

ASPECTOS DA CULTURA CIENTÍFICA NUMA ATIVIDADE DE LABORATÓRIO ABERTO¹

Scientific Culture Aspects in an Open Laboratory Activity

Maria Candida Varone de Moraes Capecchi¹

Anna Maria Pessoa de Carvalho²

¹candcapecchi@usp.br

²Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação, ampdcav@usp.br

RESUMO

A partir de uma concepção de ensino - aprendizagem como enculturação, este trabalho é voltado para o estudo do papel representado por atividades de laboratório na promoção de situações em que os estudantes entrem em contato com ferramentas da cultura científica, de forma a refletirem sobre o potencial das mesmas para a construção de significados. Os dados foram coletados em aulas de física para o primeiro ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de São Paulo, Brasil. Uma atividade de Laboratório Aberto, sobre o tema *aquecimento*, foi realizada, envolvendo a apresentação de um problema, seguida pelo planejamento e implementação de um experimento. As características da atividade, aliadas às intervenções da professora, proporcionaram aos estudantes oportunidades para discutir e tomar decisões sobre aspectos significativos da cultura científica. As ações dos estudantes envolveram a identificação do problema e das variáveis envolvidas em sua solução, o estabelecimento de padrões para comparação de resultados e a observação do potencial da linguagem matemática para a construção de significados.

Palavras-chave: enculturação em ciências; laboratório; ferramentas culturais; ensino de ciências

ABSTRACT

Considering teaching and learning as an enculturation process, this work is concerned with the role of lab activities in providing situations for students to understand the potential of cultural tools for meaning making in scientific culture. Data were collected in Physics lessons for the first year of middle school of São Paulo, Brazil. An open laboratory activity about the topic *heating* has been realized, which involved the presentation of an investigative question for the students, followed by the design and implementation of an experiment. Through the activity's feature and the teacher's interventions the students were given the opportunity to think and make decisions about significant aspects of scientific culture. The student's actions have involved identification of a problem and variables for solving it, establishment of patterns for comparison of results, and the observation of mathematical language's potential for making meaning.

Keywords: enculturation; laboratory activities; cultural tools; science teaching

¹Trabalho inédito resultante de tese de doutorado, com apoio financeiro da FAPESP

INTRODUÇÃO

Este artigo aborda ensino e aprendizagem sob uma perspectiva sociocultural, concebendo-os como aspectos inerentes a um processo de enculturação (Driver et. al., 1994), por meio do qual um indivíduo entra em contato com os elementos que constituem determinada cultura. Esta concepção prevê o desenvolvimento de novas visões de mundo por parte dos estudantes, considerando o entrelaçamento entre estas e conhecimentos anteriores. No caso da aprendizagem de Ciências, a aquisição de uma nova linguagem e novas práticas, sem deixar de relacioná-las com as linguagens e práticas do cotidiano.

Além de colocar em foco o papel do professor, a metáfora de aprendizagem como enculturação traz um novo olhar sobre os conteúdos e atividades trabalhadas nas aulas de Ciências, abrangendo aspectos diversos da construção dos conhecimentos científicos, desde seu caráter de produção humana até sua natureza simbólica. Os elementos simbólicos, aliás, representam um papel essencial no ensino formal de Ciências, tanto como recursos semióticos para a construção de significados em sala de aula, quanto como parte do conteúdo a ser trabalhado com os alunos.

Tradicionalmente, os cursos de Ciências são voltados para o acúmulo de informações e o desenvolvimento de habilidades estritamente operacionais, em que, muitas vezes, o formalismo matemático e outros modos simbólicos (como gráficos, diagramas e tabelas) carecem de contextualização. Esta prática dificulta a compreensão por parte dos alunos sobre o papel que diferentes linguagens representam na construção dos conceitos científicos. Mesmo quando ferramentas culturais como as mencionadas acima são empregadas em aulas de laboratório, o uso de roteiros de trabalho preestabelecidos costuma mascarar a importância das mesmas dentro da cultura científica. As implicações negativas deste tipo de abordagem são muitas. O excesso de formalismo e a falta de contextualização dos temas trabalhados nas aulas tornam a disciplina muito distante da realidade dos alunos e dificultam seu entendimento. A forma com que as atividades de laboratório são realizadas contribui para a construção de uma visão distorcida do trabalho científico, relacionando-o à aplicação de um método científico único, que possibilita descobrir leis absolutas sobre a natureza.

