

Visões sobre Ciências e sobre o Cientista entre Estudantes do Ensino Médio¹

Luis Kosminsky¹ e Marcelo Giordan².

(1) Bacharel e licenciado em Química, mestre e doutorando em Ciências pelo IQ-USP.

(2) Bacharel em Química, doutor em Ciências pelo IQ-UNICAMP e professor da FE-USP.

Palavras-chave: concepções sobre ciências; epistemologia; sala de aula.

Resumo:

Investigaram-se as concepções sobre ciências e o agir dos cientista, aplicando-se um questionário e obtendo-se representações do cotidiano de cientistas através de desenhos de estudantes do ensino médio. Algumas concepções formais sobre ciências são apresentadas a partir das idéias de teóricos da epistemologia das ciências. Defende-se a necessidade de se introduzir elementos da cultura científica para se aprimorar o ensino de ciências nas salas de aula com base em argumentos epistemológicos, ideológicos e metodológicos.

Abstracts:

Conceptions about science and the acts of scientists were investigated, applying a survey to students of medium school and through drawings of the scientists' daily activities. Some formal conceptions about science are presented from the ideas of theorists of the epistemology of sciences. One defends the necessity of introducing elements do scientific culture in the classrooms to enhance the science teaching based on epistemological, ideological and methodological arguments.

¹ Artigo originalmente publicado em *Química Nova na Escola*, v. 15, p. 11-18, 2002.

“Ciência, s.f. Conjunto de conhecimentos socialmente adquiridos ou produzidos, historicamente acumulados, dotados de universalidade e objetividade que permitem sua transmissão, e estruturados com métodos, teorias e linguagens próprias, que visam compreender e, poss., orientar a natureza e as atividades humanas. (FERREIRA).”

“Cientista, s.m. Pessoa que cultiva particularmente alguma ciência; especialista numa ciência, ou em ciências (FERREIRA).”

Com estas palavras, os verbetes Ciência e Cientista são definidos em um dicionário da língua portuguesa. Tais como se nos apresentam contêm características próprias e conceitos (ou preconceitos) do autor. Todavia, uma vez definidos, tornam-se divisores entre o que é e o que não é ciência. Portanto, se um aluno interessado no tema fosse consultar o vernáculo, encontraria uma concepção parcial, carente de aspectos como o caráter dinâmico da descoberta, a natureza da dúvida, a influência de concepções diversas do sujeito, o processo de pesquisa, ou mesmo a existência de conflitos entre diferentes linhas de pensamento sobre o que vem a ser ciência e aqueles que a praticam. Mais ainda, as definições contidas neste dicionário não são coincidentes com aquelas contidas em outras referências, como dicionários etimológicos, de filosofia ou mesmo de “ciências”. Cada uma destas definições está comprometida com as práticas e valores de uma cultura representativa de sua respectiva área de conhecimento, língua portuguesa, etimologia, filosofia.

A influência destas definições sobre a visão de ciências dos estudantes pode não ser determinante, na medida em que se apresentam encerradas em si, sem qualquer menção a exemplos de como procedem os cientistas, ou como um problema típico das ciências é ou foi tratado pela comunidade científica. Mesmo as dimensões social, histórica, universal e objetiva, bem como as particularidades de sua linguagem, não podem vir a ser apreendidas pelos estudantes através de uma definição vernacular. No entanto, este distanciamento de como se fazem as ciências e como elas são ensinadas nos parece fonte de muitos equívocos e desajustes entre como se pensa o mundo e se resolvem problemas nas salas de aula de quaisquer das ciências.

Acreditamos que as visões de mundo dos estudantes também devem ser influenciadas pelo pensamento científico e pelas expressões de sua cultura, cujos traços são

parcialmente divulgados na mídia. No entanto, é no bojo de atividades realizadas em sala de aula que os estudantes podem se transformar em agentes sociais e históricos de seu tempo e podem, portanto, constituir significados apropriando-se de elementos da linguagem científica e de seus procedimentos, o que lhes dá a oportunidade ímpar de atribuir valor às formas de pensar e agir do cientista. Neste sentido, quando os elementos da cultura científica puderem ser “vivenciados” pelos estudantes², será possível avaliá-los e confrontá-los com outras formas de pensar e agir, típicas de outras culturas e que também estão presentes na sala de aula. Este é um objetivo central do ensino da Química, da Física e da Biologia, representantes atuais das “ciências da natureza” nas disciplinas escolares, que queremos pôr em relevo.

