase não foi posta nos resultados, mas sim, conforme propõe Santos (2007), no esforço de apresentar razões para os resultados, já que qualquer proposta de qualificação que busca a adesão dos professores com a pretensão de mobilizá-los para uma nova modalidade de abordagem dos conteúdos, de forma universal e persuasiva, visando alcançar resultados, tem grande possibilidade de insucesso, por desconsiderar as variações individuais, as maneiras peculiares e próprias como cada ser humano se situa em dada configuração social, que condicionam as suas disposições para a ação.

Entendemos o processo de qualificação dos professores como parte do processo cultural e, nesse sentido, compartilhando da opinião de Brandão (1995, p. 85), também ele, como as demais dimensões da cultura, “precisa ser capaz de produzir significados, provocar sentimentos individuais e coletivos, criar disposições à ação, e estabelecer formas peculiares de experiência coletiva e de reflexão sobre o seu valor”.

Em determinado momento do percurso fomos questionados se não estaríamos sendo pretensiosos ou ingênuos ao acreditar que nossa tentativa de criar disposições poderia resultar em alguma mudança nas escolas depois de nossa saída. Por não acreditarmos que nem “santo de casa” nem “santo de fora” faz milagre, sustentamos que os seres humanos, em suas subjetividades e interações sociais, respondem (e sempre respondem!) de alguma forma à interferência mobilizadora de agentes externos, sendo identificados, ao longo da experiência formativa, vários gestos indiciários de que disposições foram criadas.

Assim, talvez seja legítimo questionar se não estaríamos sendo ingênuos e até mesmo irresponsáveis se acreditássemos que nossa intervenção na vida das pessoas não faz diferença, que entramos e saímos das comunidades, das escolas, das salas de aula, da vida das pessoas, e tudo continua igual! Assim, destacamos como um problema de pesquisa legítimo e estudo das possibilidades de mobilizar vontades, de criar disposições a agir.

A tentativa de sensibilizar os professores para a possibilidade de se colocar em relação às lógicas culturais próprias dos saberes cotidianos e científicos foi inspirada por autores como Mortimer e Scott (2002) e Candela

(1998), influenciados pela psicologia sócio-histórica ou sociocultural, concebida por Vygotsky. A partir da concepção de que a aprendizagem resulta da negociação de significados em torno de diferentes perspectivas culturais, estes autores analisam como os recursos culturais dos alunos são mobilizados no plano social da sala de aula, em interações discursivas mediadas pelo professor.

No entanto, buscamos ir mais longe, evidenciando que as escolas podem articular o plano social da sala de aula com o plano social mais amplo, sendo que para isso tomamos episódios interativos, de forma mais ampla, como evidências de circulação de saberes.

Neste aspecto, concordamos com Auler (2007) quando afirma que não só as abordagens metodológicas pautadas pela psicologia cognitivista, mas também várias pautadas na psicologia sociointeracionista, em sua busca de respostas para a pergunta “como ensinar melhor?”, mantiveram, em maior ou menor intensidade, o distanciamento da escola em relação ao contexto social mais amplo. O foco predominante, nestas últimas, na análise das interações discursivas ocorridas no contexto da sala de aula, sem uma aproximação socioantropológica dos professores ao contexto social, acaba sendo incoerente com os pressupostos teóricos da abordagem sócio-histórica, pois, conforme Michael Cole e Sylvia Scribner destacam, na introdução de *A Formação Social da Mente*, “para Vygotsky, os estudos antropológicos e sociológicos eram coadjuvantes da observação e experimentação no grande empreendimento de explicar o progresso da consciência e do intelecto humano (VYGOTSKY, 1989, p. 16). Essa noção é também sustentada por Candela (1998, p. 145), que afirma que:

a interpretação de um intercâmbio discursivo precisa de um conhecimento do contexto que vai mais além da fala local e de suas referências sequenciais e que requer descrições etnográficas dos conhecimentos culturais, dos antecedentes e dos modelos relevantes dentro dos quais ocorre a ação discursiva.

