

Concepções a respeito da construção do conhecimento científico: uma análise a partir de textos produzidos por estudantes de um curso superior de química

Flávio Silva Rezende¹, Luciana Nobre de Abreu Ferreira² e Salete Linhares Queiroz¹

¹Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, Brasil. E-mails: flaviorezende_igsc@hotmail.com, salete@igsc.usp.br.

²Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil. Email: luciananobre@ufpi.edu.br

Resumo: O presente trabalho foi realizado em duas etapas: (a) produção de um guia de estudos no qual a história do desenvolvimento da química estrutural foi usada como base para a discussão de aspectos importantes a respeito da produção do conhecimento científico; (b) desenvolvimento de uma experiência pedagógica em que o guia de estudos foi aplicado em um curso de nível superior em química. O impacto da experiência pedagógica nas concepções dos estudantes a respeito da natureza da ciência foi investigado. Para tanto, ao final do processo, solicitou-se aos estudantes a produção de um texto sobre suas ideias a respeito da natureza do trabalho científico. As ideias por eles expressas foram categorizadas qualitativamente com relação ao entendimento sobre as características essenciais do trabalho científico e as visões deformadas da ciência, segundo Pérez e colaboradores. Os resultados evidenciaram a possibilidade do uso do guia de estudos como um eficiente instrumento para auxiliar os estudantes no desenvolvimento de um entendimento adequado acerca da natureza da ciência.

Palavras-chave: ensino de química, história da ciência, concepções de ciência.

Title: Conceptions about the construction of scientific knowledge: An analysis from texts written by undergraduate chemistry students.

Abstract: The present work consisted of two stages: (a) production of a Study Guide in which the history of structural chemistry development was used as basis for the discussion of important aspects regarding the production of knowledge in science; (b) development of pedagogical experience in which the study guide was applied in the undergraduate chemistry course. The effect of the pedagogical experience on the students' conceptions of the nature of science was investigated. Thus, at the end of the process, students were asked to write a text about their personal beliefs regarding the nature of scientific enterprise. Responses were then qualitatively categorized based on their understanding of essential characteristics of scientific work and distorted views of science, according to Pérez and collaborators. Results indicate that the study guide can be used

by students as an efficient tool to help develop adequate understanding of the nature of science.

Keywords: chemistry teaching, history of science, conceptions of science.

Introdução

A adequada compreensão da natureza da ciência, ou seja, do processo de produção do conhecimento científico é, segundo Lederman (2006), uma componente central da alfabetização científica e tem se apresentado de forma equivocada no imaginário de estudantes e professores de diversos níveis de ensino. No Brasil, as Diretrizes Curriculares para os Cursos de química destacam esse aspecto ao explicitarem que o estudante de química no nível superior deve “reconhecer a química como uma construção humana compreendendo os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político” (Zucco et al., 1999, p.454).

Nessa perspectiva, no âmbito nacional, alguns trabalhos reportam iniciativas de pesquisadores visando à compreensão dos graduandos sobre a natureza da ciência no ensino de química (Santos e Queiroz, 2005; Zanon et al., 2007). No entanto, a abordagem histórica no ensino de química esbarra na existência de materiais inadequados para subsidiar o trabalho dos alunos em sala de aula. De acordo com Baldinato e Porto (2007), deve-se construir uma visão de ciência condizente com os objetivos atuais do ensino, que apresente um contexto mais amplo da história da ciência e caracterize a complexidade do empreendimento científico ao longo dos tempos.

Considerando o fato de que o ensino científico, incluindo o universitário, está reduzido basicamente à apresentação de conhecimentos já elaborados, sem dar ocasião aos estudantes de tomarem contato com as atividades características da atividade científica (Praia et al., 2007), desenvolvemos um material didático que busca favorecer o estabelecimento de discussões em sala de aula sobre características essenciais do trabalho científico. Procuramos verificar quais dessas características foram mais constantemente percebidas pelos alunos. A sua aplicação ocorreu em um minicurso sobre a história da química no nível superior de ensino, no qual solicitamos aos estudantes, ao final do processo, a produção de um texto sobre suas ideias a respeito da natureza do trabalho científico. As ideias por eles expressas foram categorizadas qualitativamente com relação ao entendimento sobre as características essenciais do trabalho científico e as visões deformadas da ciência, segundo o trabalho de Pérez et al. (2001), “Para uma imagem não deformada do trabalho científico”.

Percurso metodológico

A pesquisa em questão é do tipo qualitativa (Lüdke e André, 1986; Bogdan e Biklen, 1999), a qual nos permitiu estudar as concepções de estudantes sobre a natureza da ciência. Os dados coletados para análise foram obtidos junto a uma turma de 58 alunos ingressantes em um curso superior de química de uma universidade estadual paulista (Bacharelado em Química), que participaram, em horário extraclasse de um minicurso sobre a história da química. O minicurso fazia parte das atividades de uma

disciplina voltada ao ensino de aspectos relacionados às diversas formas de comunicação em linguagem científica. A sua aplicação nessa disciplina foi devida ao fato de aspectos nele abordados guardarem relações com questões concernentes à comunicação científica, como por exemplo, a discussão de eventos ocorridos no 1º Congresso Internacional de Química, realizado em Karlsruhe, em 1860 (Oki, 2007).

A coleta de dados foi feita por meio da solicitação de trabalhos escritos aos alunos, que durante a condução do minicurso responderam individualmente a todas as perguntas apresentadas no guia de estudos e produziram um texto de gênero livre referente aos assuntos abordados no minicurso.

Para que a pesquisa fosse levada a cabo, as seguintes etapas foram cumpridas:

Produção do guia de estudos

O guia de estudos intitulado “Química estrutural: conhecendo os caminhos que levaram ao seu desenvolvimento”, foi elaborado nos moldes propostos por Bastos (1998) na confecção do guia de estudos “A ciência em ação: pesquisas sobre a febre amarela no final do século XIX e início do século XX”. Este último é apresentado no seguinte formato: (a) textos acerca de acontecimentos relacionados à história da pesquisa médica sobre a febre amarela durante o período de 1881 a 1903, (b) notas para o professor e (c) questões para discussão com os alunos.

À semelhança do guia confeccionado por Bastos (1998), aquele por nós produzido também se baseia na elaboração de um texto, que é atravessado por questões para discussão com os alunos. Os indicadores de questões (Q.3, por exemplo) marcam pontos do guia no qual a apresentação do conteúdo pelo professor deveria ser interrompida para que fossem discutidas as questões correspondentes, contidas na parte final do guia.

O referido guia de estudos teve como intuito apresentar e analisar uma série de acontecimentos que se constituíram em pilares para o desenvolvimento dos conhecimentos sobre a estrutura dos compostos químicos. Questões relacionadas às distintas propostas apresentadas, ao longo do tempo, para a fórmula da água, a rejeição da Hipótese de Avogadro pela comunidade científica da sua época e a queda da Teoria Dualística Eletroquímica foram abordadas. A linguagem empregada no texto é coloquial e o leitor é chamado repetidas vezes de “você” com o intuito de provocar o seu envolvimento com os relatos mencionados e de facilitar a reflexão e a discussão sobre as questões apresentadas no guia de estudos. Cabe ainda ressaltar que a elaboração do guia de estudos se pautou tanto em trabalhos publicados em revistas da área de educação em química (Bernatowicz, 1970; Brown, 1959; De Milt, 1951; Bykov, 1962; Ihde, 1961) quanto em livros sobre a história da química (Jaffe, 1976; Partington, 1989; Salzberg, 1991; Rheinboldt, 1988). Com base no material disponibilizado no guia de estudos (Rezende e Queiroz, 2005) foram também produzidos os slides apresentados durante a condução do minicurso.

