

Uma experiência matemática sob o enfoque cts: subsídios para discussões

A mathematical experience from a STS angle: subsides for discussions

Nilcéia A. M. Pinheiro¹

Walter Antonio Bazzo²

Resumo

No presente trabalho, buscamos apresentar os resultados de uma experiência realizada com alunos da segunda série do Ensino Médio, do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná –CEFET-PR, na cidade de Ponta Grossa. Nosso objetivo foi verificar a viabilidade de utilização da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) através de estratégias que permitissem ao aluno questionar, refletir e avaliar o envolvimento do conhecimento matemático com as questões relacionadas ao contexto científico-tecnológico e social. Tecemos algumas considerações que podem trazer à tona a relevância do enfoque CTS para o espaço de ação da matemática, de forma a elucidar o comprometimento desse saber – em conjunto com os demais saberes – para com o desenvolvimento humano. A análise dos dados apontou para a pertinência de introduzir debates, análises escritas e leituras em sala de aula, como forma de romper com a concepção positivista e promover uma nova forma de entender a produção do conhecimento, destacando a responsabilidade política que os diferentes conhecimentos carregam.

Palavras-chave: Conhecimento matemático, CTS, Ensino Médio

Abstract

In the present paper, we have sought to present the results of an experiment carried out on students during the second grades of Secondary School, from Federal Center of Technological Education of Paraná -CEFET/PR, in Ponta Grossa city. Our aim was to verify the feasibility use of STS (Science, Technology, and Society) approach through strategies that allowed students the questioning, contemplation and evaluation of mathematical knowledge involvement of the scientific-technological and social context related matters. We have thought about some considerations that might emerge from the relevance of STS perspective for mathematics surrounding space of action, in a way to clarify the commitment of such knowledge – in conjunction with other knowledges - to human development. The relevance to introduce debates, written analyses and readings in classroom has been pointed out by data analysis, as a way of breaking the positivist conception off and promoting a new form of understanding the knowledge creation, highlighting the political responsibility carried out by different knowledges.

Key-words: Mathematical knowledge, STS, Secondary School

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Introdução

Aliada à tecnologia, a ciência tem conseguido transformar numerosos espaços dentro de nossa sociedade. Nessas transformações, é possível identificarmos os benefícios e também os numerosos riscos que acompanham a sede pelo desenvolvimento científico-tecnológico. Na busca constante pelo progresso, ciência e tecnologia passam a ser vistas como conhecimentos isolados das relações sociais. São concebidas como algo que tem vida própria, independente dos motivos e agentes que as criam e as utilizam. Nesse contexto, o desenvolvimento tecnológico - associado ao científico - é visto pela maioria das pessoas como um fenômeno que não só constitui avanço para a sociedade, mas que também determina suas condições de evolução e progresso.

Seduzidos pelo progresso, à procura de soluções para nossos problemas, dificilmente questionamos a introdução de um novo artefato ou mentefato tecnológico em nosso cotidiano. Para a maioria das pessoas é pouco provável que o avanço científico-tecnológico possa trazer malefícios. A sociedade em geral acredita que ciência e tecnologia são agentes desenvolvidos pelo homem para contribuir com a humanidade. São raras às vezes em que paramos para comparar o que teria maior peso: os malefícios, ou os benefícios.

É nesse sentido que a ciência e a tecnologia utilizam-se dos conhecimentos para manipular a maneira como percebemos a realidade. Em virtude disso, é comum vermos que a grande maioria das pessoas crê, sem restrições, nos resultados obtidos por meios tecnológicos. Imaginemos, por exemplo, a construção de um modelo para descrever a evolução do número de desempregos numa cidade. O próprio conceito de desemprego causa divergência entre os economistas. Dependendo da compreensão do que é um desempregado, haverá modelos diferentes ou, mesmo, contrapostos. Assim, é preciso tomar muito cuidado ao recebermos tais informações, pois muitos dados importantes podem estar escondidos por detrás dos números, das probabilidades, enfim, de valores que nos parecem inocentes.

Precisamos, portanto, ir além do conhecimento científico-tecnológico. Urge agora, mais do que nunca, incentivar a sociedade, dando às pessoas subsídios não só para que entendam o que é ciência e tecnologia, mas também para que saibam como elas se processam, a quem atendem e por que esse atendimento acontece. É preciso que nós saibamos compreender e julgar a veracidade das evidências apresentadas pela ciência e pela tecnologia, bem como sejamos capazes de comparar essas evidências com outras variáveis envolvidas no processo, a

² Universidade Federal de Santa Catarina

fim de que possamos tomar decisões mais precisas em relação a um problema que envolva os vários ramos de nossa sociedade.

É urgente que discussões, reflexões e ações possam ser iniciadas em todos os níveis da sociedade, como medidas que possam avaliar até que ponto a ciência e a tecnologia que hoje estamos criando e incentivando a criar superam as perdas. Precisamos dar início a uma ação conjunta, que talvez leve algum tempo para frutificar; uma ação, porém, que possa ser semeada em vários lugares e em cabeças diferentes. Nesse sentido, acreditamos que a escola pode ser um ambiente adequado para que as ações possam ser iniciadas.