Assim, “não podemos estudar o discurso da sala de aula somente na sua sequencialidade se quisermos reconstruir os significados, mas temos que analisar a trama completa do discurso e tentar fazer inferências sobre as vozes distantes” (CANDELA, 1998, p. 167).

O teste do ajofe liga os habitantes de Abaíra, através dos fios invisíveis dos gestos e palavras, a outros tempos e lugares, tendo profundo significado sociocultural e histórico. Através dele, os produtores estimam se a cachaça está forte, por um método indiciário que engloba, de forma complexa, a observação rápida e simultânea de vários aspectos, como tamanho, quantidade, disposição e tempo de duração das borbulhas formadas pela cachaça ao ser esguichada de um funil numa cuia. A palavra ajofar também é empregada em referência às borbulhas de gás carbônico formadas durante a fermentação.

A convivência com os habitantes mobilizou nossa vontade e disposição por obter indícios da origem e significado cultural do teste do ajofe: qual a razão para empregarem pouco e com embaraço a palavra ajofe? Será que a consideram demasiado feia, primitiva e arcaica, não combinando com o discurso de modernização das práticas produtivas? Se modernizar é carregar junto o passado, e não destruí-lo, colocar o termo ajofe em relação com a memória e história não poderia contribuir para ampliar os seus sentidos?

A origem e significado do termo ajofe são desconhecidos pelos habitantes. Ele sintetiza em um gesto a apropriação criativa da linguagem culta, traduzindo um termo pomposo e sonoro, da variante culta da língua portuguesa: aljôfar! A palavra ajofe (e suas variantes lexicais aljofre, arjofre, ajofre...) derivam de aljôfar (pl. aljôfares), palavra de origem árabe, *al-ğawhar* que significa “pequena pérola ou uma quantidade de pequenas pérolas” e que coloca em relação duas práticas culturais do Golfo Pérsico: a coleta de pérolas e a produção de destilados.

Através de Vargens (2007, p. 116), estudioso das variações lexicais, por considerar que elas ajudam a contar a história e as peculiaridades culturais das sociedades, tomamos conhecimento de que esse arabismo, além das variantes lexicais empregadas atualmente, apresentou várias variantes arcaicas, remontando o seu uso ao século XIII, com a variante alíufar (1256). Essa variante é também citada por Cunha (1986), que ainda se refere a outro arabismo, o lambique (*al ambic; al-anbīq*) - variante de alambique – e ao latinismo estilar (*stillare*) - variante de destilar. Todas essas variantes provêm do português arcaico e são empregadas na localidade em que foi desenvolvida

a pesquisa, com implicações para a análise de interações discursivas, na perspectiva da circularidade entre as culturas, nas salas de aula de Ciências.

Pêcheux (1999), rompendo com a concepção psicologista da memória como um reservatório, situa-a no campo da discursividade e do simbólico, tomando-a como “um jogo de forças [...] sob o choque do acontecimento” (p.53). Nesse sentido, é importante inscrever o teste do ajofe em um discurso, retirando-o da “imagem opaca e muda”, para que a memória recupere “o trajeto da sua leitura” (p. 55). Conforme nos lembra Orlandi (1994, p. 53), “o discurso supõe um sistema significante, mas supõe também a relação desse sistema com a exterioridade, já que sem história não há sentido, ou seja, é a inscrição da história na língua que faz com que ela signifique”.

Compreendi o significado do teste do ajofe em todas as suas dimensões (histórica, cultural, social, linguística, científica e afetiva) já no “meio do rio”, mantendo a analogia da pesquisa com a transição entre suas margens, quando professores e estudantes questionaram se “*essa técnica das bolhas é válida*” e se “*é verdade que quando a cachaça tá quente é mais difícil saber pela espuma se ela tá forte ou se ela tá fraca ou não tem nada a ver?*” Embora o conceito de superfície específica tivesse sido mobilizado para explicar vários fenômenos ligados à produção da cachaça, naquele momento não nos demos conta de que o mesmo poderia ser também acionado na explicação do teste do ajofe, a partir do conceito de tensão superficial, sendo que nos atemos apenas à explicação do funcionamento do alcoômetro, que já nos era familiar (ALMEIDA, 2012).

