

O PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COMO QUESTÃO SÓCIO-CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Márcio Andrei Guimarães¹

Micaela Oliveira de Menezes²



RESUMO

Um dos objetivos da educação básica é a formação do cidadão. Nesse sentido o ensino de ciências pode contribuir com a utilização de questões sócio-científicas em sala de aula. Temas polêmicos que envolvam múltiplas perspectivas de análise e múltiplos interesses são considerados questões sócio-científicas. De forma geral a resolução dessas questões envolve diferentes tipos de conhecimentos, entre eles o científico, as mesmo assim não há resolução correta. O Projeto de Integração do Rio São Francisco é uma questão sócio-científica por natureza é pode ser um tema importante para gerar debates e reflexões sobre o papel do desenvolvimento científico e tecnológico na sociedade e seus efeitos sobre o meio ambiente.

¹ Núcleo de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Sergipe, Campus Alberto Carvalho; Programa de Pós Graduação em Educação para a ciência, FC - Bauru – Unesp. marcioandrei@ufs.br

² Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Sergipe, Campus Alberto Carvalho.

INTRODUÇÃO

A educação científica passou por diversas mudanças desde a década de 1950, quando o lançamento do Sputnik pelos russos impulsionou a valorização do ensino de ciência na educação básica dos cidadãos. Nesse contexto a educação científica visava estimular e identificar os jovens talentosos que seriam os futuros pesquisadores a serviço do país. Esse modelo de ensino esteve presente também no Brasil que logo o abandonou para valorizar a educação para o trabalho, principalmente nas décadas de 1960 e 1970. Nesse contexto, as disciplinas científicas tinham um caráter pragmático na formação do trabalhador.

Mais recentemente o conceito de alfabetização científica vem ganhado espaço no cenário educacional mundial. No Brasil os Parâmetros curriculares nacionais para o ensino fundamental e médio falam da formação do cidadão atuante e consciente dos problemas sociais.

A educação científica também tem um importante papel na formação do cidadão, pois nos últimos anos os produtos da ciência têm afetado a vida das pessoas comuns. Por exemplo, a produção de organismos geneticamente modificados vem trazendo uma esperança no aumento da produção de alimentos ao mesmo tempo em que cria novos problemas e dúvidas sobre os efeitos dessa tecnologia sobre o meio ambiente e a saúde coletiva.

As pessoas estão preparadas para entender as pesquisas com OGM? Elas têm condições de avaliar os prós e os contras em relação às pesquisas e produção de alimentos geneticamente modificados? Elas conseguem perceber os interesses dos diversos setores envolvidos. Uma educação científica consoante com a formação do cidadão, preconizada pelos documentos oficiais, e várias pesquisas ao redor do mundo, precisa instrumentalizar o cidadão a entender essas e outras questões que envolvem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA). O enfoque CTSA na educação básica pode contribuir para que as pessoas entendam a ciência como um empreendimento humano que carrega todos os seus vícios e virtudes.

CIÊNCIA E SOCIEDADE

Hoje em dia é quase impossível imaginar um mundo sem os produtos da ciência. Em suas mais variadas formas eles auxiliam a tornam mais confortáveis as

vidas das pessoas. Porém, muitas vezes, esquece-se que muitos desses produtos científicos e tecnológicos são produzidos à custa de comprometimentos à sociedade. Portanto é impossível pensar em uma ciência neutra e tentar delimitar fronteiras entre ciência e sociedade.

A sociedade define agendas científicas baseadas em suas necessidades e são os cientistas que irão suprir essas necessidades. Logo, a sociedade dita agendas para a pesquisa científica e se beneficia de seus produtos ao mesmo tempo em que a ciência ajuda a moldar e traçar normas sociais (SADLER; ZEIDLER, 2005), como, por exemplo, quando desenvolve pesquisas e técnicas que tocam em pontos com implicações morais e éticas ou que afetam o meio ambiente.

Essas questões que envolvem interações entre ciência, sociedade e seus aspectos éticos e morais são chamadas de questões sócio-científicas (SADLER, 2004) e alguns educadores (ZEIDLER *et al*, 2002) têm apontado que a inclusão dessas questões poderia tornar o ensino de ciências mais relevante para os estudantes bem como desenvolver aspectos morais e éticos (SADLER, 2003).

