

IMAGENS DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE OS PROPÓSITOS E AS METAS DA CIÊNCIA

Helder de F. e Paula^a [helder@educativa.org.br]
Antônio Tarciso Borges^b [tarciso@coltec.ufmg.br]

^a Aluno de Doutorado do Programa de pós-graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais

^b Programa de pós-graduação da Faculdade de Educação e Colégio Técnico da Universidade Federal de Minas Gerais

INTRODUÇÃO:

Nos últimos anos, tem crescido a convicção de que é importante problematizar e desenvolver a forma como os estudantes compreendem a atividade científica. Vários autores como LEDERMAN (1992) ou DRIVER, LEACH, MILLAR & SCOTT (1996) defendem a necessidade de pesquisar e conhecer tais concepções, ampliando a caracterização dos conhecimentos prévios dos estudantes para além do que foi realizado pela pesquisa desenvolvida ao longo das décadas de 70 e 80, que se concentrou nas concepções dos estudantes sobre o conteúdo do conhecimento científico.

Outros autores, tais como LAROCHELLE & DÉSAUTELS (1991), ou SMITH, MACLIN, HOUGHTON & HENNESSEY (2000) apresentam razões de ordem ideológica e didática que justificam a pesquisa das imagens que os estudantes da educação básica têm acerca das ciências. Em linhas gerais, todos esses autores acreditam que uma compreensão mais sofisticada da atividade científica, por parte dos estudantes, pode permitir o crescimento de sua capacidade de argumentação e crítica, bem como pode facilitar a compreensão de conceitos, modelos e teorias, tradicionalmente propostos como conteúdos do ensino de ciências. De uma ou outra forma, esta perspectiva também aparece em projetos que propõem novas diretrizes curriculares para o ensino de ciências como os que são expostos no documento inglês BEYOND 2000 (MILLAR, R & OSBORNE, 1998), o projeto SCIENCE FOR ALL AMERICANS (AAAS, 1990 e 1993) e os PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (MEC/SEF, 1998).

CHALMERS (1995) defende a idéia de que a caracterização das metas e propósitos da ciência pode nos ajudar a distingui-la de outras formas de conhecimento. Tal caracterização apresenta, ainda na opinião deste autor, uma possibilidade de avançar a discussão sobre as questões clássicas da epistemologia. Nossa perspectiva como professores de ciências da educação básica não é a mesma dos epistemólogos como CHALMERS envolvidos com o tratamento do clássico problema da demarcação entre ciências e não ciências. Todavia, assim como CHALMERS, nós acreditamos que refletir sobre as metas e propósitos da ciência pode contribuir para o desenvolvimento de uma compreensão mais sofisticada da natureza das ciências e da atividade científica. Cidadãos críticos que pretendem se inserir como sujeitos da cultura contemporânea não podem manter uma atitude ingênua em relação à ciência e suas relações com a tecnologia e a sociedade.

Mas, como os estudantes concebem os propósitos e metas da ciência? Que imagens eles têm da atividade científica e quais são os “critérios de demarcação” que eles utilizam para distinguir a ciência de outros empreendimentos culturais que foram desenvolvidos pela humanidade? Inspirando-nos no ponto de vista defendido por DRIVER, GUESNE & TIBERGHIE (1985), que vincula a capacidade dos professores em compreender e utilizar as idéias dos estudantes à possibilidade de que eles venham a compreender e a criticar os pontos de vista das produções de uma pesquisa orientada à elucidação dessas questões.

Certamente não é suficiente responder a essas questões. É por isso que a pesquisa relatada neste artigo não é uma pesquisa isolada e não tem um fim em si mesma. Ela faz parte de um programa mais amplo, no interior do qual nos aliamos às diretrizes defendidas por MILLAR (1996) para promover um “ensino de ciências voltado para a compreensão por todos”. Esse autor destaca três aspectos de uma compreensão de ciências que devem ser simultaneamente priorizadas pelos currículos: 1º- A compreensão do conteúdo científico (ou conhecimento científico substantivo); 2º- A compreensão dos métodos de investigação usados em ciência; 3º- A compreensão da ciência como um empreendimento social.

Para enfrentar esse desafio é necessário desenvolver ou delimitar, de forma consistente, um conhecimento sobre a ciência, que possa ser incorporado ao currículo e às práticas pedagógicas¹. Nosso programa de pesquisa lida com a caracterização dos aspectos fundamentais desse conhecimento sobre a ciência e com a investigação de alternativas para promovê-lo na educação básica. Desta forma, nosso problema central pode ser assim formulado: É possível transformar experiências de aprendizagem, vivenciadas na ciência escolar, em oportunidades para promover a compreensão dos estudantes sobre a natureza da ciência e da investigação científica?

METODOLOGIA

Analisaremos aqui uma fração dos dados obtidos através de uma entrevista semi-estruturada realizada com estudantes de uma turma de 7ª série do Ensino Fundamental, em uma escola privada de Belo Horizonte. Idealmente, pretendíamos realizar nossa pesquisa em uma escola pública. Contudo, a metodologia de pesquisa definida para o desenvolvimento de nosso programa de pesquisa mais amplo criou diversas necessidades e, por questões práticas, fomos levados a relativizar a importância que atribuíamos a condução da pesquisa em uma escola pública.

Nosso programa de pesquisa adota um desenho do tipo *follow-up*. Este tipo de desenho acarretou na adoção de um cronograma que definiu duas fases para a nossa pesquisa empírica, a primeira delas tendo sido realizada no segundo trimestre de 2001 e a segunda prevista para o segundo semestre de 2002. Esse desenho metodológico produziu, entre outras, a necessidade

¹ Nunca é demais lembrar que o conhecimento sobre a ciência de que falamos aqui se distingue do conhecimento científico em si mesmo, que é o conhecimento sobre o mundo natural gerado no interior das ciências. Na verdade, o conhecimento sobre a ciência é um metac conhecimento e, nesse sentido, transcende às ciências naturais em direção à filosofia, à epistemologia, às ciências cognitivas e às ciências sociais.

de que a escola a ser pesquisada tivesse um quadro estável de alunos com pouca ou nenhuma rotatividade, o mesmo valendo para o professor. Além disso, precisávamos contar com um professor plenamente engajado na pesquisa, em virtude da centralidade que atribuímos à figura do professor na condução do processo.

Os estudantes pesquisados pertencem à classe média e, em geral, têm acesso a bens culturais, que não são acessíveis a todos os estudantes da escola pública. Fora isso, não há nada de excepcional ou extraordinário com eles. Tendo feito esses esclarecimentos iniciais, passaremos a apresentar a metodologia específica adotada na pesquisa que é objeto do presente artigo.

Como dissemos, anteriormente, a pesquisa de trataremos aqui utilizou como instrumento uma entrevista semi-estruturada. Tal entrevista era composta por quatro diferentes fases, concebidas para investigar as visões dos estudantes sobre: a) as metas da ciência; b) como se conduz uma investigação científica; c) a facilidade ou dificuldade dos estudantes em conceber ou compreender o teste de explicações ou teorias; d) o tipo de critério que eles utilizam para julgar uma determinada afirmação de conhecimento como correta ou equivocada.

Os dados tratados no presente trabalho correspondem à primeira das quatro fases acima mencionadas. Nosso trabalho se enquadra nas pesquisas de cunho interpretativo e qualitativo, o que nos diferencia de trabalhos como os de SOLOMON, DUVEEN & SCOTT (1994) ou de AIKENHEAD, FLEMING & RYAN (1987) que também trataram de identificar as visões dos estudantes sobre os objetivos do trabalho científico. Tais pesquisas utilizaram questionários nos quais os estudantes eram solicitados a avaliar asserções previamente sugeridas acerca dos propósitos do trabalho científico. Mesmo admitindo que as opções incluídas nos questionários estivessem baseadas em entrevistas abertas desenvolvidas em estudos-piloto, é preciso reconhecer sérias limitações neste tipo de instrumento. Ele se caracteriza por uma tentativa de pré-categorização dos dados que se espera obter através da pesquisa. Por isso, em nossa opinião, tende a prejudicar o acesso às visões dos estudantes, na medida em que não lhes permite espontaneidade na interpretação das questões propostas.

