

DO FAZER AO COMPREENDER CIÊNCIAS: REFLEXÕES SOBRE O APRENDIZADO DE ALUNOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM QUÍMICA

From making to understand science: reflexions on students' learning through undergraduate research projects in chemistry

Salete Linhares Queiroz¹

Maria José P. M. de Almeida²

Resumo: O artigo toma por base investigações realizadas sobre as atividades desenvolvidas por alunas de graduação, enquanto estudantes de iniciação científica, em laboratório de pesquisa na área de química. O principal objetivo do estudo foi investigar o entendimento das alunas no que diz respeito à natureza da ciência, quando submetidas a esse tipo de instrução acadêmica. Os dados obtidos por meio de entrevistas com docentes e estudantes foram analisados segundo estudos em sociologia da ciência realizados por LATOUR e WOOLGAR.

Unitermos: iniciação científica, educação em química, sociologia da ciência.

Abstract: *The paper is based on a study of the laboratory work of undergraduate chemistry students during the time they were involved in undergraduate research projects. The aim of the study was to gain insight into what students learn about the nature of science from this approach to science instruction. The data were gathered through students' and professors' interviews and were analyzed using LATOUR and WOOLGAR'S concepts of sociology of science.*

Keywords: *undergraduate research, education in chemistry, sociology of science.*

Introdução

Este estudo tem sua origem na preocupação com a forma como se dá o aprendizado dos alunos de iniciação científica, em especial na área de química. Apesar do elevado número de estudantes desenvolvendo esta atividade no país, pesquisas sobre iniciação científica não são numerosas no Brasil; como consequência, o conhecimento produzido sobre o assunto é escasso e difuso. Apenas dois trabalhos a este respeito na área de química foram por nós localizados na literatura. Um deles foi publicado por ZAKON (1989), que, para investigar as qualidades desejáveis dos envolvidos na iniciação científica, colheu depoimentos de dez estudantes vinculados à iniciação científica em química e engenharia química e de dez docentes do Instituto de Química, da Escola de Química e do Instituto de Macromoléculas da Universidade Federal do Rio de Janeiro. O outro trabalho, intitulado *O discurso de alunos de iniciação científica em química: análise de relatórios de pesquisa* (QUEIROZ & ALMEIDA, 2001), encontra-se nas atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e nele são analisados discursos produzidos por alunos de iniciação científica em química em seus relatórios de pesquisa em

¹ Professora doutora do Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo. E-mail: salete@iqsc.usp.br.

² Professora titular da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas e coordenadora do grupo de estudo e pesquisa em Ciência e Ensino (gepCE). E-mail: mjpma@unicamp.br.

termos das possibilidades de se avaliar a apropriação do discurso científico pelos estudantes com base neste instrumento.

Tendo em vista uma preocupação com a forma como se dá o aprendizado dos alunos de iniciação científica e o fato das pesquisas anteriormente mencionadas não buscarem diretamente estabelecer relações entre o “fazer ciência” e o “compreender a ciência” pelo aluno de um curso universitário de química, enquanto estudante de iniciação científica, procura-se neste trabalho reunir subsídios capazes de conduzir à elucidação da questão: *O fazer pesquisa é um fator relevante para a aprendizagem do aluno de graduação em química? Como se dá essa contribuição?* Esses subsídios foram buscados por intermédio do acompanhamento do percurso trilhado por duas alunas de iniciação científica em química que estavam iniciando seus trabalhos em um laboratório de pesquisas de uma universidade federal do estado de São Paulo durante o período de nove meses. Os procedimentos de pesquisa pautaram-se em entrevistas com integrantes do grupo de pesquisas no qual se inseriram as alunas de iniciação científica, incluindo relatos dos entrevistados sobre suas impressões a respeito do dia-a-dia do laboratório e das atividades desenvolvidas neste ambiente, além de observações no local.

Trabalhos que apresentam a característica de tomar as ocorrências em laboratórios científicos como objeto de estudo são numerosos e algumas vezes referidos como exemplos da utilização de abordagem antropológica no estudo da ciência, fazendo com que daí decorra o uso das expressões *estudos etnográficos ou etnometodológicos* do trabalho científico para os identificar. Entre eles, destacam-se trabalhos como o da socióloga Karin KNORR-CETINA (1995), *Los estudios etnograficos del trabajo científico: hacia una interpretación constructivista de la ciencia*, no qual a autora seleciona aspectos que marcam a natureza e a direção em que se processam as “construções” no laboratório científico. WORTMANN e VEIGA-NETO (2001), no livro *Estudos culturais da ciência e educação*, mencionam como exemplo o trabalho realizado por SUSIN (2000) a partir das observações e interações da autora com os pesquisadores de um laboratório de bioquímica localizado em Porto Alegre. O principal referencial para análise utilizado por SUSIN (2000), assim como no trabalho aqui apresentado, foi o estudo realizado por LATOUR e WOOLGAR (1997), expresso no livro *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*.