No contexto educacional Brasileiro, as Orientações Curriculares Para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) destacam, de certa forma, o valor das questões sócio-científicas no ensino de biologia. Nesse documento é ressaltada a importância da participação dos estudantes nos “*debates contemporâneos que exigem conhecimento biológico*” (p17) e com “*sólido raciocínio crítico*” (p17). O ensino de biologia deveria propiciar um posicionamento fundamentado frente às questões do dia-a-dia, como reprodução assistida, clonagem e alimentos transgênicos, já que essas questões podem afetar a vida dos estudantes de alguma forma (BRASIL, 1999, 2006). Ou seja, uma formação voltada para questões sócio-científicas pode tornar os estudantes, e futuros cidadãos, capacitados para avaliar e opinar sobre o desenvolvimento científico contemporâneo e avaliar o seu impacto sobre os indivíduos, sobre a sociedade e sobre o meio ambiente.

Portanto, cabe ao ensino de biologia estimular o aluno a avaliar as vantagens e as desvantagens dos avanços técnicos da clonagem e da manipulação genética, da construção de usinas hidrelétricas e usinas nucleares e da expansão da agricultura com a finalidade de produção de biocombustíveis. Em cada um desses casos é necessário considerar valores éticos, morais, religiosos, ecológicos e econômicos e, para isso, é necessária a aquisição de um vocabulário básico de conceitos científicos, a compreensão

da natureza da ciência e a compreensão do impacto da ciência e da tecnologia sobre o indivíduo e a sociedade (BRASIL, 1999, 2006).

Para atingir esse objetivo pode ser grande a contribuição de questões sócio-científicas nas aulas de biologia (ZEIDLER *et al*, 2002; SADLER, 2003).

AS QUESTÕES SÓCIO-CIENTÍFICAS NA FORMAÇÃO DO CIDADÃO

Questões sócio-científicas envolvem dilemas com ligações com a ciência. São exemplos o uso de células-tronco, terapia genética, clonagem e problemas ambientais.

Segundo Sadler (2003) as questões sócio-científicas devem ser consideradas a partir de uma ampla gama de perspectivas e, freqüentemente, não possuem conclusão ou resolução simples e, além disso, envolvem aspectos morais e éticos. Dessa forma, um indivíduo leva em conta as ramificações morais e éticas ao tomar uma decisão em relação a um tema sócio-científico. Nesse sentido podem ser feitas as seguintes questões: “Os pais têm o direito de alterar a composição genética de seus filhos?”, “Deve o genoma humano estar sujeito à manipulação artificial?”, “A terapia genética pode ser usada para eliminar doenças que causam sofrimento às pessoas?” ou “As águas de uma bacia hidrográfica podem ser desviadas para abastecer uma outra bacia?”

Como foi dito anteriormente, as questões sócio-científicas são de difícil resolução. Dessa forma, a sua solução tende a ser complexa e é caracterizada por processos de raciocínio informal. O raciocínio informal inclui processos cognitivos e afetivos que contribuem para a resolução de questões nas quais intervêm múltiplas perspectivas (SADLER; ZEIDLER, 2005). Outro aspecto do raciocínio informal é que envolve o raciocínio a respeito de causa e conseqüência, prós e contras, vantagens e desvantagens de uma proposição ou decisão particulares (ZOHAR; NEMET, 2002).

O raciocínio formal, por outro lado, é caracterizado pelas regras da lógica e matemática. Processos de dedução e indução levariam as pessoas a conclusões objetivas e isso, segundo alguns filósofos da ciência, distinguiria a ciência de outros empreendimentos humanos e formas de conhecimento. Uma ruptura desse tipo de pensamento se inicia com Thomas Kuhn que questionou a pretensa racionalidade da ciência mostrando que as mudanças nas teorias científicas ocorrem levando-se em conta

uma série de aspectos que não se relacionam com um raciocínio de tipo formal (SADLER, 2004b).

O raciocínio moral é um tipo de raciocínio informal que é levado em conta na resolução de questões sócio-científicas (SADLER, 2004a). Por isso seria um erro pensar que apenas a informação científica é utilizada para a tomada de decisões e a emissão de julgamentos (BRASIL, 1999). O conhecimento científico deve subsidiar, mas não é o fator determinante na tomada de decisões.