As justificativas para esta abordagem se apóiam em três perspectivas distintas. A primeira é de natureza epistemológica, de onde admitimos que o pensar científico é constituído em meio à resolução de problemas típicos da ciência, ou seja, onde a elaboração de conhecimento se dê em função da necessidade de encontrar procedimentos, organizar, relacionar, confrontar e veicular informações para compreender, resolver ou mesmo formular uma dada situação problema relacionada às demandas existenciais da humanidade, sejam elas de natureza material ou espiritual. Pensar e agir cientificamente contribuem para entender-se no mundo e com o mundo.

A segunda é de origem ideológica, de onde admitimos que algumas das tomadas de decisões pela sociedade e por seus cidadãos devem ser orientadas pelo entendimento de como funciona a ciência, pois muitas dessas decisões são instruídas pelo conhecimento científico e são por ele legitimadas. Pensar e agir cientificamente sustentam decisões socialmente responsáveis.

A terceira repousa nos objetos da educação em si, de onde admitimos que ensinar e aprender ciências são atividades adequadamente planejadas quando seus atos, cenários, propósitos e meios mediacionais guardam uma estreita aproximação com a cultura científica, e alunos e professores se vejam como agentes de autênticas comunidades escolares. Pensar e agir cientificamente constituem-se em ações educacionais significativas.

² É na mediação didática que se realizam as devidas adequações de vivência da cultura científica na sala de aula. Trata-se de investir em situações problematizadoras do mundo real e saber simular ou mesmo evitar os procedimentos do mundo das ciências inatingíveis na sala de aula.

Consideramos a necessidade de se investigar o que pensam os estudantes acerca do que vem a ser ciências e de como procedem os cientistas no seu dia-a-dia. Desta forma, pretendemos levantar informações gerais sobre as visões de ciências destes estudantes, analisá-las e avaliar as possibilidades de utilizá-las em situações de ensino, onde se privilegiem os modos de agir e pensar a partir de uma perspectiva científica. As visões dos estudantes sobre ciências e como agem os cientistas foram diagnosticadas através de uma dinâmica de discussões sobre o tema e registro de suas idéias por meio de textos escritos e desenhos. Num primeiro momento, dispomos algumas idéias de pensadores que se propuseram a explicar o funcionamento da ciência, no sentido de subsidiar a interpretação destes dados e a discussão sobre como as aulas de química podem contemplar modos de agir e pensar científicos. Em seguida, apresentamos os registros dos estudantes nos dois momentos de investigação e propomos algumas interpretações. Finalizamos com uma discussão sobre as implicações deste tipo de trabalho para os projetos de ensino de ciências nas escolas, em meio às atuais mudanças curriculares.

Idéias formais sobre ciências e seu funcionamento.

Disporemos aqui algumas idéias de um certo grupo de pensadores representativos da Filosofia das Ciências, por julgarmos que elas são centrais no entendimento de como se desenvolveu e tem se desenvolvido o pensamento científico. No entanto, não é nossa pretensão tomar esse grupo como referência exclusiva de uma área longeva e de produção fecunda de conhecimento. As idéias aqui destacadas servirão de base para discutir as visões de ciências dos estudantes coletadas durante a investigação, bem como para reafirmar elementos característicos do pensamento e do fazer científicos, que julgamos pertinentes serem transpostos para situações de ensino e aprendizagem de ciências.

Muitas das visões tradicionais sobre ciências são decorrentes do pensamento positivista, representado sobretudo pelas idéias de Augusto Comte (1798-1857). Para aquele que é considerado um dos fundadores da Sociologia, o conhecimento científico é proposição demonstrável e demonstrada de leis que se originam na experiência. Tal conhecimento se obtém pelo aprimoramento do senso comum, lançando-se mão de um método único para todas as ciências. O Método Positivo é estabelecido com base na observação e experiência,

no acúmulo de evidências e na formulação de hipóteses, no encadeamento de idéias e é ele quem deve instruir o pensamento positivo na elaboração do conhecimento científico.

Além da proposição do método, outra característica marcante do pensamento de Comte é o que ele chamou de *lei dos três estados*. Segundo esta noção, cada ramo do conhecimento passaria sucessivamente em seu desenvolvimento por três estados históricos diferentes: o teológico, o metafísico e o positivo ou científico. A negação da metafísica e de sua base especulativa sobre *conhecer as causas íntimas* dos fenômenos é um argumento decisivo de Comte para sustentar a noção de uma empresa científica ocupada com as relações invariáveis de sucessão e similitude e assim *descobrir as leis efetivas* dos fenômenos. A descoberta das leis efetivas se daria de acordo com a aplicação do método positivista, que por ser único e invariável determinaria o *modus operandi* das ciências, independente de sua especialidade. A invariabilidade do método acabou por se cristalizar em espécie de receituário a ser seguido em toda investigação científica (OLIVEIRA, 2000 p. 57) e, diríamos também, por aqueles que pretendem ensinar ciências sob influência exclusiva do pensamento positivista.