A instituição escolar é o lugar por onde, anualmente, passa uma grande quantidade de pessoas. Nossos governantes, pessoas com poder de decisão, pessoas com condições de mudar toda a política de um país, certamente um dia a freqüentaram. É na educação que tudo começa. Por isso, entendemos que a oportunidade de a escola aderir às necessárias mudanças não pode ser desperdiçada. Como integrante da sociedade tecnológica, a comunidade escolar precisa buscar caminhos para a formação de uma consciência crítica, a qual atinge um patamar de profunda relevância frente aos impactos sociais causados pela ciência e pela tecnologia. Nesse sentido, afirma Mortimer (2001, p. 107), *"[...] a educação científica que se pretende neutra é ideologicamente tendenciosa. Ao invés de preparar o cidadão para participar da sociedade, pode reforçar valores contrários ao ideal de democracia e de cidadania, ao não questioná-los."*

Parece-nos, pois, que o papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é *"[...] habilitar o aluno a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar de forma crítica e consciente, dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido."* (GIARDINETTO, 1999, p. 171).

Dessa maneira, compreendemos que um dos papéis mais importantes a ser desenvolvido pela escola e os elementos que nela atuam é o de proporcionar uma alfabetização contínua. Uma alfabetização que possa habilitar o aluno a compreender a realidade ao seu redor, no sentido natural e social, participando de forma avaliativa e consciente dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual está inserido. Nesse sentido, acreditamos que novos enfoques tenham que ser estabelecidos, para que as necessárias mudanças possam acontecer no trabalho em sala de aula.

Logo, como docentes-pesquisadores, acreditamos que através da educação é possível modificar as ações tomadas em nosso país. Pensamos que cabe a cada um de nós refletir sobre a parcela de contribuição da área de conhecimento com a qual trabalhamos, para que

discussões e reflexões comecem a acontecer. Desse modo, devido à nossa formação, nos preocupamos com a contribuição que o conhecimento matemático pode dar, como saber crítico e questionador dos assuntos que envolvem a ciência, a tecnologia e a sociedade.

Acreditamos que as estratégias de ensino que permitem discutir questões que envolvam a ciência, a tecnologia e a sociedade (enfoque CTS¹) possam ser incluídas em todos os graus de ensino nos quais o conhecimento matemático se faz presente. No entanto, como estamos mais próximos da realidade do Ensino Médio, desenvolvemos nossa experiência nesse contexto de ensino.

CTS e Conhecimento Matemático

Percebemos que existe hoje uma grande necessidade de se promover amplo processo educacional, no qual se compreenda a relevância de uma alfabetização científico-tecnológica reflexiva. Necessitamos de uma educação que possa dar subsídios ao cidadão, tornando-o capaz de entender e propor alternativas, bem como de expressar opiniões e tomar decisões bem fundamentadas, de forma que estas não fiquem apenas nas mãos de seus representantes. Diante disso e dos impactos que comumente dizem respeito à ciência e à tecnologia, a avaliação dos conhecimentos científicos e tecnológicos configura-se como uma grande necessidade. Os riscos derivados de tais impactos têm sido valorizados à luz dos interesses da sociedade e de seus membros.

Nesse sentido, ressaltamos a importância do enfoque CTS no âmbito educativo. Seu objetivo é uma alfabetização científico-tecnológica voltada para a reflexão, de modo que possa propiciar a formação de amplos segmentos sociais, condizentes com a nova imagem da ciência e da tecnologia que emerge do atual contexto social. Em outras palavras, de acordo com Cutcliffe (1990), tal alfabetização visa a motivar os estudantes na busca de informações relevantes e importantes sobre as ciências e as tecnologias da vida moderna, com a perspectiva de que possam analisá-las e avaliá-las, refletir sobre essa informação, definir os valores nela implicados e tomar decisões a respeito, reconhecendo que sua própria decisão final está inerentemente baseada em valores.

De forma geral, o enfoque CTS pode ser entendido como "[...] *uma área de estudos onde a preocupação maior é tratar a ciência e a tecnologia tendo em vista suas relações, consequências e respostas sociais.*" (BAZZO, 1998). Sob esse enfoque, o papel do professor é o de criador de espaços que promovam atitudes criativas, críticas, de maneira que os

argumentos e contra-argumentos, baseados nos problemas propostos possam ser debatidos e resultem numa solução construída coletivamente.

Em face dessas colocações, é preciso refletir sobre o compromisso que cada área de conhecimento escolar leva consigo. As diversas áreas precisam desenvolver linhas de questionamentos e discussões a respeito de sua contribuição no entendimento do desenvolvimento científico-tecnológico.

É nesse contexto que ressaltamos a importância do conhecimento matemático, o qual é fundamental no encaminhamento das discussões e reflexões críticas a respeito da ciência e da tecnologia em sua relação com a sociedade. Seu significado vai muito além de agrupar números em fórmulas e executar operações complicadas. Ele permite também derrubar armadilhas, truques e mitos estatísticos que possam estar, de forma inocente, por detrás da apresentação de dados científico-tecnológicos, servindo muitas vezes, como instrumento de dominação para os grupos melhores sucedidos de nossa sociedade.

É preciso que nossos alunos percebam que vivemos num mundo estimado, analisado e estudado a partir de modelos que, em sua maioria, são matemáticos. A ciência e a tecnologia avançam, muitas vezes, através de previsões e estimativas vindas de um modelo matemático.

