



Favorecendo a Discussão de Alguns Aspectos de Natureza da Ciência no Ensino Médio

Mary Mendes Oliveira dos Anjos e Rosária Justi

Inspirado nos trabalhos de Allchin sobre aprendizagem baseada em problemas, apresentamos uma proposta de atividade focada em uma visão de ensino de natureza da ciência autêntica a ser desenvolvida no ensino médio. Nessa proposta, os alunos são confrontados com uma situação-problema a partir da qual podem refletir, argumentar e tomar decisões justificadas. Isso ocorre a partir da participação destes em um júri simulado cujo objetivo é julgar a ação de uma indústria farmacêutica responsável pelo teste de um novo medicamento na população pobre e vulnerável de Nairóbi, no Quênia (situação que é retratada no filme *O jardineiro fiel*). O engajamento dos estudantes nessa atividade favorece a discussão de aspectos relacionados a contextos de produção de conhecimento, financiamento de pesquisas, bioética etc.

► natureza da ciência, ciência autêntica, atividade de ensino ◀

Recebido em 02/10/2014, aceito em 03/11/2014

4

Um grande desafio contemporâneo para os professores de ciências é “possibilitar a construção, por parte dos alunos, de concepções de ciência e de construção do conhecimento científico mais adequados a uma visão atual da ciência e dos cientistas, e dotar a aprendizagem científica de valores educativos, éticos e humanísticos que permitam ir além da simples aprendizagem de fatos, leis e teorias científicas” (Campos; Cachapuz, 1997, p. 23). Nesse sentido, é importante que os alunos vejam “a ciência como atividade humana com forte sentido cultural, social e ético e amplamente influenciada pelo contexto e pelo percurso, contrariando uma mera descrição e enumeração de descobertas feitas por cientistas isolados e endeusados ou, então, nem referidos” (Paixão; Cachapuz, 2003, p. 31).

Apesar de existirem discussões sobre natureza da ciência (NC) e suas implicações na pesquisa e no ensino de ciências pelo menos em nosso país, estas têm contribuído muito pouco para a elaboração de currículos nos quais a visão de ciência não seja caracterizada como estereotipada, ingênua ou muito limitada. Principalmente em nível internacional, o conhecimento sobre NC tem sido apontado como um componente

fundamental para o letramento científico (Wong; Hodson, 2008) e, portanto, não pode ser entendido como periférico ou parte dispensável, mas como parte da própria ciência (Allchin, 2010). Vários autores afirmam que os estudantes precisam aprender não somente o conteúdo científico, mas também a natureza desse conhecimento (Irzik; Nola, 2010; McComas, 2008; Van Dijk, 2011).

Lederman (1992) refere-se à NC como epistemologia e sociologia da ciência, a ciência como um meio de conhecimento ou de valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento. Neste trabalho, NC é entendida num sentido mais amplo, para além das considerações epistemológicas, conforme Wong e Hodson (2008). Tais autores consideram as características da investigação científica, o papel e o status do conhecimento científico e da sua produção. Além disso, eles consideram os cientistas como um grupo social e discutem como a ciência impacta e é impactada pelo contexto social no qual está inserida.

No entanto, como podemos pensar a inserção do conhecimento sobre NC nas aulas do ensino médio? Allchin (2010) enfatiza a necessidade de promover atividades efetivas que proporcionem uma reflexão explícita sobre NC, não bastando assistir a vídeos, ouvir histórias ou fazer experimentos. É necessário um profundo engajamento dos alunos nas atividades

A seção “Espaço aberto” visa abordar questões sobre Educação, de um modo geral, que sejam de interesse dos professores de Química.

desenvolvidas, o que ocorrerá a partir da ação mediadora do professor, bem como de um planejamento bem estruturado. O engajamento dos estudantes tende a aumentar seu interesse pela área científica que, de um modo geral, prima muito mais pelo conteudismo com excesso de memorização e do conhecimento por si só.

Uma possibilidade apontada para a elaboração de tais atividades efetivas pode ser o uso de exemplos históricos bem fundamentados e construídos em oposição às anedotas e histórias superficiais como geralmente encontramos nos livros didáticos. Nessa perspectiva, os estudos de caso configuram situações ricas e úteis para contextualizar e problematizar aspectos de NC, pois estimulam as reflexões, as discussões, a troca de ideias entre pares, a argumentação, a refutação e até a resolução de problemas.