As pesquisas subsequentes permitiram retomar, sob a influência da formação obtida no gepCE, as discussões em torno da cultura, da linguagem e da memória. Como coordenadora de projetos de pesquisa no campo da Educação Ambiental, estudamos os usos socioculturais da água na Ilha de Maré e sua abordagem escolar, problematizando a necessidade de conservação das fontes e poços rasos diante da recente instalação da água encanada, já que a população tende a abandoná-los e, depois, em situações de falta de fornecimento, consomem a água suja dessas nascentes e poços (Projeto Água, fonte de vida: construindo nas escolas a história ambiental dos recursos hídricos da Ilha de Maré – Financiado pela FAPESB).

Conceber a educação ambiental e o ensino de Ciências em uma perspectiva cultural implica colocar em relação às várias concepções e formas de produção de conhecimentos, sobretudo, àquelas historicamente negadas ou silenciadas, reconhecendo, por exemplo, a sua dimensão mítica e o seu lugar no imaginário das diferentes culturas. A Ilha abriga comunidades quilombolas, sendo que nos foram relatadas, por moradores mais velhos, práticas antigas usadas até recentemente no tratamento da água, como a técnica de “*ferrar a água*”, trazida para a ilha pelos negros escravizados, que envolve mergulhar um galho em brasa na água.

O resgate dessas práticas, mobilizando a memória coletiva, pode favorecer o contato dos alunos com visões alternativas de mundo sobre a relação do ser humano com a natureza. Em atividades formativas com professores da ilha e, também, com professoras-estudantes do curso de Pedagogia – PARFOR da UFBA, buscamos enfatizar a importância de se situar a construção dos conceitos científicos no contexto sócio-histórico mais amplo, abrangendo não apenas a história da ciência, mas a história social mais ampla de busca de entendimento dos fenômenos naturais e de invenção de técnicas/tecnologias, bem como o diálogo intercultural (CANEN, 2002).

A reflexão teórica em torno das relações entre ciência e outras formas de conhecimento nos levou à ideia de que é importante considerar a pluralidade de saberes na sala de aula, buscando, no plano epistemológico, tomar a ciência como uma produção cultural bem demarcada em relação aos demais saberes (COBERN, 1996. COBERN; LOVING, 2001) e, no plano social, romper com as demarcações rígidas, promovendo a articulação entre diferentes padrões culturais e modelos cognitivos (TURA, 2002).

As atividades formativas envolveram a problematização do uso sócio-histórico e cultural do carvão na limpeza da água e de sua articulação com a aprendizagem de noções ligadas ao conceito de adsorção e, também, de *superfície específica*, já que a propriedade adsorvente do carvão tem relação com a grande superfície específica das partículas. Há registros do uso do carvão no tratamento da água desde 2000 a. C, sendo que o mesmo foi aperfeiçoado na produção de filtros, com o emprego inclusive do processo de ativação, que aumenta a superfície específica das partículas.

A abordagem destes aspectos conceituais ocorreu de forma articulada à discussão de aspectos metodológicos, buscando superar a lacuna existente entre esses dois domínios na formação dos professores das séries iniciais (OVIGLI; BERTUCCI, 2009).

Ao longo das atividades, promovemos a discussão em torno da importância de as escolas incorporarem ao currículo, de forma generosa, memórias que têm sido escondidas, supostamente residuais e desprezíveis, situando-as criticamente em relação aos demais saberes, como no relato de algumas professoras: *“antes do filtro eu sabia que o carvão quente na água matava os micróbios. Minha avó fazia pra dar água às mulheres que tinham criança. Dizia que era água ferrada”*; *Eu já sabia que o carvão limpa a água. Minha avó me explicou com o pote de água”*.

Assim as atividades geraram a reflexão acerca do caráter situado da vida cotidiana ao ser acionada na prática escolar, visando atingir objetivos específicos dessa prática (ANDRÉE, 2005).

A abordagem do conceito de superfície específica, no contexto de formação de professoras-alunas do curso de Pedagogia – PARFOR, também ocorreu em atividade sobre o uso de conta-gotas, sendo que a mesma foi ainda realizada com os participantes da oficina *Dois pesos e uma medida: auto-medicação, dosagem e superdosagem de medicamentos*, no âmbito do III Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Educação da UFBA, realizado em julho de 2013.