Todavia, mesmo diante de toda a importância que a matemática reconhecidamente tem no contexto de nossa sociedade, em nossas escolas ela é ainda ensinada e apresentada sem que nenhum esforço se faça para mostrar à juventude a história social desse conhecimento. Também não é enfatizada a relevância desse conhecimento em nossa vida cotidiana e nem se mostra ao aluno o quanto depende dele a sociedade civilizada. A matemática ainda é vista como um conhecimento neutro, sem nenhum vínculo ou responsabilidade com o contexto social.

Precisamos ressaltar a importância que a matemática vem tendo no desenvolvimento do aparato científico-tecnológico de nossa contemporaneidade, sem omitir a sua contribuição histórica no desenvolvimento das várias tecnologias produzidas pelo homem. É preciso que fique clara sua importância, não apenas na produção de novas tecnologias, mas também na avaliação e reflexão sobre a utilização desses conhecimentos tecnológicos na sociedade.

Cabe ao conhecimento matemático subsidiar o necessário embasamento aos alunos, de forma que eles possam melhor representar a realidade e adquirir ferramentas que lhes possibilitem a resolução de problemas, bem como o desenvolvimento de habilidades que lhes permitam criticarem e posicionarem-se frente aos problemas sócio-político-econômicos, buscando as melhores soluções.

Relato de uma experiência

Ao desenvolver nossa prática pedagógica no ensino de matemática, percebemos que o enfoque abstrato, quantitativo e rigoroso, suscita no ensino-aprendizagem dessa disciplina um caráter demasiado acadêmico, neutro e distante das experiências cotidianas dos alunos, dificultando a preparação destes como cidadãos críticos de seu contexto social.

Entendemos que é necessário ultrapassar a meta de uma aprendizagem apenas de conceitos e de teorias relacionadas com conteúdos abstratos e neutros. Precisamos de um ensino mais crítico e reflexivo que proporcione uma melhor compreensão, apreciação e aplicação da ciência e da tecnologia, levando em conta as questões sociais e entendendo que, tanto a ciência, quanto a tecnologia são resultados do saber humano e que portanto, estarão sempre presentes em nossas vidas.

É mediante a este cenário que percebemos a importância de trazer para o ensino da matemática o enfoque CTS, no sentido de dotar os alunos de habilidades e competências que os tornem capazes de debater e discutir problemas que permeiam a sociedade onde estão inseridos.

Com base nessa questão, realizamos uma experiência de ensino procurando aplicar no conhecimento matemático algumas metas do enfoque CTS. Nosso estudo se deu com os quinze alunos existentes numa turma de 2º. ano do Ensino Médio, no Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná – CEFET-PR, na cidade de Ponta Grossa. A experiência ocorreu nos meses de novembro, dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

A estratégia adotada teve por base o que Walks et al (1990) denominam de enxerto CTS. Nessa visão pretende-se introduzir nas disciplinas dos currículos temas CTS, com o objetivo de levar os estudantes a serem mais conscientes das implicações da ciência e da tecnologia. Sendo assim, nos utilizamos de filmes, discussões e análises escritas entendendo que a matemática, também poderá contribuir nas discussões que envolvem o contexto científico-tecnológico.

Através da experiência realizada, pretendemos oferecer ao aluno não só a possibilidade de aquisição de conhecimento científico-tecnológico, mas também de criação de oportunidades para que ele desenvolvesse habilidades e atitudes desejáveis na formação de um cidadão que irá atuar nas primeiras décadas do século XXI e que deverá estar atento às

mudanças rápidas que o contexto social vem sofrendo, podendo assim agir com prudência e reflexão.

A fim de possibilitar a aquisição de novo conhecimento científico, como também, o desenvolvimento de habilidades e atitudes, procuramos desafiar os alunos para que, por meio de reflexões, questionamentos e comparações, pudessem perceber a influência que a matemática exerce em âmbito científico-tecnológico e social. O plano foi elaborado também para que se propiciasse uma nova postura ao professor, colocando-o como participante de um grupo que descobre e aprende em conjunto. Para tanto, partimos da seguinte questão: qual a influência que o conhecimento matemático exerce no contexto das discussões sobre os assuntos referentes à ciência, à tecnologia e à sociedade?

Para a análise dos dados coletados e, conseqüentemente, os resultados, o que prevaleceu foi o enfoque qualitativo de cunho interpretativo, pois este possibilita um maior aprofundamento do fenômeno em questão e insere o pesquisador no contexto em que ele ocorre, buscando descrever as perspectivas dos sujeitos envolvidos.

Descrição das atividades

Tendo a professora da classe nos permitido a utilização de algumas de suas aulas para a realização da experiência, desenvolvemos nossas atividades durante sete semanas, o que correspondeu a uma aula por semana durante o bimestre. Para poder registrar os dados coletados, uma vez que a própria pesquisadora desenvolvia as atividades através da observação participante², procuramos filmar as aulas, para depois poder analisar os dados.

Atividade inicial

Alguns estudos desenvolvidos por Acevedo (2004a); Acevedo, Massanero, Vazquez (2004b); Diaz (2002); Diaz, Alonso, Massanero (2003, 2004); Rubba e Harkness (1993, 1996), têm procurado discutir sobre as concepções que alunos, e também professores apresentam em torno da relação ciência, tecnologia e sociedade.