Mapa das condições de produção da iniciação científica: espaço físico e membros do laboratório

O laboratório

As alunas desenvolveram iniciação científica no Laboratório de Espectrometria de Massas numa universidade federal localizada no estado de São Paulo. A “alma” desse laboratório, como bem especifica seu nome, é um equipamento conhecido por espectrômetro de massas que aí se encontra alojado. No mesmo local também é encontrado um outro equipamento conhecido como cromatógrafo a gás e um computador para uso dos alunos do grupo, que nele consultam a Internet e digitam textos. No entanto, o espaço geográfico utilizado pelo grupo de pesquisas do Laboratório de Espectrometria de Massas em muito ultrapassa os limites desta sala. Fazem parte do cotidiano dessas pessoas idas e vindas freqüentes ao Laboratório de Produtos Naturais, que é compartilhado com membros de outros grupos de pesquisas do departamento, e onde são realizadas as operações mais freqüentemente associadas ao trabalho do químico, como preparação e evaporação de soluções, síntese de compostos, lavagem de vidrarias e pesagem, por exemplo. Ou seja, o Laboratório de Produtos

Naturais funciona como a “cozinha” onde são preparadas algumas das amostras que serão analisadas no Laboratório (“limpo”) de Espectrometria de Massas. O Laboratório de Bioensaios é também parte integrante da estrutura que compõe o grupo de pesquisas do Laboratório de Espectrometria de Massas. Nele são realizadas operações que permitem o crescimento e a biotransformação de fungos. As alunas de iniciação científica também realizaram experimentos nesse local e o freqüentaram esporadicamente. Ainda era possível encontrar uma das alunas em atividade em um outro laboratório de uso comum do departamento, onde se encontra um outro equipamento de cromatografia gasosa acoplado a um espectrômetro de massas, apelidado de “massinha” (Laboratório do “Massinha”). A sala de estudos utilizada pelo grupo de pesquisas era também freqüentada pelas alunas de iniciação científica quando atividades como preparação de seminários, escrita de trabalhos ou de relatórios encontravam-se em curso.

As alunas de iniciação científica e os membros do grupo mais estreitamente relacionados a elas

As alunas de iniciação científica, de nomes fictícios Marina e Débora, graduandas de licenciatura em química do curso noturno, foram contempladas com bolsas do CNPq-PIBIC (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica) quando iniciaram efetivamente seus trabalhos no laboratório de pesquisas. A entrada delas no laboratório coincidiu com o início de uma greve dos professores nas universidades federais, que se prolongou por quase seis meses. Essa condição diferenciada foi determinante para o desenvolvimento das alunas dentro do laboratório, pois elas dedicaram-se mais intensamente ao trabalho de iniciação científica do que teria sido possível se estivessem também realizando atividades do curso de graduação.

Uma vez instaladas no laboratório, cada uma delas passou a trabalhar no desenvolvimento de projetos distintos, sendo *Análise de metabólitos voláteis de fungos por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas* o de Débora e *Isolamento e identificação de produtos de biotransformação de lignina feita por Agaricus Blazei* o de Marina. Duas alunas de pós-graduação, de nomes fictícios Caroline e Carla, assumiram as co-orientações das iniciantes. Assim, o desenvolvimento do projeto de Marina ficou sob os cuidados de Caroline e o desenvolvimento do projeto de Débora, sob os cuidados de Carla. Caroline é aluna de doutorado e Carla é aluna de mestrado, ambas sob a orientação do professor responsável pelo laboratório, de nome fictício Arantes. Este, por sua vez, orienta um grupo de mais de 10 alunos em diferentes estágios de formação.

As pessoas acima citadas tiveram uma convivência bastante estreita nos meses em que fizemos as nossas observações no laboratório. Sem dúvida que os contatos mais constante das alunas davam-se com as suas respectivas co-orientadoras, que faziam também uma ponte entre as iniciantes e o orientador. Não se pode deixar de mencionar que outros membros do grupo, apesar de não estarem diretamente envolvidos no desenvolvimento dos projetos de pesquisa das alunas, eram encontrados várias vezes por semana no ambiente de trabalho, traziam suas histórias e davam suas colaborações, mesmo que indiretas, para este desenvolvimento. Contatos além dos “muros” que circundam o que chamamos de grupo de pesquisas do Laboratório de Espectrometria de Massas também foram estabelecidos pelas alunas, uma vez que é quase impossível tocar-se uma pesquisa sem que sejam desenvolvidas relações com alunos pertencentes a outros grupos de pesquisas, com o técnico de laboratório ou com o vidreiro da universidade, por exemplo.

Fundamentos teóricos

Entendemos que “compreender ciência” envolve a percepção e o entendimento da construção do conhecimento científico. Para alunos de iniciação científica, ou seja, alunos envolvidos no “fazer ciência”, que é a tônica do laboratório de pesquisas onde as estudantes deste trabalho estavam alocadas, essa percepção é ainda mais necessária. Analisamos este processo de “fazer ciência/entender a construção do saber científico” segundo estudos da Sociologia e Antropologia da Ciência, baseados principalmente em LATOUR e WOOLGAR (1997). Dessa forma, parece-nos imprescindível que uma breve síntese do que foi apresentado por esses autores no livro *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos* seja aqui colocada. Uma síntese bastante completa desse livro pode ser encontrada no trabalho de VIANNA (1998).

A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos, segundo LATOUR e WOOLGAR

LATOUR e WOOLGAR relatam no livro *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos* observações por eles colhidas sobre o cotidiano de profissionais envolvidos no dia-a-dia do laboratório do professor Roger Guillemin, Prêmio Nobel de Medicina em 1978, no Instituto Salk de San Diego, Califórnia, EUA. O texto apresenta ao leitor o modo como os cientistas trabalham, ou seja, os degraus por eles galgados até a apresentação dos fatos científicos gerados neste meio. Em um trabalho criterioso, que apresenta diálogos entre os membros do laboratório e contatos destes com integrantes de outros laboratórios, seja por meio da troca de cartas, leitura de artigos e projetos de pares, ou pelo simples pronunciamento sobre o aceite ou a recusa de convites para conferências, LATOUR e WOOLGAR atingem seu objetivo de uma forma sem precedentes.