Outra possibilidade para fomentar a discussão de aspectos relevantes sobre NC é a simulação histórica que, nas palavras de Allchin (2010), seria uma atividade para recriar um evento histórico, posicionando um problema em um contexto particular. Seu objetivo não é meramente recontar a história, mas permitir que os estudantes vivenciem os problemas, as incertezas e o dinamismo de uma história em construção. Essas atividades são muito relevantes em situações em que diferentes perspectivas se confrontam.

Segundo Allchin (2010), os estudantes aprendem mais efetivamente quando discutem e resolvem problemas em contextos concretos e não em espaços metafísicos abstratos. Logo, podemos entender a aprendizagem baseada em problemas como uma rica oportunidade para que eles tenham contato com uma ciência mais autêntica.

Inspirado nos trabalhos de Allchin sobre aprendizagem baseada em problemas, este trabalho apresenta uma proposta de atividade baseada numa visão de ensino de NC autêntica a ser desenvolvida em turmas do ensino médio.

A atividade aqui proposta pretende oferecer uma situação (um problema) para que os alunos possam refletir e tomar decisões bem justificadas. A atividade consiste em um júri simulado cujo objetivo é julgar a ação de uma indústria farmacêutica responsável pelo teste de um novo medicamento na população pobre e vulnerável de Nairóbi, no Quênia (situação que é retratada no filme *O jardineiro fiel*).

Não podemos afirmar que a situação caracterize um estudo de caso, pois será baseada em uma obra ficcional, mas podemos entendê-la como um caso fictício semiautêntico, pois apesar do teor ficcional da obra, alguns aspectos tratados são relevantes, contemporâneos e muito se aproximam da realidade. Fernando Nobre (presidente da Assistência Médica Internacional) – na introdução do livro de Sonia Shah, *As cobaias humanas – os testes de medicamentos no terceiro mundo* – afirma que o livro retrata uma história

real e terrível por abordar exatamente as questões éticas e morais de testes de medicamentos praticados em populações vulneráveis. John Le Carré, autor do livro que deu origem ao filme *O jardineiro fiel*, afirma que esse livro é um ato de coragem por parte de sua autora. Nas palavras de Fernando Nobre (*apud* Shah, 2008, p. 8):

Seu livro fala de uma imoralidade monstruosa praticada contra vidas indefesas e contra a consciência humana. Esses pseudotestes medicamentosos são levados a cabo com a exclusiva finalidade do embuste e do lucro sem limites, violando brutalmente os protocolos e preceitos ético-científicos internacionalmente conhecidos, junto de populações miseráveis, em países onde muitos responsáveis políticos e administrativos, médicos ou não, se mostram particularmente sensíveis e moldáveis à corrupção desses vampiros encobertos de “respeitabilidade” [...].

Natureza da ciência nos documentos curriculares

A presença de aspectos da NC tem sido recorrente em documentos curriculares em diferentes partes do mundo (por exemplo, em alguns currículos de províncias canadenses e nos currículos britânico, espanhol e dinamarquês) (Matthew, 1998). Em todos esses documentos, aspectos de NC têm sido considerados como elementos essenciais na instrução científica escolar (McComas, 2007). Outros dois documentos, que defendem a introdução de NC no ensino, são os documentos curriculares americanos *Benchmarks for Science Literacy* da American Association for the Advancement of Science's Project 2061 [AAAS] (1993) e o Framework for K-12 Science Education (Practices, crosscutting concepts and core ideas) da National Research Council [NRC] (2012). Esses documentos também têm influenciado o pensamento de educadores nos Estados Unidos e ao redor do mundo (Erduran; Mugaloglu, 2013).

Quanto à realidade brasileira, o cenário é bastante diferente, pois o documento curricular nacional, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), publicado em 1999, significou um tímido passo quanto à apresentação e discussão de aspectos de NC, pois não defende, de forma explícita, a discussão destes. Embora sem fazer referência à NC, o PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais), publicado em 2002, aponta para alguns aspectos como o reconhecimento e a discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo como sinaliza e exemplifica o quadro 1.