Na maioria dos casos, parte dos docentes e quase que a totalidade dos alunos, considera que a tecnologia em sua posição é inferior à ciência, sendo considerada a primeira como uma aplicação da segunda. Isso tem gerado uma compreensão de que ciência e tecnologia são atividades neutras, objetivas, imparciais, autônomas e destituídas de valor. Ciência e tecnologia têm sido caracterizadas como promotoras do bem estar e solucionadoras de qualquer problema que possa aparecer. Alvarez (2004) coloca que a ciência tem sido vista

como benfeitora. Vê-se na ciência e na tecnologia o caminho para o desenvolvimento econômico e social, colocando-as de fora do contexto sócio-cultural.

As pesquisas acima referenciadas nos dão uma noção das concepções que principalmente os alunos têm exposto sobre a ciência, a tecnologia e sua relação com a sociedade. Apesar de nosso principal objetivo não ser uma reflexão profunda sobre as concepções que os alunos envolvidos em nossa experiência apresentavam sobre o referido assunto, pensamos ser pertinente fazer essa sondagem, para poder decidir de qual ponto poderíamos iniciar nosso experimento e até que ponto poderíamos aprofundá-lo.

Sendo assim, no primeiro dia de nossas atividades distribuímos aos alunos um questionário com questões que nos permitissem estar verificando quais as concepções que eles tinham sobre ciência, tecnologia, matemática e suas implicações no contexto social.

Desse modo, encaminhamos aos alunos as seguintes questões:

1) O que você entende por matemática?
2) Qual é a importância da matemática para nossa sociedade?
3) Você acha que a matemática exerce alguma influência no desenvolvimento científico-tecnológico?
4) O que você entende por ciência?
5) O que você entende por tecnologia?
6) Você poderia estabelecer alguma relação entre ciência, tecnologia, matemática e sociedade?
7) Poderíamos viver sem ciência e sem tecnologia? Por quê?

Ao analisar as respostas das perguntas acima propostas, pudemos perceber que algumas eram semelhantes. Diante disso, consideramos viável dispô-las em categorias para posterior análise.

Pergunta	Categoria	Percentual
1- O que você entende por matemática	• ciência que estuda acertos, erros, números e dá respostas exatas	53%
	• estudo dos números e suas relações com a sociedade	34%
	• ferramenta que ajuda a resolver os problemas na sociedade	13%

2- Qual a importância da matemática para nossa sociedade?	•em tudo encontramos matemática. (Inclusive citam exemplos)	81%
	•importante para o desenvolvimento da sociedade, auxiliando na tecnologia e na evolução humana	13%
	•para fazermos cálculos e controlar a nossa vida	6%
3- Você acha que a matemática exerce alguma influência no desenvolvimento científico-tecnológico?	•a matemática ajuda a produzir mais ciência e mais tecnologia, pois essas dependem da matemática para realizar seus experimentos e dar certeza a eles	100%
4- O que você entende por ciência?	• estudo, pesquisa de algo.	100%
5- O que você entende por tecnologia?	• avanço, evolução, desenvolvimento de novas técnicas	46%
	• aplicação dos conhecimentos vindos da ciência	41%
	• desenvolvimento do ser humano	13%
6- Você poderia estabelecer alguma relação entre ciência, tecnologia, matemática e sociedade?	• a ciência e a tecnologia utilizam a matemática para poder melhorar a vida em sociedade, através de pesquisas e estudos.	100%
7- Poderíamos viver sem ciência e sem tecnologia? Por quê?	• Não, pois já nos acostumamos com tudo de bom que ela nos proporciona, com a ajuda que ela nos dá para que possamos resolver nossos problemas do dia-a-dia	87%
	• Sim. Porém seríamos iguais aos primatas	13%

As perguntas acima foram discutidas posteriormente, permitindo que os alunos pudessem justificar porque haviam dado tal resposta. Além disso, durante a discussão, procuramos colocar algumas provocações: será que a ciência e a tecnologia trazem somente benefícios para a humanidade? Seriam elas atividades neutras? Qual seria a influência da matemática nesse contexto? Seria ela considerada ciência e por quê? Tais provocações

tiveram o intuito de estimular os alunos a reverem as respostas que haviam dado, de forma que pudessem repensá-las à luz do contexto onde vivem.

2ª. atividade

Após termos discutido com os alunos, sobre as questões presentes no questionário, iniciamos as atividades que envolveriam leitura, discussão e análise escrita. A primeira delas teve como objetivo, discutir e fazer uma análise crítica de um dos itens do artigo “Uma reflexão sobre a importância do conhecimento matemático para a ciência, para tecnologia e para sociedade”, de Pinheiro (2003)³.

Durante as discussões, os alunos poderiam dar suas opiniões através de uma pré inscrição, respeitando seu momento de ouvir e falar. Nessa primeira atividade, percebemos que os alunos estavam um pouco encabulados, com receio de falarem e serem criticados por estarem comentando algo que não condizia com o assunto. Sendo assim, alguns deles optaram por não fazer colocações orais sobre o texto, preferindo expor sua opinião posteriormente, através da análise escrita.