Pesquisas educacionais envolvendo a resolução de dilemas sócio-científicos têm focado, mesmo que de forma indireta, os seguintes aspectos: a) argumentação em questões sócio-científicas; b) relações entre a natureza da ciência e a tomada de decisões em questões sócio-científicas; c) a avaliação da informação relativa às questões sócio-científicas; d) a influência do domínio de conceitos científicos no raciocínio informal em questões sócio-científicas (SADLER, 2004b).

A argumentação é um campo de estudo que se preocupa com a forma como os indivíduos justificam posições e conclusões e algumas pesquisas suportam a afirmação de que o estudo da argumentação pode ser um meio de acesso ao raciocínio informal (ZOHAR; NEMET, 2002). Por outro lado as pesquisas que focaram objetivamente o uso da argumentação tiveram resultados diversos (SADLER, 2004b).

A natureza da ciência é uma denominação usada para caracterizar a ciência de forma que seu desenvolvimento e seus pontos fortes e limitações sejam entendidos pelo público em geral. Vários desenvolvimentos científicos envolvem questões éticas e morais e alguns pesquisadores afirmam que o entendimento da natureza da ciência pode afetar a maneira como as pessoas tomam decisões em situações envolvendo questões sócio-científicas (SADLER, 2004b). Bell e Lederman (BELL; LEDERMAN, 2003) pesquisaram a relação da natureza da ciência e questões sócio-científicas entre professores universitários e verificaram que as respostas dos participantes da pesquisa, em relação às questões sócio-científicas, não foram afetadas pela visão particular da natureza da ciência. Todavia, outros estudos tiveram resultados diferentes. Em uma dessas pesquisas os participantes foram capazes de citar a importância da evidência empírica e levar em conta as influências culturais e sociais no desenvolvimento científico (ZEIDLER *et al*, 2002).

A avaliação da informação se refere à forma como as pessoas negociam informações múltiplas e contraditórias durante o processo de raciocínio informal. As pesquisas revisadas por Sadler (SADLER, 2004b) mostraram que os indivíduos podiam

ser influenciados pela informação ou podiam avaliá-las. Nesse último caso a informação era avaliada com relação à metodologia pela qual foi produzida ou em relação à autoridade da fonte que a emitiu considerando, por exemplo, a experiência do pesquisador.

O entendimento de conteúdos científicos é um objetivo óbvio do ensino de ciências. Porém, o que os estudantes farão com esse conteúdo científico não é tão claro assim já que muitas vezes não há qualquer relação entre o conhecimento científico aprendido e a vida real. Isso poderia sugerir que o conhecimento de conteúdos científicos não é importante na tomada de decisões. Porém, é lugar comum entre os educadores que o entendimento dos conteúdos científicos é necessário para a tomada de decisões informada em relação às questões sócio-científicas (SADLER, 2004b).

As pesquisas sobre a influência do conteúdo no raciocínio informal mostram resultados divergentes, desde nenhuma participação do conhecimento científico na tomada de decisões até uma importante influência do conteúdo no raciocínio moral (SADLER, 2004b).

A maioria das pesquisas que abordaram a influência do entendimento de conceitos no raciocínio informal em relação a questões sócio-científicas o fez de forma tangencial, pois não esse não era o seu objetivo principal. Portanto são necessárias novas pesquisas específicas para compreender a relação entre entendimento de conceitos científicos e o raciocínio informal em relação às questões sócio-científicas. O trabalho de Sadler e Zeidler (SADLER; ZEIDLER, 2004) foi um dos pioneiros nesse caminho. Nesse trabalho os autores estudaram a influência do conhecimento de genética nas opiniões de estudantes universitários sobre assuntos relacionados com a engenharia genética. Para verificar a influência do conteúdo os pesquisadores aplicaram testes de genética básica e, após isso, obtiveram dois grupos: um com elevada pontuação nos testes e outro com baixa pontuação. Todos passaram por entrevistas que envolviam a avaliação de cenários envolvendo temas de engenharia genética, como terapia genética para cura da doença de Huntington e miopia e clonagem com fins reprodutivos e terapêuticos. Os estudantes que tiveram maior pontuação nos testes de genética, e supostamente tinham maior entendimento conceitual do assunto demonstraram maior habilidade de integrar o conteúdo científico ao seu raciocínio informal e menor número de falhas de raciocínio do que os participantes que tiveram menor pontuação.