A atividade partiu da seguinte problematização: Podemos substituir um conta-gotas de um medicamento pelo conta-gotas de outro medicamento? Ao utilizarmos um conta-gotas, o tamanho da gota pode variar? A atividade visou articular a abordagem conceitual ao campo social mais amplo, através de uma parceria com o Prof. Jonei Cerqueira, pesquisador no campo da Modelagem Matemática e coordenador do Grupo de Pesquisa Ensino de Ciências e Matemática (EnCiMa), ao qual estamos vinculados, havendo o interesse recíproco de desenvolvimento de Materiais Curriculares Educativos para abordagem do tema, que são aqueles que além de disponibilizarem material curricular de modelagem para o professor, retratam a experiência de um professor com o seu uso, através, por exemplo, de narrativas, indicação de

possíveis soluções de tarefas pelo professor, soluções de tarefas pelos estudantes, vídeos, etc., não tendo um caráter prescritivo. Estes materiais são disponibilizados no ambiente virtual denominado Colaboração ONLINE em Modelagem Matemática - COMMa ([www.uefs.br/comma](http://www.uefs.br/comma)).

A perspectiva de desenvolvimento profissional de professores, a partir de um processo de colaboração entre professores da educação básica, licenciandos, estudantes de pós-graduação e professores universitários, também tem ocorrido no âmbito do projeto de *Desenvolvimento e investigação de uma plataforma de colaboração online em inovações no ensino de ciências e biologia*, financiado pela FAPESB.

A plataforma é voltada para construção/adaptação e disseminação colaborativa de inovações educacionais, consistindo em relatos de sequências didáticas desenvolvidas por professores, acompanhadas da análise dos princípios metodológicos envolvidos (<http://www.bioemrede.ifba.edu.br>). Esta proposta se insere no conjunto mais amplo de ações do grupo Colaboração em Pesquisa e Prática em Educação Científica (CoPPEC), do qual também fazemos parte, coordenado pelo Prof. Charbel El-Hani.

Outra iniciativa voltada para o desenvolvimento profissional de docentes envolve a formação de professores do Ensino Médio de Física, Química, Biologia e Geografia para, de um lado, a pesquisa acerca de sua própria prática, como vetor de transformação e aprimoramento da ação docente e, de outro, a orientação de projetos investigativos conduzidos por estudantes a respeito de questões socioambientais relevantes para as comunidades do entorno da escola.

Para a consecução da proposta, foi constituída, pelo Instituto Anísio Teixeira, centro de formação de profissionais da educação vinculado à Secretaria de Educação do Estado da Bahia, uma rede colaborativa de pesquisa e ação docente a partir da atuação de 36 professores como articuladores, 36 professores como tutores, 3 docentes formadores, que correspondem ao nosso grupo de professores da UFBA, tendo outros grupos de pesquisa sediados em universidades baianas e organizações da sociedade civil como parceiros.

A partir da ação multiplicadora, o programa atingiu, em 2013, 1.080 professores de escolas estaduais baianas. A proposta visa promover a

investigação dos professores da Educação Básica sobre a sua própria prática, envolvendo-os na avaliação do engajamento cognitivo e comportamental de seus estudantes, durante o seu desenvolvimento de projetos investigativos sobre questões socioambientais locais.

O grande desafio desta proposta de inovação educacional, tendo em vista a sua escala, é garantir a adesão dos professores por convencimento, e não por persuasão ou premiação, sendo uma condição para isso que a ênfase não seja colocada nos resultados e, sim, no esforço de compreender o que tem levado a eventuais resultados.