Pode-se perceber algumas interseções entre as informações do Quadro 1 e algumas das ideias sobre ciências

A atividade aqui proposta pretende oferecer uma situação (um problema) para que os alunos possam refletir e tomar decisões bem justificadas. A atividade consiste em um júri simulado cujo objetivo é julgar a ação de uma indústria farmacêutica responsável pelo teste de um novo medicamento na população pobre e vulnerável de Nairóbi, no Quênia (situação que é retratada no filme *O jardineiro fiel*).

Quadro 1: Algumas possibilidades de contextualização no ensino de ciências.

Contextualização sociocultural
Ciência e tecnologia na história Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.
Ciência e tecnologia na cultura contemporânea Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.
Ciência e tecnologia na atualidade Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.
Ciência e tecnologia, ética e cidadania Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

apresentados por Osborne et al. (2003) para compor os currículos de ciência contemporâneos, tais como:

- O *desenvolvimento histórico do conhecimento científico* é considerado um tema importante para a aprendizagem de ciência dos alunos, pois ao ensinar a história da ciência, é possível perceber a evolução da ciência e como seu desenvolvimento é afetado pelas demandas e expectativas da sociedade em diferentes momentos. Ou seja, pode-se inferir que o conhecimento científico está inserido em um processo histórico e social.
- A *cooperação e colaboração no desenvolvimento do conhecimento científico* é um tema que permite aos alunos uma perspectiva menos estereotipada da atividade dos cientistas, geralmente percebidos como gênios solitários. Assim, sua discussão favorece o entendimento de que o conhecimento científico é fruto de construção humana, é fruto de trabalhos colaborativos (isto é, resulta da contribuição de vários cientistas e comunidades científicas) e é passível de aceitação e/ou refutação pelos seus pares.
- As *dimensões morais e éticas no desenvolvimento do conhecimento científico* devem estar claras para os alunos no sentido de que as escolhas sobre a aplicação de conhecimentos científicos e técnicos não é livre de valores. Elas podem, portanto, entrar em conflito com valores morais e éticos realizados por grupos no

seio da sociedade. Assim, de posse dessa dimensão do conhecimento, o aluno poderá exercer sua cidadania mais intensamente.

Se nos documentos curriculares a questão da NC é incipiente, na maioria dos livros didáticos, essa questão é completamente ignorada. Embora haja uma tendência de inserir nos livros didáticos boxes com pequenas histórias ou biografias de personagens científicos, esses recortes tendem mais a manter uma visão estereotipada da ciência, da atividade científica e dos próprios cientistas do que favorecer a discussão de aspectos relevantes da ciência, da produção do conhecimento científico ou da utilização desse conhecimento na sociedade atual.

Por que ensinar sobre ciências?

Considerando essas questões relativas ao ensino de ciências e tendo em vista que os currículos praticados nas escolas brasileiras são bastante extensos, pode-se colocar a seguinte questão: por que ensinar sobre NC?

Como destacado anteriormente, a ciência é uma construção humana e, portanto, situada em contextos específicos e carregada de sentidos e valores, não sendo neutra como pretensamente já se propagou (e infelizmente ainda se propaga em alguns contextos). A ciência produz conhecimentos que são passíveis de mudanças (do aprimoramento à refutação completa) e por isso não existe um único modo de fazê-la ou

de caracterizá-la, pois ela possui inúmeras facetas. Sendo a ciência assim tão complexa, defendemos que é necessário que os alunos da escola básica conheçam um pouco mais alguns de seus aspectos, não no sentido de ter uma visão profunda, mas uma visão mais ampla sobre ciência. Não se pode deixar de considerar ainda que não se trata de aumentar um conteúdo curricular, mas de mudar a abordagem dada aos conteúdos já estudados, permeando-os com os aspectos da NC cabíveis em cada contexto. É importante reconhecer também a não necessidade de

esgotar a discussão desses aspectos, uma vez que eles podem ser retomados em diferentes momentos, considerando o grau de maturidade dos alunos. De modo geral,