De forma geral, tanto durante a discussão como nos relatos escritos, os alunos colocaram que acharam muito interessante poder falar sobre a matemática e resgatar a forma como os conceitos que hoje temos foram introduzidos em nosso contexto. Comentaram que é importante conhecer os fins para os quais esses conhecimentos surgiram, ressaltando que a matemática não é uma atividade neutra, pois tudo que se conhece desse conhecimento surgiu para resolver algum problema de nossa realidade. Além disso, destacaram que a matemática sempre foi concebida por eles como exata, ou seja, suas respostas são sempre consideradas confiáveis e indiscutíveis. Podemos perceber suas posições nos comentários de alguns alunos:

“Para mim a matemática era sempre exata, nunca pensei que houvesse diferença entre preciso e exato. Normalmente em matemática, nós só discutimos “qual é a resposta?” e não se aquela resposta é adequada para esse ou aquele problema. É importante discutir sobre a matemática e não apenas aprendê-la.” (A 1)

“Geralmente não paramos para discutir sobre a influência da matemática em nossa vida. Achamos que tudo que existe está certo e que não devemos questionar; afinal, a matemática é uma área exata, ou seria, uma ciência exata?” (A 4)

Analisando os comentários feitos pelos alunos, percebemos que até mesmo nós, enquanto docentes, muitas vezes não questionamos uma resposta matemática. Isso faz com que a matemática seja vista como representante da ideologia da certeza, a qual é considerada “[...] uma estrutura de interpretação geral e fundamental para um número crescente de

questões que transformam a matemática em uma ‘linguagem de poder’. Essa visão da matemática – como um sistema perfeito, como pura, como uma ferramenta infalível se bem usada – contribui para o controle político.” (BORBA; SKOVSMOSE, 1997, p. 17)

Com essa visão, comentam os autores, a matemática é algo puro, geral, perfeito. Ela não pode ser influenciada por nenhum interesse social, político e ideológico. É confiável porque se aplica, sem qualquer distinção, a todos os problemas reais. Para ela não há limites, pois é sempre possível matematizar um problema. Borba e Skovsmose (1997) colocam, ainda, que a ideologia da certeza é argumento utilizado por diversos segmentos da sociedade, entre eles os meios de comunicação, o governo e as escolas. Considera-se que tudo que for expresso por números, tabelas e estudos estatísticos não tem contestação, uma vez que pode ser provado matematicamente.

Por esse motivo, dificilmente comentamos durante uma aula de matemática, para que necessidade humana aquele conhecimento surgiu, como foi construído, até que ponto ele pode nos fornecer uma resposta segura e qual sua interferência no cotidiano das pessoas. Sem nos apercebermos, carregamos conosco a ideologia da certeza mediante ao conhecimento matemático.

3ª. atividade

Ao iniciarmos cada nova atividade, acreditamos ser pertinente devolver aos alunos suas análises escritas anteriores. Isso fazia com que eles pudessem ler os comentários colocados no texto, verificando que o importante era a sua opinião. Não havendo o certo ou o errado. Dessa forma, pudemos perceber que essa estratégia os deixava mais à vontade para colocar suas opiniões de forma oral nas atividades seguintes.

Logo após distribuir aos alunos seus trabalhos e permitir que estes fizessem seus comentários, demos início a uma segunda atividade que também se baseou na leitura, discussão e análise escrita de dois textos: “Formação Crítica em Matemática: Uma questão curricular?”, de Cury e Bazzo (2001)⁴, e “Erros, fraudes e acertos”, de Lewenkopf (2003)⁵, os quais deveriam ser analisados de maneira a culminar em uma única análise escrita.

Os dois textos nos permitiram discutir com os alunos a influência da matemática quando estamos trabalhando com modelos que exigem uma certa precisão, bem como os problemas que podem aparecer quando não definimos previamente o nível de precisão necessário para interpretação do fenômeno com o qual estamos trabalhando.

Os alunos destacaram que a matemática, como ciência, pode colaborar com a tecnologia, tanto para trazer benefícios como também malefícios à sociedade. Alguns alunos fizeram seus comentários:

“Quando nos deparamos com dados, informações de nível matemático, científico, tecnológico e os relacionamos com a sociedade, devemos lembrar que eles podem ter erros, pois há uma série de fatores que influenciam esses dados, tais como aparelhos imperfeitos, já que são desenvolvidos por pessoas que também não são perfeitas [...]. Podem existir incertezas nesses dados, não podemos confiar ao pé da letra na primeira informação que temos.” (A 3)

“A utilização da matemática em assuntos científico-tecnológicos envolve vários pesquisadores de diferentes áreas, que pensam de formas diferentes também. Eles desenvolvem diferentes operações para se chegar a uma determinada conclusão, por isso não podemos confiar cegamente no primeiro resultado que obtemos em uma pesquisa.” (A 5)

“Devemos tomar cuidado quando nos utilizamos da ciência matemática para evoluir nossas tecnologias, pois é muito fácil ser enganado através dela.. Mesmo que o envolvimento da ciência, matemática, tecnologia e sociedade possa ser de benefício, precisamos pensar que nada é perfeito e nem neutro, tudo está sujeito a erros e fraudes, aí incluímos a matemática, uma vez que esse envolvimento poderá também trazer sérias consequências para a humanidade.” (A12)

Após termos feito algumas reflexões sobre a influência do conhecimento matemático no contexto científico-tecnológico, consideramos relevante trazer para os alunos a importância do enfoque CTS para as discussões sobre a matemática. Trabalhamos com eles o que vem a ser esse enfoque, suas vertentes, sua importância e objetivos.

4ª. atividade

Ao iniciar a nossa última atividade com os alunos, estávamos mais seguros de que eles já tinham condições de fazer uma análise mais crítica a respeito do assunto, uma vez que já conheciam o que era o enfoque CTS e a importância de se ter uma postura epistemológica quando temos acesso a questões que envolvem o contexto científico-tecnológico. Sendo assim, selecionamos o filme “No ritmo do sistema”⁶, com o objetivo de os alunos detectarem quais conhecimentos podemos encontrar relacionados ao desenvolvimento científico-tecnológico, entre eles o matemático, e entenderem como esse desenvolvimento pode reorganizar a vida das pessoas e criar dependências.