Trabalhos como os de SMITH, MACLIN, HOUGHTON & HENNESSEY (2000) utilizam entrevistas estruturadas em torno de questões abertas e orientadas a colher opiniões mais espontâneas dos estudantes. Entretanto, algumas dessas questões são demasiadamente genéricas ou descontextualizadas. Isso não é propriamente um problema para a pesquisa desenvolvida por esses autores, uma vez que eles pretendiam comparar o nível epistemológico de estudantes cuja escolarização se desenvolveu em dois tipos muito diferentes de ambientes de aprendizagem. Assim, a capacidade de interpretar questões genéricas e apresentar exemplos que esclareçam sob que ponto de vista as questões estavam sendo julgadas foi usada como critério para diferenciar os grupos de estudantes entre si.

O uso de questões descontextualizadas, todavia, não era adequado à nossa pesquisa. Com as questões que propusemos esperávamos ser capazes de envolver afetivamente os estudantes com as atividades realizadas durante a entrevista, bem como suscitar modos espontâneos de raciocínio e argumentação. Para atingir esse objetivo, nossas questões deveriam ser as mais significativas possíveis e, por essa razão, precisariam se referir a contextos específicos e potencialmente significativos para os estudantes.

Foram essas considerações metodológicas, que nos levaram a recriar um dos instrumentos de pesquisa originalmente utilizados por DRIVER, LEACH, MILLAR & SCOTT (1996). Esses autores conceberam atividades de julgamento em pequena escala nas quais os estudantes eram reunidos em duplas ou grupos e, então, confrontados com questões ou pequenas histórias escritas em cartões. O objetivo das atividades era estimular os estudantes a emitir opiniões e avaliações mediante a apresentação de argumentos. A grande diversidade de contextos aos quais as atividades de julgamento se referiam permitiu aos autores identificar padrões e tendências mais gerais e menos dependentes de contextos específicos.

Apesar da utilização de um instrumento inspirado no trabalho desses autores, nossa pesquisa é bem distinta daquela que eles conduziram. As principais questões de pesquisa desses autores eram: a) ocorre um desenvolvimento das imagens da ciência dos estudantes em função da idade? b) há estágios ou níveis epistemológicos que possam marcar ou caracterizar esse desenvolvimento? Nosso trabalho, por sua vez, não está orientado para classificar níveis epistemológicos em função da idade, escolaridade ou outro fator qualquer. Nosso objeto de estudo é a investigação das possibilidades e desafios enfrentados em um ambiente de aprendizagem orientado para propiciar discussões e reflexões sobre a natureza das ciências. Por essa razão, a caracterização das imagens dos estudantes sobre os objetivos e metas da ciência cumpre, em nosso projeto, a função de avaliação diagnóstica.

Essa diferença traz conseqüências importantes no que diz respeito às estratégias de construção e análise dos nossos dados. Enquanto DRIVER, LEACH, MILLAR & SCOTT (ibidem) se preocuparam em encontrar padrões entre as respostas de um grande número de estudantes distribuídos em três diferentes faixas etárias, nós pretendemos: 1º- caracterizar o estágio inicial de desenvolvimento de cada um dos vinte alunos que compõem a turma de 7ª série do Ensino Fundamental na qual se desenvolve nosso projeto; 2º- derivar conseqüências para a prática educacional das imagens da ciência apresentadas pelos alunos.

Nossas entrevistas ocorreram em períodos de aproximadamente 50 minutos e foram conduzidas com duplas de estudantes. A razão para a duração estar fixada em 50 minutos deve-se ao fato de que as entrevistas foram realizadas durante o horário de aula. Em 10 horários seguidos, distribuídos ao longo de três tardes, cada dupla se ausentou por um período aproximado de uma hora-aula, com o consentimento dos professores das disciplinas cujas aulas estavam sendo realizadas. As entrevistas foram conduzidas na sala dos professores que ficava situada em um local relativamente silencioso.

O fato da entrevista ter se realizado em duplas facilitou o processo de obtenção dos dados, reduzindo o tempo despendido nessa tarefa. Contudo, nossa principal intenção ao optar por esse formato de entrevista não era a de poupar tempo. Acreditávamos que, na presença de um colega, cada aluno se sentiria mais estimulado a emitir suas próprias opiniões, argumentar a seu favor e contra-argumentar, quando confrontado com outros pontos de vista manifestos pelo companheiro.

Não solicitamos aos estudantes que nos dissessem quais eram os propósitos e metas que eles atribuíam às ciências. Uma solicitação tão direta e genérica como essa poderia carecer de sentido para eles. Em lugar disso, pedimos a eles que lessem e avaliassem cartões, cada um deles contendo uma questão que deveria ser examinada. Na abertura dos trabalhos,

bem como em todas as vezes que julgamos necessário, esclarecemos aos estudantes que o objetivo da atividade não era o de responder as questões propostas pelos cartões, mas avaliar se a questão: 1º- podia ser caracterizada como sendo de interesse da ciência; 2º- podia ser investigada cientificamente. A tabela 1 apresenta o conjunto das dez questões propostas, além de trazer comentários sobre a intenção de cada questão.

Ao perguntar aos estudantes não apenas se cada questão interessava à ciência, mas também se ela podia ser investigada cientificamente pretendíamos atingir dois objetivos: (a) conduzir os estudantes a associar o termo ciência ao processo de produção do conhecimento científico e não ao conjunto de conhecimentos historicamente produzidos e sistematizados; (b) promover uma transição natural e coerente entre a primeira fase da entrevista, analisada no presente trabalho, e as três fases seguintes nas quais investigamos as imagens dos estudantes sobre as estratégias da ciência para produzir e validar o conhecimento.

As diretrizes que nos levaram a conceber o conjunto de questões apresentados na tabela 1 foram: 1º- incluir questões que, em nossa opinião, seriam identificadas pelos estudantes como sendo de interesse da ciência e questões que não seriam associadas às ciências; 2º- incluir questões que fizessem referência a temas de maior e menor relevância social; 3º- incluir questões de natureza empírica e de natureza teórica; 4º- incluir questões que fossem pertinentes às ciências sociais, mas que certamente não pudessem ser tratadas no escopo das ciências naturais.

Tabela 1 – questões apresentadas em cartões durante a 1ª fase da entrevista	
Questão	Comentários sobre a intenção de cada questão
1. Que semelhanças e diferenças existem entre o homem e o chimpanzé?	Questão de natureza empírica. Apesar disso, essa questão foi proposta com a intenção de evocar a lembrança do aluno em relação à teoria da evolução. Nesse sentido achávamos que ela daria margem ao aparecimento de pelo menos um dentre os seguintes critérios que podem ser usadas na classificação de uma questão como pertinente às ciências naturais: a) estar sujeita à investigação empírica; b) envolver a avaliação de teorias e a busca de evidências para sustentá-las ou refutá-las.
2. Suspeita-se que a extinção dos dinossauros tenha sido causada por um grande meteoro que colidiu com a Terra. É possível explicar a extinção dos dinossauros de outra maneira?	Questão de natureza teórica. Essa questão está mais diretamente ligada ao desenvolvimento e à avaliação de teorias. Sugere a necessidade de se buscar fundamentos, evidências e contra-evidências para fundamentar conjecturas como as que sustentam a “teoria do meteoro”. A extinção dos dinossauros foi escolhida tanto em função do interesse que costuma despertar nos estudantes, quanto pelo fato de que se trata de um fenômeno distante no tempo, em relação ao qual não se pode contar com evidências diretas. Essa escolha revela nosso interesse em perceber a opinião dos estudantes sobre a função que as evidências indiretas podem desempenhar na produção do conhecimento científico.