As características de nossa tradição escolar diferem muito do que seria necessário para a nova escola. De um lado, essa tradição compartimenta disciplinas em ementas estanques, em atividades padronizadas, não referidas a contextos reais. De outro lado, ela impõe ao conjunto dos alunos uma atitude de passividade, tanto em função dos métodos adotados quanto da configuração física dos espaços

Se nos documentos curriculares a questão da NC é incipiente, na maioria dos livros didáticos, essa questão é completamente ignorada. Embora haja uma tendência de inserir nos livros didáticos boxes com pequenas histórias ou biografias de personagens científicos, esses recortes tendem mais a manter uma visão estereotipada da ciência, da atividade científica e dos próprios cientistas do que favorecer a discussão de aspectos relevantes da ciência, da produção do conhecimento científico ou da utilização desse conhecimento na sociedade atual.

e das condições de aprendizado. Estas, em parte, refletem a pouca participação do estudante, ou mesmo do professor, na definição das atividades formativas. As perspectivas profissional, social ou pessoal dos alunos não fazem parte das preocupações escolares; os problemas e desafios da comunidade, da cidade, do país ou do mundo recebem apenas atenção marginal no ensino médio, que também por isso precisaria ser reformulado. (Brasil, 2000, p. 9)

No contexto dessas mudanças necessárias no ensino, insere-se nossa proposta de uma atividade para que os estudantes tenham a oportunidade de vivenciar novos espaços que os permitam refletir e tomar decisões. Essa atividade também está alinhada com algumas outras proposições presentes nos PCN, uma vez que também objetiva que os estudantes possam:

- Saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir;
- Enfrentar problemas de diferentes naturezas;
- Participar socialmente de forma prática e solidária;
- Ser capaz de elaborar críticas ou propostas;
- Adquirir especialmente uma atitude de permanente aprendizado.

A proposta

A atividade proposta é baseada no filme *O jardineiro fiel*, dirigido por Fernando Meirelles, baseado no romance do inglês John Le Carré *The constant gardener*, e lançado em 2005. Esse filme foi escolhido por possibilitar a discussão de diversos aspectos relacionadas à ciência e aos modos de construir esse conhecimento. Ele é capaz de suscitar a reflexão ao contrapor diferentes ideologias ou visões sobre um mesmo fato, fazendo pensar e buscar argumentos que possam sustentar cada uma dessas visões. Nessa trama, podemos perceber as diferentes perspectivas envolvendo questões éticas muito importantes no contexto da pesquisa científica, envolvendo testes de um novo medicamento contra a tuberculose em seres humanos infectados com HIV e que provocam efeitos colaterais que geram sofrimento e podem levar à morte.

Ao propor a apresentação de um júri simulado, pretende-se fazer uma espécie de simulação em que cada aluno precisa representar uma personagem, engajando-se em problemas relacionados à NC e articulando o desenvolvimento de diferentes perspectivas. Isso se apoia nos resultados de Allchin (2010) que evidenciam que as simulações são momentos especialmente válidos para explorar situações em que muitas perspectivas interagem e que podem ser utilizadas em diferentes contextos (científicos, éticos, políticos, históricos).

O objetivo deste trabalho é apresentar e discutir a organização de uma atividade escolar para suscitar a discussão de

alguns aspectos de NC por meio do engajamento de estudantes na resolução de problemas, individual e coletivamente, por escrito e mediante discussões orais. Assim, esperamos que a atividade contribua para que estes possam trabalhar algumas competências como, por exemplo, a capacidade de argumentar, fundamentando, justificando, explicando e demonstrando seus pontos de vista, objetivando convencer seus colegas de classe de que sua ideia é válida e persuadi-los a aceitá-la como a melhor para solucionar o problema.

A argumentação é, segundo McNeill e colaboradores (2009), uma prática central da ciência em que os cientistas constroem e justificam afirmações. De acordo com as visões mais contemporâneas de como ensinar ciências, torna-se essencial, portanto, que os alunos experimentem a ciência dessa forma. Chin e Osborne (2010) reiteram essa visão ao afirmar o quão importante é a argumentação para uma aprendizagem significativa em que não se busca apenas aprender os conceitos, mas também desenvolver o pensamento e o raciocínio tipicamente científicos.