Assim, é evidente a relevância de reflexões sobre relações entre as culturas científica e escolar, sendo que esta última sofre influências de diversas áreas de conhecimento e conta com ferramentas (e modos de lidar com as mesmas) particulares. Considerando que as atividades experimentais, tradicionalmente, envolvem o contato com uma série de ferramentas da cultura científica, desde instrumentos concretos para a realização de medidas, até linguagens simbólicas, como gráficos e formalismo matemático, optamos por investigar atividades deste tipo, com o intuito de compreender: *Como aspectos da cultura científica são disponibilizados no plano social da sala de aula através da realização de uma atividade de laboratório e das interações entre professor e alunos numa seqüência de aulas de Física?*

A CULTURA DO LABORATÓRIO

A partir do estudo de cientistas atuando num laboratório de pesquisa, Latour e Woolgar (1986) propuseram o emprego do termo inscitor para fazer referência a todas as montagens e/ou combinações de aparelhos empregados na transformação de substâncias materiais em formas de registro que servirão como instrumentos de análise para os cientistas (histogramas, espectros, gráficos, etc). Esta noção envolve uma prática essencial da cultura científica, a discussão sobre propriedades do objeto de estudo através de esquemas ou gráficos que estabelecem uma relação

direta com o fenômeno original. Latour e Woolgar observaram que, no laboratório científico, as atividades e os processos que separam os fenômenos de sua inscrição final, na forma de uma curva, por exemplo, são ocultados no momento de discussão dos dados obtidos. Esta prática, que é coerente dentro da cultura científica, pode ser problemática quando levada para as aulas de Ciências. O tratamento estritamente operacional de inscrições em sala de aula, sem considerar suas origens e processos de construção, dificulta a compreensão das vantagens e limitações das mesmas para a construção de significados dentro da cultura científica. Enquanto para cientistas, um gráfico é praticamente o próprio fenômeno em discussão, para os estudantes pode tratar-se de mais uma linguagem a ser decodificada, que se não for detalhadamente discutida, pode tornar-se apenas um formalismo desprovido de sentido.

IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ATIVIDADE DE LABORATÓRIO ABERTO EM SALA DE AULA

A pesquisa foi realizada em aulas de física do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de São Paulo, Brasil. A seqüência registrada era parte de um programa de ensino de Física desenvolvido por um grupo de professores da rede pública engajados em um projeto para a melhoria da qualidade do ensino de Física.

As aulas envolveram a realização de uma atividade de laboratório, foco deste estudo, e a introdução de conceitos por meio de exposição. A atividade de experimentação contou com a proposição de um problema, cuja solução experimental deveria ser elaborada em conjunto com toda a classe. Após todo o desenvolvimento da atividade, que envolveu uma série de aspectos da cultura científica, a professora introduziu o conceito de *calor específico* e propôs a definição da *equação fundamental da calorimetria*.

ANÁLISE DE DADOS

A transformação dos dados brutos em dados da pesquisa contou com etapas de transcrição e delimitação de eventos em cada aula registrada. Somente as aulas envolvidas diretamente na realização da atividade de laboratório foram selecionadas para análise, sendo que nas transcrições foram considerados diferentes modos de construção de significados (linguagem verbal, gestos e ações motoras, modos visuais e uso de instrumentos). Os aspectos da cultura científica identificados ao longo dessas aulas são apresentados na tabela 1.

A partir das características das etapas que compõem a atividade de laboratório aberto e os aspectos da cultura científica identificados, optamos por dividir a mesma em duas fases de trabalho. A primeira fase está relacionada à motivação para realização de uma investigação científica e ao planejamento da mesma. De um ponto de vista epistemológico, as etapas 1 e 2 da atividade possibilitaram caracterizar o conhecimento científico como resposta a um problema e, além disso, apresentaram o teste empírico como uma forma de contrastar hipóteses dentro dos processos de construção e validação daquele conhecimento. O planejamento do teste empírico envolveu discussões tanto de caráter técnico quanto conceitual. A definição de uma metodologia de trabalho para investigação das hipóteses foi baseada na identificação das variáveis envolvidos (mensuráveis ou não), em função dos recursos materiais e teóricos disponíveis.