Na crítica ao positivismo, dois pensadores são comumente destacados, Gaston Bachelard (1884-1962) e Karl Popper (1902-1994). Ambos são considerados representantes de linhas racionalistas de pensamento, porém bastante distintas. O francês Bachelard, antes de tornar-se professor de filosofia da ciência na universidade, lecionou física e química no nível secundário. Além de contribuições no campo da epistemologia, este erudito também discutiu a influência da poética, do imaginário e do devaneio na formação do espírito científico. Popper radicou-se na Inglaterra desde a publicação de sua primeira obra “*A Lógica da Pesquisa Científica*” tendo sido inicialmente influenciado pelo pensamento lógico do Círculo de Viena. Sua vasta obra inclui também críticas contundentes ao marxismo e à psicanálise freudiana.

A noção de obstáculos epistemológicos é, talvez, a maior contribuição de Bachelard à epistemologia. Parece-nos, no entanto, que a crítica ao pensamento positivista está mais enfaticamente ditada no Novo Espírito Científico, especialmente quando se observa a defesa à metafísica, considerando-a a partir de sua dualidade: realista e racionalista. É com base nesta dualidade que se constrói a empresa científica, num movimento em que uma dá lugar à outra, no que se considera como verdadeira polarização epistemológica, daí sua visão de

ciências ser chamada de racionalismo dialético. Ao encontrar lugar para a dúvida científica, Bachelard também desmonta o argumento positivo de se chegar seguramente ao conhecimento verdadeiro pelo cumprimento das etapas do método, pois o espírito científico é também constituído pela dúvida.

Pooper considerou as idéias refutacionistas, ao propor o falseacionismo como modelo para descrição do desenvolvimento da ciência, segundo o qual o cientista busca, através da experimentação e “pressões particularizadas” sobre a natureza, obter fatos que contestem teorias vigentes. Conformado com a impossibilidade de se poder provar uma teoria, para ele esta seria tão melhor quanto mais vezes tivesse sido posta à prova, na tentativa infrutífera de ter sido refutada. O determinante de *o que é científico* está na possibilidade de ser testado e refutado, tornando o avanço científico um descartar de erros passados. Para o falsificacionista, o erro desempenha um papel importante na elaboração do conhecimento. Seria através da proposição de hipóteses audaciosas, passíveis de serem experimentalmente refutadas, que ocorreria o refinamento teórico, pois ao se descobrir que a hipótese era falsa, poder-se-ia aprender muito sobre a verdade. O erro é portanto uma fonte de aprendizagem.

Duas outras contribuições originais para a Teoria do Conhecimento são devidas a Imre Lakatos (1922-1974) e Thomas Kuhn (1922-

Lakatos pondera que o cientista possui grande apego às teorias vigentes, evitando ao máximo rejeitá-las. Quando os dados experimentais discordam dos modelos propostos, o cientista não abandona imediatamente o modelo, mas ao contrário procura modificá-lo, mediante uma nova construção, que denominou *cinto de proteção*, na qual são acrescentadas novas hipóteses auxiliares que, além de sofisticarem o modelo, contribuem para a manutenção do *núcleo* do programa de pesquisa. As refutações não são surpreendentes pois suas possibilidades já foram previstas de antemão na construção de um primeiro modelo mais simples, cheio de aproximações corrigíveis ao longo dos ensaios. Há, porém, um núcleo do programa de pesquisa considerado irrefutável por decisão metodológica: são postulados tradicionalmente aceitos, sobre os quais não recaem os testes, transformando os contra-exemplos em anomalias. Verifica-se, portanto, uma fragmentação dentro de um programa de pesquisa entre o que pode e o que não pode ser refutado.

Kuhn defende a existência de rupturas profundas no desenvolvimento das ciências. Para ele, a empresa científica se caracteriza por dois estágios com comportamentos científicos distintos: a ciência normal e a ciência revolucionária. Na primeira, os conceitos adotados por uma *comunidade científica* estão bem estabelecidos, e os modelos vigentes descrevem bem os fatos observáveis. Neste período, os cientistas partilham consensualmente um conjunto de técnicas, métodos, objetos de estudo, princípios, leis, teorias e ferramentas culturais³, reconhecido como o *paradigma* desta comunidade. Quando, porém, existem acúmulos de dados que contradizem o paradigma, surgem pequenas e limitadas explicações paralelas para cada fato em particular, que posteriormente são somadas e pouco a pouco endossadas pela comunidade científica até causarem uma crise no paradigma. É a fase revolucionária, onde ocorre o avanço da ciência. A contribuição de Kuhn localiza-se no campo da sociologia da ciência, pois o que se revela pelo seu pensamento é a visão *consensualista* sobre conhecimento científico, segundo a qual o comportamento dos membros de uma comunidade é fator fortemente condicionante para entendermos a empresa científica.