Como explicitado anteriormente, o contexto da atividade é o filme *O jardineiro fiel* no que tange à ética da pesquisa científica envolvendo seres humanos em populações vulneráveis. Os alunos devem se situar nos anos 2000, época em que se passa o filme, em Nairóbi, no Quênia, contexto em que se passa a trama.

Cinco papéis são designados para refletir as diferentes perspectiva ou ideologias sobre o teste ou não de um novo medicamento em humanos, portadores de HIV, em situação de risco social. Os estudantes que assumem tais papéis devem representar: os ativistas, a população local, os donos da indústria farmacêutica, os cientistas/médicos e os políticos locais.

Os alunos devem confrontar perspectivas conflitantes em dado momento e elaborar argumentos para justificar os pontos de vista e as ações do grupo que eles representam. Isso deve ser feito não com o objetivo de expressar sua opinião, mas de desenvolver uma articulação com base em evidências e também em valores.

A apresentação deverá ser na forma de um júri simulado em que o foco da discussão seria a culpa ou não da indústria farmacêutica responsável pelos resultados do teste do medicamento Dypraxa na população pobre de Nairóbi. Desse júri, fazem parte o juiz; três advogados de defesa, representado a indústria farmacêutica; três advogados de acusação, representando os ativistas; três testemunhas, sendo um representante da população local, um representante dos políticos locais e um representante dos cientistas; e nove jurados que, juntamente como o juiz, serão responsáveis por dar o veredicto final.

Para dar início à atividade, o professor deverá solicitar aos alunos que assistam ao filme. Se o professor não dispuser de tempo, essa atividade pode ser cumprida em casa, individual ou coletivamente, conforme a conveniência pedagógica.

Ao propor a apresentação de um júri simulado, pretende-se fazer uma espécie de simulação em que cada aluno precisa representar uma personagem, engajando-se em problemas relacionados à natureza da ciência e articulando o desenvolvimento de diferentes perspectivas.

Após terem assistido ao filme, mas sem fazer qualquer discussão prévia, o professor deverá dividir a turma em sete grupos, dar as orientações iniciais sobre como organizar um júri simulado e discutir sobre a possibilidade de os alunos buscarem outras fontes de informação sobre o problema em questão a fim de melhor subsidiar seus argumentos no júri. Os grupos dos ativistas, da população local, dos donos da indústria farmacêutica, dos cientistas/médicos e dos políticos locais devem produzir um texto contendo seus argumentos para defender sua posição, além de uma lista de perguntas a serem feitas aos outros grupos e de respostas a possíveis questionamentos que eles tenham que responder durante o júri simulado. O grupo do juiz e dos jurados deve fazer uma pesquisa mais geral sobre o cenário onde se passa a simulação com informações sobre as características geográficas, históricas, políticas, econômicas e sociais do Quênia, além de algumas informações antropológicas e psicológicas da população local na época retratada no filme. Em sua pesquisa prévia, esses grupos não devem tomar nenhuma posição definitiva quanto às diferentes perspectivas em confronto. Cada grupo deverá indicar quais serão seus representantes no júri simulado.

Para ajudar na elaboração dos argumentos, alguns aspectos, inclusive de NC, foram listados a seguir. Eles devem ser apresentados aos estudantes junto com a indicação de busca de informações adicionais para orientá-los na pesquisa e para salientar pontos importantes a serem discutidos, sem a pretensão de que os estudantes tenham que esgotá-los.

- *Financiamento das pesquisas.* Quem paga pelas pesquisas desenvolvidas? Há interesses envolvidos nesse financiamento? Se há, quais seriam? Quais são as características do financiamento público e do privado? Qual é a credibilidade das pesquisas financiadas por indústrias que comercializarão seus produtos? Há uma mercantilização da ciência nesse caso exatamente, isto é, o conhecimento científico é considerado como propriedade privada e o desenvolvimento da ciência como um mercado que pode dificultar seu consumo livre pelo público ou por outros produtores de conhecimentos similares (Erduran; Mugaloglu, 2013)?
- *Contexto sócio-histórico-geográfico.* Como caracterizar o momento histórico retratado? Quais são as questões sociais, históricas, geográficas, políticas, econômicas e de saúde mais pungentes nesse contexto? Qual é a situação do país em relação a outras nações? Qual é o nível de informação/educação da população local? Como é o acesso dessas pessoas aos serviços de saúde?
- *Avanços científicos.* Como a ciência contribui para a melhoria de vida das pessoas? Qual tem sido o papel da ciência no aumento da expectativa de vida? Como testar e aperfeiçoar medicamentos que poderão salvar a vida de um grande número de pessoas no futuro? Para os indivíduos que se encontram doentes e sem esperança de alcançar a saúde novamente, testar um medicamento, mesmo correndo riscos, não é melhor