Mais do que relatar o dia-a-dia dos cientistas de forma minuciosa, os autores ressaltam a função do laboratório como um local de inscrição literária, onde a produção de um artigo, no qual enunciados que precisam ser provados e aceitos como verdadeiros são emitidos, constitui-se no ápice de um longo processo que envolve todos os membros da hierarquia do laboratório. A colocação deste fato deixa também evidente que uma descoberta científica não é fruto do trabalho de uma só criatura de mente brilhante, e sim do trabalho de todos, desde o técnico que desempenha seu papel rotineiro com exatidão até o pesquisador que elabora um projeto de pesquisa, acompanha seu desenvolvimento pela análise de resultados obtidos por estudantes de graduação e pós-graduação, divulga esses resultados para a comunidade científica e ainda angaria verbas necessárias para o andamento da pesquisa junto à agências de fomento.

A dinâmica do laboratório, no que diz respeito às batalhas intelectuais que aí tomam lugar (por batalhas intelectuais entenda-se o esforço necessário para se convencer um parceiro de que sua interpretação de um fato é equivocada) é apresentada e os afetos, desafetos e credibilidade daí decorrentes são também mostrados. Observando a “vida de laboratório” e considerando todos os aspectos acima mencionados, os autores conseguem nos colocar diante de dois processos: a ciência já feita e a ciência sendo feita.

A imersão das alunas no meio científico: a cultura do laboratório

Com base no trabalho citado de LATOUR e WOOLGAR, destacamos a seguir algumas questões na relação “fazer ciência”/“compreender ciência que ficaram evidentes durante o acompanhamento da imersão das alunas no meio científico.

Começando por refletir sobre o espaço físico do laboratório onde as atividades de pesquisas são realizadas, os autores descrevem a visita de um antropólogo ao laboratório e destacam as impressões deste observador:

Ele compreende a utilidade das divisórias, das cadeiras, dos jalecos, etc., mas sua cultura não lhe permite apreender o significado de termos como TRF, hemoglobina ou tampão. Isso não impede que, desde logo, ele se choque com uma separação muito clara entre duas zonas do laboratório. Uma (a seção B da Figura 2.1) está cheia de aparelhos diversos; a outra (a seção A) contém exclusivamente livros, dicionários e artigos. Na seção B o observador constata que a aparelhagem é utilizada em diferentes tarefas: corta-se, cose-se, mistura-se, agita-se, marca-se, etc. Na seção A, trabalha-se apenas com material escrito: lê-se, escreve-se, bate-se à máquina. (LATOUR & WOOLGAR, 1997, p. 37)

Recordando a descrição que foi feita dos espaços utilizados pelos integrantes do grupo de pesquisas do Laboratório de Espectrometria de Massas, não é difícil perceber que ela pode ser relacionada com a descrição mencionada por LATOUR e WOOLGAR. Assim, assumindo a descrição dos autores, pode-se apresentar o Laboratório de Produtos Naturais, Laboratório de Bioensaios, Laboratório do “Massinha” e a parte do Laboratório de Espectrometria de Massas que abriga o cromatógrafo a gás e o espectrômetro de massas como constitutivos da parte B do Laboratório do Grupo de Pesquisas em Espectrometria de Massas, com especial destaque para o Laboratório de Produtos Naturais, que, conforme mencionamos anteriormente, abriga as bancadas e tem a característica de ser a grande “cozinha” do grupo. A sala de estudos e a parte do Laboratório de Espectrometria de Massas que abriga o computador no qual são digitados relatórios e artigos constituem a parte A do Laboratório do Grupo de Pesquisas em Espectrometria de Massas.

Esse espaço físico, de características particulares, apresenta-se aos olhos de LATOUR e WOOLGAR como um *sistema de inscrição literária*:

O observador experimenta um sentimento de alívio: afinal, a vida do laboratório não é tão absurda quanto lhe parecera à primeira vista. Tudo chega mesmo a indicar que as capacidades de inscrição dos aparelhos, a mania de marcar, de codificar e de fichar assemelham-se muito com as qualidades exigidas das pessoas que exercem uma profissão literária: saber escrever, persuadir e discutir. O observador consegue dar sentido às atividades obscuras – à do técnico que tritura cérebros de ratos, por exemplo –, porque agora ele sabe que a finalidade última de toda essa atividade pode ser um esquema ao qual é conferido um grande valor. O que lhe parecia ser somente um caos de números adquire finalmente valor de argumento em uma discussão entre “doutores”. O observador, portanto, forma a idéia de que o laboratório é um sistema de inscrição literária. (Ibidem, p. 45-46)

Considerando a importância desta constatação feita pelos autores, **do laboratório como local de inscrição literária**, também a selecionamos como princípio organizador das nossas observações no laboratório. Voltamos os olhos para as atividades desenvolvidas pelas alunas de iniciação enxergando-as como personagens que se tornam efetivamente integrantes do grupo de pesquisas a partir do momento em que iniciam suas inscrições no laboratório. Segundo LATOUR, “a noção de inscrição designa operações anteriores à escrita. Ela serve para resumir os traços, tarefas, pontos, histogramas, números de registros, espectros, gráficos, etc.” (p. 37).