Idéias dos alunos sobre ciências e o fazer dos cientistas.

O levantamento de algumas concepções sobre ciências e o agir científico foi realizado em uma escola particular paulistana, entre alunos na faixa etária de 15 a 18 anos. As concepções foram coletadas por meio de respostas escritas e desenhos de alunos voluntários, que o fizeram anonimamente, após a observação pelo pesquisador de algumas aulas de Física e Química e breves debates sobre o assunto.

Inicialmente foi solicitado aos alunos que relacionassem todas as disciplinas de seu currículo, indicando aquelas que gostavam, as que não gostavam e as que dispensariam. Embora não tenha havido consenso, notando-se grande discrepância entre as preferências, pôde-se observar que o grau de aprovação de uma disciplina pelos alunos é largamente dependente da imagem do professor que a ministra. Justificativas como “não gosto porque o professor é chato”, “eu não consigo prestar a atenção naquela aula” e “o professor explica bem” foram amplamente utilizadas. Seguiu-se um debate entre os alunos e o pesquisador,

³ O termo ferramentas culturais não é devido a Kuhn e refere-se aqui aos elementos de identidade de uma comunidade, como publicações, encontros e mesmo narrativas históricas, cuja função é mediar as relações entre os membros desta comunidade.

através de perguntas como: “Vocês acreditam que há, de fato, diferença entre as ciências desenvolvidas por pessoas de vivências diferentes (como partido político e estado civil) ?” Alguns disseram que não, pois o cientista é, em última instância, um empregado e trabalha conforme as necessidades do mercado. Outros argumentaram que a postura do indivíduo indica um código pessoal de ética que não pode ser violado por seu trabalho científico.

Foi solicitado ao grupo de 15 pessoas que respondesse, sem limite de tempo e sem consultas aos colegas, da maneira mais completa possível, a seguinte questão: “Para que servem as expressões numéricas e as fórmulas usadas em Ciências?” Como exemplo, escreveu-se na lousa: “ $F=m.a$ ”. Quando todos terminaram de responder, formulou-se outra questão: “A natureza obedece às leis das Ciências?” Por fim, pediu-se que escrevessem sobre “o que é Ciências”.

Terminada essa etapa, foi apresentado o material a ser preenchido e devolvido dois dias mais tarde por algumas pessoas do grupo, constando de dois conjuntos de três folhas cada. Em um conjunto, havia a inscrição Segunda-feira, Quinta-feira e Domingo, respectivamente. No outro, fizeram-se as indicações, Quinta-feira 10:00 h, Quinta-feira 16:00 h e Quinta-feira 23:00 h. Foi solicitado aos alunos voluntários que desenhasssem as ações do cientista nesses dias ou horários, escrevendo no verso de cada folha o que desejaram representar. As datas e horários indicados no material foram propositalmente planejados para relacionar as atividades do cientista com os períodos do mundo do trabalho e, sobretudo o Domingo e a Quinta-feira 23:00 h, para indicar momentos de atividades pessoais do cientista, possivelmente fora de seu campo de atuação profissional, porém sem direcionar as respostas com uma fala explícita.

O quadro 1 apresenta algumas das respostas características dos alunos às três questões, acompanhadas de possíveis interpretações elaboradas a partir destes registros e da discussão que ocorreu em sala de aula.

Quadro 1. Respostas dos alunos às questões e as respectivas interpretações.

	<p>“Eles fizeram essas fórmulas para chegarmos a um resultado mais facilmente”, “para resolução de cálculos e</p>	<p>Visão pragmática. Os problemas são de livros e os resultados são previamente esperados.</p>
--	---	--

<p>Para que servem as expressões numéricas e fórmulas usadas em Ciências?</p>	de problemas”	
	“Servem para passar os valores de uma substância para uma simples folha de papel”	Representação da realidade, com aparente intuito de registrar dados.
	“Foram criados para que o Homem tivesse uma base de cálculo, já que tudo segue um padrão”	Busca de uma linguagem neutra, capaz de descrever objetivamente uma realidade já dada.
	“Para passar no vestibular”	Pressão do período e do docente
<p>A Natureza obedece às leis das Ciências ?</p>	“Não, mas não sei bem porque. Por exemplo, quando uma fruta cai da árvore está obedecendo a lei da gravidade, mas na natureza tudo é muito imprevisível”	O modelo intrínseco é que a Natureza deveria obedecer à lei científica, mas ela não se comporta como deveria.
	“As leis é que exemplificam os fenômenos e os descrevem”, “não, porque essas fórmulas foram criadas em cima desses fenômenos”	Noção das Ciências como elaborações humanas para descrever fenômenos e que faz uso de uma lógica de precedência da Natureza a essas elaborações.
	“Sim, a menos que sofram alguma influência que altere seu padrão natural,..., a influência de outras Forças, como a radiação, altera o padrão e os nascimentos ocorrem com falhas	Existência de uma ordem natural já dada, que é acessível à razão humana, com possibilidade de previsão de eventos futuros.