do que esperar a morte? Quais são as motivações para o avanço das pesquisas da indústria farmacêutica? Qual é a responsabilidade dos cientistas quanto à saúde das pessoas envolvidas no teste do medicamento?

- *Pesquisa com seres humanos e a bioética.* Os sujeitos envolvidos na pesquisa tiveram acesso a informações sobre a pesquisa de modo a permitir que eles decidissem se participariam ou não dos testes? Existem fraudes ou mau comportamento nessa pesquisa? As empresas deveriam ter o direito a patentes de medicamentos essenciais a vida das pessoas? É moralmente admissível que as indústrias farmacêuticas arrisquem a vida de indivíduos, geralmente em situação de vulnerabilidade, com teste de medicamentos cujos efeitos são desconhecidos? Foram oferecidas às pessoas envolvidas na pesquisa outras possibilidades de tratamento? Houve livre consentimento? No Brasil, existe algum controle ético quanto às pesquisas que estão sendo desenvolvidas? O que preconiza a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre a elaboração e implementação de pesquisas com seres humanos?
- *Declaração Universal dos Direitos Humanos.* Quais são esses direitos? Como eles podem garantir direitos fundamentais das pessoas, como a dignidade?

O material produzido pelos grupos de alunos deve ser entregue ao professor antes de o júri simulado ocorrer para que este possa dar um *feedback* aos grupos.

O júri simulado pode ser organizado da seguinte maneira:

- Inicialmente, o juiz abre a sessão.
- Os advogados de acusação apontam os réus (donos das indústrias farmacêuticas) como responsáveis pelo resultado do teste de um novo medicamento em população em situação de risco social, causando sofrimentos e mortes. Nesse momento, eles apresentam todos os seus argumentos de acusação.
- Os advogados de defesa justificam o teste do medicamento como uma contingência para o avanço da ciência e da produção de medicamentos que salvarão a vida de milhares de pessoas no futuro. Nesse momento, eles apresentam todos os seus argumentos de defesa.
- Os advogados de acusação chamam suas testemunhas (que também podem ser inquiridas pelo outro advogado) e fazem sua réplica à defesa.
- Os advogados de defesa chamam suas testemunhas (que também podem ser inquiridas pelo outro advogado) e fazem sua réplica à acusação.
- Em seguida, os jurados reúnem-se com o juiz para decidirem a sentença com base na força dos argumentos apresentados pela defesa e pela acusação.
- É feita a leitura da sentença e das justificativas que a sustentam.

É importante ressaltar que essa atividade pode ser desenvolvida interdisciplinarmente, pois a visão de professores de outras áreas – como geografia, história, filosofia, sociologia, literatura – pode ampliar a discussão e enriquecer a qualidade dos argumentos elaborados pelos estudantes.

Após a apresentação do júri simulado, o professor deve promover um momento de discussão com todos os participantes. Para fomentar tal discussão, este pode considerar alguns aspectos relevantes que vão contribuir para delinear algumas características da ciência e dos seus processos, tais como os apresentados anteriormente aos alunos: importância de experimentos na produção do conhecimento científico; financiamento das pesquisas; contexto sócio-histórico-geográfico; avanços científicos; pesquisa com seres humanos e a bioética; Declaração Universal dos Direitos Humanos.

Outros aspectos que podem ser trazidos pelo professor para enriquecer a discussão são alguns itens da Dimensão da Confiabilidade Científica (Allchin, 2011), tais como:

- Espectro de motivações para fazer ciência;
- Espectro de personalidades humanas na ciência;
- Papel do preconceito de gênero;
- Papel do preconceito racial ou de classe;
- Credibilidade das afirmativas;
- Envolvimento emocional *versus* percepção baseada em evidência de risco;
- Conflitos pessoais de interesse;
- Fraudes ou outras formas de mau comportamento;
- Responsabilidade dos cientistas.