Realização do minicurso

O minicurso "Química estrutural: conhecendo os caminhos que levaram ao seu desenvolvimento" foi oferecido a todos os alunos matriculados na disciplina anteriormente mencionada. A professora da disciplina esclareceu aos alunos que se tratava de uma atividade extraclasse, não obrigatória. Assim, em um momento inicial, após a apresentação da proposta, dentre os 58 alunos matriculados, 48 se mostraram interessados em participar do minicurso e foram divididos em três grupos formados por dezesseis, vinte e doze componentes. O minicurso foi conduzido em cada uma dessas três turmas. A duração total do minicurso foi de seis horas para cada turma, com duas aulas de três horas cada. Apenas 39 alunos participaram de todas as aulas.

As aulas ministradas seguiram um padrão metodológico que se iniciava com a distribuição do guia de estudos entre os alunos. Em seguida, ocorreu uma apresentação oral das informações nele contidas, com o auxílio de slides. Tais informações eram interrompidas quando se julgava necessário discutir coletivamente questões indicadas no guia de estudos. No entanto, antes que essa discussão se iniciasse, os estudantes respondiam as questões, individualmente e por escrito. Concluído o trabalho individual dos alunos, a professora da turma coordenava as discussões entre os alunos sobre as perguntas apresentadas no guia de estudos. Após a conclusão da discussão, o processo se reiniciava, com a apresentação do conteúdo, através dos slides, resolução individual das perguntas pelos alunos e discussão coletiva coordenada pela professora. Ou seja, verificou-se uma contínua alternância entre momentos de apresentação do conteúdo do guia e momentos de realização de discussões e de trabalhos escritos. Durante a discussão coletiva, a professora sempre procurou favorecer a colocação de indagações e questionamentos pelos estudantes, de tal forma que frases do tipo "O que é?", "Como é?", "Por quê?" foram constantemente usadas, tanto por ela, quanto pelos alunos, no decorrer da discussão.

A título de exemplo, apresentamos os seguintes questionamentos da professora: O que você acha que significou para Berzelius o fato de a Teoria dos Radicais estar, àquela época, começando a se estabelecer e ser reconhecida pela comunidade científica?; Em sua opinião, quais fatores podem colaborar para que uma teoria seja descartada ou desvalorizada pela comunidade científica? Ou seja, como os cientistas decidem quais teorias devem ser aceitas e quais devem ser rejeitadas?

O conteúdo tratado no minicurso é o mesmo já explicitado anteriormente no item relacionado à produção do guia de estudos. Os aspectos relacionados à construção do conhecimento científico, discutidos a partir do conteúdo abordado durante a condução do minicurso, encontram-se a seguir e buscavam favorecer o entendimento de algumas das características essenciais do trabalho científico, segundo Pérez et al. (2001):

1. Papel dos paradigmas no desenvolvimento da ciência: A discussão desenvolvida sobre a Teoria Dualística Eletroquímica, por exemplo, tinha como objetivo apresentar os paradigmas da ciência, não apenas os fatores que contribuíram para o seu desenvolvimento, mas também os obstáculos ao avanço do conhecimento científico;

2. Hipóteses, teorias e leis na ciência: A discussão sobre a Lei das Proporções Definidas e a Lei da Conservação das Massas e as razões para a denominação de teorias, leis ou hipóteses, por exemplo, visava levantar questionamentos sobre as diferenças entre estes três termos e sobre o que viria a ser o “método científico”;

3. A importância da circulação de ideias na comunidade científica, realizada tanto através de comunicações orais, quanto em comunicações escritas, nas suas várias formas: A discussão desenvolvida sobre a relevância dos resultados decorrentes dos trabalhos apresentados no congresso ocorrido em Karlsruhe tinha como objetivo frisar a importância da comunicação entre os cientistas, apresentando a ciência como um empreendimento coletivo;

4. Influência de interesses econômicos e políticos na ciência: A discussão sobre o posicionamento de Dumas a respeito do trabalho do seu orientando, Laurent, que discordava dos interesses de grandes cientistas da época, visava, por exemplo, permitir que os alunos vislumbrassem os interesses econômicos e políticos que permeiam algumas decisões na comunidade científica. De forma semelhante, a discussão sobre alguns laços de amizade e de animosidade existentes entre alguns cientistas mencionados no texto serviu para mostrar o lado humano do cientista.

Referencial teórico para a análise dos dados

No trabalho elaborado por Pérez et al. (2001), intitulado “Para uma imagem não deformada do trabalho científico”, os autores enumeram sete visões deformadas sobre o trabalho científico e também apresentaram características que consideram essenciais a esse trabalho. Pautamo-nos nessas colocações, que serão detalhadas a seguir, para analisar os materiais escritos produzidos pelos alunos.

Visões deformadas do trabalho científico

1. Visão empírico-indutivista e atórica: “Destaca o papel ‘neutro’ da observação e da experimentação (não influenciada por ideias apriorísticas), esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo” (Pérez et al., 2001, p.129);

2. Visão rígida da atividade científica: Transmite uma ideia rígida do conhecimento científico (exata, infalível). “Apresenta-se o ‘método científico’ como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente. Por outro lado, destaca-se o que se supõe ser um tratamento quantitativo, controle rigoroso, etc., esquecendo ou recusando tudo o que se refere à criatividade, ao caráter tentativo, à dúvida” (Pérez et al., 2001, p.130);

3. Visão aproblemática e ahistórica da ciência: Algumas pesquisas realizadas sobre as concepções de ciência de professores e alunos permitem vislumbrar a forma de transmissão do conhecimento em ambientes formais de ensino como forte responsável pela perpetuação desse tipo de concepção. Ou seja, “transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc., e não dando igualmente a conhecer as limitações do conhecimento científico atual” (Pérez et al., 2001, p.131);

4. Visão exclusivamente analítica: “Destaca a necessária divisão parcelar dos estudos, o seu caráter limitado, simplificador. Porém, esquece os esforços posteriores de unificação e de construção de corpos coerentes de conhecimentos cada vez mais amplos, ou o tratamento de ‘problemas-ponte’ entre diferentes campos de conhecimento que podem chegar a unificar-se” (Pérez et al., 2001, p.131-132);

5. Visão meramente acumulativa do trabalho científico: Transmite uma visão acumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos: o desenvolvimento científico aparece como fruto de um crescimento linear, puramente acumulativo, que ignora as crises e as remodelações profundas” (Pérez et al., 2001, p.132);

6. Visão individualista e elitista da ciência: “Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes (...). Em particular faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria” (Pérez et al., 2001, p.133);

7. Visão descontextualizada, socialmente neutra da atividade científica: Transmite uma imagem descontextualizada, em que “esquecem-se as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas como seres ‘acima do bem e do mal’, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções” (Pérez et al., 2001, p.133).