Nos relatos escritos pelos alunos a respeito do filme, pudemos verificar alguns pontos interessantes:

“Podemos verificar que foi através do conhecimento matemático que Henry Ford conseguiu estabelecer um controle sob as pessoas através do tempo de trabalho, do tempo que ele

determinava para que as pessoas pudessem cumprir uma determinada tarefa. Esse controle matemático também foi verificado no decorrer do filme em restaurantes fast-food, aeroportos, etc. Tudo funciona de acordo com o relógio.” (A 10)

“ Foi percebido que Henry Ford queria exercer controle sobre as pessoas, e isto foi possível através de estudos de modelos matemáticos. Com este controle conseguiu aumentar a produção, tornando o processo mais rápido, mas em consequência, os empregados estavam sendo obrigados a trabalhar como máquinas, sem direito a nada, apenas eram condicionados a rigidez e rapidez do sistema.” (A 5)

“ Para Henry Ford o que importava era o controle, o cálculo, os números que ele obtinha no final de cada dia. Esse tipo de controle aparece até nossos dias. Somos controlados pela matemática através dos cálculos que fazemos, da interpretação de um exame médico de forma quantificada, através do horário do relógio que precisamos seguir. Enfim, a matemática nos controla mesmo que possamos não nos aperceber disso.” (A 9)

Após termos realizado essa atividade, grande parte dos alunos comentou que podemos interpretar um texto, um filme e até mesmo outras fontes de divulgação, tendo como base vários conhecimentos. Dessa forma, um dos alunos relata: “[...]eu jamais tinha imaginado que seria possível retirar matemática de um filme que falava de tecnologia, linha de montagem, que não fosse o próprio conhecimento matemático utilizado para criar aquele tipo de sistema (cálculo de ângulos, medidas etc).” (A 11). Os alunos afirmaram também que nunca haviam pensado no poder que a matemática possui no sentido de condicionar os hábitos das pessoas. Comentaram que, se analisarmos as atividades que desenvolvemos em nosso dia-a-dia, é possível constatar que estas estão constantemente controladas pela matemática.

Atividade final

Depois de fecharmos as discussões e relatos sobre os textos e o filme, ressaltando a importância de se refletir sobre a influência que a ciência exerce na tecnologia e, por consequência na sociedade, distribuímos novamente, aos alunos, o questionário lançado no primeiro dia de nossa experiência. Pretendíamos verificar se depois desse trabalho de discussões realizado com eles, alguma coisa havia mudado na sua percepção de ciência, tecnologia, sociedade e matemática.

Sendo assim, constatamos que o entendimento dos alunos sobre o que vem a ser matemática, sua importância para a sociedade e sua influência/relação com o desenvolvimento científico-tecnológico, vai além do estudo ou da ferramenta que serve de auxílio para as outras ciências. Eles começam a perceber que o conhecimento matemático contribui na compreensão dos processos científico-tecnológicos. No entanto, ressaltam que a influência exercida pela matemática, tanto serve para produzir ciência e tecnologia que ajudam a sociedade, como pode ser usada na produção de conhecimentos científicos e

tecnológicos que possam vir a prejudicar as pessoas. Afirmaram também, que sem a matemática outras ciências e a própria tecnologia não teriam como avançar e trazer suas produções para sociedade.

Os alunos passam a analisar a matemática como ciência que pode tanto influenciar, como ser influenciada por fatores externos, entre eles as outras ciências e a tecnologia, às quais está intimamente ligada. Destacaram que ciência, tecnologia, matemática e sociedade dependem muito dos interesses - políticos, econômicos etc - de quem as está utilizando, ou seja, o resultado final pode não ser aquele que venha a beneficiar um maior número de pessoas.

Por fim, todos ressaltaram que é importante discutir e refletir sobre a matemática, para não se deixar levar por propagandas enganosas, tomando decisões precipitadas que venham a causar prejuízos futuros. Constatamos isso através de seus comentários:

“Eu percebo a matemática como uma ciência que nem sempre é exata, porém apresenta níveis de precisão, podendo nos apoiar na resolução dos mais variados tipos de problemas.” (A 2)

“A matemática é uma ciência assim como qualquer outra, podendo influenciar e ser influenciada, contribuindo para as desigualdades sociais, facilitando situações para uma das partes.” (A 9).

“Tanto a matemática como as outras ciências, foram criadas com algum objetivo, portanto não são atividades neutras. Assim, tanto elas podem ajudar as pessoas a resolverem seus problemas como também podem ser utilizadas de má fé, contribuindo para o benefício de uns e prejuízo de outros.” (A 1).

Em relação ao que os alunos entendem por ciência e tecnologia, percebe-se que do primeiro questionário para o segundo, eles conseguiram aprofundar um pouco mais suas respostas, pois afirmam que ciência além de ser o estudo e pesquisa de fenômenos que acontecem na sociedade, ela ajuda a produzir tecnologia, embora nem sempre tenha resultados definitivos. Destacaram que a ciência pode ser influenciada por fatores externos, bem como pode também influenciar outras áreas ou setores da sociedade em geral.