Espera-se que ao fim dessa atividade os alunos compreendam um pouco mais os fatos da ciência, como estes podem ser construídos e como funcionam. É relevante que a ciência seja vista como empreendimento humano que sofre influência cultural, política e social e, desse modo, que os alunos percebam as descobertas científicas sob uma perspectiva histórica. Além disso, é essencial que os alunos entendam a ciência como construto humano que requer criatividade e possui limitações, não podendo responder a todas as questões (McComas, 2008).

Outro aspecto importante que pode ser discutido diz respeito às escolhas de aplicação do conhecimento científico que, segundo Osborne e colaboradores (2003), não são livres de valores e objetivos e, por isso, podem entrar em conflito com outros valores morais e éticos sustentados por diferentes grupos na sociedade. Perceber a atividade dos cientistas como uma atividade competitiva, construída não somente pelas contribuições individuais, mas especialmente por grupos e que o conhecimento assim construído é passível de refutação, correção ou ampliação, também é relevante.

Muitos outros aspectos relativos à NC podem ser discutidos no contexto da atividade proposta, dentre eles, a provisoriedade da ciência, diferenciando a ciência ensinada na escola que já está bem estabilizada e muito menos sujeita a modificações da ciência em construção (Osborne et al., 2003).

A nosso ver, a avaliação do trabalho deve considerar vários aspectos como os conceituais, os procedimentais e os

atitudinais. Devem ser consideradas todas as contribuições e o engajamento nas atividades propostas. Também deve ser considerada a qualidade do trabalho escrito, da argumentação de cada grupo, das intervenções realizadas e da

justificativa para a sentença final. É muito importante que os alunos também participem do processo avaliativo, tanto avaliando seus colegas quanto eles próprios, de modo que possam desenvolver a competência de avaliar e julgar. Essa perspectiva de avaliação é bastante diferenciada daquela tradicionalmente utilizada em nossas escolas brasileiras, que é realizada pelo professor e a partir da valorização exclusiva de res-

postas que ele julga certas. A nosso ver, isso também pode contribuir para modificar a visão dos alunos sobre ciências, especialmente a visão do senso comum, em que a ciência é vista como neutra, livre de valores, como verdade absoluta que é encontrada ou descoberta pelos cientistas – estes vistos como gênios, muitas vezes, insanos, que trabalham solitários sem a contribuição ou revisão de seus pares. Ao propor uma avaliação diferenciada nessa atividade, pretende-se deixar claro para os alunos que em situações de impasse, tanto no contexto escolar quanto no contexto da produção do conhecimento científico, não necessariamente há uma resposta certa e pronta. A opinião que prevalece é aquela na qual é feita uma melhor argumentação, ou seja, aquela cujas afirmações sejam mais bem justificadas e sustentadas, especialmente diante do parecer de seus pares.

Considerações finais

Acreditamos que a participação nos diversos momentos de discussão propiciados por essa atividade pode permitir aos estudantes a oportunidade de pensar nos cientistas de modo diferente, como membros de uma sociedade que estão sujeitos a influenciar e serem influenciados pelos acontecimentos contemporâneos, isto é, mostrando um lado mais humano da produção do conhecimento científico. Ao mesmo tempo, isso pode favorecer o desenvolvimento de uma visão mais ampla e crítica da ciência – o que, em última instância, pode até resultar em uma maior motivação dos alunos para estudá-la.

Mary Mendes Oliveira dos Anjos (marymdosanjos@yahoo.com.br), licenciada em Química, especialista em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Minas Gerais, é mestranda em Educação da UFMG, professora de Química e vice-diretora da Escola Estadual Juscelino Kubitschek de Oliveira. Belo Horizonte, MG – BR. **Rosária Justi** (rjusti@ufmg.br), licenciada e bacharel em Química pela UFMG, mestre em Educação pela UNICAMP, doutora em Ensino de Ciências pela Universidade de Reading, Inglaterra, é professora associada da área de Educação Química no Departamento de Química da UFMG e membro do corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da UFMG. Belo Horizonte, MG – BR.