Características essenciais ao trabalho científico

Conforme apontam Pérez et al. (2001), a natureza do trabalho científico já deu lugar a sérios debates, nos quais se manifestaram notórias discrepâncias e mesmo divergências. No entanto, esses pesquisadores acreditam que em alguns aspectos verifica-se um consenso sobre o que podem ser destacadas como sendo as características essenciais do trabalho científico. Estas características são por eles colocadas de forma resumida:

1. Em primeiro lugar deve-se recusar a ideia de “Método Científico” como um conjunto de regras perfeitamente definidas a aplicar de uma forma mecânica e independente do domínio investigado. Contudo, existem métodos. Assim, deve-se compreender a existência do pluralismo metodológico na história da construção do conhecimento científico;

2. Em segundo lugar deve-se recusar o empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de “dados puros”. “Esses dados não têm sentido em si mesmos, pelo que requerem ser interpretados à luz de um sistema teórico. Assim, é preciso insistir na importância dos paradigmas conceituais e das teorias, como origem e fim do conhecimento científico, num processo complexo, não redutível a um modelo definido de mudanças científicas, que inclui eventuais rupturas, mudanças revolucionárias do paradigma vigente num determinado domínio e o aparecimento de novos paradigmas teóricos” (Pérez et al., 2001, p.136);

3. Em terceiro lugar deve-se compreender o papel do pensamento divergente para a investigação científica. “Desse modo, não se raciocina em

termos de certeza, mais ou menos baseadas em 'evidências', mas em termos de hipóteses, que se apóiam, é certo, nos conhecimentos adquiridos (e não só), mas que são abordados como simples 'tentativas de resposta' que serão postas à prova da forma mais rigorosa possível" (Pérez et al., 2001, p.136);

4. Em quarto lugar deve-se entender a procura pela coerência global. O trabalho a partir de hipóteses implica na introdução de exigências suplementares de rigor: é necessário duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo seguido para obtê-los conduzindo a revisões contínuas na tentativa de obter esses mesmos resultados por diferentes caminhos, mostrando coerência com os resultados obtidos em outras situações;

5. Por último é preciso compreender o caráter social do desenvolvimento científico, "posto em evidência não só através do fato de o ponto de partida, um dado paradigma vigente, ser a síntese das contribuições de gerações de investigadores, mas também, pelo fato da investigação cada vez mais dar respostas a questões colocadas por instituições, nas quais o trabalho de cada um é orientado pelas linhas de investigação estabelecidas, pelo trabalho da equipe de que fazem parte não fazendo sentido a ideia de investigação completamente autônoma. Além disso, o trabalho dos cientistas não tem lugar à margem da sociedade em que vivem, mas é influenciado pelos problemas e circunstâncias do momento histórico, do mesmo modo, a ação dos cientistas tem uma clara influência sobre o meio físico e social em que se insere" (Pérez et al., 2001, p.137).

Resultados e discussão

Neste trabalho procuramos avaliar o impacto decorrente da utilização do guia de estudos no minicurso sobre as concepções dos alunos acerca da construção do trabalho científico, a partir da análise de textos produzidos por eles após a realização dessas atividades. Para concretizarmos essa avaliação partimos dos seguintes pressupostos: (a) uma vez que os alunos que participaram das aulas são de diferentes origens e suas formações estudantis são distintas, o minicurso, baseado na utilização do guia, poderia levá-los a expressar nos seus textos características sobre a construção do conhecimento científico; (b) as características que aparecessem com maior constância nos textos produzidos por alunos com histórias de vida tão distintas serviriam de indicativo sobre quais delas haviam sido mais bem assimiladas e, provavelmente, melhor abordadas/discutidas a partir da aplicação do material didático construído.

Levando em conta que os alunos foram avisados que podiam se sentir à vontade para escolher o gênero do texto que deveriam produzir, baseamos as nossas pesquisas em uma avaliação paulatina das características sobre o trabalho científico (Pérez et al., 2001) presentes nos textos escritos em distintos gêneros. Para categorizarmos os textos produzidos em diferentes gêneros nos valem de uma tipologia apresentada por Kaufman e Rodríguez (1995), no livro "Escola, Leitura e Produção de Textos", que abarca textos que, segundo essas autoras, aparecem com maior frequência na realidade social e no universo escolar. A Tabela 1 apresenta as categorias de textos e suas respectivas variedades:

Categorias	Variedades
Textos Literários	Conto
	Novela
	Obra Teatral
	Poema
Textos Jornalísticos	Notícia
	Artigo de Opinião
	Reportagem
	Entrevista
Textos de Informação Científica	Definição
	Nota de Enciclopédia
	Relato de Experimento Científico
	Monografia
	Biografia
Textos Instrucionais	Relato histórico
	Receita
Textos Epistolares	Instrutivo
	Carta
Textos Humorísticos	Solicitação
	História em Quadrinhos
Textos Publicitários	Aviso
	Folheto
	Cartaz

Tabela 1.- Categorias de textos e suas respectivas variedades (Kaufman e Rodríguez, 1995).

A maioria dos 39 textos produzidos pelos alunos pode ser enquadrada em uma das diferentes categorias apresentadas na tabela 1. Entre eles foram encontrados textos literários, textos jornalísticos, textos de informação científica, textos instrucionais, textos epistolares e textos humorísticos. Além destas categorias de texto, outro tipo, que não se enquadra dentro da classificação de Kaufman e Rodríguez (1995), foi encontrado, textos na forma de um diário.

Realizada esta classificação inicial dos textos produzidos, apresentamos a seguir definições resumidas de cada categoria de texto, com a respectiva análise das características essenciais do trabalho científico, expressas nos mesmos pelos alunos (identificados por letras do alfabeto). Inicialmente são apresentadas as categorias de texto que ocorreram em menor quantidade, sendo elas: textos literários, textos de informação científica, textos instrucionais, textos humorísticos e diário (1 a 7). Em seguida são apresentadas as categorias ocorridas em maior quantidade: textos epistolares (8 a 19) e jornalísticos (20 a 38).

Categoria 1: Textos literários

Segundo Kaufman e Rodríguez (1995), os textos literários são textos que privilegiam a mensagem pela própria mensagem. Neles, interessa primordialmente como se combinam de acordo com padrões estéticos os diferentes elementos da língua para dar uma impressão de beleza. O escritor detém-se na própria escrita, joga com os recursos lingüísticos,

transgredindo, com frequência, as regras da linguagem para liberar sua imaginação e fantasia na criação de mundos fictícios.

Duas variedades de textos literários foram encontradas na classificação inicial dos textos produzidos pelos alunos. A primeira delas, o poema, foi adotada por apenas um dos alunos (aluno 1). Esta variedade geralmente é escrita em versos, com uma distribuição muito particular: linhas curtas e agrupamentos em estrofe que dão relevância aos espaços em branco (Kaufman e Rodríguez, 1995). O poema, produzido pelo aluno 1, para explicitar suas ideias sobre a ciência e a natureza do trabalho científico encontra-se a seguir:

Construções novas vão tomando o lugar do antigo,/Mas é sempre necessário e bom olhar as velhas ruínas./Pois mesmo com o surgimento da tecnologia, que aprimora o construído,/O velho traz a experiência de vidas felinas.