A atuação das alunas nos primeiros dias no laboratório já mostrava o grande número de inscrições por elas realizadas a cada visita ao local. Durante um período de aproximadamente dois meses, trabalharam quase que exclusivamente na área que se convencionou chamar

de área B do laboratório, fazendo experimentos nas bancadas ou trabalhando diretamente com equipamentos, como o cromatógrafo a gás. As inscrições provenientes deste período são semelhantes às mencionadas por LATOUR e WOOLGAR:

Várias incursões na parte das bancadas convencem nosso observador de que aqueles que aí trabalham escrevem de forma compulsiva e sobretudo maníaca. Toda bancada dispõe de um grande livro de registros forrado de couro, no qual os membros daquela seção anotam meticulosamente o que acabaram de fazer com um determinado número de código [...]. Parece-lhe que os técnicos, quando não estão controlando os aparelhos de grande complexidade, passam o tempo listando longas colunas de números em folhas de papel em branco. E quando não é no papel, passam um enorme tempo escrevendo nos vidros de centenas de tubos de ensaio, e até mesmo no pêlo dos ratos. Acontece também de usarem tiras de papel colorido para marcar algum béquer ou diferentes fileiras da superfície brilhante de uma mesa cirúrgica. (Ibidem, p. 41)

Diálogos travados nos primeiros dias de trabalho entre Caroline, aluna de doutorado, e Marina, aluna de iniciação científica, já indicavam para esta a importância das inscrições. Em uma determinada ocasião, antes de se ausentar do laboratório, Caroline pede para Marina fazer algumas operações no computador acoplado ao cromatógrafo a gás. Ao retornar, a coorientadora explica para Marina como ela deve anotar com cuidado o nome do arquivo das suas amostras e enfatiza a importância disso para que no futuro a aluna saiba de que dados está tratando. Sugere também uma forma que ela pode usar para “batizar” seus dados no computador. Caroline também coloca a importância de escrever informações relevantes nas etiquetas dos vidrinhos em que as amostras estudadas estão guardadas; colocar a data, por exemplo, é uma informação que não pode ser esquecida. Caroline conclui a conversa com a sentença “agora só tem dois vidrinhos, daqui a pouco vai ter 50”.

Conforme mencionamos anteriormente, as alunas dedicaram-se nos dois meses iniciais a trabalhos na parte B do laboratório. Embora esporadicamente pudéssemos encontrá-las, entre uma medida e outra, lendo livros, artigos ou teses relacionadas às suas pesquisas, as idas à parte A do laboratório intensificaram-se apenas no momento em que as duas foram convidadas a apresentar um seminário para os membros do grupo de pesquisas. Esse momento provocou um certo alvoroço e, após a definição do tema do seminário como sendo *Armas químicas*, as alunas passaram a consultar artigos, revistas e *websites* na Internet em busca de informações. Dessa forma, a primeira oportunidade concreta de passar da parte B para a parte A do laboratório ocorreu e as alunas puderam vivenciar o contraste entre elas, conforme encontra-se descrito nas palavras de LATOUR e WOOLGAR :

Quando passa do laboratório para o espaço do escritório, o observador se vê mergulhado em um universo no qual a escrita é ainda mais impregnante. Os escritórios estão cobertos de fotocópias de artigos. Algumas palavras estão sublinhadas, as margens estão cheias de pontos de exclamação. Os rascunhos de artigos misturam-se aos esquemas rabiscados apressadamente em pedaços de papel já usado: a carta de um colega, as listagens provenientes da seção ao lado. Páginas cortadas de um artigo são coladas em outros, excertos de artigos em preparação passam de mão em mão[...]. Os textos são constantemente modificados, novamente datilografados, corrigidos mais uma vez e, segundo o caso, adaptados ao formato desta ou daquela revista. Quando não estão garantindo em um papel, os membros da seção A estão escrevendo nos quadros, ditando cartas ou preparando transparências para a próxima exposição. (Ibidem, p. 41-42)

A necessidade de preparação das transparências para a exposição do seminário foi o fator que desencadeou a ida das alunas para o espaço do escritório. A apresentação deu-se com sucesso, conforme se constata pelos comentários tecidos pelo orientador, permitindo-se que se conclua que as alunas demonstraram a capacidade em manejar algumas das ferramentas necessárias para o trabalho da parte A do laboratório. A fala do orientador, logo após a conclusão do seminário, é ilustrativa a respeito da apresentação:

Como primeiro seminário, eu acho que está muito bom. Num primeiro seminário, não tem muita coisa que quem está assistindo avalia para dar aquelas dicas. São poucas as coisas, mesmo porque, como é o primeiro, isso significa que vocês têm ainda um longo caminho e possuem pouca experiência com a coisa. Para um primeiro seminário, foi bem escolhido o tema, porque é muito geral, muito geral mesmo. Isso as deixa mais à vontade com uma série de coisas. As transparências têm uma boa organização, embora elas careçam muito de mais ilustrações. Vocês têm que se preocupar mais com isso. Alguns detalhes, principalmente as estruturas químicas..., não fujam. Como químicos, vocês não devem fugir. Discutam um pouquinho mais, procurem aproveitar esse momento para aprender um pouquinho mais das estruturas. Falar isto aqui é um fosfonato, esse é um cloreto, e assim por diante. Podem até aprofundar um pouquinho mais, os cloretos são muito reativos, então são lacrimogêneos. Coisas assim. OK? Pelo menos nestes aspectos. Mas, eu repito, para um primeiro seminário, está excelente. Agora, nos próximos, eu aconselho que peguem uns assuntos mais específicos que é para trabalhar outras coisas na hora de dar um seminário. Não se esqueçam que a gente está aqui para aprender, cada vez mais, como dar seminário, conteúdo básico, tudo faz parte da aprendizagem.