Referências

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Science Education*, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

_____. *From rhetoric to resource: new historical problem-based case studies for nature of science education*. In: HISTORY AND PHILOSOPHY IN SCIENCE TEACHING CONFERENCE. Kaiserslautern, Germany, mar. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais+ (PCN+)*. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Brasília: MEC, 2002.

CAMPOS, C.; CACHAPUZ, A. Imagens de ciências em manuais de química portugueses. *Química Nova na Escola*, n. 6, p. 23-29, 1997.

CHIN, C.; OSBORNE, J. Students' questions and discursive interaction: the impact on argumentation during collaborative group discussions in science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 47, n. 7, p. 883-908, 2010.

ERDURAN, S.; MUGALOGLU, E.Z. Interactions of economics of science and science education: investigating the implications for science teaching and learning. *Science & Education*, v. 22, n. 10, p. 2405-2425, 2013.

IRZIK, G.; NOLA, R. A family resemblance approach to the nature of science for science education. *Science & Education*, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011.

LEDERMAN, N.G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, n. 29, p. 331-359, 1992.

MATTHEW, M.R. In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 35, n. 2, p. 161-174, 1998.

McCOMAS, W.F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, v. 17, n. 2-3, p. 249-263, 2008.

McNEILL, K.L.; PIMENTEL, D.S. Scientific discourse in three urban classrooms: the role of the teacher in engaging high school students in argumentation. *Science Education*, v. 94, n.

2, p. 203-229, 2009.

OSBORNE, J.; COLLINS, S.; RATCLIFFE, M.; MILLAR, R.; DUSCHL, R. What "ideas-about-science" should be taught in school science? A delphi study on the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 40, n. 7, p. 692-720, 2003.

PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. Mudanças na prática de ensino da química pela formação dos professores em história e filosofia das ciências. *Química Nova na Escola*, n. 18, p. 31-36, 2003.

SHAH, S. *Cobaias humanas – os testes de medicamentos no terceiro mundo*. Casal de Cambra: Caleidoscópio, 2008.

VAN DIJK, E.M. Portraying real science in science communication. *Science Education*, v. 95, n. 6, p. 1086-1100, 2011.

WONG, S.L.; HODSON, D. From the horses' mouth: what scientists say about scientific investigation and scientific knowledge. *Science Education*, v. 93, n. 1, p. 109-130, 2009.

Para Saber Mais

Considerando que a literatura nacional sobre o tema ainda é bem incipiente, convidamos os professores interessados em conhecer outros contextos que podem favorecer discussões sobre NC que leiam e analisem os casos históricos apresentados por Allchin no sítio de seu grupo de pesquisa na internet: <http://www1.umn.edu/ships/>, especialmente no item *Curriculum modules*.

Em termos da produção brasileira, os melhores exemplos são encontrados entre os trabalhos do grupo de pesquisa do prof. Paulo A. Porto, do Instituto de Química da USP (<http://www.iq.usp.br/palporto/>), com destaque para os trabalhos:

VIANA, H.E.B.; PORTO, P.A. The development of Dalton's atomic theory as a case study in the history of science: reflections for educators in chemistry. *Science & Education*, v. 19, n. 1, p. 75-90, 2010.

PORTO, P.A. História e filosofia da ciência no ensino de química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, W.L.P.; Maldaner, O.A. (Orgs.). *Ensino de química em foco*. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 159-180.

Abstract: Supporting the discussion of some aspects concerning nature of science at the medium school level. Under the inspiration of Allchin's work on problem solving learning, we created a teaching activity based on an authentic view of science to be used in the Brazilian medium school level. In this activity, students are faced with a problem situation from which they can think, argue, and make justified decisions. This occurs from their participation in a simulated jury whose aim is to judge the action of a pharmaceuticals industry that is responsible for the test of a new drug by using the poor and vulnerable population of Nairobi, Kenya (a situation that is focused on the film "The Constant Gardener"). The students' participation in this activity support the discussion of aspects related to the production of scientific knowledge, scientific research funding, bio-ethics, etc.

Keywords: Nature of science, authentic science, teaching activity.