A segunda fase corresponde à execução da experimentação e envolve a construção de inscrições, o que lembra o processo de inscrição literária descrito por Latour e Woolgar (1986). Na sala de aula, assim como no laboratório, este processo tem início durante a coleta de dados, quando os estudantes obtêm informações sobre algumas características dos materiais em estudo

através de medições. Estas informações, agrupadas em uma tabela, representam a primeira inscrição das propriedades daquele material que estão relacionadas ao fenômeno em discussão. O conjunto de transformações que caracteriza a análise dos dados só está começando, e novas inscrições são realizadas. De um conjunto de números dispostos numa tabela, as informações sobre o fenômeno são transformadas em um gráfico, segunda inscrição, e, posteriormente, numa função matemática, terceira inscrição. Ao longo deste processo de transformação, os alunos tiveram que aprender as propriedades das inscrições, como e porquê empregá-las. Isto envolveu a discussão de mais aspectos da cultura científica, tanto metodológicos (emprego e limitações dos instrumentos de medida, desvios experimentais, realização de aproximações, etc.), quanto epistemológicos, que justificavam e regulavam o uso que era feito dos anteriores. Apresentamos a seguir alguns episódios extraídos dos dados analisados.

Tabela 1 – Atividade de Laboratório Aberto (aulas 4 a 8)

Etapas da Atividade		Aspectos da Cultura Científica Identificados	
Motivação e planejamento da Investigação	Apresentação do problema e hipóteses iniciais	Problema Hipóteses	Aspectos conceituais e metodológicos (técnicos)
	Planejamento de teste experimental	Teste experimental	
Execução da Investigação	Coleta de dados	1ª inscrição: materiais → tabela	Medidas
	Análise dos dados Conclusões	Interpretação da 1ª inscrição	Similaridades e diferenças
		2ª inscrição: tabela → gráfico	Incertezas / Aproximações
		Interpretação da 2ª inscrição	Regularidade
	3ª inscrição: gráfico → função	Reta média	

Fase 1 – Motivação e Planejamento da Investigação

Apresentação do Problema

(1b) P: (...) o que acontece com a temperatura da água enquanto a gente AQUECE essa água?

(2) A15: aumenta

(3) P: aumenta ... COMO que ela aumenta?

A princípio, o problema apresentado por P no turno 1b parece não ser reconhecido como tal pelos alunos. A resposta para esta questão é muito simples do ponto de vista dos mesmos. É necessário transformar o que é um fato aceito no senso comum em algo que mereça ser investigado. Assim, nos demais turnos dessa seqüência a professora procura criar essa necessidade e, para tanto, faz uso de questionamentos, algumas vezes seguidos de pistas, e/ou reformulações do problema inicial.

Acompanhando a proposta inicial de construção coletiva de significados, os questionamentos de P são seguidos por respostas dos alunos, que por sua vez recebem retornos,

muitas vezes na forma de paráfrases. Este movimento caracteriza a abordagem comunicativa como interativa. As questões e paráfrases empregadas por P apresentam, portanto, uma função de valorização das idéias dos alunos. Porém, as idéias apresentadas são direcionadas em função da intenção da professora de leva-los a reconhecerem o problema proposto como tal. Assim, o emprego de questões diretivas e o fornecimento de pistas caracterizam a abordagem como predominantemente de autoridade (Mortimer e Scott, 2002).

(31) A4: ela ((água quando vira vapor)) só se mistura com o ar?

(32) P: Quando ela vira vapor ela se mistura com o ar ... tá ... mas eu estou pensando no vapor ... se a gente [indica turma toda] coloca a água para aquecer ... vocês estão dizendo que a temperatura aumenta ... nós temos um primeiro problema aí ... será que ela aumenta ... sempre por igual? você acha que não [indica A14] ... você acha que no começo ela aumenta ...