Persistindo no acompanhamento das alunas nos meses que se seguiram ao seminário, observamos a volta das duas estudantes às bancadas e aos equipamentos e consideramos que, assim como sugerem LATOUR e WOOLGAR, uma vez que os aparelhos produzem resultados sob a forma escrita, devem ser objetos de atenção, enquanto se estabelece a discussão do laboratório como local de inscrição literária. Assim os autores escrevem:

Fica evidente, na verdade, que se pode atribuir a eles (os equipamentos) um significado particular. É claro que nem todos os aparelhos do laboratório pertencem a essa categoria: certas "máquinas" apenas transformam um estado da matéria em outro. A foto 3, por exemplo, mostra um evaporador rotativo, um centrifugador, um agitador e um triturador. Em contrapartida, os que transformam matéria em escrita serão chamados "inscritores". Iremos mais precisamente designar com este vocábulo todo elemento de uma montagem ou toda combinação de aparelhos capazes de transformar uma substância material em uma figura ou em um diagrama diretamente utilizáveis por um daqueles que pertencem ao espaço do "escritório". (Ibidem, p. 44)

Empregando a palavra "inscritores" no sentido dado a ela por LATOUR e WOOLGAR, pode-se afirmar que apenas uma das alunas de iniciação científica, no caso a aluna Marina, trabalhou com esse tipo de equipamento na sua pesquisa científica. Um cromatógrafo a gás e um espectrômetro de massas foram constantemente usados e deles extraídos "escritos". Ou seja, essa aluna teve a oportunidade de verificar em seu trabalho rotineiro, conforme expressa LATOUR, "a transformação de uma substância material em uma figura ou em um diagrama diretamente utilizável por um daqueles que pertencem ao espaço do "escritório" (p. 44).

O trabalho da aluna Débora exigia a utilização do aparelho de ressonância magnética nuclear, que pode ser considerado como um “inscritor” na visão de LATOUR e WOOLGAR, para seu andamento, porém as medidas nele realizadas eram executadas pela co-orientadora CARLA, sem a participação efetiva da aluna.

A experiência do uso de inscrites no laboratório de pesquisas pela aluna que teve essa oportunidade nos pareceu valiosa, uma vez que o uso dos mesmos, o entendimento pleno de suas funções e o destino final dos dados daí extraídos pode eventualmente facilitar a compreensão do papel do laboratório como um todo. Ou seja, concordamos com LATOUR e WOOLGAR quanto ao fato de que:

A noção de inscritor tem uma consequência essencial: ela estabelece uma relação direta com a “substância original”. As discussões sobre a propriedade da substância têm como foco o esquema ou a curva. A atividade que separa essas duas etapas e os processos – por vezes longos e caros – que elas desencadeiam ficam ocultados quando se discute o significado dos dados obtidos. O diagrama final torna-se ponto de partida do processo sempre renovado de escrita dos artigos sobre a substância em questão. Nos escritórios são produzidos os artigos que comparam e opõem esses diagramas a outros que com eles se parecem, e aos que se encontram nos artigos já publicados. (Ibidem, p. 45)

No diálogo ilustrado a seguir e identificado como Diálogo 1, percebe-se que a aluna Marina trilhou o caminho que vai do uso da “substância original”, no caso sua amostra problema, até o manuseio dos inscrites (o cromatógrafo e o espectrômetro de massas), de onde extraiu espectros, que LATOUR e WOOLGAR colocam como “esquemas”, para em seguida tomar esses espectros como ponto de partida para a escrita de um resumo científico a ser apresentado no congresso anual da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Na ocasião apresentada a seguir, conversamos com a aluna enquanto ela imprime espectros de massas retirados de um programa padrão, disponível no computador e chamado vulgarmente de “biblioteca”, para compará-los com seus próprios resultados, ou seja, com seus próprios espectros de massas. Diante da tela do computador ela escolhe alguns espectros para impressão e exclui outros.

Diálogo 1

Pesquisadora – Ah, tá! Você está fazendo uma comparação para ver...

Marina – É! Comparação para ver se eu tenho a substância aqui da biblioteca. Daí eu escolho os espectros que são mais parecidos.

Pesquisadora – Como você vai confirmar depois se é ou não o que você está pensando?

Marina – Daí eu vou ter que analisar, né? Para ver qual espectro é mais parecido, para ver se é a substância ou não.

Pesquisadora – Mas você vai ter várias opções.

Marina – É. Vamos supor: eu vou ter um monte de substância a cada tempo de retenção. Daí, este aqui que eu estou fazendo é do controle. Aquele branco que só tinha arroz. Lembra?

Pesquisadora – Sim.

Marina – Então eu vou ter que processar todos, depois eu processo os dos fungos, para depois eu comparar.

Pesquisadora – Então da parte experimental vocês já fizeram uma boa parte? Vocês estão só nesta parte de analisar os espectros.