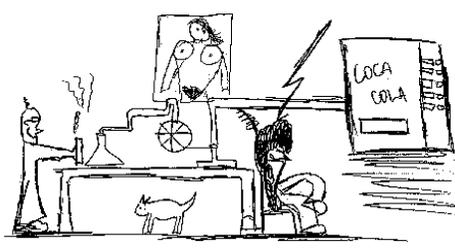
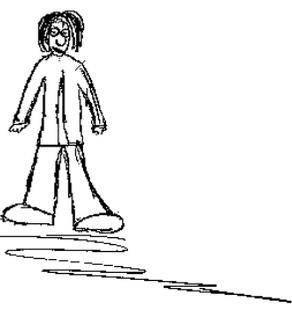
	genéticas”.	
O que é Ciências ?	“É uma maneira de desenvolvimento do estudo e da análise de tudo que se encontra ao nosso redor: a natureza. É uma maneira de se raciocinar e chegar à lógica de tudo que nos cerca”	Visão analítica da Natureza com base em racionalidade própria, capaz de entender a lógica intrínseca de seu funcionamento.
	“É a matéria que estuda tudo”	Visão escolar e generalista.
	“É tudo o que ocorre em nós mesmos e ao nosso redor: esta folha é Ciência (contém moléculas)”	Visão realista e reducionista dos objetos de estudo aos modelos e interpretações próprios da Ciência.
	“É a matéria (...) nascida com o ser Humano, na sua capacidade de analisar, compreender e criticar o mundo que o rodeia em busca de uma resposta”	Visão problematizada de uma possível construção humana que permite estabelecer relações com o mundo.

Embora correntes mais atuais entendem a Ciência como linguagem ou construção humana capaz de estabelecer relações de significado com o mundo, não exclusivamente natural, não se nota menção alguma à comunidade científica, predominando visões reducionistas e escolarizadas nos registros dos alunos. Se, por um lado, este é o enfoque adotado pela maioria dos livros didáticos, por outro ele é sustentado pelos argumentos dogmáticos dos professores que, por vezes, resumem os conteúdos específicos de suas disciplinas a fórmulas e expressões numéricas sem as devidas contextualizações.

Uma outra influência determinante para moldar as visões de ciências dos alunos são os veículos de comunicação e mesmo divulgação científica. A mídia televisiva não especializada deve exercer maior influência, devido à sua difusão por todos os estratos

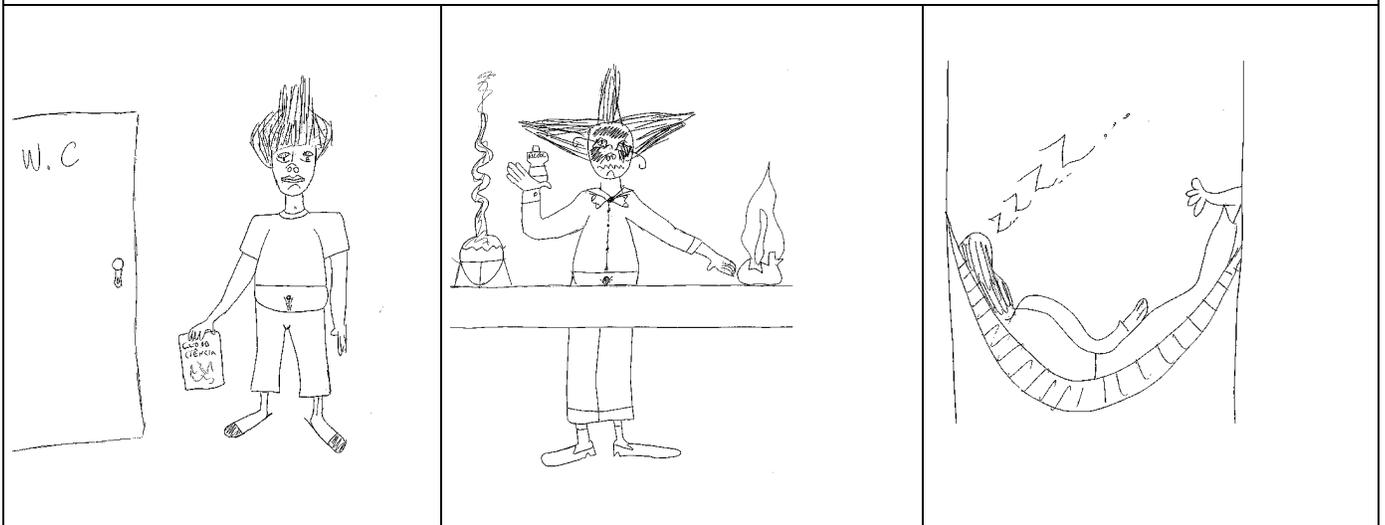
sociais. Certamente, há muitos aspectos da produção que diferenciam os programas de televisão entre si, no entanto o que prevalece nesta forma de divulgação científica é o apelo ao espetáculo sensibilizador das emoções e pouca atenção se dá ao processo de produção científica. É sob esta ótica que devemos observar as representações gráficas dos alunos sobre o cientista e seu agir, com algumas possíveis interpretações, que são apresentadas no quadro 2.