<p>3. Roupas de tecido artificial podem ser tão bonitas e confortáveis quanto aquelas feitas com materiais naturais, como o algodão e o couro, por exemplo?</p>	<p>Questão que envolve julgamentos estéticos. O estudo das propriedades dos materiais é um objeto das ciências naturais e o desenvolvimento de novos materiais é uma das pesquisas que estabelecem uma interface entre ciência e tecnologia. Contudo, a maneira como a questão foi formulada induz uma associação mais forte com aspectos estéticos (roupas bonitas) e tecnológicos (técnicas de tratamento dos materiais sintéticos para a confecção de roupas confortáveis).</p>
<p>4. Tiradentes foi realmente o líder da Inconfidência Mineira, ou ele apenas participou desse movimento revolucionário como muitos outros em sua época?</p>	<p>Questão pertinente à história. Diz respeito a um fato e pode suscitar uma discussão sobre como fatos históricos são construídos a partir de vestígios materiais e testemunhos. Contudo, essa questão não envolve ou solicita nenhum modelo explicativo. Por essa razão, assim como pelo fato de que ela diz respeito a uma ciência humana e não a uma ciência natural, acreditávamos que ela não seria classificada como sendo de interesse da ciência ou como sendo passível de ser investigada cientificamente.</p>
<p>5. É errado um atleticano torcer contra o Cruzeiro ou um cruzeirense torcer contra o Atlético quando esses times jogam com um time de outro país?</p>	<p>Questão que envolve aspectos éticos e o conflito entre o sentimento de nacionalidade e os sentimentos de amor e ódio mobilizados contra um time de futebol adversário. Trata, portanto, de um fenômeno social e não de um fenômeno natural. Tendo a expectativa de que essa questão não seja classificada como “científica” nosso interesse aqui é obter dados sobre os critérios utilizados pelos estudantes nesse tipo de classificação.</p>
<p>6. Pequenas atividades de lazer introduzidas no horário de trabalho em uma fábrica podem melhorar o rendimento dos trabalhadores?</p>	<p>Questão de natureza empírica, mas que é pertinente à psicologia do trabalho. Queríamos avaliar através dela a capacidade dos estudantes em distinguir ciências naturais e sociais. Além disso, pretendíamos avaliar o peso que os estudantes atribuem ao critério “abertura para investigações empíricas” mencionado no estudo de DRIVER, LEACH, MILLAR & SCOTT (1996) como um dos critérios normalmente apresentados para definir uma questão como sendo de interesse da ciência.</p>
<p>7. Por que alguns ossos de animais, às vezes, ficam preservados e se tornam fósseis, mas, às vezes, se decompõem?</p>	<p>Questão de natureza teórica e empírica. A expressão “por que” insinua a necessidade de construção de modelos e teorias explicativas, bem como a possibilidade de se realizar experimentos de laboratório. Esperávamos que o conhecimento que os estudantes normalmente têm sobre pesquisas envolvendo fósseis, associado à fascinação que os dinossauros exercem no público infanto-juvenil, constituísse um <i>background</i> importante que poderia contribuir para que essa questão seja classificada como “científica”.</p>
<p>8. Por que objetos mergulhados em água parecem estar quebrados?</p>	<p>Questão de natureza teórica e empírica. Novamente, a expressão “por que” insinua a necessidade de construção de modelos e teorias explicativas, bem como a possibilidade de se realizar experimentos de laboratório. Além disso, concorre para a classificação dessa questão como sendo de interesse da ciência, e como sendo passível de ser investigada cientificamente, o fato de que o estudo desse tipo de fenômeno está claramente associado ao tema “Luz e Visão”, cujo tratamento se iniciava em sala de aula.</p>

9. A aplicação de multas a quem não economizar energia elétrica é uma boa estratégia para garantir o racionamento da energia?	Questão que envolve aspectos éticos e de psicologia social. A geração e a distribuição de energia é um tema pertinente à interface ciência/tecnologia. Todavia, essa questão foi formulada de tal forma a se afastar de uma identificação simples e direta seja com a ciência, seja com a tecnologia. O cerne da questão, do modo como ela se apresenta, trata de um fenômeno social e não de um fenômeno natural. Assim sendo, apesar de sua relevância social, esperávamos que essa questão não fosse classificada como sendo “de interesse das ciências”.
10. A verdade existe? É possível alcançar um conhecimento verdadeiro e definitivo sobre o mundo?	Questão de natureza filosófica e metacientífica. Não se trata, portanto, de uma questão que se submeta à investigação científica. Contudo, achamos que existia a possibilidade de que os estudantes a relacionassem à ciência, tendo em vista o fato de que os cientistas podem ser representados como pessoas que se dedicam a alcançar um conhecimento “correto” ou de “maior valor”. Em outras palavras, pretendíamos utilizar essa questão para colher opiniões dos estudantes acerca do status do conhecimento científico.

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Uma análise atenta dos diálogos estabelecidos entre o pesquisador e os estudantes, durante a avaliação das dez questões propostas nos cartões, nos permitiu identificar três critérios frequentemente usados pelos estudantes para identificar o tipo de questões formuladas e investigadas pelos cientistas e assim caracterizar os propósitos da ciência. Esses critérios encontram-se sumarizados na tabela 2.

Tabela 2: Critérios usados pelos estudantes para caracterizar os propósitos da ciência
1. Indicação de temas ou assuntos considerados como sendo pertinentes à ciência .
2. Entendimento de que a ciência é uma atividade que busca construir explicações sobre questões que despertam a curiosidade humana .
3. Entendimento de que a ciência é uma atividade que objetiva alcançar um conhecimento de maior valor .

Desenvolvemos duas estratégias diferentes para que o leitor possa compreender como identificamos os critérios apresentados na tabela 2 e os utilizamos como instrumentos para caracterizar as imagens dos estudantes sobre os propósitos da ciência. De início, apresentamos a transcrição de todo o diálogo desenvolvido entre o pesquisador e os estudantes na discussão da questão proposta pelo primeiro cartão. Em nossa opinião, isso dará ao leitor condições para entender o tipo de discurso que estava sendo praticado pelos interlocutores e qual a natureza das intervenções do pesquisador durante a entrevista. Não nos seria possível, entretanto, estender essa estratégia de apresentação e análise de dados ao conjunto do material obtido através da entrevista. Isso produziria um artigo demasiadamente extenso. Por essa razão, lançamos mão de uma segunda estratégia.

Depois de apresentar uma primeira análise das enunciações produzidas a partir do primeiro cartão, passamos a discutir os critérios enumerados na tabela 2 com um maior nível de detalhamento, identificando nuances e diferenças na forma como os estudantes deles se utilizam. Nessa etapa, fundamentamos e exemplificamos a dinâmica de nosso processo de

análise com pequenos enunciados extraídos dos diálogos que ocorreram durante a discussão dos outros cartões utilizados na entrevista.

Os dados apresentados neste artigo correspondem a apenas duas dentre as diversas entrevistas que fizemos com os estudantes que compõem a turma pesquisada. Todos os estudantes tiveram a liberdade de escolher o colega com o qual iriam se dirigir à entrevista. Essa diretriz teve um resultado interessante e facilitou muito a tarefa de escolha das entrevistas que seriam tratadas neste artigo. As duas duplas analisadas aqui são bastante representativas do conjunto de imagens da ciência encontradas dentro da turma.

Os quatro estudantes cujas opiniões serão apresentadas e discutidas são bastante distintos em termos de suas competências e habilidades escolares básicas. Isso significa que eles apresentam capacidades diferentes em atividades de leitura e interpretação de textos e, também, rendimentos diferentes nas avaliações escolares formais. Aqueles considerados “mais competentes” formaram a dupla que a partir de agora será identificada como constituída pelos alunos A1 e A2. A outra dupla é formada pelos alunos A3 e A4. As intervenções do pesquisador serão identificadas pela letra P maiúscula.