Quanto à concepção sobre tecnologia, não houve significativa mudança do primeiro para o segundo questionário. O entendimento de tecnologia como avanço, evolução e aplicação da ciência permaneceu no segundo momento, na medida em que eles continuaram vendo a tecnologia, em sua totalidade, como forma de aplicação dos conhecimentos científicos. Afirmaram, contudo, que nem sempre a tecnologia traz benefícios para os seres humanos: pode facilitar nossa vida em certos momentos; porém, se não resultar de um

processo crítico-reflexivo, poderá trazer prejuízos a toda humanidade, se não em curto prazo, talvez em um prazo mais longo.

Todavia, os alunos admitem que da forma como vivemos hoje, não conseguiríamos sobreviver sem ciência e sem tecnologia. Segundo eles, *“estamos acostumados ao conforto que elas nos proporcionam.”* (A12). Colocaram que, apesar de em certos momentos a ciência e a tecnologia nos trazerem problemas, elas também estão ajudando o homem a viver melhor através dos avanços na medicina. Porém, os alunos comentaram que *“é preciso saber utilizá-las no momento certo e de forma certa, para não nos arrependermos mais tarde.”*(A13). Enfatizaram que nem todos os problemas de nosso dia-a-dia têm solução na ciência e na tecnologia, pois muitos deles *“dependem de uma reeducação e outros de uma conscientização social.”* (A 9)

De forma geral, se compararmos a seqüência do trabalho realizado com os alunos, poderemos perceber que a concepção inicial que eles tinham de ciência, tecnologia, matemática e suas relações na sociedade aproximava-se bastante da concepção que grande parte dos alunos possui⁷. Foi possível perceber que para eles, a ciência e a tecnologia foram criadas somente para o benefício da humanidade e que a matemática nada mais é que uma ferramenta imprescindível para que elas possam evoluir. Porém, no decorrer do trabalho, através das falas e registros escritos dos alunos, percebemos que, quando os deixamos refletir e discutir de forma um pouco mais aprofundada sobre o assunto, eles conseguem fazer suas avaliações de uma maneira muito mais crítica.

Assim, foi possível observar a reformulação de suas concepções sobre ciência, tecnologia e matemática, como também as relações que eles conseguiram fazer desses conhecimentos com o contexto social, do primeiro para o segundo questionário. Foi interessante verificar que as concepções foram repensadas e que os alunos, apesar de não estarem acostumados a registrar suas análises em aulas de matemática, conseguiram escrever de uma forma mais “solta” e mais completa: extrapolaram os simples “sim” e “não” costumeiros.

As estratégias de discussão oral e escrita que utilizamos, além de permitirem uma participação mais efetiva dos alunos, também propiciaram o desenvolvimento de outras habilidades, dentre as quais a criatividade; a reflexão crítica e a capacidade de argumentação.

Pensamos que, por meio de leituras, filmes e discussões, podemos desmitificar a matemática, a fim de que ela não seja considerada como mero instrumento de cálculo para os outros conhecimentos, tornando irrelevante a sua responsabilidade no contexto social. É preciso que os alunos possam compreender - e que isso parta das análises por eles feitas - que

a matemática é uma ciência e que contribui em igual patamar a outros conhecimentos no desenvolvimento tecnológico e social.

É necessário, nesta nossa sociedade tecnológica, que os alunos não somente conheçam as origens do conhecimento matemático e suas influências sobre a sociedade: eles precisam discutir essas influências e posicionarem-se frente às informações que recebem. Por outro lado, precisam também entender que o fato de a matemática ser considerada uma ciência exata, não significa que ela tenha que sempre dar respostas definitivas. O caminho percorrido pela ciência, de forma geral, nos mostra que nada é definitivo. O que é aceito como verdadeiro hoje, poderá não o ser amanhã. E o que temos hoje são apenas verdades e não “a verdade”.

Para refletir

É comum pensarmos que trazer exemplos práticos dentro do ensino da matemática – como o transcrito a seguir - é suficiente para que os alunos possam contextualizar o conteúdo: “De acordo com o protocolo de Kyoto, os países industrializados terão que reduzir até 2012 as emissões de CO₂ em 5,2% em relação aos níveis de 1990. Os EUA acumularam nos últimos 50 anos 180 bilhões de toneladas de CO₂ para 240 milhões de habitantes, tendo uma emissão máxima por habitante de 36 toneladas anuais. O Brasil tem para uma população de 160 milhões de habitantes 2,5 toneladas por habitante. Em quanto tempo o Brasil terá acumulado o nível atual dos EUA?” (ENEM, 2003). Naturalmente, os alunos fariam os cálculos e chegariam ao valor de 450 anos e o problema estaria encerrado.

Seria lamentável acontecer somente a execução do cálculo. Esse problema é rico em conteúdos CTS. Quantas questões poderiam ser discutidas com os alunos a esse respeito, como por exemplo: por que os EUA alcançam níveis tão altos de emissão de CO₂? Seria interessante chegarmos a esse nível? O que podemos fazer para reduzi-lo? O que faz com que os níveis de CO₂ aumentem? Que implicações o aumento de CO₂ traz para nosso meio?

Faz-se necessário que, além de trazermos esse exemplo prático para sala de aula, possamos entrar também em outros questionamentos, ou melhor, contextualizar a própria matemática, identificando a influência e implicação que ela exerce como ciência no contexto sócio-tecnológico.