Nesse texto não identificamos vestígios que nos indicassem concepções deformadas sobre a natureza da ciência. Em contrapartida, ao nosso ver, uma característica essencial do trabalho científico foi expressa no poema. O aluno aponta para o processo de evolução do conhecimento científico como um processo dinâmico. Encontra-se destacada no seu poema uma característica do trabalho científico que Pérez et al. (2001) denominam de "a recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de dados puros". O entendimento dessa característica pelo aluno fica patente à medida que ressalta o fato de o conhecimento científico incluir "rupturas e mudanças revolucionárias do paradigma vigente" (Pérez et al., 2001, p.136). Confirma essa ideia quando coloca que "construções novas vão tomando o lugar do antigo".

A segunda variedade de texto literário, o conto, foi encontrada apenas em um texto, produzido pelo aluno 2. Segundo Kaufman e Rodríguez (1995) essa variedade apresenta três momentos diferenciados: começa apresentando um estado inicial de equilíbrio e segue com a intervenção de uma força, com a aparição de um conflito, que dá lugar a uma série de episódios; encerra com a resolução desse conflito que permite, no estágio final, a recuperação do equilíbrio perdido. Um recurso de uso freqüente nos contos é a introdução do diálogo das personagens, apresentado com os sinais gráficos correspondentes (os travessões, para indicar a mudança de interlocutor) e a demarcação do tempo aparece, geralmente, no parágrafo inicial.

O texto produzido pelo aluno 2 apresenta um diálogo entre dois estudantes que discutem sobre a evolução da química no mesmo período abordado no minicurso. Inicialmente um dos estudantes contextualiza o momento histórico da seguinte forma:

Era um caos completo! Cada cientista afirmava uma coisa diferente. Quase ninguém entrava em um acordo. Imagine-se abrindo vários livros de química e encontrando, em cada um deles, uma fórmula diferente para o ácido acético.

Selecionamos dois trechos do texto nos quais identificamos características do trabalho científico enunciadas pelo aluno 2. No primeiro

trecho selecionado um dos personagens explica como os cientistas da época entraram em um acordo sobre as questões em debate.

Bom, não foi fácil, Ângelo. Demorou anos, mas novos experimentos foram feitos e aos poucos erros em teorias antigas eram encontrados. Até que todos os cientistas aceitassem a mesma ideia. Por isso, naquele ano foi realizado o Primeiro Congresso de Química.

Este trecho permite vislumbrar as seguintes características do trabalho científico compreendidas pelo aluno: "a procura de coerência global e a compreensão do caráter social do desenvolvimento científico" (Pérez et al., 2001). A primeira delas encontra-se expressa na sua crença da necessidade da existência de revisões contínuas, na realização de muitos experimentos no decorrer do trabalho científico, para que os mesmos resultados sejam obtidos por diferentes caminhos e, assim, sejam validados. A segunda característica pode ser detectada a partir da colocação de que as ideias científicas precisam ser aceitas por uma comunidade que, para tanto, algumas vezes se reúne em congressos. Ou seja, o aluno compreende o caráter coletivo da ciência e não está preso à ideia de que "fazer ciência" não é mais do que uma tarefa de "gênios solitários".

Categoria 2: Textos de informação científica

Os textos produzidos nesta categoria têm como foco o campo das ciências, sejam sociais ou naturais. Mesmo contendo diferenças entre os métodos de pesquisa nessas ciências, são textos informativos dotados de frases claras e levam em consideração o significado mais conhecido, mais difundido das palavras. Dessa forma, o vocabulário é preciso, evitando-se vocábulos que possam ser atribuídos através de uma multiplicidade de significados (Kaufman e Rodríguez, 1995).

Na classificação inicial encontramos um texto que se enquadra na variedade relato histórico. Essa variedade destaca a narração sobre acontecimentos do passado estabelecendo relações de continuidade entre fatos comprováveis que, ao aparecerem intrinsecamente vinculados entre si pelo fio da narração, constituem um todo inteligível (Kaufman e Rodríguez, 1995). No entanto, o texto produzido nessa variedade pelo aluno 3 se constituiu em um resumo do que foi apresentado no minicurso, o que não favoreceu a expressão das suas ideias sobre as características do trabalho científico. Assim, uma única característica foi detectada, "a compreensão do caráter social do desenvolvimento científico", conforme se constata no trecho abaixo, no qual se percebe o entendimento do aluno 3 sobre o fato de que as investigações em ciência não são autônomas e necessitam da aceitação de uma comunidade:

Os cientistas chegaram até a se xingarem uns aos outros. As teorias dos cientistas mais influentes tinham mais crédito e eram mais aceitas na comunidade científica da época.

Categoria 3: Textos Instrucionais

Textos que visam fornecer ao leitor orientações precisas para a realização das mais diversas atividades são os denominados textos instrucionais. Nesta categoria encontramos desde as mais simples receitas culinárias até os complexos manuais de instrução. Além de manuais e receitas, podemos

encontrar regulamentos, estatutos, contratos etc., mas todos eles compartilham uma função apelativa, à medida que prescrevem ações e empregam a trama descritiva para representar o processo a ser seguido na tarefa empreendida (Kaufman e Rodríguez, 1995).

O texto que se enquadra na variedade receitas contém uma lista de elementos a serem utilizados (lista de ingredientes) enquanto o texto que representa a variedade instruções apresenta o roteiro para o desenvolvimento das instruções (Kaufman e Rodríguez, 1995). Na classificação inicial encontramos apenas dois textos produzidos pelos alunos na variedade instruções.

No primeiro texto, o aluno 4 explica, passo a passo, como chegar a uma nova teoria, como ilustrado no trecho a seguir:

O primeiro passo para o surgimento de uma nova teoria é a dúvida. A partir dessa dúvida se criam margens para pesquisas, então são realizados muitos experimentos, criam-se hipóteses [...], analisam-se situações, explicam-se [...], ou seja, esclarece-se todas as possíveis dúvidas antes que elas surjam.

Então ela é apresentada num congresso [...].

Caso seja aceita ela será a nova direção a ser seguida [...].

Esse texto produzido pelo aluno 4 nos indica uma visão rígida algorítmica, exata e infalível), pois as instruções são apresentadas como um conjunto de etapas que podem ser seguidas para se alcançar o conhecimento científico de uma forma exata. No entanto, podemos encontrar nessa instrução o destaque para o papel essencial da dúvida e do levantamento de hipóteses como orientadoras ou pontos de partida para uma pesquisa científica, o que representa uma visão contrária à concepção empírico-indutivista e ateorica, na qual se "atribui a essência da atividade científica à experimentação" (Pérez et al., 2001, p.129) e sugere um entendimento sobre o "papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente". Conforme ressaltam esses autores quando discutem tal característica, ela se refere à capacidade de "relativizar o papel da experimentação" (p.136), o que é feito pelo aluno 4 ao recordar o papel da hipótese e da análise de resultados para que se alcance o conhecimento científico.