Marina – Agora a gente deu uma paradinha, né? Eu tenho parte experimental ainda. Eu tenho que terminar isto aqui porque eu preciso para o meu relatório do CNPq.

Pesquisadora – Isto é o que eu estou falando. Aquela parte toda que foi feita você vai começar a analisar agora para o relatório.

Marina – É. Se o Arantes me permitir, deixar eu fazer assim...

Pesquisadora – Deixar o quê?

Marina – Deixar eu dar um tempo para analisar. Mas acho que deixa. Tem que ser, senão eu estou ferrada. Semana passada eu fiquei que nem uma louca porque tinha que processar (os espectros), porque eu mandei um negocinho para a SBQ.

Pesquisadora – Mandou um resumo para a SBQ! O trabalho foi no nome de quem, Marina? Teu, da Caroline e do Arantes?

Marina – É. Semana passada eu fiquei 3 dias para fazer o resumo, entregar para o Arantes corrigir, entregar de novo...

Após o encontro que gerou este diálogo, a aluna apresentou-nos as várias versões do resumo enviado para a reunião científica em questão e explicou como cada uma delas havia sido produzida. Acreditamos que pela análise das falas da aluna no Diálogo 1 e da leitura das várias versões produzidas do trabalho enviado para o congresso, podemos constatar sua efetiva “imersão” na vida de laboratório como membro que faz inscrições, usa inscriteiros aí disponíveis (equipamentos que geram dados escritos) e inicia seu treinamento, ainda que com considerável ajuda da co-orientadora e do orientador, nas atividades de escrever textos científicos resultantes do trabalho experimental que desenvolveu.

Em uma das passagens no Diálogo 1, a aluna mencionou a necessidade de iniciar a confecção de seu relatório de pesquisa. Isso se deve ao fato de que uma das exigências do CNPq, agência que financia as bolsas de estudos das alunas, é que, caso se deseje a renovação da bolsa por um ano, um relatório parcial sobre o trabalho desenvolvido seja apresentado três meses antes do prazo de expiração da bolsa. Essa exigência forçou uma segunda saída das estudantes da parte B do laboratório, a parte das bancadas, e levou-as para a parte A do laboratório, a parte do escritório.

Os trechos dos diálogos que se seguem foram registrados em vários momentos da produção dos relatórios e evidenciam, entre outros aspectos, o esforço envidado pelas alunas nesta produção e as interações que se estabeleceram entre elas, as co-orientadoras e outros membros do grupo nessa ocasião. O acompanhamento do trabalho de produção dos relatórios pelas alunas deixou clara a expectativa e ansiedade das mesmas em relação a essa tarefa, fazendo com que vislumbassem a importância que o grupo de pesquisas credita ao material escrito que sai do laboratório. No Diálogo 2, por exemplo, Marina expressa sua preocupação com relação à confecção do relatório.

Diálogo 2

Marina – Eu precisava da Caroline hoje.

Pesquisadora – Para que você quer a Caroline (co-orientadora)?

Marina – Para me ajudar.

Pesquisadora – Ajudar? Você já não está craque?

Marina – Não, em relatório não.

Pesquisadora – Você já tem o que é mais difícil, que eu acho que é a introdução.

Marina – Você acha?

Pesquisadora – Se você for fazer bem feita é. O que você escreveu lá nos objetivos?

Marina – Isto aqui (mostra o que está na tela do computador).

Pesquisadora – Isto aí vocês peneiraram daquele artigo lá, né?

Marina – Isto aqui eu peguei da dissertação da Caroline.

Pesquisadora – E a metodologia, você se baseou em que para fazer desse jeito aí?

Marina – Eu que fiz mesmo.

Pesquisadora – Mas você não olhou nem uma tese para ver como que fica no trabalho dos outros?

Marina – Eu olhei na da Caroline. Só que ainda vou ter que fazer isto daqui. Eu vou ter que passar para ela, ela vai ter de ler. Daí ela vai mandar eu mudar. Daí eu mudo, daí eu mostro para o Arantes, do Arantes volta para mim, daí eu mudo de novo e volto para o Arantes.

Tivemos também a oportunidade de conversar com a aluna Débora e com sua co-orientadora, Carla, sobre a confecção do relatório de pesquisa de Débora e tomar conhecimento da forma como o relatório foi produzido. O Diálogo 3, a seguir, mostra que, para o caso específico desse relatório, os dados de pesquisa de Carla, aluna de mestrado, e de Débora, aluna de iniciação, coincidem em vários aspectos. Ou seja, as duas realizaram um trabalho em conjunto, o que fez com que parte do relatório de mestrado de Carla fosse aproveitada na confecção do relatório de iniciação científica de Débora.

Diálogo 3

Pesquisadora – Vocês vão pedir renovação da bolsa?

Carla – Isso era o que nós estávamos falando hoje. Vamos, só que nós não vamos mais trabalhar com lignina. Eu quero colocar a Débora no meu projeto temático com o pessoal de Botucatu, com cogumelos comestíveis.

Pesquisadora – Muda muita coisa?

Carla – Não, porque, no meu doutorado, eu vou trabalhar mais com bancada, para isolar os compostos bioativos.

Pesquisadora – Então toda esta parte que a Débora aprendeu ela vai utilizar? Porque o relatório dela, pelo que ela falou, a introdução e a parte experimental são baseadas no teu relatório. Ou não?