Um outro aspecto relevante das questões sócio-científicas é que elas levam em conta o desenvolvimento moral e ético dos estudantes (ZEIDLER *et al*, 2005). O

desenvolvimento moral e os aspectos éticos ligados à ciência são um campo ainda pouco explorado (RAZERA; NARDI, 2006), porém é crucial na tomada de decisões (SADLER, 2004a). Questões polêmicas, como são as sócio-científicas, podem ser utilizadas para favorecer o desenvolvimento moral dos estudantes já que elas trazem consigo valores e ideologias (RAZERA; NARDI, 2006).

Questões sócio-científicas não são a única forma de alfabetização científica, mas podem ser um importante componente para os professores no intuito estimular o crescimento intelectual e social dos estudantes. O engajamento em temas sócio-científicos é uma forma de desenvolver o pensamento autônomo por meio da avaliação da evidência e dados e da argumentação (SADLER, 2004b).

Sadler e Zeidler (2004) sugerem que a influência do conhecimento dos conteúdos científicos sobre o raciocínio informal seja investigada utilizando estudantes de outras idades, bem como diferentes temas. Nesse sentido o Projeto de Integração do Rio São Francisco se constitui em excelente exemplo de questão sócio-científica, pois envolve progresso científico-tecnológico, desenvolvimento social e múltiplos interesses.

O PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

O Rio São Francisco é considerado o rio da unidade nacional, pois facilitou a penetração e o povoamento do interior do Brasil (ROCHA, 1940). Nascendo na região da Serra da Canastra em Minas Gerais a área de sua bacia é de quase 640 mil quilômetros quadrados o que corresponde a cerca de 7,5% do território nacional. Atravessa mais de 500 municípios em 5 estados e sua bacia se estende ao Estado de Goiás e Distrito Federal.

A polêmica da transposição das águas do Rio São Francisco remonta século XIX quando o país começou a tomar conhecimento do flagelo causado pelas secas no Nordeste (VILLA, 2000). Foi o Barão de Capanema, como era conhecido o engenheiro Guilherme Schuch, que em 1956 recomendou a abertura de um canal ligando o Rio São Francisco ao Rio Jaguaribe. Logo em seguida surgiu o primeiro projeto esquematizando o desvio do Velho Chico, na fronteira entre Pernambuco e Bahia. Esse plano que não vingou porque na época o Brasil não contava com tecnologia para tal empreendimento.

No século XX o número de pessoas a favor do desvio das águas do São Francisco aumenta em virtude das secas periodicamente voltavam a afligir a população mais pobre. Na década de 1950, Mário Ferracuti propôs a construção de uma barragem

perto de Cabrobó (PE) para dela bombear água para o Ceará e Rio Grande do Norte. Em 1983 Mário Andreazza encaminhou um projeto sugerindo o desvio de 15% da vazão do São Francisco para o Jaguaribe. Dez anos depois, em 1993, o projeto foi reavivado por Aluísio Alves (ex governador do RN), Ministro da Integração Nacional do governo do Presidente Itamar Franco. Em sua proposta seria construído um canal em Cabrobó para retirar até 150 metros cúbicos de água por segundo do Rio São Francisco, mas o projeto foi barrado pelo Tribunal de Contas da União que entendeu que essa obra comprometeria a irrigação em Minas Gerais e na Bahia, além de comprometer a produção de energia nas hidrelétricas (COELHO, 2005).

No atual governo os projetos de transposição do Rio São Francisco ganharam força ao mesmo tempo em que aumentou a consciência ambiental em diversos setores da sociedade. Nesse contexto houve também um aperfeiçoamento das leis ambientais como a Lei Federal 9433/97 que instituiu Política Nacional de Recursos Hídricos. Em 2002 houve a organização do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco e em 2003 tomou posse a sua primeira diretoria.

Como em todo tema polemico há argumentos contra e a favor da transposição das águas do Rio São Francisco.