Uma característica também percebida no texto foi o entendimento sobre o "caráter social do desenvolvimento científico", evidente no momento no qual se menciona a necessidade de uma discussão coletiva, em um congresso, para o favorecimento do andamento dos trabalhos dessas pessoas.

[...] ela é apresentada num congresso, e nesse local, as discussões sobre essa nova teoria, contestações, divergências e convergência de opiniões até que se aceite ou não a teoria como verdadeira.

O segundo texto produzido da variedade instruções intitula-se "Faça você mesmo: como construir um conhecimento científico". Esse manual é dividido em três capítulos e dois adendos. Em cada um deles o aluno 5 apresenta o que é necessário fazer para construir o conhecimento científico.

Na introdução e no capítulo 1, o aluno 5 ressalta a importância de se obter “muitas informações” antes de iniciar a pesquisa científica. Para isso ele sugere que se consultem diferentes fontes, assim pode-se demonstrar os problemas, as dificuldades e a evolução do assunto pesquisado. Isso sugere uma “recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de dados puros”, uma vez que o aluno entende que o conhecimento científico se desenvolve a partir de um corpo de conhecimentos estabelecidos, que precisam ser conhecidos e são tão importantes quanto a experimentação. Em contrapartida, no capítulo 2, o mesmo aluno escreve o seguinte trecho, que não nos parece coerente com as ideias mencionadas anteriormente por ele:

Nada mais, nada menos do que experimentações. Através de experimentos, você chegará a muitas informações e dados que lhe serão úteis para a construção do conhecimento científico. Com isso você poderá construir teses, teorias, leis, hipóteses [...].

As palavras do aluno destacam que a fase mais importante de seu manual se refere aos experimentos, direcionando para uma visão empírico-indutivista da ciência. Visão esta reforçada no trecho abaixo:

Após muitos desses congressos e experimentações, você e seus amigos podem chegar a uma teoria mais concreta, onde grande parte do grupo o aceite. Então, ai sim, estará construído seu conhecimento científico.

O aluno 5 apresenta ainda uma posição contrária à visão elitista e individualista da ciência quando cita que “nada melhor que muitas pessoas com bases diferentes para chegar a um consenso”. Essa posição reflete como é importante interagir com pessoas ou grupos com pensamentos diferentes para a evolução do conhecimento científico e reflete a sua “compreensão do caráter social do desenvolvimento científico”. Uma característica do trabalho científico que parece ter sido compreendida pelo aluno é “a procura de coerência global”, quando deixa transparecer a ideia de que “é preciso duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo seguido para os obter” (Pérez et al., 2001, p.137), conforme ilustra o trecho a seguir:

Nunca trabalhe sobre uma única fonte. Pense que há duas fontes diferentes, uma delas pode estar errada (ou não).

Categoria 4: Textos Humorísticos

Os textos humorísticos têm a intenção primordial de provocar o riso mediante o uso de recursos linguísticos e/ou iconográficos que alterem a ordem natural dos fatos ou acontecimentos, ou que deformem as características das personagens. Entre os textos humorísticos, destacam-se as histórias em quadrinhos, que estão amplamente difundidas em nosso meio social, sendo aceitas e valorizadas nas aulas. Esse tipo de texto combina imagem plena com o texto escrito e os elementos verbais, buscando a participação ativa do leitor por via emocional, assistemática, anedótica e concreta (Kaufman e Rodríguez, 1995).

Em nossa classificação encontramos o texto produzido pelo aluno 6, com a variedade História em quadrinhos. A produção desse aluno encontra-se ilustrada na figura 1 a seguir.

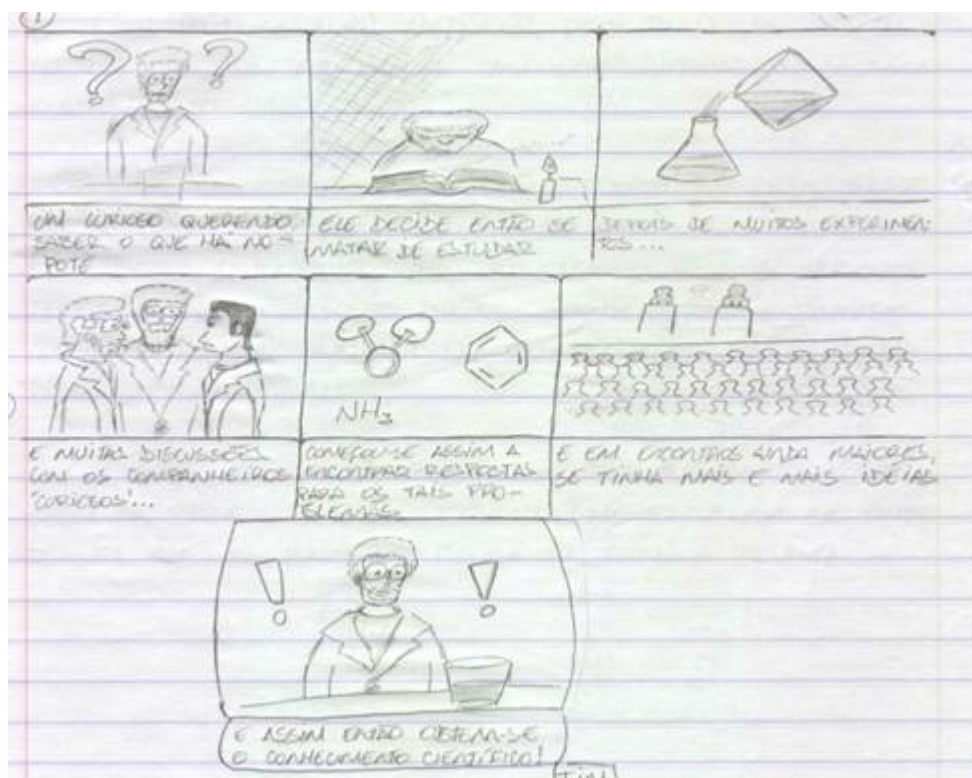


Figura 1.- Texto produzido pelo aluno F na variedade História em quadrinhos.

A história desenvolvida pelo aluno, ilustrada na Figura 1, se divide em sete quadros vinculados a pequenos textos escritos abaixo dos mesmos. A seguir, apresentamos os textos relativos a cada uma das falas dos quadros:

Um curioso querendo saber o que há no pote (1º quadro)

Ele decide então se matar de estudar (2º quadro)

Depois de muitos experimentos... (3º quadro)

E muitas discussões com os companheiros 'curiosos'... (4º quadro)

Começou-se assim a encontrar repostas para os tais problemas (5º quadro)

E em encontro ainda maiores se tinha mais e mais ideias (6º quadro)

E assim então obtém-se o conhecimento científico! (7º quadro)

No primeiro quadro, assim como no quarto, o aluno chama o cientista de "curioso", indicando a curiosidade como uma característica essencial para o desenvolvimento de um trabalho científico.

No segundo e terceiro quadro, o aluno 6 ilustra o personagem da sua história "se matando de estudar" e em seguida realizando "...muitos experimentos...". Essas ideias sugerem o entendimento de uma das características do trabalho científico que é "a recusa de um empirismo que

concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de dados puros”, pois o aluno destaca nos dois quadros consecutivos, tanto a necessidade da experimentação quanto de estudos para realização do trabalho científico. Ou seja, o desenrolar da história permite supor que o aluno compreende que o conhecimento científico “deverá ser feito partindo de um corpo de conhecimentos que se possui no campo específico em que se desenvolve o programa de investigação” (Pérez et al., 2001, p.136).