Diálogo com os alunos A1 & A2 provocado pelo 1º cartão:

Inicialmente, diante da primeira dupla, o pesquisador apresentou os objetivos de sua pesquisa, os objetivos da entrevista e o tipo de atividade que seria realizada. Em seguida, convidou um dos alunos para ler, em voz alta, o cartão que trazia a primeira questão. Parte do diálogo ocorrido nessa ocasião é transcrito abaixo. Os códigos E1⇒, E2⇒, E3⇒, etc. enumeram as enunciações. Sua função aqui é facilitar a referência e a análise posterior desses turnos de fala. As palavras em negrito sinalizam as expressões que nos conduziram à identificação dos critérios apresentados na tabela 2. Nos comentários que se seguem a cada transcrição, algumas dessas expressões são retomadas ao longo de nossa argumentação.

Por economia de espaço, não iremos transcrever a leitura das questões contidas em cada cartão. Nos limitaremos a apresentar o número do cartão corresponde. Para ter acesso ao conteúdo de cada questão, solicitamos ao leitor que consulte a tabela 1.

*E1⇒A1: Eu acho que essa é uma questão da ciência por que eles falam assim que... O humano, ele vem, tipo assim... é um desenvolvimento maior assim... do macaco, esses negócios. Eu acho que eles tinham que se preocupar sim! Quero saber se isso é verdade porque **a gente tem que saber de onde que a gente veio**, como a gente foi evoluindo de acordo com os tempos. **Aí eu acho que precisa sim!***

E2⇒P: Essa é uma questão da ciência, então?

E3⇒A1: É! Eu acho que é!

E4⇒P: E você A2, o que você acha?

*E5⇒A2: Eu também acho que é da ciência porque é... **tem gente que fala...** que eu já vi também que fala **que os chipanzés**, por exemplo, eles **são tipo nossos antecedentes**, sabe?*

E.... eu acho que... isso é uma coisa da ciência porque... os cientistas estudam isso pra saber... se é verdade ou não. Se o homem é... tem... é igual....

E6⇒P: Deixa eu ver se eu entendi, vocês dois estão dizendo mais ou menos assim: que essa questão é uma questão da ciência, primeiro porque existe uma idéia, uma teoria, não é isso?... de que o homem veio do macaco. Aí tem que ver se essa teoria... avaliar a teoria, na é? Se essa teoria é verdade ou não é?

E7⇒A1: É! E tem que ir fazendo pesquisas, pra ver se é isso mesmo!

E8⇒P: Isso! Quer dizer, seria para avaliar essa idéia?

E9⇒P: (Depois de obter o consentimento da dupla através de gestos) Vocês sabem de onde surgiu essa idéia?

E10⇒A1: Não!

E11⇒P: É, mas ela existe, vocês já ouviram falar?

E12⇒A1: (A1 fala enquanto A2 consente com a cabeça) É. Eu já ouvi falar.

Na enunciação E1, ao usar a expressão “quero saber”, o aluno A1 atesta, claramente, seu interesse pessoal pela questão. Ele parece atribuir a si mesmo e à ciência uma curiosidade natural acerca da origem de nossa espécie. Associamos esse tipo de manifestação à categoria *associação entre ciência e curiosidade humana*, que corresponde ao segundo critério de caracterização dos propósitos da ciência apresentados na tabela 2.

Na enunciação E5, ao usar a expressão “os cientistas estudam isso para saber se é verdade ou não”, o aluno A2 demonstra associar conhecimento científico com conhecimento de maior status epistemológico, o que ilustra o terceiro critério da tabela 2, isto é, o *entendimento de que a ciência é uma atividade que objetiva alcançar um conhecimento de maior valor*. Em E7, ao dizer que a ciência tem que “ir fazendo pesquisas, pra ver se é isso mesmo”, o aluno A1 se alinha com A2 demonstrando partilhar desse ponto de vista.

O aspecto que merece mais destaque no diálogo acima transcrito é o fato de que o aluno A2 apresenta espontaneamente a idéia de que a questão exposta no cartão envolve a avaliação de uma teoria. O aluno diz explicitamente que a questão é de interesse da ciência porque sua investigação pode conduzir os cientistas a aceitar, ou a rejeitar, a idéia de que o homem descende do macaco.

Diálogo com os alunos A3 & A4 provocado pelo 1º cartão:

E13⇒A3: As semelhanças, assim, eu acho que o chipanzé age que nem o homem, né? E....ah... como é que eu vou te dizer?..... e..... eles..... nossa!

E14⇒P: Você está querendo dizer quais são as semelhanças, não é isso?

E15⇒A3: É!

E16⇒P: Não, mas não é para fazer isso! Não é para responder a pergunta!

E17⇒A3: Ah tá! Você tá perguntando se...

E18⇒P: Se essa pergunta é um tipo de pergunta....

E19⇒A3: Se interessa pra ciência ou não?

E20⇒P: Isso! Ela pode ser investigada pela ciência? Ela é de interesse para a ciência?

E21⇒A3: Olha, **a ciência já estudou muito esses casos, né!? Porque dizem que o macaco é parecidíssimo com o homem** e a ciência vem investigando isso há muito tempo, desde a época lá dos dinossauros, né!? Tudo mais, eles olham como é o comportamento do homem, como é o do macaco, eles acham que é igual, mas tem outras coisas. Minha irmã, um dia, me disse que o homem não tem o..... os cientistas falaram que o chipanzé, assim, o macaco, não tem absolutamente nada a ver com o homem, tudo mais. Então, **eu acho que interessa a ciência sim, sabe! Porque eles e... como é que se fala... eles estudam o comportamento do ser humano com o do macaco.**

E22⇒P: Pra que?

E23⇒A3: Nossa! Pra que?

E24⇒P: É, assim, para que você acha que é?

E25⇒A4: **Só para aprofundar mais.** E que eu estava assistindo um dia desses, eu acho que foi na... foi ontem, não... antes de ontem. Eu estava assistindo... foi numa quarta... eu assisti no Discover², um caso, eu não sei se é um nome científico, chama "pé grande"... Aí o cara encontrou um desses.

E26⇒P: É o abominável homem das neves, não é?

E27⇒A4: Isso! Aí o cara falou que viu ele, o cara que estava na neve levou a câmera e falou que viu, e agora **eu acho que isso é um estudo pra ciência porque..... tanto é que um cara lá falou que eles iam investigar mais, iam aprofundar mais nesse assunto prá ver se é verdade.....**

E28⇒P: Seria só por curiosidade? Que objetivo a ciência poderia ter numa questão como essa? Pra que estudar isso?

E29⇒A3: Ah, sei lá. Eles.... não sei. **Estudam o comportamento assim, eles acham que o homem, não sei assim, veio do macaco, é parecidíssimo com o macaco, tudo mais. Aí eles estão estudando....eh...**

E30⇒P: **Pra ver se essa idéia está correta? Seria Isso?**

² Discover é um canal de TV por assinatura especializado na divulgação de ciência e tecnologia.

E31⇒A4: *Não! Claro que não, mas...*

E32⇒A3: *(interrompendo, mas concordando com A4) é eu acho que a ciência estudou isso por... é porque eu acho que eles.... quando eles olham pro homem e olham pro macaco eu acho que eles vêem assim, uma certa semelhança, uma certa...*

E33⇒P: *É uma suspeita que aparece naturalmente?*

E34⇒A4: *É!*

E35⇒P: *Então seria mais por curiosidade mesmo, né? Para saber se é verdade ou não, para saber se parece mesmo, né? Seria isso?*

E36⇒A4: *É!*

Nas primeiras enunciações, de E13 a E20, notamos a dificuldade das alunas, particularmente da aluna A3, em avaliar a questão proposta no cartão sem tentar respondê-la. A esse respeito é importante reiterar que antes de apresentar o cartão a todos os alunos o pesquisador explicou a dinâmica do trabalho e insistiu na idéia de que as questões não deveriam ser respondidas, mas avaliadas sob o critério de serem ou não pertinentes à ciência.