Quadro 2. Representações dos alunos sobre o cientista e seu agir, com as respectivas interpretações. Cada linha corresponde a um aluno, sendo as duas primeiras referentes aos diferentes dias e as demais referentes aos diferentes horários.

		
<p>Apresenta um cientista futurista, com comportamento excêntrico e cercado por grandes inventos, como o novo sistema de estacionamento, ou por objetos de uma sociedade de consumo, como a máquina de “coca-cola”. Seu cabelo característico pode indicar um homem desapegado aos valores de seu tempo, sem se preocupar com aspectos estéticos. A realidade do cientista é o maior agente de transformação de seu meio e tempo. Praticamente não sofre influências externas, denunciado pelo vazio de relações e a alienação do mundo em seu dia livre</p>		

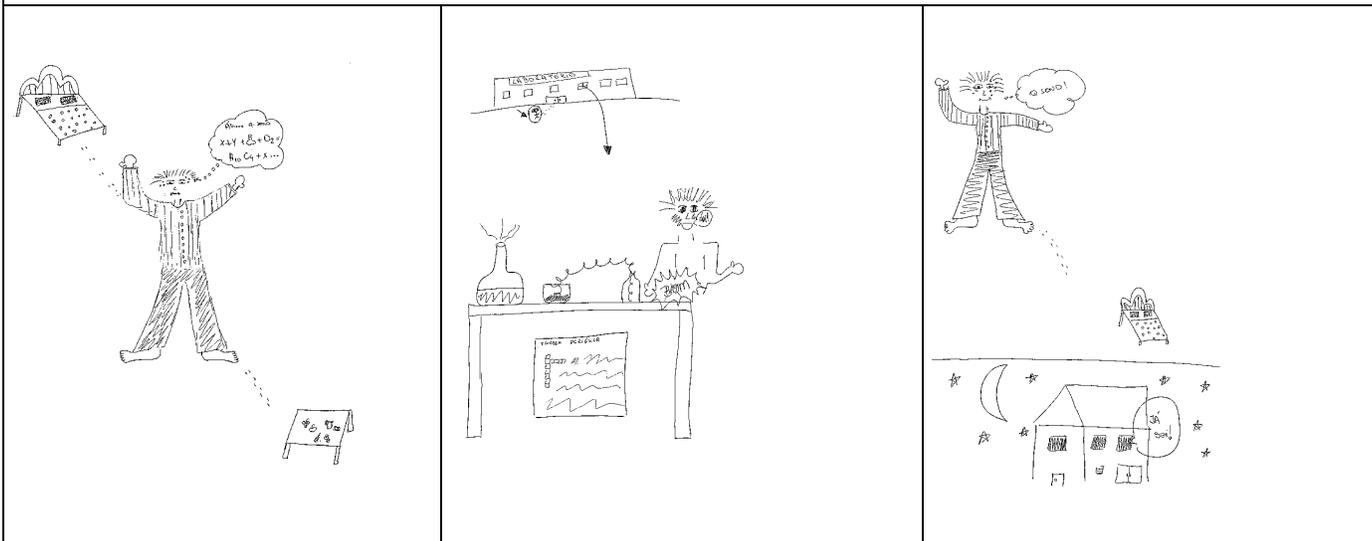


O cientista possui, aparentemente, atitudes e experimentos menos exóticos. Todavia, a velocidade da experimentação e da “descoberta” são muito maiores que as normais, de modo que ele começa um novo experimento (conforme detalhado pelo aluno no verso do desenho) na Segunda-feira e na Quinta-feira já está premiado. A descoberta se refere a um novo medicamento, o que revela uma aplicação social de sua pesquisa. Sua premiação é o suposto reconhecimento da sociedade pelo seu invento, ainda que só o premiado seja digno de registro. Nas horas livres, descansa solitário.