Outro ponto que pode ser destacado na história é a ausência de uma cientista do sexo feminino na realização das pesquisas em todos os quadros da história desenvolvida pelo aluno. Tal fato sugere uma “visão elitista da ciência”, ou seja, exclusivamente desenvolvida por homens.

No entanto, do quarto ao sexto quadro o aluno apresenta encontros e discussões entre os cientistas. Além disso, ilustra a importância “de encontros ainda maiores” para obter mais conhecimento sobre o assunto. Essa parte da história aponta para uma das características essenciais ao trabalho científico: “o caráter social do desenvolvimento científico”.

Categoria 5: Diário

Dentre os textos produzidos pelos alunos, um deles não se enquadra dentro das categorias apresentadas por Kaufman e Rodríguez (1995). No entanto, podemos identificá-lo como um texto na forma de diário. A análise desse texto, produzido pelo aluno 7, destaca a importância das controvérsias para a evolução da ciência e do conhecimento científico, sugerindo a sua “recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de dados puros”, uma vez que parece perceber “a importância dos paradigmas conceituais e das teorias, como origem e fim do conhecimento científico, num processo complexo, (...) que inclui eventuais rupturas, mudanças revolucionárias do paradigma vigente num determinado domínio e o aparecimento de novos paradigmas teóricos” (Pérez et al., 2001, p.136). Os dois trechos a seguir ilustram o entendimento do aluno sobre essa característica e também sobre “o caráter social do desenvolvimento científico”, uma vez que se preocupa em explicar a importância da comunidade científica para a rejeição ou aceitação de ideias.

As ciências, de modo geral, evoluem e se constroem a partir de discussões, desacordos e desentendimentos, tudo isso envolvendo as novas descobertas. Essa ‘confusão’ toda é válida na tentativa de se provar que tais descobertas são válidas, assim como tenta-se derrubá-las.

Para ilustrar este contexto, faço questão de citar como exemplo o químico italiano Amadeo Avogadro, o qual acreditava que suas ideias eram verdadeiras, enquanto que outros químicos as rejeitavam. Mas, muitos anos após sua morte, descobriu-se que suas ideias eram válidas. Há muitos ‘Avogadros’ na história da ciência, cientistas cujas ideias foram rejeitadas pela comunidade científica mas que, depois de algum tempo, descobriu-se que tais ideias eram verdadeiras.

Categoria 6: Textos Epistolares

Esse tipo de texto visa à comunicação por escrito com um destinatário ausente, identificado através do cabeçalho. Dentre as suas variedades estão a carta e a solicitação (Kaufman e Rodríguez, 1995). A variedade carta trata de um diálogo à distância com um receptor conhecido (familiares ou amigos), no qual o autor conta eventos particulares de sua vida, por isso ela pode conter acontecimentos, emoções, sentimentos etc. (Kaufman e Rodríguez, 1995).

Em nossa classificação inicial foram encontrados 12 textos epistolares da variedade carta. As cartas produzidas pelos alunos tinham destinatários distintos. A maior parte delas era endereçada a amigos (cinco cartas), e familiares (três cartas). Quatro cartas se diferenciaram das demais no que diz respeito ao destinatário. As duas primeiras foram endereçadas a cientistas (Berzelius e Avogadro), a terceira foi assinada por Kekulé (sem destinatário específico) e a quarta foi escrita por um cientista anônimo e se destinava a estudantes.

Nas cartas destinadas a amigos, produzidas pelos alunos 8, 9, 10, 11 e 12, foram destacados principalmente os debates, as controvérsias e as rupturas de paradigmas inerentes à construção do conhecimento científico. Em vários textos foram citados exemplos dessas situações, extraídos do guia de estudos. Interpretamos tais colocações, que apareceram nos textos dos alunos 8, 9, 10 e 11 como indicativas da "recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de dados puros" pelos estudantes. Os trechos a seguir, por exemplo, foram extraídos das cartas escritas pelos alunos 8 e 11, respectivamente:

O conhecimento científico pode ser considerado como uma busca na qual nunca se atingirá o valor máximo, de modo que ele tenha um fim, sabe? Nunca chegaremos ao ponto confortável de poder dizer que sabemos de tudo.

Vimos que nenhuma teoria ou hipótese pode ser considerada como totalmente verdadeira. Ela é considerada certa até o momento que possa esclarecer as dúvidas existentes. Quando novas teorias são propostas e respondem melhor às dúvidas existentes, as teorias antigas são abolidas e as novas idéias acatadas pela comunidade científica. Um caso comentado foi o de Berzelius....

Outra característica do trabalho científico apontada nos textos dos alunos 8, 9 e 10 foi "a procura de coerência global". O aluno 8 menciona a necessidade do cientista "ter uma visão ampla da realidade e não ignorar ou desconsiderar o conhecimento de outras áreas que não a pesquisada por si mesmo", o que indica o seu entendimento sobre o fato de que "um dos fins mais importantes da ciência se assenta no estabelecimento de laços entre domínios aparentemente sem conexão" (Pérez et al., 2001, p.137). O aluno 10, por sua vez, enfatiza que na atividade científica "é preciso duvidar sistematicamente dos resultados obtidos e de todo o processo seguido para os obter" (Pérez et al., 2001, p.137):

Quando você apresenta suas idéias, com certeza elas serão severamente questionadas no mundo científico.

O conhecimento segue etapas. Primeiramente você faz seus estudos sejam eles arbitrários ou não. Tendo fundamentos, é exposto à comunidade que passa a o questionar e verificá-lo.

Os alunos 10 e 11 ainda deixam transparecer o entendimento sobre “o caráter social do desenvolvimento científico” quando não se prendem à ideia “de investigação completamente autônoma” (Pérez et al., 2001, p.137) na comunidade científica. O aluno 10, por exemplo, faz isto explicando para o seu amigo para que servem os congressos:

Congressos têm por objetivos a exposição e discussão de idéias. Várias pessoas reúnem-se, apresentam seus estudos e procura-se chegar a um senso comum.

Nas cartas destinadas aos familiares, produzidas pelos alunos 13, 14 e 15, verificamos também com maior frequência a demonstração da “recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de dados puros” e da “compreensão do caráter social do desenvolvimento científico”. Os três alunos se detiveram na descrição de controvérsias, polêmicas e ocorrência de revoluções no meio científico e deixaram clara a noção da ciência como um empreendimento coletivo. Nesse contexto, os alunos 13 e 14 enfatizaram o caráter “humano” dos cientistas com as seguintes colocações, respectivamente:

Ah, e se vocês acham que só políticos são desonestos, estão muito enganados...

Cada cientista dava seu parecer sobre determinado assunto, defendiam aquilo como uma verdade absoluta, e como todo ser humano que somos era difícil um ceder a idéia de outro e assumir seus erros.