Em E21, a aluna A3 parece avaliar a questão sob a influência de informações difusas que ela reteve na memória. Tais informações lhe trouxeram segurança para afirmar que o tema em questão vem sendo estudado pelos cientistas “há muito tempo”. Incluímos esse tipo de manifestação na categoria *indicação de temas ou assuntos considerados como sendo pertinentes à ciência*, que corresponde ao primeiro critério de classificação dos propósitos da ciência apresentado na tabela 2.

Entre as enunciações E25 e E27, a aluna A4 diz que os cientistas se interessariam em investigar semelhanças e diferenças entre o homem e o chipanzé “só para aprofundar mais”. Essa caracterização da ciência, reforçada nas enunciações de E32 a E36, associa a atividade científica com a investigação de “questões curiosas”. Consideramos esse ponto de vista como uma nítida manifestação do segundo critério de classificação dos propósitos da ciência apresentado na tabela 2.

A enunciação 27 também pode ser entendida como uma afirmação de que *a ciência é uma atividade que objetiva alcançar um conhecimento de maior valor*, isto é, como uma manifestação do terceiro critério de classificação dos propósitos da ciência sumarizado na tabela 2. Isso fica caracterizado quando A4 diz que “eu acho que isso é um estudo pra ciência porque (...) eles iam estudar mais, ia aprofundar mais nesse assunto para ver se é verdade”.

Diferenças na forma como os estudantes representam os propósitos da ciência

A *indicação de temas ou assuntos considerados como sendo pertinentes à ciência* (vide tabela 2) foi um critério acionado diversas vezes pelos alunos nas situações em que eles pareciam se sentir sem condições de argumentar e fundamentar sua avaliação das questões de forma mais consistente. Em algumas ocasiões, o apego a afirmações do tipo “esse ou aquele assunto é ou não estudado pela ciência” esteve associado a uma dificuldade em construir uma

visão mais global e diversificada da atividade científica. Esse, por exemplo, parece ser o caso do aluno A2 na discussão que ocorreu durante o segundo e o terceiro cartão. Na discussão do segundo cartão, A2 associa a questão avaliada aos interesses da ciência dizendo que: “**os cientistas, eles fazem experiências, eles estudam sobre o passado**, a maioria das coisas... **Igual à primeira pergunta sobre o homem e o macaco**. Então, é... eu acho que isso também é da ciência de todo o mundo, por que os cientistas, eles estudam sobre os dinossauros pra ver se é verdade como eles morreram....”. Na discussão do cartão seguinte, o terceiro cartão, A2 tenta manter a associação entre ciência e o estudo do passado como critério para definir os propósitos da atividade científica, mas encontra a resistência de seu companheiro A1. O trecho abaixo ilustra esse choque entre diferentes imagens sobre os propósitos da ciência.

A1: Ah, essa eu acho que não tem nada a ver com a ciência não, uai! A ciência não quer saber se ela é confortável ou se ela é bonita, não! Quer saber, por exemplo, assim... por exemplo..... (hesita)

*A2: **É mais sobre o passado.***

*A1: **Não. Essa aí não!***

*P: **Ciência seria mais sobre o passado?***

*A2: **É eles estudam..... (hesita)***

*P: **Se não for sobre o passado não é ciência!?***

*A2: **Não! Talvez têm algumas coisas, por exemplo, assim.....é.....Eu acho que ciência é sobre o passado, explica o passado.***

*A1: **Explica mais dessas coisas assim meio encobertas. Assim, que você não dá pra saber do jeito que é.***

A transcrição acima nos mostra que, apesar de ter usado a expressão “*fazer experiências*” para justificar a classificação da questão proposta no segundo cartão como uma questão científica, o aluno A2 parece estar inicialmente restrito à idéia de que “*a ciência se interessa pelo passado*” como critério definidor das metas e propósitos da ciência. Entretanto, depois desse embate entre os pontos de vista dos dois alunos, mostrada na transcrição acima, o aluno A2 passa adotar o critério utilizado por A1, desde o início da entrevista, para definir os objetivos da ciência. Assim, por exemplo, A2 vai analisar o oitavo cartão e dizer que: “*(...) **Acho que isso é da ciência. Por que eu acho que.... acho que os cientistas, eles têm dúvida sobre isso, então vão querer saber o por que isso acontece. Aí eles vão fazer pesquisa e tudo pra saber, pra depois se alguém.... aí depois eles... eles.... lançam um livro. Aí as pessoas sabem porque. Porque a ciência também tem essa coisa: depois que eles fazem a pesquisa, eles colocam num livro para as pessoas saberem***”.

Desde o primeiro cartão, o aluno A1 sistematicamente caracteriza a atividade científica pela associação entre ciência e curiosidade humana e pela alusão à idéia de que a produção do conhecimento pressupõe a realização de pesquisas e investigações. Essa imagem sofisticada da ciência apresentada por A1 acabou por contaminar as imagens de A2 que

passou a se utilizar espontaneamente dos critérios inicialmente elaborados por A1 em quase todas as discussões que se seguiram à apresentação do quinto cartão. Além de utilizar espontaneamente os tipos de argumento apresentados inicialmente por A1, o aluno A2 também atribui uma função social à ciência, na medida em que afirma que os cientistas normalmente conduzem pesquisas com a intenção de escreverem livros para divulgar os resultados de suas pesquisas.

Se por um lado, restringir-se à afirmação pura e simples que um determinado assunto é ou não de interesse da ciência implicou em dificuldades para a construção de uma visão mais global e diversificada da atividade científica, por outro lado, a capacidade de utilizar os outros critérios mencionados na tabela 2 parece estabelecer a perspectiva oposta. Os momentos em que a restrição ao primeiro critério é superada parecem caracterizar uma compreensão mais sofisticada e diversificada da atividade científica.

No início da discussão do quinto cartão, o aluno A1 alega que: ***“futebol é um esporte que as pessoas praticam, não tem nada de assim... misterioso para desvendar não”***. Na seqüência, o aluno A2 adota o ponto de vista de A1 e repete o argumento: ***“(...) esporte eu acho que e aí não tem nada assim pro cientista descobrir...é....sobre..... sobre nada.... não tem nada pra descobrir não! O que isso tem a ver com ciência? Pra mim, não tem nada a ver com ciência”***. Na seqüência dessa fala, o aluno A1 esclarece como ele vê a relação entre ciência e esporte. Segundo o que ele nos diz, a ciência tem o que dizer sobre o esporte: ***“(...) sobre, por exemplo, o que rola lá, por exemplo: um jogador. Ele é dopado. Aí a ciência tem que entrar em ação. Porque aí, tem as máquinas lá”***. Questionado sobre a que máquinas ele se referia ele esclarece dizendo que se referia ao teste anti-doping. Nesse e em outros trechos da entrevista, o aluno A1 demonstra compreender que tanto os interesses, quanto as aplicações tecnológicas da ciência são variados e diversificados.

Outro exemplo de coordenação entre o primeiro e o segundo critério sumarizado na tabela 2 ocorreu na ocasião em que as alunas A3&A4 discutiram a questão proposta no quarto cartão.

A3: (...) isso assim, não interessa muito pra ciência não. Por exemplo, interessa pra ciência o caso do Aleijadinho, por exemplo. O Aleijadinho tinha uma doença. Os cientistas assim.... queriam descobrir que tipo de doença era aquela porque ele não estava fazendo.... a ciência até.... os cientistas lá, até recolheram os restos mortais dele pra ver, pra analisar os ossos, pra ver se.... se tinha alguma coisa de anormal e tudo. Agora, mas isso aqui (referindo-se ao cartão) só interessa para os historiadores, mas eu acho que pra ciência não interessa não, porque se o Tiradentes foi assassinado, ele não foi, assim... morreu com alguma doença. Se fosse algum tipo de doença que ninguém até hoje não descobrisse, aí sim, os cientistas e tal iam querer dar uma investigada e tudo mais.