O turno 32 marca a primeira revisão do progresso da narrativa e reúne mais formas de intervenção empregadas pela professora até então: paráfrase e questionamento. Dentro da tendência interativa / de autoridade, após parafrasear A4, P redireciona a discussão para o tema temperatura – *mas eu estou pensando no vapor ... se a gente coloca a água para aquecer (...)*. Em seguida, faz uma breve revisão da discussão, especificando ainda o foco da discussão: taxa de variação da temperatura.

Levantamento de Hipóteses

Desde o início da narrativa a professora já vinha apresentando a intenção de trabalhar com as idéias dos alunos, incentivando-os a participar. A partir do estabelecimento do problema sob investigação, estes começam a compreender a proposta, apresentando diferentes hipóteses sobre o fenômeno em estudo..

(155) P: é eu quero ouvir o papo aí que está particular e quero socializar a idéia

(156) A4: não ... eu tô falando aqui que eu acho que se ficar a água fervendo ... fervendo ... se colocar o termômetro lá ... vai se manter ... eles acham que não...

(157) A21: mas eu acho que ela tem que ferver até evaporar ... então ... ela aumenta...

(158) A14: é por isso que vai aumentar ... professora...

(159) A21: pra evaporar...

(160) A4: eu acho que não...

(161) P: eu acho ... quem mais acha? - - tem dois achados aqui - - certo?

(162) A14: eu acharei ...

(163) P: a temperatura aumenta sempre ((71')) ... ou a temperatura aumenta até a ebulição e depois pára de aumentar ... se mantém [escreve no quadro]...né

O posicionamento dos estudantes em relação à mudança de estado da água envolve a construção de argumentos com e sem justificativa entre os turnos 156 e 160. A postura de P vai ao encontro dos objetivos da atividade de laboratório aberto, enfatizando a existência de idéias divergentes sem, porém, incentivar a construção de argumentos mais complexos. Neste momento

da atividade, marcar o dissenso e motivar o teste empírico parece ser mais importante do que aprofundar a argumentação e chegar a uma explicação que responda as dúvidas dos alunos.

O caráter hipotético das idéias apresentadas pelos estudantes é reforçado por P várias vezes (T186, T191 e T193). Além disso, esta declara sua concepção do “fazer Ciência” – *nós estamos agindo agora como se age em ciência ... eu joguei o problema ... eu propus uma idéia aqui ... vocês levantaram um monte de hipóteses ... tem coisas que a gente está de acordo ... tem coisas que a gente tem dúvidas*. Neste ponto, o problema, as hipóteses e a realização de teste empírico como forma de contrastá-las com a realidade são apresentados como importantes ferramentas na construção de uma explicação científica.

Fase 2A – Coleta de Dados

No evento a seguir, os quatro estudantes do grupo III estavam reunidos na bancada preparando os materiais para começar a experiência. A condição de teste desse grupo, atribuída pela professora na aula anterior, foi a seguinte: 100 ml de água; recipiente de vidro; sem tampa e 2 lamparinas.

Tabela 1 – Montagem do experimento

C ²	Ação	Verbal Oral
8	Tom e Vic ajeitam lamparinas embaixo do tripé Bel: observa as ações dos colegas atentamente e procura ajudá-los. Tom, Bel, Vic: mostram um sorriso de animação enquanto colocam as lamparinas sob o tripé.	
9	Bel: pega uma caneta e prepara-se para escrever. Vic: <i>fala p/ Tom</i>	Gu: vai começar Vic: <i>não é melhor um lá e outro aqui?</i>
10	Tom: move as lamparinas cuidadosamente sob o tripé. Vic: ajuda Tom Bel: observa Tom e Vic	
11	Vic: <i>curva-se para frente para verificar a posição das chamas embaixo do tripé</i> Tom: observa os movimentos de Vic.	Gu: <i>ah ... tá ótimo</i> Gu: eu já comecei

Neste extrato, observamos que a montagem dos materiais envolve a tomada de decisões (*qual a melhor maneira de dispor as lamparinas sob o tripé?*) e que os alunos estão engajados na realização da atividade, compartilhando responsabilidades sem perder de vista o controle geral das ações dos colegas. Outro aspecto importante é a preocupação dos alunos com o sincronismo na realização das medidas (cena 17).