Os defensores do projeto afirmam que a transposição poderia resolver o problema de milhares de brasileiros que vivem no Nordeste; argumentam também que somente 1% da vazão do rio será desviada; afirmam também que a médio prazo o custo das obras seria pequeno já que no futuro haveria economia de gastos com s flagelados pela seca.

Os opositores do projeto alegam que o projeto se baseia em uma análise equivocada do problema da seca e da realidade do semi-árido; que uma grande quantidade de dinheiro publico será usada para beneficiar uma minoria; que o desvio das águas prejudicará as populações ribeirinhas do Velho Chico.

De forma geral o “Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional”, como agora é conhecido, tem o objetivo de construir dois eixos principais:

- O Eixo Norte, com captação próxima a Cabrobó (PE) levaria água para as bacias do Jaguaribe (CE), do Salgado (CE), do Brígida (PE), do Apodi (RN) e do Peixe e Piranhas-Açu (PB e RN)
- O Eixo Leste, com captação na barragem de Itaparica, levaria água para as bacias do Moxotó (PE) e do Paraíba (PB).



Figura 1. Eixos do Projeto de Integração do rio São Francisco,

Há discordâncias também quanto a importância da implantação de cada um desses eixos.

Mesmo entre os que são contrários à integração das águas reconhecem a necessidade do Eixo Leste. Por outro lado o Eixo Norte é rechaçado com o argumento de que a água existente nos açudes dos Estados do Ceará e Rio Grande do Norte é suficiente para suprir a demanda da população. Além disso, condenam o Eixo Norte afirmando que a água desviada será usada exclusivamente em irrigação.

IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS

Como pode ser percebido nessa breve exposição a idéia de desvio das águas do São Francisco sempre esteve presente na historia do Brasil. Limitações técnicas e políticas impediram realização do projeto até o momento. Outro ponto importante são os interesses antagônicos em jogos os riscos que tal projeto envolve.

Como qualquer questão sócio-científica, a transposição do Rio São Francisco deve ser analisada a partir de múltiplos pontos de vista. Mas até que ponto a

sociedade está preparada para entender os vários pontos de vistas expostos pelos diferentes atores envolvidos no projeto? Até que ponto as pessoas entendem e conseguem avaliar os riscos e benefícios e os argumentos pró e contra?

Cabe a escola preparar o cidadão para discutir essa e outras questões. Isso pode ser feito através do debate de questões polemicas e pela análise dos discursos apresentados pela mídia. É importante reafirmar que na discussão de temas polêmicos nem sempre prevalece a razão ou o conhecimento técnico-científico e a tomada de decisão pode ser fundamentada por outros tipos de valores e conhecimentos.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica, **Parâmetros Curriculares nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação. 1999.

11

BRASIL. **Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Vol 2**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

COELHO, M. A. T. **Os descaminhos do São Francisco**. São Paulo: Paz e Terra. 2005

RAZERA, J. C. C. ; NARDI, R. Ética no ensino de ciências: responsabilidades e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos. **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 11, n. 1. 2006. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol11/n1/v11_n1_a3.html> acessado em 07/09/2008.

ROCHA, G. O. **Rio São Francisco: Fator Precípua da Existência do Brasil**. CIA Editora Nacional. 1940

SADLER, T. D. The morality of socioscientific issues: construal and resolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, vol. 88, pp. 4-27. 2003.

SADLER, T. D. Moral sensitivity and its contribution to the resolution of socio-scientific issues. **Journal of Moral Education**, vol. 33, n. 3, pp. 339-358. 2004a.

SADLER, T. D. Informal reasoning regarding socioscientific issues: a critical review of research. **Journal os Research in Science Teaching**. vol. 41, n. 5, pp 513-536. 2004b.

SADLER, T. D.; ZEIDLER, D. L. The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: applying genetics knowledge to genetic engineering issues. **Science Education**., vol 89, pp. 71-93. 2005.

VILLA, M. A. **Vida e morte no sertão**. São Paulo: Editora Ática. 2000.

ZEIDLER, D. L. *et al* Tangled up in views: beliefs in the nature of science and response to socioscientific dilemmas. **Science Education**, vol. 86, pp. 343-367. 2002.

ZEIDLER, D. L. *et al*. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, vol. 89, pp. 357-377. 2005.

12

ZOHAR, A.; NEMET, F. Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 39, pp. 35-62. 2002.