A4: Eu também concordo, porque eu acho que isso daí é mais uma historia. O Tiradentes é mais uma história.

P: História pra vocês é ciência ou não? Ou não tem nada a ver: história é história e ciência é ciência?

A3: *É. Acho que é, porque assim, que **história envolve um pouco de ciência** e tudo mais, porque, por exemplo, a história fala lá, por exemplo: **os navegadores morreram com uma doença lá, chamada peste negra**. Aí tá, isso interessa um pouco pra os cientistas saberem como é que...*

P: *(Interrompendo) Tem a ver com saúde, né?*

A3: *É. **Porque tem a ver com saúde e tudo mais, eles investigam como era a saúde deles antigamente...***

A4: *Eu acho que **a ciência é, assim... uma verdadeira investigação, e a história é um fato...***

A3: ***Um fato que ocorreu há muito tempo atrás, que tá contando alguma....***

A4: *(Interrompendo) **Ou então que conta alguma história, e ciência pra mim, eu acho que é mais uma curiosidade que o público tem.***

A análise dos trechos que destacamos em negrito mostra que saúde e doença são temas cujo tratamento as alunas atribuem à ciência. Ao elaborar sua argumentação, as alunas constroem a imagem de que a história é uma disciplina diferente da ciência porque se caracteriza por produzir narrativas que servem para nos contar alguma coisa, e que reúnem fatos que ocorreram há muito tempo atrás. A ciência, em contraposição, não constitui apenas uma narrativa sobre coisas que já ocorreram, mas *é uma atividade que busca construir explicações sobre questões que despertam a curiosidade humana*. A despeito das limitações evidentes da compreensão das alunas sobre a história enquanto disciplina, a associação entre ciência e investigação, que as conduz posteriormente à associação entre ciência e produção de explicações sobre questões curiosas, é certamente um elemento de avanço na compreensão da atividade científica. Embora não admita que a história seja uma ciência, A3 afirma que a ciência pode se interessar pela história, na medida em que se identifique algum fato histórico “misterioso” que precise ser investigado.

Em geral, todos os alunos identificam a *busca de explicações para questões curiosas* entre os principais objetivos da ciência. A imagem da ciência como atividade que se ocupa de produzir explicações foi construída, principalmente, diante dos cartões sete e oito. Esses cartões apresentam questões que começam com a expressão “por que”. As oportunidades em que a referência à elaboração de explicações não se encontra explícita, mas onde existe uma associação entre ciência e curiosidade humana são bem mais frequentes.

Com o auxílio das últimas transcrições, vimos que o uso do segundo critério apresentado na tabela 2 aproxima as imagens da ciência das duplas A3&A4 e A1&A2, bem como de todos os estudantes da turma pesquisada. Todavia, a maneira como os alunos dessas duplas compreendem o terceiro critério, isto é, suas imagens sobre como a ciência realiza seu objetivo de *alcançar um conhecimento de maior valor* nos permite identificar nítidas diferenças entre eles.

Assim, por exemplo, na transcrição do debate suscitado pelo primeiro cartão, de E5 a E7, os alunos A1&A2 demonstram compreender que *a busca de um conhecimento de maior valor* obriga a ciência a se envolver com a avaliação de teorias e evidências. A falta de clareza

e de informações dos alunos A1&A2 sobre a origem da teoria de que o homem descende do macaco, evidente nas enunciações E9 a E12, não os impede de expressar esse ponto de vista.

Se A1&A2 demonstram compreender esse aspecto da ciência, o mesmo não ocorre com A3&A4. Em E28 pedimos às alunas uma resposta mais específica sobre o interesse da ciência em relação à questão trazida pelo primeiro cartão. Diante disso, em E29, a aluna A3 mencionou a idéia de que o homem descende do macaco. A partir daí, nós perguntamos, em E30, se a investigação das semelhanças e diferenças existentes entre o homem e o chimpanzé é de interesse da ciência por dirigir-se à avaliação da idéia de que “o homem veio do macaco”. A essa pergunta, a aluna A4 responde, em E31, com um enfático NÃO!

A análise das enunciações E29 a E31 nos mostra que as alunas A3&A4 parecem não admitir ou não compreender que a avaliação de teorias e evidência é um dos aspectos constitutivos da atividade científica. Em vários outros trechos da entrevista elas demonstram atribuir um caráter definitivo, absoluto e não problemático ao conhecimento científico. Essa provavelmente é a razão pela qual não incluem a avaliação de teorias e evidência dentre os objetivos e propósitos da ciência.

Diante da opinião surpreendente das alunas A3&A4 de que a questão trazida pelo segundo cartão não interessava aos cientistas, tentamos esclarecer a intenção da questão, frisando o fato de que ela envolvia a avaliação de uma teoria³. Depois de ouvir nosso esclarecimento, A3 nos responde: “*Ah, eu acho que não tem outra maneira (de explicar) não...*”. Ao longo da discussão, A3&A4 dizem estar convencidas de que o grande impacto foi realmente o responsável pela extinção dos dinossauros. A adesão das alunas a essa teoria produz sua convicção de que não vale mais a pena para os cientistas continuarem investigando o problema. As alunas A3&A4 ignoraram nossa afirmação da existência de teorias concorrentes, as quais sustentam que a extinção ocorreu de forma mais lenta e foi provocada por glaciações ou erupções vulcânicas não associadas a um grande impacto.

A alunas A3&A4 resistiram também a atribuir um caráter provisório e conjectural ao conhecimento produzido pela ciência. Essa resistência fica bem marcada na análise da questão proposta pelo décimo cartão. Após a leitura do cartão, A3 declara: “*É. Eu acho que interessa pra ciência sim, por que a ciência estuda pra saber a razão do que tá acontecendo. Ali, porque acontece, por exemplo, por que a água assim... a hora que você coloca uma coisa pra boiar (referindo-se à situação proposta e observada por ocasião da análise do oitavo cartão) e ela entorta, engorda, ela..... Assim, eles estão procurando um conceito definitivo e não várias razões...*”.

Diante dessa primeira declaração, o pesquisador provoca “*(...) tem um monte de opinião, mas a ciência não está satisfeita com a opinião*”. A essa provocação A4 responde: “*A ciência dá um objetivo lógico*”. Mais adiante A3 complementa: “*É. A questão da ciência é achar uma resposta definitiva que seja clara pra todos os pesquisadores e que seja clara pra todo mundo também*”. O pesquisador então pergunta: “*que todo mundo aceite?*” e obtém como resposta de A3: “*É! Que todo mundo aceite, mas lógico que eles vão provar isso também, né?*”, enquanto A4 complementa: “*É! Que aí estuda pra isso!*”.

³ A questão se refere à teoria proposta por Luis Alvarez em 1980, que interpreta a extinção dos dinossauros, ocorrida entre o cretáceo e o terciário, a partir da hipótese do impacto de um grande meteoro com a Terra.

Ao contrário de A3&A4, a dupla A1&A2 e, principalmente, o aluno A1 possuem uma imagem bem dinâmica e sofisticada do caráter provisório e conjectural do conhecimento científico. Diante da questão proposta pelo segundo cartão, que trata da avaliação de teorias sobre a extinção dos dinossauros, A2 diz que: ***“(...) os cientistas, eles estudam sobre os dinossauros pra ver se é verdade como eles morreram, mas se for verdade mesmo, deve ter sido meteoro. Eu acho que é verdade sim, eu acho que eles morreram com um grande meteoro”***.