As ações dos alunos representam atitudes de cooperação e envolvimento observadas ao longo de toda fase de coleta de dados. Nos extratos a seguir são apresentados somente dados da linguagem verbal.

Tabela 2 - Fazendo projeções

C25	Gu: vai ... agora	Tom: cinqüenta e oito	Vic: tá de vinte em vinte graus
C26	Tom: Você pode ver o próximo vai ser ... Tom: o próximo vai ser?	Vic: setenta e oito Vic: setenta e oito	

Nesta seqüência, os alunos continuam realizando as medições e um importante aspecto da cultura científica é observado: além de identificarem uma tendência na taxa de variação da temperatura, os estudantes começam a fazer projeções para as próximas leituras.

Tabela 3 - Controlando Medidas

C30	Gu: vai ... vê aí	Tom: setenta e um e meio		
C31	Vic: setenta e um?	Tom: claro	Bel: setenta e um?	Gu: tá louco!
C32	Tom: setenta e sete	Bel: setenta e sete		

² Para descrever as ações simultâneas dos alunos ao longo da seqüência, optamos por uma transcrição dividida em cenas.

Após a leitura de Tom, seus colegas surpreendem-se ao verificar que, diferentemente das previsões anunciadas, o resultado observado é inferior ao valor mencionado na cena anterior. A reação imediata do grupo é fazer a verificação da leitura, o que evidencia o engajamento de todos na obtenção de dados e controle dos mesmos.

Tabela 4 - Confrontando dados com teoria

C34	Tom: tá evaporando [fala p/ outro grupo] Vic: daqui pra cá [indica tabela]... tá indo de vinte em vinte	Gu: tá indo gradualmente?
C35	Gu: sempre de vinte em vinte? Bel: vamos ver se ele vai até cem graus	Vic: não ... nos três primeiros
C36	Gu: sempre de vinte em vinte? Bel: vamos ver se ele vai até cem graus	Vic: não ... nos três primeiros
C37	Gu: já vai chegar em cem	
C38	Gu: agora Tom: noventa e sete ... ainda Bel: noventa e sete Vic: noventa e sete	

Nesta passagem os alunos começam a trazer seus conhecimentos anteriores para interpretar o fenômeno. Ao constatar que a água está começando a evaporar, Tom procura dividir suas idéias com colegas de outro grupo. Bel faz uma hipótese sobre a temperatura de ebulição e o clima de envolvimento é ainda maior, todos ficam atentos ao conjunto experimental.

É importante notar que, neste momento de resgate de conhecimentos, a linguagem verbal começa a exercer um papel mais relevante, associando hipóteses dos alunos a evidências empíricas obtidas por meio de suas ações.

Tabela 5 - Identificando dado inesperado

C53	Bel: espera ... tá diminuindo ... olha Vic: mesmo? Bel: foi para noventa e sete
C54	Vic: que isso? Bel: que isso ... ô professor
C55	Gu: vai ... agora Bel: noventa e sete Vic: noventa e sete
C56	P: está diminuindo? Olha o que está acontecendo ... está metade fora da água
C57	Gu: vai ... vê a temperatura Vic: noventa e sete? Bel: é P: vai ter que parar porque não tem mais água Tom: a gente tá anotando aqui
C58	P: é ... e o termômetro está fora da água ... vocês já fizeram bastante ... podem parar

A percepção de um novo fato, a queda gradativa da temperatura da água, desperta o interesse da equipe, que busca coletivamente identificar a causa de tal fenômeno. A professora se aproxima e direciona os olhares dos estudantes para o béquer com água, promovendo a compreensão da causa do problema: o termômetro está fora. Finalmente solicita o término da atividade. Neste momento, a professora, como membro representante da cultura científica, direciona o olhar dos alunos para aspectos relevantes para a explicação do fenômeno sob investigação.