Entre as cartas produzidas destinadas a familiares, apenas os alunos 14 e 15 deixam transparecer o entendimento da “procura de coerência global”. A seguir, um trecho produzido pelo aluno 15:

É mais ou menos assim, vó: uma pessoa pesquisa sobre determinado assunto. Aí ele vai divulgar sua pesquisa, com isso outras pessoas podem tentar fazer a mesma pesquisa e com isso descobrir que havia algum erro na primeira pesquisa. Já pensou, vó? Você passa o maior tempão pesquisando um assunto para quando você publicar, alguém vir falar que tem erro na sua pesquisa! É para ficar louco!!!

Vale ainda ressaltar que na carta do aluno 13, embora tenhamos encontrado evidências de “compreensão do caráter social do desenvolvimento científico”, fomos surpreendidos pela frase a seguir, que sugere uma visão do cientista como desligado da realidade, o que não é coerente com os demais trechos apresentados na carta:

Para começo de conversa, um Químico chamado Kekulé, resolveu armar um congresso com, aproximadamente 140 loucos como ele. Dá para imaginar a bagunça?

Nas cartas que tiveram Berzelius e Avogadro como destinatários, os alunos 16 e 17 enfatizam questões como a existência de polêmicas e da necessidade de questionamento para o progresso da ciência, deixando transparecer a “recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos

como resultados da inferência indutiva a partir de dados puros”, a “compreensão do caráter social do desenvolvimento científico” e o entendimento da “procura de coerência global” em ciência. Acreditamos que o trecho a seguir, produzido pelo aluno 16, evidencia estas ideias:

O questionamento é um importantíssimo artifício para a evolução das ideias, portanto é evidente que por mais correta e atualizada que seja uma teoria, deve-se questioná-la. Uma ideia errada na construção de um conhecimento científico é fundamental para que se acerte e, muitas vezes o que julgamos correto não está na realidade. (...) observar as ideias de todos os que trabalham em algo é um dos aspectos mais importantes na construção de um sólido conhecimento científico, pois os cientistas, renomados ou não devem trabalhar em conjunto, aproveitando todo conhecimento gerado, pois somente assim a ciência progride.

Na carta que teve os alunos como destinatários, redigida pelo aluno 18, assim como no texto produzido pelo aluno 19, que consistia em uma carta assinada por Kekulé, foi possível perceber a compreensão das mesmas características explicitadas nas cartas aos cientistas, com exceção da “procura de coerência global”. As colocações feitas pelos alunos nessas duas cartas se assemelham às dos colegas quando também mostravam tal entendimento.

Categoria 7: Textos Jornalísticos

Os textos jornalísticos, segundo Kaufman e Rodríguez (1995), mostram um claro predomínio da função informativa da linguagem: trazem os fatos mais relevantes no momento em que eles acontecem. Dentro dessa categoria encontramos duas variedades de textos jornalísticos produzidos pelos alunos: notícia e artigo de opinião.

A variedade notícia transmite uma nova informação sobre acontecimentos, objetos ou pessoas. Essa categoria consta de três partes claramente diferenciadas: o título - função de sintetizar o tema central e atrair a atenção do leitor, a introdução - contém a principal informação, sem chegar a ser um resumo de todo o texto e o desenvolvimento - incluem-se detalhes que não aparecem na introdução (Kaufman e Rodríguez, 1995).

Em nossa classificação encontramos um único texto que utilizou essa variedade. O texto produzido pelo aluno 20 apresenta o relato de um garoto que havia enviado uma carta ao presidente da república na qual demonstra sua insatisfação com as atitudes dos cientistas, como ilustrado no trecho abaixo:

... Sempre gostei de estudar, sonhava cursar química na faculdade. Mas com o passar dos tempos, conforme fui aprendendo e ‘descobrimo’ algumas coisas, não sei nem se vale a pena continuar estudando, uma vez que as pessoas parecem estar se fechando cada vez mais em seus mundos, feitos de puro individualismo e egoísmo.

A característica do trabalho científico expressa veementemente no texto do aluno 20 diz respeito ao “caráter social do desenvolvimento científico”. Esse entendimento é mostrado através das suas colocações sobre a

preocupação dos cientistas em manter o status (científico) que gozam na comunidade. O trecho mostrado a seguir reflete esse pensamento:

Como um cientista, alguém que pode ter em suas mãos os instrumentos para construir um mundo melhor, consegue olhar só para si e buscar apenas seus próprios interesses? Não estou generalizando, sei que existem cientistas que se preocupam em inovar para trazer benefícios ao mundo (...). Por que então, outros cientistas, por uma questão de status, teimam em não aceitar teorias que não são as suas? Assim como Berzelius, que reagiu totalmente diferente às propostas de Dumas e Boullay em relação à descoberta de Liebig e Wöhler, aceitando a dos últimos, já que lhe convinha.

Ainda nessa categoria encontramos a variedade artigo de opinião que foi a mais utilizada pelos alunos, um total de dezoito textos foram produzidos nesse formato. A variedade artigo de opinião apresenta comentários, avaliações, expectativas sobre um tema da atualidade que, por sua transcendência, no plano nacional ou internacional, já é considerado, ou merece ser, objeto de debate. Esses textos seguem uma linha argumentativa que se inicia com a identificação do tema em questão, acompanhado de seus antecedentes e alcance, e que segue com uma tomada de posição, isto é, com a formulação de uma tese; depois, apresentam-se os diferentes argumentos de forma a justificar essa tese; para encerrar, faz-se uma reafirmação da posição no início do texto" (Kaufman e Rodríguez, 1995).

Em todos os artigos de opinião analisados, produzidos pelos alunos 21 a 38, foram feitas menções a rupturas, aparecimento de novos paradigmas e mudanças revolucionárias que fazem parte da construção do conhecimento científico, evidenciando-se dessa forma a "recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de dados puros". Todos os textos também encontravam-se atravessados por ideias que apontam o entendimento do alunos com relação ao "caráter social do desenvolvimento científico". A forma como esse entendimento é explicitada inclui colocações a respeito do caráter coletivo da ciência, das características "humanas" de alguns cientistas e das posturas adotadas por cientistas quando suas ideias/teorias são confrontadas. O trecho a seguir diz respeito a esses tipos de colocações e foi produzido pelos alunos 24, 29 e 34, respectivamente:

É importante citar o exemplo de Berzelius; um químico que defendeu sua teoria até o fim, mesmo quando o mundo inteiro provava o contrário. É um exemplo de persistência. Isso prova o quão importante para um químico é uma teoria formulada por ele próprio... é como um filho que precisa ser muito bem cuidado, pois sempre alguém irá querer tirá-lo de você.

A História da Química, que é muito pouco conhecida, comprova que nem sempre os cientistas são íntegros ou justos, contrariando muitas opiniões a respeito dessa profissão.

Todos sabemos que a ciência é uma atividade coletiva(...). Primeiramente, a ciência é coletiva pois seu desenvolvimento depende – ab initio – do trabalho de muitas pessoas, da liberdade de ideias e da

divulgação de dados. É sabido que um dos maiores objetivos da ciência é a comunicação da forma mais clara e exata possível.