Carla – É. Vai ser, na realidade, está sendo o mesmo trabalho, né?

Pesquisadora – Então ela simplesmente pega a sua introdução e põe no relatório dela?

Carla – Isso, que é a mesma coisa. Já está pronta, a não ser que ela queira acrescentar alguma coisa, ela tem uns artigos bons. A parte experimental de resultados nós vamos trabalhar juntas.

O conjunto de diálogos apresentado até então evidencia que em vários momentos as alunas foram flagradas em situações que LATOUR e WOOLGAR assinalam como típicas da construção do saber científico. Quando no Diálogo 3, por exemplo, a co-orientadora Carla comenta que a introdução do relatório de Débora já está pronta, “a não ser que ela queira acrescentar alguma coisa, ela tem uns artigos bons”, pode-se constatar que o laboratório apresenta-se para as alunas como um local onde dois tipos de literatura estão justapostas: publicações externas ao laboratório e documentos produzidos no interior do laboratório. Esta é uma das características que impregnam o processo de construção do saber científico e é mencionada por LATOUR e WOOLGAR:

Os artigos escritos por outros autores constituem a literatura externa que alimenta – além das inscrições que saem do laboratório – o processo de criação de novos artigos. (Ibidem, p. 51-52)

Para produzir um artigo, toma-se como fundamento alguns escritos externos ao laboratório e (explícita ou implicitamente) uma parte do que está estocado no laboratório. (Ibidem, p. 52)

A idéia do laboratório como um local onde textos são escritos e corrigidos, escritos novamente e revisados inúmeras vezes, ilustrada por LATOUR e WOOLGAR em “os textos são constantemente modificados, novamente datilografados, corrigidos mais uma vez e, segundo o caso, adaptados ao formato desta ou daquela revista” (p. 42), pode ser encontrada na fala de Marina no Diálogo 2, no qual ela relata o andamento do seu relatório: “só que eu ainda vou ter que fazer isto aqui. Eu vou ter que passar para ela (no caso, a co-orientadora), ela vai ter de ler. Daí ela vai mandar eu mudar. Daí eu mudo, daí eu mostro para o Arantes, do Arantes volta para mim, daí eu mudo de novo e volto para o Arantes”.

Necessita-se um pouco mais de sutileza para perceber, em quase todos os diálogos, um traço essencial da ciência, traço este que LATOUR e WOOLGAR entendem como sendo um paradoxo:

A partir do momento em que as folhas de dados estão sobre as mesas de trabalho, podem-se ocultar as várias semanas de esforço que esses resultados custaram para os técnicos e as centenas de dólares investidos na produção. Uma vez que os artigos estão escritos e que o resultado essencial deu origem a um novo inscritor, nada melhor do que esquecer que a produção do artigo depende de fatores materiais. A bancada é relegada a segundo plano, chega-se a negligenciar a existência dos laboratórios. Esta é a hora das “idéias”, das “teorias” e das razões [...]. O ambiente material tem, portanto, uma dupla característica: ele é o que torna possível o fenômeno e é dele que se deve facilmente esquecer. (Ibidem, p. 67)

De fato, depois que as alunas iniciam a tarefa de escrita do relatório, nenhuma menção é feita às agruras dos primeiros meses, às dificuldades e aos problemas enfrentados por elas nas bancadas. Os difíceis meses iniciais de trabalho são completamente apagados e elas dedicam-se à tarefa de produzir um documento que em nada deve lembrar esse estágio do trabalho.

Tendo destacado, até o momento, situações e diálogos que apresentam o laboratório como um local de inscrição literária, passamos agora a enxergá-lo também como um local onde, além da comunicação formal, existe a comunicação informal. Seguindo os passos de LATOUR e WOOLGAR, que especulam sobre as relações que culminam neste tipo de comunicação, descobre-se que:

No laboratório há um fluxo contínuo de brincadeiras, de argumentos e de conselhos: “Por que você não tenta fazer isso?”. Os grandes quadros-negros estão cheios de inscrições. Os computadores cospem listagens sem parar. (Ibidem, p. 11)

De súbito, eles (os integrantes do laboratório) se transformam em vítimas. Só falam de alguém que os havia roubado, que havia desviado seus recursos, que os expropriara, que os explorava. Todos falavam de um único, ausente, o amo. Quando ele entrou, todos sentiram as pernas tremerem. Pareciam doentes. (Ibidem, p. 14-15)

As trocas informais têm invariavelmente por objeto aquilo que constitui a própria substância da comunicação formal. A maior parte das comunicações informais têm como referência a literatura publicada [...]. Na maior parte do tempo, mesmo quando se fala ao telefone, discutem-se documentos, seja para combinar a colaboração em um artigo,

seja para corrigir uma ambigüidade contida em artigo já enviado para publicação [...]. (Ibidem, p. 47)

Durante o período de acompanhamento das alunas de iniciação científica, verificamos que elas encontraram-se envolvidas pela cadeia de afetos e desafetos característica do laboratório e, aos poucos, aprenderam as regras e as atitudes que deviam ser tomadas na hora apropriada. Em muitos dos diálogos que acompanhamos, emitidos por elas, ou por elas assistidos, eram expressos os conselhos de um membro do grupo para outro. É o que se observa no Diálogo 4, a seguir, quando um membro do grupo que está passando pelo laboratório no instante em que Marina digita seu relatório pára em frente à tela do computador, lê o que está escrito e sugere, veementemente, para Marina que ela modifique um trecho de seu relatório.