Fase 2B - Análise dos Dados: Primeira Inscrição

Desde o início da atividade, a professora vinha incentivando a participação dos alunos para a construção de uma explicação coletiva para o fenômeno. Ao longo dessa trajetória, além de procurar trabalhar com as idéias dos estudantes, P, como representante da cultura científica, também introduzia informações e procurava estabelecer um novo olhar sobre o fenômeno em discussão. Na presente etapa, a construção de um olhar científico para os dados tem início com a proposta de procurar semelhanças e diferenças entre os números obtidos pelos grupos de trabalho:

(1) P: ((67'17'')) primeira coisa ... vamos olhar os valores ... ver o quê que a gente pode achar de SEMELHANÇAS e de diferenças ((muita conversa na sala)) shhh ... quê que tem de IGUAL ... primeiro ... quê que tem () ...

(2) A: temperatura ...

(3) A2: praticamente só ()

(4) P: a temperatu/ -- vamos parar a conversa ... agora é sério ((pausa – 8'')) – primeira coisa ... tem igual a temperatura? ((68')) Inicial ... todo mundo começou mais ou menos com a mesma temperatura ... por que? ((pausa 4''))

(5) A: () a água ...

(6) Alunos: ((inaudível))

(7) P: usamos a água da torneira ... ((comentários de alunos – 7')) ... então... primeiro... todo mundo começou com a temperatura mais ou menos igual ... SEGUNDA coisa que dá pra gente tirar aí ... quê que dá pra perceber mais?

A abordagem comunicativa nesta seqüência é interativa, com uma tendência *de autoridade*. Até o turno 11, as respostas dos estudantes à questão apresentada por P indicam que ambos observam *semelhanças* nos dados escritos na lousa de um mesmo ponto de vista. No caso das temperaturas iniciais de cada grupo, não há muito que discutir, pois os valores medidos foram idênticos, tornando o reconhecimento desta *semelhança* óbvio. No turno 8, A14 apresenta uma nova idéia de forma confusa e P procura entender seu ponto de vista (turno 9). Neste momento também parece haver um consenso, já que as pequenas diferenças entre os números apresentados na tabela são desprezadas tanto por A14, quanto pela professora, que representa a cultura científica. É importante notar que mesmo dentro da tendência discursiva de autoridade, P dá espaço para esclarecimentos das idéias dos alunos, incentivando a interação, complementando e transformando as mesmas na direção do discurso científico (turno 11).

Confrontando Dados com Hipóteses

(10) A14: porque a água foi quase noventa e sete... mais ou menos...

(11) P: ah:: ((aluno fala algo)) a temperatura ... a temperatura de TODOS ...

(12) A2: quase todos... ((48'))

(13) P: QUASE todos ... mas ... ah:: noventa e sete ... noventa e sete e meio ... noventa e sete ... noventa e oito ... noventa e seis e m/ ... noventa e s/... – continuação da quinta - ... noventa e seis e meio... noventa e seis e nove... noventa e sete... então -- da comparação com os resultados em todos os grupos ... ((pausa de 30')) ... em todos ... a temperatura estabilizou próximo:: de noventa e sete graus... ((49')) [P escreve na lousa: “Da comparação com os resultados de todos os grupos, temos: a) Todos

começaram com a mesma temperatura (do ambiente); b) Em todos a temperatura estabilizou próximo de 97°C”]

A postura adotada por P de valorização da participação dos alunos, porém com direcionamento, se mantém quando idéias divergentes começam a aparecer. No turno 13, a professora aceita a contribuição de A2 e verifica os dados da tabela, valorizando sua participação. Do ponto de vista de A2, as diferenças encontradas nos valores de temperatura obtidos são importantes, enquanto para a professora, que representa o discurso científico, estas podem ser desprezadas. Seguindo uma tendência de autoridade, P unifica o discurso na seqüência – *então -- da comparação com os resultados em todos os grupos ... ((pausa de 30')) ... em todos ... a temperatura estabilizou próximo:: de noventa e sete graus.*