Esse relato reflexivo, se por um lado evidencia as (des)continuidades ao longo de nossa trajetória, também traduz processos de aprendizagem que incorporam novos saberes e práticas em torno do ato de pesquisar, no qual o gepCE deixou sua marca.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria José Pereira Monteiro de. Prescrições e recomendações ao professor na solução de problemas do ensino na educação em ciências. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 47-51, dez. 2006. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/97/97>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

ALMEIDA, Rosiléia Oliveira de. **Sobre ser grande e ser pequeno**: as tendências de pensamento de professores e alunos sobre as relações entre tamanho e vida. 1998. 202 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

\_\_\_\_\_. **Ajofe e alcoometria**: poderão viver juntos? As escolas diante das mudanças socioculturais ligadas à produção de cachaça artesanal na microrregião de Abaíra - BA. 2008. 347 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

\_\_\_\_\_. Ajofe e alcoometria: as escolas diante das mudanças socioculturais ligadas à produção de cachaça artesanal na microrregião de Abaíra, Bahia, Brasil. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 187-214, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v18n1/12.pdf>>. Acesso em: 12 mar. 2013.

\_\_\_\_\_. A ação do carvão na limpeza da água: abordagem histórica e sociocultural na formação de professoras de ciências das séries iniciais. **Revista da SBEnBIO**, v. 5, p. 1-10, 2012.

AULER, Décio. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, número especial, nov. 2007. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/viewFile/147/109>>. Acesso em: 22 jun. 2013.

BOURDIEU, Pierre. Introdução a uma sociologia reflexiva. In: \_\_\_\_\_. **O poder simbólico**. Tradução de Fernando Tomaz. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 17-58.

\_\_\_\_\_. A ilusão biográfica. In: \_\_\_\_\_. **Razões práticas: sobre a teoria da ação**. Tradução de Mariza Corrêa. 6. ed. Campinas, SP: Papyrus, 1996. p. 74-82.

CALDART, Roseli Salete. A escola do campo em movimento. In: ARROYO, Miguel Gonzalez; CALDART, Roseli Salete; MOLINA, Mônica Castagna (Org.). **Por uma educação do campo**. Petrópolis: Vozes, 2004.

CANDELA, Antonia. A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de Ciências. In: COLL, César; EDWARDS, Derek. **Ensino, aprendizagem e discurso na sala de aula: aproximações ao estudo do discurso educacional**. Porto Alegre: Artmed, 1998. p. 143-169.

CANEN, A. Sentidos e dilemas do multiculturalismo: desafios curriculares para o novo milênio. In: LOPES, A. C.; MACEDO, E. (Org.). **Currículo: debates contemporâneos**. São Paulo: Cortez, 2002. p. 174-195.

COBERN, W. W.; LOVING, C. C. Defining “science” in a multicultural world: Implications for science education. **Science Education**, v. 85, n. 1, p. 50-67, 2001.

COBERN, W. W. Worldview theory and conceptual change in science education. **Science Education**, v. 80, n. 5, p. 579-610, 1996.

GOULD, S. J. Tamanho e forma, de igrejas a cérebros e planetas. In: \_\_\_\_\_. **Darwin e os grandes enigmas da vida**. São Paulo: Martins Fontes, 1987. p. 165-195.

HALL, Stuart. **A identidade cultural na pós-modernidade**. 10. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2005).

MORTIMER, Eduardo Fleury; SCOTT, Phill. Atividade discursiva nas salas de aula de Ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID94/v7\\_n3\\_a2002.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2013.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981.

OVIGLI, D. F. B.; BERTUCCI, M. C. S. A formação para o ensino de ciências naturais nos currículos de Pedagogia das instituições públicas de ensino superior paulistas. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 2, p. 194-209, 2009.

PEARCE, W. Barnett. Novos modelos e metáforas comunicacionais: a passagem da teoria à prática, do objetivismo ao construcionismo social e da representação à reflexividade. In: SCHNITMAN, Dora Fried (Org.). **Novos paradigmas, cultura e subjetividade**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 172-187.

PIAGET, J.; INHELDER, B. **O desenvolvimento das quantidades físicas na criança**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **A crítica da razão indolente**: contra o desperdício da experiência. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

TURA, Maria de Lourdes Rangel. Conhecimentos escolares e a circularidade entre culturas. In: LOPES, Alice Casimiro; MACEDO, Elizabeth (Org.). **Currículo**: debates contemporâneos. São Paulo: Cortez, 2002. p. 150-173.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. **A formação social da mente**. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989.