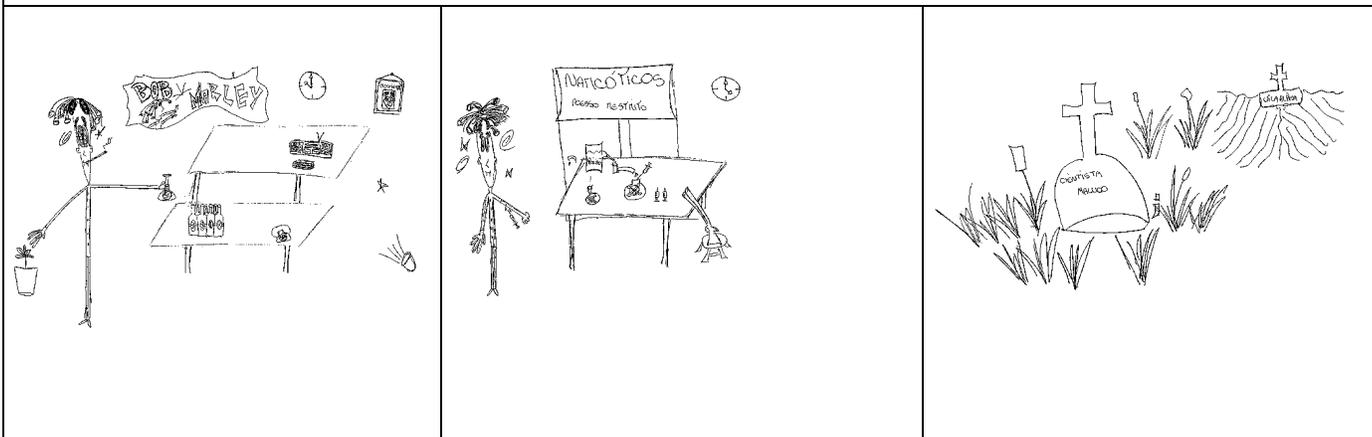


Exibe um cientista tipo “bonachão” (explode o laboratório) e pouco preocupado com sua aparência, usando roupas curtas ou engraçadas. Parece popularizar a tradicional foto de Einstein, com o cabelo em pé e a língua de fora, sendo difícil identificar se a foto gerou essa imagem de cientista, ou se ela se popularizou por mostrar um cientista em conformidade com o inconsciente das pessoas. Apesar de acordar tarde (10:00 h), o cientista passa o dia inteiro

voltado à sua Ciência, tendo como literatura doméstica a revista “Globo Ciência”. É também um solitário.



Contém uma visão de cientista do tipo “trabalhador”, que pensa na sua Ciência desde o acordar até o dormir ou, talvez, até no sonhar. Porém, observa-se outro tipo de ação, óbvia, para o seu cotidiano: há uma mesa com frutas demonstrando que o cientista possui as mesmas necessidades (e, portanto, gostos próprios) que as demais pessoas.



Coloca um cientista aparentemente drogado, ou viciado, conforme se observa nos rótulos das garrafas e nas injeções. Descontado o caráter deletério atribuído às substâncias químicas, nota-se uma pessoa com gostos musicais, como Bob Marley, e com ideologias influenciadas por um mundo à parte das Ciências, a cultura rastafari. Tais ideologias teriam influenciado diretamente sua atuação profissional, conduzindo-o ao estudo de narcóticos, cujo acesso é restrito para cientistas. O clímax desse conjunto se dá na morte do cientista, mostrando como última identificação do personagem a inscrição lapidária “cientista maluco”, ou seja, o indivíduo é

identificado na sua ação profissional por aqueles que o sepultaram.

Em todas as representações, observa-se um cientista do sexo masculino, solitário e interagindo somente com seu mundo. Nas únicas cenas em que se representam outras pessoas, elas são vistas como objetos: tanto o homem como cobaia, como a mulher na foto de parede. Representativa disto é a figura do Domingo no primeiro conjunto, na qual o cientista está isolado e perdido no papel vazio. Nota-se a preponderância do caráter experimental dado ao agir do cientista, desconsiderando aparentemente troca de informações entre os pares, as elaborações teóricas e as próprias ciências não experimentais. Há uma flagrante ausência de menção às comunidades científicas como foro de troca de idéias e de legitimação do conhecimento. A única referência a elementos de identidade das comunidades científicas limita-se a uma gravura, na qual aparece a revista de divulgação “Globo Ciência”.

Contribuições para o ensino de ciências.

Qual é a necessidade de se desenvolverem noções sobre os processos de construção de conhecimento da cultura científica em atividades de ensino de ciências, tendo em vista as demandas atuais da educação básica ?