Dois modos de construção de significados são empregados no início da discussão e ambos são complementares. A linguagem verbal oral é o meio para o desenvolvimento da discussão, porém as informações sobre os dados estão contidas na tabela. A cultura científica está presente na transformação de um conjunto de dados numéricos em observações qualitativas de semelhanças e diferenças. É importante notar que esta primeira interpretação dos dados, que privilegia aspectos tipológicos dos mesmos, diferenças e semelhanças, vai ao encontro da especialização do modo de comunicação empregado na primeira inscrição do fenômeno, a tabela. Lemke (1998), destaca que as tabelas, modos híbridos, têm sua origem mais direta em textos verbais escritos, ou seja, na linguagem verbal, que por sua vez é mais adequada para expressar diferenças e relações do que interações e variações contínuas. A vantagem do uso da tabela como inscrição, neste momento da interpretação do fenômeno, está em seu potencial para o fornecimento de informações tipológicas através de uma organização visual, que possibilita uma comparação simultânea entre dados de diferentes experimentos.

No turno 13, o modo verbal escrito é empregado pela primeira vez. Embora não tenha participado da construção de uma resposta para a questão em discussão (turno 1), este modo ajuda a trazer para o plano social da sala de aula mais um aspecto da cultura científica, o emprego de conceitos e unidades de medida nas explicações. A contribuição de A14 – *“porque a água foi quase noventa e sete... mais ou menos”* (turno 10) - é transformada para *“em todos a temperatura estabilizou próximo de noventa e sete graus Celsius”*, quando apresentada no modo escrito. Portanto, o emprego da linguagem escrita, além de organizar as informações construídas até o momento, numa função textual, possibilita à professora realçar as informações mais importantes e introduzir termos mais apropriados ao discurso científico.

(14a) P: COMO a gente viu que estabilizou próximo do noventa e sete [indica observações escritas no quadro] ... naquele/... naquela hipótese que tinha... a temperatura ia continuar subindo...ou ela iria ESTABILIZAR ... já temos uma comparação... p/ que ó... mesmo mudando o recipiente... mesmo tampando... sem TAMPAR... não houve... alteração... só vai faltar uma comparação... que o Bruno vai fazer... na praia... e depois ele traz... pra gente ver se dá também se dá noventa e sete graus... né...

No turno 14 a professora inicia a construção de um novo texto, que relaciona dados coletados e hipóteses iniciais. Além de organizar as idéias apresentadas até então, a breve revisão das hipóteses realizada por P apresenta também uma função interpessoal de valorizar a construção coletiva. Embora a abordagem comunicativa neste pequeno extrato seja não – interativa, a presença das vozes dos estudantes nas idéias revisadas caracteriza uma tendência dialógica.

Propondo uma nova inscrição

(163) P: pessoal ... pra gente fazer ... pra gente poder:::... shhh:::... observar e poder fazer uma:: relação de QUAN-TI-DA-DE -- não só como a gente fez aqui [tabela]-- aqui a gente só falou qualitativamente... aumenta ... diminui ... aumenta mais ... aumenta menos ... agora ... a gente em física trabalha ... trabalha muito na qualidade também pra ver se afasta ... dilata ... () sem ... sem medir ... né... essa eu vou querer medir um pouco mais... ((88')) então vou querer es-ta-be-le-cer uma relação de quan-ti-da-de ... SERÁ que cada vez que eu DOBRO a quantidade de lamparinas... a temperatura aumenta duas vezes mais rápido? ou ... um vez mais rápido? ou ... será que quando eu DOBRO a quantidade de ÁGUA ... a temperatura DEMORA metade pra aumentar ... ela vai aumentando de menos em menos na metade... na mesma proporção? será que É a mesma proporção? será que NÃO é? Pra gente poder ver essa parte de quan-ti-da-de – QUANTO aumenta -- a gente não vai poder comparar só numérico ... fazendo AQUI [tabela] o quanto aumentou em cada minuto. .. pra cada um ... pra ver o que acontece ... pra gente ver isso ... a gente vai usar um OUTRO recurso científico ... que é o GRÁFICO ... ((89')) o que a gente está vendo aqui -- olhando pra UM MONTE de números -- no GRÁFICO a gente vai ver muito claramente... porque você vai dar uma ... uma:: impressão VISUAL ... você vai bater o olho no gráfico e vai dizer se está aumentando rápido ... se está aumentando devagar ... se está aumentando no mesmo ritmo ... ou não...