Vemos nesse trecho de fala que, apesar de ter declarado sua adesão à teoria do grande impacto, A2 admite a possibilidade da dúvida e a necessidade de avaliação da teoria. No trecho seguinte, ele cita o estudo de ossos encontrados por arqueólogos como forma de investigar e avaliar essa teoria. A1, por sua vez, demonstra estar menos confiante na teoria do meteoro e diz que: ***“eu acho que isso é da ciência também, porque eles têm que estudar isso direito, porque não dá pra saber se eles morreram por causa do meteoro. Se o meteoro bateu na Terra, a Terra ia ficar inteira de novo? Por que não tem jeito de um meteoro bate na Terra e só os animais que vivem nela morrerem!”***.

Na seqüência, A2 constrói, com o auxílio do pesquisador, um modelo detalhado, bem estruturado e consistente de como a teoria do impacto poderia explicar coerentemente a extinção dos dinossauros. Mesmo assim, A1 mantém sua posição relativista e aberta a outras hipóteses. Aliás, ele mesmo utiliza a palavra hipótese ao se referir à teoria do impacto de um grande meteoro. Na análise do décimo cartão, o aluno A1 fornece uma justificativa muito interessante para fundamentar sua imagem aberta e dinâmica da atividade científica. Sua fala é um complemento da fala de A2 e, por essa razão, transcreveremos as duas falas, na íntegra.

A2: (imediatamente após a leitura do cartão) Eu acho que isso é ciência porque... isso fala... por exemplo, o cientista vai querer saber, é... o conhecimento do mundo, como é que ele existe, essas coisas. Aí eles... tipo também um mistério..... eles vão querer saber sobre isso.

A1: E cada vez vai, tipo assim, aparecendo coisas novas, então não tem jeito de... existir uma coisa concreta assim de que, por exemplo, um mundo que é de um jeito, cada dia mais ou menos vai acontecendo uma coisa nova, uma coisa diferente. Aí os cientistas vão querer saber o que está acontecendo. Tipo... outro dia... que eu vi na televisão um gato que nasceu com seis pernas”.

Essa compreensão do caráter provisório do conhecimento científico e a consciência de que a atividade científica envolve um jogo de avaliação de teorias e evidências, apresentadas ou construídas por A1&A2 durante a entrevista, constituem um dos principais critérios utilizados por DRIVER, LEACH, MILLAR & SCOTT (1996) e SMITH, MACLIN, HOUGHTON & HENNESSEY (2000) para definir os níveis epistemológicos mais avançados encontrados entre os estudantes por eles pesquisados. Isso se justifica porque um aspecto crucial da atividade científica é o fato de que ela constitui um jogo que envolve a avaliação e o contraste permanente entre teorias e evidências.

Um último aspecto que nos permite atribuir aos alunos A1&A2 uma compreensão mais sofisticada da ciência, em relação àquela que foi percebida entre as alunas A3&A4, diz respeito ao uso de evidências indiretas na produção do conhecimento científico. Na segunda fase da entrevista, não analisada diretamente neste artigo, pedimos aos alunos que

escolhessem duas questões dentre aquelas que eles haviam identificado como sendo de interesse das ciências. A tarefa que lhes foi solicitada foi a de descrever as estratégias e recursos de que os cientistas poderiam lançar mão para conduzir a investigação da questão escolhida. Ao realizar essa tarefa, A2 voltou a abordar a questão dos dinossauros, mencionando estudos desenvolvidos em um sítio arqueológico. Esse aluno se refere, então, ao fato de que os cientistas puderam deduzir as circunstâncias da morte dos animais encontrados, meramente a partir dos “gestos” apresentados pelos ossos fossilizados. Ao serem questionados sobre a validade desse tipo de evidência, A1&A2 foram unânimes em afirmar que “dos ossos dá para saber muita coisa!”.

Na entrevista de A3&A4, praticamente não encontramos referência ao uso de evidências indiretas na produção do conhecimento científico. Parece prevalecer entre as alunas a idéia de que há um privilégio das evidências diretamente acessíveis aos sentidos. Temos uma evidência desse ponto de vista, por exemplo, na enunciação E21, produzida na discussão do primeiro cartão. Nessa enunciação, A3 afirma que a investigação das semelhanças entre o homem e o macaco está baseada na observação de seus comportamentos. Ao detalhar a forma como a questão do primeiro cartão poderia ser investigada, durante a segunda fase da entrevista, as alunas A3&A4 acrescentam às evidências baseadas no estudo do comportamento, evidências oriundas da observação dos órgãos de homens e macacos. Por sua vez, na análise da questão proposta no segundo cartão, a aluna A4 apresenta uma dificuldade à investigação da extinção dos dinossauros dizendo que: “(...) **não tinha homem naquela época pra falar como acabaram os bichos...** Eu acho que é um meteoro que caiu e aí acabou tudo!”. A reação da aluna, diante da impossibilidade de um acesso direto a informações sobre o evento, pela ausência de testemunhas oculares, não é de a de admitir o caráter hipotético e conjectural da teoria do grande impacto. Ao contrário, ela declara sua adesão à teoria. Será que ela está pondo em equivalência, nesse caso, hipótese e verdade? Se não havia testemunhas oculares e se ela parece ver nisso um problema, como ela e sua companheira A3 associam tão fortemente conhecimento científico e verdade? Seria essa aparente contradição o resultado de sua adesão à hipótese do grande impacto sob o argumento de autoridade que estabeleceu entre ela e o veículo de informação que fez chegar até ela a teoria do grande impacto?

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação ao instrumento utilizado no trabalho que relatamos neste artigo, nossa avaliação é a de que conseguimos obter um material rico, a partir do qual pudemos construir inferências sobre as imagens da ciência dos estudantes pesquisados. Isso é um indicio de que foi correta nossa estratégia de aperfeiçoar nosso instrumento de pesquisa mediante um estudo piloto conduzido com estudantes de uma outra escola que tinha características semelhantes àquela em que desenvolvemos nosso projeto.

É importante destacar que esse instrumento foi baseado na proposição de questões que se mostraram significativas e interessantes, do ponto de vista dos estudantes. Os estudantes também demonstraram uma compreensão bastante satisfatória acerca dos objetivos e das dinâmicas propostas pelo instrumento. A esse respeito é interessante registrar o comportamento curioso das alunas A3&A4, cuja entrevista escolhemos para análise e

consideração deste artigo. Apesar de estarem sendo constantemente lembradas e orientadas pelo pesquisador, sobre o procedimento a ser adotado na primeira fase da entrevista, as alunas A3&A4 sistematicamente iniciavam o trabalho tentando responder às questões propostas nos cartões ao invés de avaliá-las. Isso ocorreu na análise de quase todos os cartões usados na entrevista. Todavia, em todas as ocasiões em que isso ocorreu, as alunas rapidamente corrigiram sua atitude diante da tarefa, após uma rápida intervenção do pesquisador. Isso nos mostra que elas haviam entendido perfeitamente as instruções iniciais, desde a primeira vez, embora tivessem dificuldade em mantê-las sob foco de sua atenção.

Interessados em investigar as fontes de informação sobre as ciências a que os estudantes tinham acesso, nós entregamos a eles, no dia da entrevista, um questionário no qual, dentre outras coisas, perguntávamos quais eram essas fontes e que confiança eles depositavam em cada uma delas. Como era de se esperar, a esmagadora maioria dos estudantes declarou ter acesso a informações sobre as ciências através de jornais, revistas e da TV, demonstrando confiança nesses mesmos veículos.

Constatamos em nossa pesquisa que as informações obtidas pelos estudantes nas mais diversas fontes, ainda que difusas ou fracamente recuperadas pela memória, constituem uma referência mais que suficiente para eles se sentirem seguros ao classificar as questões propostas nos cartões como associadas ou não aos propósitos da ciência. Em geral, os estudantes entrevistados raramente hesitavam na hora de avaliar e classificar as questões propostas nos cartões. Esse fato torna-se interessante quando analisamos as questões e constatamos que, em sua maioria, elas não eram triviais e evitaram clichês. Por essa razão, exigiram uma reflexão autêntica e cuidadosa por parte dos estudantes.