Pesquisas sobre as influências do pensamento científico na formação de professores (BORGES, 1996) e sobre as imagens de ciências de estudantes (DRIVER e col., 1997) têm contribuído para esta discussão. A primeira, ao considerar os professores e sua formação, nos informa sobre como pode ocorrer a aproximação das teorias de conhecimento e os programas de formação inicial ou continuada de professores. É preciso nos perguntarmos se a inclusão desta temática no ementário de disciplinas de graduação ou cursos de especialização é condição necessária ou mesmo suficiente para que se observem alterações das práticas de sala de aula destes professores. Já Driver e colaboradores admitem, com base em extenso estudo empírico e revisão da literatura, que o conhecimento sobre a natureza das ciências sustenta a aprendizagem em ciências, contribui para a utilização do conhecimento científico ao longo da vida e aguça nos estudantes a percepção sobre ciências como atividade humana.

Para contribuir nesta discussão, recuperamos as três perspectivas discutidas na introdução, a epistemológica, a ideológica e a educacional, para reafirmar, com base no conjunto de dados que apresentamos acima, que o desconhecimento sobre como pensam e agem os cientistas impede a aproximação dos alunos à cultura científica. Conseqüência imediata deste impedimento é a tentativa de transferência acrítica dos valores prezados pela cultura científica para os estudantes, por exemplo, conceitos, procedimentos, regras para validação de modelos, sem que lhes seja dada a oportunidade de vivenciar, com base na necessária transposição já mencionada, formas de agir e pensar típicas das ciências.

Parecem-nos insuficientes as tentativas de incorporar os elementos da ciência contemporânea considerando tão somente a frágil noção de interdisciplinaridade, que nos são apresentadas nos documentos oficiais (BRASIL, 2000, p. 8). Para compreender os fenômenos em sua complexidade é necessário admitir que eles são forjados em meio a um caldo cultural, onde valores éticos, econômicos, políticos e científicos são muitas vezes conflitantes. A sala de aula de ciências deve considerar estes conflitos, mas não pode ser esvaziada das práticas inspiradas na cultura científica, pois são elas que nos qualificam como profissionais da educação a dialogar com nossos estudantes, por meio de ferramentas culturais próprias da ciência.

As dificuldades de entendimento dos fenômenos tratados nas salas de aula de ciências, e mesmo a ausência de motivação para estudá-los, podem ser atribuídas, em parte, ao desconhecimento das teorias sobre o funcionamento da ciência, tanto por parte dos professores como dos estudantes. Tal desconhecimento ajuda a explicar a não explicitação nas práticas de sala de aula dos elementos mediadores entre o mundo e a forma como o representamos, que caracterizam a cultura científica como construção humana, e por conseguinte explicam a desconsideração por estas práticas dos aspectos social e histórico que são típicos das relações que se estabelecem no interior das comunidades científicas.

Nossa intenção aqui é defender que as ações em sala de aula sejam mediadas por um conjunto de ferramentas culturais típicas das ciências, desde que convenientemente desenvolvidas e adaptadas para os ambientes de ensino-aprendizagem, pois elas servem de suporte tanto para o fortalecimento de comunidades escolares, como para a elaboração de significados compartilhados pelos seus membros. Longe de sugerir uma nova norma sobre

como tratar esta temática na sala de aula, apresentamos alguns resultados que indicam uma baixa compreensão dos estudantes sobre como se organizam a empresa científica e suas comunidades. Somente pesquisas mais intensas e dedicadas a avaliar as conseqüências desta aproximação poderão suscitar respostas sobre se devemos considerar as noções sobre o funcionamento das ciências nos programas de ensino de ciências e quanto esta aproximação pode contribuir para a realização dos projetos educacionais das escolas.

Referências.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais de Ensino Médio. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. 2000.

BORGES, R. M. R. *Em debate: cientificidade e educação em Ciências*. Porto Alegre: CECIRS, 1996.

DRIVER, R.; Leach, J; Millar, R.; Scott, P.: *Young people's images of science*. Buckingham, Open University Press, 1997.

FERREIRA. A.B.H. Novo Dicionário Aurélio. São Paulo, Nova Fronteira, 2^a. edição, 1986.

OLIVEIRA. J. R. de. *A Escola e o Ensino de Ciências*. São Leopoldo, Ed. UNISINOS, 2000.

Para saber mais.

Para se ter acesso aos principais textos dos filósofos da ciência aqui discutidos, recomenda-se a coleção Os Pensadores da Editora Abril Cultural.

Uma boa introdução às teorias de conhecimento pode feita pela leitura do livro de John Losee, *Introdução Histórica à Filosofia da Ciência*, Lisboa (Pt), Terramar ed., 1998. Outro texto introdutório ao estudo das teorias sobre o pensamento científico é o de Alan Chalmers, *O que é Ciência Afinal ?*, editado pela Brasiliense em 1993.

Agradecimentos.

A FAPESP pela bolsa de estudos de LK e ao professor Amaury Cesar de Moraes pelas frutíferas discussões e sugestões.