(164) A14: (esse gráfico a gente pode fazer) ... pode fazer? fazer ... VAMOS fazer

(165) P: PODE

A disposição dos dados numa tabela possibilitou obter informações de caráter qualitativo, representando semelhanças e diferenças entre as variadas condições de experimentação. Quando a professora propõe a investigação de regularidades, porém, este instrumento começa a apresentar limitações, marcando um momento de transição em que uma nova inscrição deve ser empregada. A necessidade dessa nova inscrição e seu papel dentro da cultura científica é apresentada claramente pela professora no turno 163.

As aulas seguintes compreenderam a obtenção e interpretação da segunda e terceira inscrições do fenômeno (gráfico e função matemática). Considerando que os dados analisados até aqui são representativos para o problema desta pesquisa, optamos por deixar a análise das aulas seguintes para trabalhos posteriores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atividade contou com a apresentação de um problema inicial, que a princípio não foi reconhecido como tal por parte dos alunos. Foi necessário um período de sensibilização dos mesmos para a necessidade de planejamento da investigação. Isto evidencia as diferentes expectativas de estudantes e professora e o papel desta última como representante da cultura científica, que auxilia os primeiros a construir um novo olhar sobre um fenômeno familiar aos mesmos. Para tanto, foi empregado um discurso de autoridade por parte de P, que após a compreensão do problema por parte dos alunos, proporcionou o trabalho com diversos aspectos da cultura científica, como a identificação de variáveis relevantes para o teste experimental, aspectos técnicos envolvidos na realização de medidas, estabelecimento de condições padronizadas para comparação de resultados e trabalho cooperativo.

A análise da primeira inscrição também envolveu importantes aspectos da cultura científica, entre eles o potencial e as limitações de uma tabela na busca de relações entre variáveis. Foi necessária a construção de olhar diferenciado sobre o conjunto de números obtidos na coleta de dados. A professora guiou os estudantes na busca de semelhanças e diferenças, explorando a primeira inscrição até chegar em suas limitações e na proposta de realização de um gráfico. Embora o trabalho com esta última inscrição não tenha sido considerado para análise neste artigo, constatamos que as discussões envolvidas no emprego da primeira inscrição proporcionaram aos estudantes um contato mais próximo com a construção e motivações para a utilização da mesma dentro da cultura científica.

Desta forma, a atividade de laboratório mostrou-se bastante significativa para o trabalho com aspectos da cultura científica. Os episódios analisados revelaram que, ainda que a atividade de laboratório em si proporcione o contato com aspectos técnicos da cultura científica, o olhar dos estudantes sobre o fenômeno foi sendo construído por meio das interações estabelecidas no plano social da sala de aula, compreendendo tanto as discussões com a professora e os pares, quanto o contato direto com o fenômeno e as ações realizadas sobre o mesmo. O papel da professora foi essencial na construção deste olhar, visto que, além de proporcionar o envolvimento dos estudantes, esta procurou sempre esclarecer os objetivos de cada etapa do trabalho, fornecendo suporte para o alcance dos mesmos. Podemos concluir que é no contexto sociocultural da sala de aula que o potencial de uma atividade de ensino pode transformar-se em realização e a maneira como o professor faz a mediação entre os estudantes e a cultura na qual estão sendo inseridos é elemento decisivo para que isto ocorra.

REFERÊNCIAS

- Driver, R.; Asoko, H.; Leach, J.; Mortimer, E.; Scott, P. Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, v. 23, n. 7, p. 5 – 12, 1994.
- Latour, B. E Woolgar, S. *A vida de laboratório: a produção de fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- Lemke, J. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: Martin, J. e Veil, R. ((eds.), *Reading Science*. Londres: Routledge, p. 87 – 113, 1998.
- Mortimer, E. F. E Scott, P. H. Discursive activity on the social plane of high school science classrooms: a tool for analysing and planning teaching interactions. *Annual Meeting AERA*, New Orleans, 2002.