Além da segurança em classificar as questões, os resultados de nossa pesquisa nos levaram a construir uma idéia bem mais otimista em relação à compreensão dos estudantes sobre a natureza das ciências do que aquela que esperávamos obter a partir da revisão bibliográfica que realizamos, antes de desenvolver a parte empírica de nossa pesquisa. Trabalhos de revisão como os de LEDERMAN (1992) indicavam que o nível de compreensão dos estudantes sobre a natureza das ciências é relativamente baixo. Encontramos uma exceção a essa “regra” ao sermos colocados diante de avaliações conduzidas com os alunos de HENNESSEY (1999), que também foram alvo de um estudo conduzido por SMITH, MACLIN, HOUGHTON & HENNESSEY (2000)⁴.

Em nosso trabalho, constatamos que todos os vinte estudantes faziam uso de critérios estruturados e coerentes com maior ou menor desenvoltura e sofisticação para representar os propósitos e as metas da ciência. A forte associação entre ciência e curiosidade humana e a referência constante a termos como investigação e experiência, além do declarado interesse dos estudantes em conhecer e debater as estratégias usadas pela ciência para produzir e validar conhecimento, são as principais razões de nosso otimismo em relação a esse grupo de

⁴ O trabalho de HENNESSEY (1999) relata um estudo de caso longitudinal que ela conduziu com seus próprios alunos, durante vários anos consecutivos, na escola de ensino fundamental em que ela atua como professora regente. O estudo de SMITH, C. L.; MACLIN, D.; HOUGHTON, C. & HENNESSEY, M.G. (2000) foi conduzido mediante um questionário ao qual foram comparados os alunos de HENNESSEY (1999) com alunos oriundos do que os próprios autores chamam de “escolas tradicionais”.

estudantes. Talvez, a escolha de contextos significativos na composição de nosso instrumento de pesquisa possa ter colaborado para que os estudantes demonstrassem sinais positivos de compreensão de aspectos que julgamos fundamentais e definidores da natureza das ciências. Outra característica do instrumento que pode ter “influenciado” os resultados da pesquisa foi o fato dele ter se baseado em questões abertas e no estabelecimento de um diálogo entre pesquisador e alunos pesquisados. Instrumentos que se baseiam em questionários de múltipla escolha e que se estruturam a partir da expectativa de pré-categorizar as imagens da ciência dos estudantes podem conduzir a estereótipos que levaram pesquisadores da década de 80 a classificar os estudantes como “empiristas”. Esse tipo de estereótipo não serve a nossa pesquisa, pois nos afasta de nossos objetivos. Em direção diametralmente oposta, nossa pesquisa nos conduziu a compreender um pouco da complexidade e da riqueza das imagens das ciências dos estudantes.

Embora não tenhamos concebido nosso instrumento de pesquisa para investigar a compreensão dos estudantes sobre a relação ciência, tecnologia e sociedade, julgamos ter obtido informações interessantes a respeito desse tema. A atitude dos estudantes pesquisados parece ser muito diferente da atitude de um grupo de alunos-professores com os quais nos relacionamos na condição de professores da disciplina *Fundamentos Epistemológicos*, em um curso de especialização em Informática Educativa⁵. Em uma atividade introdutória desse curso, provocamos os professores a dizer quão antiga era a ciência. Como estratégia para resolução dessa tarefa, diversos professores listaram uma lista de “conquistas científicas da antiguidade” que incluíam coisas como a invenção do fogo e da roda.

O entendimento comum a quase todos os estudantes de que a ciência é uma atividade que conduz investigações e experimentos orientados para a construção de explicações sobre “questões curiosas”, ainda que ingênuo no que diz respeito à compreensão das complexas relações entre ciência e tecnologia e sociedade, é um germe de diferenciação entre a ciência e a tecnologia, diferenciação essa tão necessária nesse momento em que nos defrontamos com desafios cada vez maiores que exigem o controle social e democrático do desenvolvimento científico e tecnológico.

As interações dialógicas que ocorreram entre o pesquisador e os estudantes pesquisados e, principalmente, dos estudantes entre si, em que pese o ambiente artificial em que foi produzida a entrevista, mostraram-se efetivas no sentido de promover avanços na compreensão de diversos alunos sobre a natureza das ciências, ainda no desenvolvimento da própria entrevista. Mas a perspectiva de “contaminar” o ambiente de aprendizagem em sala de aula com discussões e dinâmicas semelhantes àquelas vivenciadas durante a entrevista não é a única consequência para a prática educacional que conseguimos apreender de nossa pesquisa.

Ao compararmos os diferentes estudantes pesquisados notamos que parece existir uma relação entre, por um lado, a apresentação de imagens da ciência mais sofisticadas e, por outro lado, uma maior capacidade de argumentação e crítica. Nós acreditamos na necessidade de estimular os estudantes a estarem abertos para ouvir e coordenar pontos de vista diferentes dos seus, levantar problemas, apresentar críticas e exigir argumentos de seu interlocutor. O

⁵ O referido curso ocorreu no segundo semestre do ano de 1998, tendo sido de responsabilidade do CECIMIG/FAE/UFMG.

valor que eles atribuem à ciência como atividade que objetiva alcançar um conhecimento de maior valor precisa ser sustentado com o desenvolvimento de sua compreensão sobre a natureza das ciências e de sua capacidade de criticar e relativizar a própria ciência. Isso, por sua vez, pressupõe a criação de espaços em sala de aula para promover reflexões e debates acerca das metas e propósitos da ciência, da relação entre ciência, tecnologia e sociedade e das estratégias e dinâmicas sociais envolvidas no processo de produção e validação do conhecimento científico.

Referências bibliográficas:

AAAS (1990) – American Association for the Advancement of Science – Science for all Americans. New York: Oxford University Press;

AAAS (1993) – Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford University Press;

AIKENHEAD, G.; FLEMING, R.W. & RYAN, A.G. (1987) – High school graduates' beliefs about science-technology-society: Methods and issues on monitoring student views. Science Education, 71 (2), 145-61;

CHALMERS, A. (1995) – A Fabricação da Ciência – Ed. Unesp, São Paulo, SP;

DRIVER, GUESNE & TIBERGHIEU (1985) – Children's ideas in science. Milton Keynes: Open University Press.

DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R. & SCOTT, P. (1996) – Young people's images of science – Open University Press, Buckingham – Philadelphia;

HENNESSEY, M. G. (1999) – Probing the Dimensions of Metacognition: Implications for Conceptual Change Teaching-Learning – Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), Boston, M.A.;

LAROCHELLE, M. & DESAUTELS, J. (1991) – Of Course, it's just obvious: adolescents ideas of scientific knowledge - In: International Journal of Science Education, vol. 13, nº 4, 373-389;

LEDERMAN, N. G. (1992) – Students' and teachers' conceptions about the nature of science: A review of the research – In: Journal of Research in Science Teaching, Vol. 29, 331-359;

MEC/SEF (1998) - PCN's de Ciências naturais para a 5ª a 8ª séries, Brasília, Brasil;

MILLAR, R & OSBORNE, J - Beyond 2000 – Science Education for the Future: The report of a seminar series funded by the Nuffield Foundation, Published by King's College London, School of Education, Cornwall House, Waterloo Road, London SE1 8WA, 1998.

MILLAR, R. (1996) – Science Curriculum for all – School Science Review, Vol. 77;

SMITH, C. L.; MACLIN, D.; HOUGHTON, C. & HENNESSEY, M.G. (2000) – Sixth-Grade Students' Epistemologies of Science: The impact of School Science Experiences on Epistemological Development – In: Cognition and Instruction, 18 (3), 349-422, Lawrence Erlbaum Associates, Inc.;

SOLOMON, J.; DUVEEN, J. & SCOTT, L. (1994) – Pupils' Images of scientific epistemology. International Journal of Science Education, 16 (3), 361-73.