O entendimento da “procura de coerência global” foi explicitado nos textos produzidos pelos alunos 24, 25, 27, 28, 31, 32, 33 e 37. As colocações que permitiram perceber esse entendimento, na maioria das vezes, estão associadas a menções sobre a necessidade existente na ciência de se buscar, mesmo tentativamente, generalizações, coerência e globalidade. O trecho a seguir, produzido pelo aluno 27, evidencia essa percepção quando insiste na necessidade de padronizações para que a ciência progrida:

A evolução da ciência, principalmente a química, não acompanhou o resto das outras áreas (...) isto se deve principalmente ao fato de cada cientista não se adequar a uma padronização comum e um método científico, tendo por isso mudanças drásticas nos resultados adquiridos. Por isso procurou-se por intermédio de congressos padronizar medidas e resultados, com base em teorias vigentes na época.

Apenas um dos textos, produzido pelo aluno 21, ofereceu subsídios para que se pudesse concluir pelo “papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente”. Tal conclusão se deve ao fato de o aluno ter conseguido explicitar a necessidade de relativizar o papel da evidência experimental:

Ter uma boa idéia não é o suficiente para construir um conceito, observar a simplicidade dos fenômenos que ocorrem no cotidiano e questioná-los pode ser o primeiro passo para ser adquirido um novo conceito ou uma nova teoria. (...) Um conhecimento científico não é construído somente em um laboratório, mas sim de fatos acontecidos naturalmente, na história e na relação entre os cientistas.

Alusões ao pluralismo metodológico em ciência foram feitas apenas por dois alunos (23 e 25), traduzindo uma “recusa da idéia do ‘Método Científico’”. Os trechos extraídos dos artigos de opinião desses alunos que expressam essa ideia são, respectivamente:

A construção de um conhecimento envolve uma hipótese ou uma idéia, que deve ser comprovada por meio de vários experimentos para que possa ser obtida uma verdade. Às vezes, o contrário pode ocorrer. A partir da comparação de experimentos é possível fazer observações que dão origem a hipóteses.

O conhecimento científico é o que é produzido pela investigação científica, através de seus métodos.

Os resultados obtidos oferecem indícios de que o material didático produzido e as discussões a respeito da construção do conhecimento científico promovidas a partir da sua utilização no minicurso “Química estrutural: conhecendo os caminhos que levaram ao seu desenvolvimento”, favoreceram o entendimento dos alunos a respeito de algumas das características essenciais do trabalho científico. Isso pode ser vislumbrado através das características do trabalho científico destacadas por eles em seus textos.

Considerações finais

Tendo em vista uma preocupação inicial com a forma como a construção do conhecimento científico é entendida por alunos de graduação em química, apresentamos o nosso trabalho na construção de um guia de estudos sobre a história do desenvolvimento da química estrutural, e na sua aplicação em um minicurso que teve como participantes alunos ingressantes de um curso de Bacharelado em Química. Buscamos avaliar o impacto dessa experiência pedagógica nas concepções dos estudantes a respeito da natureza da ciência.

A análise dos dados forneceu indícios de que o material didático, aliado às discussões promovidas a partir da sua utilização, favoreceu o entendimento dos alunos a respeito de algumas das características essenciais do trabalho científico.

As características do trabalho científico mais destacadas pelos alunos nos seus textos foram o “caráter social do desenvolvimento científico” e a “recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de “dados puros”. O entendimento da “procura de coerência global” na construção do conhecimento científico foi também detectado em um número considerável de textos produzidos. Em contrapartida, o entendimento do “papel atribuído pelo pensamento divergente” na construção da ciência não se deu como seria desejável. Da mesma forma, poucos alunos fizeram referência a diferenças existentes entre teorias, leis e hipóteses e ao papel de cada uma delas na construção do conhecimento científico, sugerindo um baixo grau de “recusa da ideia de ‘Método Científico’”.

Por fim, frisamos a boa qualidade dos textos produzidos pelos alunos e a criatividade presente em uma grande quantidade deles. Tal constatação vem de encontro à ideia tão difundida de que alunos da área de ciências exatas não gostam (ou não sabem) de escrever e nos leva a refletir sobre os benefícios que tarefas de caráter mais humanista poderiam trazer para a formação de tais alunos, fomentando qualidades importantes como criatividade, capacidade de argumentação e senso crítico.

Referências bibliográficas

Baldinato, J.O. e P.A. Porto (2007). Variações da história da ciência no ensino de ciências. *Atas do VI Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis: ABRAPEC.

Bastos, F. (1998). *História da ciência e ensino de biologia. A pesquisa médica sobre a febre amarela (1881 – 1903)*. Tese de Doutorado em Educação, Universidade de São Paulo.

Bernatowicz, A. (1970). Dalton's rule of simplicity, *Journal of Chemical Education*, 47, 8, 577-579.

Bogdan, R. e S. Biklen (1999). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.

Brown, H. (1959). Foundations of the structural theory, *Journal of Chemical Education*, 36, 3, 104-109.

Bykov, G. (1962). The origin of the theory of chemical structure. *Journal of Chemical Education*, 39, 5, 220-224.

De Milt, C. (1951). The congress at Karlsruhe. *Journal of Chemical Education*, 29, 8, 421-425.

Ihde, A. (1961). The Karlsruhe congress: A centennial retrospect. *Journal of Chemical Education*, 38, 2, 83-86.

Jaffe, B. (1976). *Crucibles: The history of chemistry – from ancient alchemy to nuclear fission*. New York: Dover Publications.

Kaufman, A. e M. Rodríguez (1995). *Escola, leitura e produção de textos*. Porto Alegre: Artes Médicas.

Lederman, N. G. (2006). Nature of science: Past, present, and future. En S.K. Abell e N.G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-880). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Lüdke, M. e M. André (1986). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária de São Paulo.

Oki, M.C.M. (2007). O congresso de Karlsruhe e a busca de consenso sobre a realidade atômica no século XIX. *Química Nova na Escola*, 26, 24-28.

Partington, J. (1989). *A short history of chemistry*. New York: Dover Publications.

Pérez, D.; Montoro, I.; Alís, J.; Cachapuz, A. e J. Praia (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência e Educação*, 7, 2, 125-153.

Praia, J. ; Gil-Pérez, D. e A. Vilches (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência e Educação*, 13, 2, 141-156.

Rezende, F. S. e S. L. Queiroz (2005). *Química estrutural: conhecendo os caminhos que levaram ao seu desenvolvimento*. Em <http://www.gpeqsc.com.br/sobre/manuais.html>.

Rheinboldt, H. (1988). *História da balança: A vida de J. J. Berzelius*. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo.

Salzberg, H. (1991). *From caveman to chemist*. American Chemical Society.

Santos, G.R. e S.L. Queiroz (2005). O papel da leitura e discussão de artigos científicos no favorecimento da compreensão dos alunos sobre a natureza da ciência: Um estudo preliminar. *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Bauru: ABRAPEC.

Zanon, D.A.V.; Almeida, M.J.P.M. e S.L. Queiroz (2007). Contribuições da leitura de um texto de Bruno Latour e Steve Woolgar para a formação de estudantes em um curso superior de química, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6, 1: 56-69. Em <http://www.saum.uvigo.es/reec>.

Zucco, C.; Pessine, F.e J. Andrade (1999). Diretrizes curriculares para os cursos de química, *Química Nova*, 22, 3, 454-461.