Diálogo 4

Membro do grupo – Volta, volta, volta aqui na parte de isolamento. Está faltando alguma coisa, né?

Marina – O quê?

Membro do grupo – Está faltando o hipoclorito...

Marina – É, né? Mas ela (a Caroline) falou que como eu não fiz isto...

Membro do grupo – Como é que tu fizestes então? Só o álcool 70 e mais nada?

Marina – Ela (Caroline) que falou para tirar.

Entrevistadora – Mas como que você fez mesmo?

Marina – Eu não isolei da planta, da planta não fui eu que isolei. Entendeu?

Membro do grupo – Quem isolou?

Marina – Foi a Caroline.

Membro do grupo – Tá errado. O que você vai colocar aí, para você, você vai colocar que você recebeu dela e que a cultura foi reativada nesse meio. Agora, se você quer descrever o isolamento, tem que descrever como ela fez o isolamento, mas eu acredito que ela não fez só com álcool 70 não. Todo mundo usou hipoclorito. Tá errado.

O reconhecimento da existência de uma hierarquia vigente no laboratório de pesquisas foi também facilmente reconhecida pelas alunas a partir das suas participações nesse meio. A forma como os membros do grupo costumavam referir-se ao orientador, com um misto de respeito e receio, tornaram essa tarefa bem fácil. Assim, a idéia do orientador como “amo”, conforme colocam LATOUR e WOOLGAR em trecho anteriormente citado neste artigo, fica bem caracterizada na fala de Marina no Diálogo 1, quando ela relata que deu uma “paradinha” no trabalho experimental e que precisa analisar os espectros “se o Arantes me permitir, deixar eu dar um tempo para analisar”.

Considerações finais

A partir da análise dos diálogos apresentados, pode-se constatar, inicialmente, que, ao saírem da parte das “bancadas” e passarem para a parte do “escritório” do laboratório com o intuito de escrever seus relatórios parciais de pesquisa, ao final de aproximadamente nove meses de trabalho, as alunas alcançaram o estágio que LATOUR e WOOLGAR descrevem como o de produção de documentos. Os documentos em questão, os relatórios parciais de pesquisa, não são ainda artigos, os quais, segundo LATOUR e WOOLGAR, “são a finalidade essencial dos atores do laboratório” (p. 70). Entretanto, escrever esses documentos exigiu uma cadeia de operações e de acontecimentos que permitiram sua concretização. O desenvolvimento dessa cadeia proporcionou às alunas de

iniciação científica o conhecimento e a vivência da “cultura do laboratório”. A permanência constante e participativa das duas no local onde se produz a ciência criou condições invejáveis que provavelmente proporcionaram a ambas, ainda que, em alguns aspectos, de forma implícita, a compreensão de *como se faz ciência* e *a iniciação à arte de fazer ciência*. Poderíamos, inclusive, especular, numa perspectiva curricular, sobre o valor da iniciação científica na formação das concepções de ciência do aluno de graduação.

Acreditamos que a “imersão” das alunas no laboratório de pesquisa, que permitiu torná-las aculturadas “à vida de laboratório”, trouxe grandes benefícios para a formação de cada uma delas à medida que as tirou da mesmice de concluir um curso de química sem ter a real noção de como se faz química, sem ter a chance de questionar conceitos tão arraigados na sociedade sobre o papel de cientista e de como se faz ciência. Além disso, a oportunidade de produzir o conhecimento científico, ou pelo menos ajudar de alguma forma seu processo de produção, via de regra apresenta-se ao estudante como uma oportunidade para participar de uma saga, a saga de produção científica, fortemente influenciada por suas atitudes, e que conduz ao erro, ao conflito, ao transtorno e também à alegria de encontrar algo tão ansiosamente procurado.

Por fim, faz-se ainda necessário mencionar, quando se fala das vantagens que a aculturação das alunas “à vida de laboratório” acarretou para suas formações, o grande progresso no entendimento e no uso da linguagem científica por elas. Sendo o laboratório de pesquisa um local de inscrição literária, onde textos são constantemente produzidos e onde é diária a convivência com cópias de artigos publicados em revistas e com *preprints*, tal constatação não é surpreendente.

Referências

- KNORR-CETINA, K. Los estudios etnograficos del trabajo cinetifico: hacia una interpretación constructivista de la ciencia. In: IRANZO, J. M *et al.* *Sociologia de la ciencia y la tecnologia*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 1995.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- QUEIROZ, S. L.; ALMEIDA, M. J. P. M. A. O discurso de alunos de iniciação científica em química: análise de relatórios de pesquisa. *Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Atibaia, 2001.
- SUSIN, L. A produção do conhecimento científico em um laboratório de pesquisa em bioquímica. In: *Programa e Caderno de Resumos das IV Jornadas Latino-Americanas de Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia*. Campinas: Unicamp, 2000.
- VIANNA, D. M. *Do fazer ao ensinar ciência*. Tese de Doutorado em Educação. São Paulo, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1998.
- WORTMANN, M. L. C.; VEIGA-NETO, A. *Estudos culturais da ciência e educação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- ZAKON, A. Qualidades desejáveis na iniciação científica. *Ciência e cultura*, v. 41, n. 9, p. 868-877, 1989.

**Artigo recebido em maio de 2003 e
selecionado para publicação em março de 2004.**