Assim, quando desenvolvemos estratégias de trabalho, tendo em vista o enfoque CTS, a matemática passa a ser entendida como uma maneira de ver as coisas e não como o único caminho para o estudo dos fenômenos e resolução de problemas de qualquer natureza. Muito

mais do que aprender matemática, é preciso incutir nos alunos a importância de interpretar, refletir e discutir sobre a ela. Isso inclui a interpretação de problemas matemáticos de nossa realidade, como também textos e notícias que trazem informações nas quais a matemática se faz presente. Dessa maneira, não há dúvida de que a aprendizagem torna-se mais significativa, já que além de o aluno incorporar os conceitos matemáticos, ele tem oportunidade de discutir sobre esses conceitos, como surgiram e por que, e como são utilizados hoje em nossa sociedade.

Através da matemática, precisamos educar crítica e reflexivamente, numa dimensão que ultrapassa os limites da matemática para o ser-sujeito pela matemática. Nesse contexto, as pessoas passam a indagar ou inquirir a vida através da matemática. Esse questionamento é acompanhado da reflexão, que abre os horizontes de compreensão do sujeito na interação com a realidade.

Assim, sua presença nas escolas deve ser vista além de uma ferramenta necessária às demais ciências. Seu principal papel é dotar os cidadãos de subsídios que lhes permitam interpretar os dados, questionando-os e tomando decisões assertivas em busca das melhores soluções para a sociedade. É nesse sentido que acreditamos ser o enfoque CTS um eixo profícuo para que as mudanças em nossas estratégias de ensino possam começar a acontecer.

Notas

- 1- CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade
- 2- De acordo com Cruz Neto (1994), a observação participante estabelece uma relação face a face com os observadores e observados, permitindo-lhes mudar e serem modificados pelo contexto.
- 3- No item discutido desse artigo, a autora enfatiza a importância do conhecimento matemático em sua íntima relação com a ciência, com a tecnologia e com o contexto social, tendo como respaldo o enfoque histórico sobre a idéia de precisão. Comenta, que os estudos até então realizados, buscavam explicar a essência e a qualidade dos objetos, porém Galileu buscou quantificar esses objetos, dando um grande impulso para uma ciência matematizável, transformando o mundo do "mais ou menos", o que resultou em profundas transformações científicas e tecnológicas.
- 4- Em relação ao citado texto – um artigo – foi discutido em classe um item que fala sobre um acidente causado por um míssil na guerra do Golfo, sendo o motivo principal desse acidente um erro de arredondamento matemático.
- 5- Todo o artigo em questão foi lido e discutido. Nele o autor comenta que por mais que a ciência esteja relacionada a um ideal de verdade absoluta e perfeita, não devemos esquecer que ela evolui através do esforço de cientistas e equipamentos imperfeitos. Comenta, também, que no estudo dos fenômenos científicos pode haver erros honestos, ou fraudes, dependendo do lado que se quer beneficiar.

- 6- O filme apresenta como Henry Ford desenvolveu seu sistema de produção para o modelo de carros “T”, sua influência para sociedade e a forma de trabalho das pessoas. Mostra, também, como estamos à mercê do desenvolvimento tecnológico e de como a tecnologia reorganiza o nosso cotidiano. Nesse filme, percebemos também a implicação de cada conhecimento no progresso científico-tecnológico.
- 7- Com base nas pesquisas realizadas por Acevedo (2004a); Acevedo, Massanero, Vazquez (2004b); Diaz (2002); Diaz, Alonso, Massanero (2003, 2004); Rubba e Harkness (1993, 1996).

Referências Bibliográficas

ACEVEDO, J.A. Una breve revisión de las creencias CTS de los estudiantes. **Sala de Lecturas CTS+I de la OEI**. <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo.htm>>, 2004a

_____; MANASSERO, M.A. y VÁZQUEZ, A. Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. **Revista Iberoamericana de Educación**, edición electrónica *De los Lectores*. <<http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/Acevedo.PDF>>, 2004b

ALVAREZ, F. M. Hacia una visión social integral de la Ciencia y la Tecnología. **Sala de Lecturas CTS+I de la OEI**. <<http://www.campus-oei.org/salactsi/vision.htm>>, 2004

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da Educação Tecnológica**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

_____; CURY, Helena Noronha. Formação Crítica em Matemática: uma questão curricular? **Bolema**, São Paulo, ano 14, n. 16, pp. 29-47, 2001.

BORBA, M. C.; SKOVSMOSE, O. The ideology of certainty in Mathematics Education.. **For the Learning of Mathematics**, Ontario, v. 03, n. 17, , pp. 17-23, 1997.

BRASIL, Ministério da Educação - MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica - SEMTEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, MEC/SEMTEC, 1999, 4v.

BRASIL, Ministério da Educação - MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica - SEMTEC. **Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM**. <http://www.inep.gov.br/basica/enem/provas_gabaritos/gabaritos2003.htm>, 2004

CUTCLIFFE, S. CTS: um campo interdisciplinar. In: MEDINA M.; SANMARTIN, J. **Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública**. Barcelona: Anthropos, 1990.

DIAZ, José Antonio Acevedo: ALONSO, Ángel Vázquez; MASSANERO, M^a Antonia; ROMERO, Pilar Acevedo. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias** vol. 2, n. 3, 2003

_____ Actitudes y creencias CTS de los alumnos: su evaluación con el cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad. **Revista Iberoamericana de Educación**, edición electrónica *De los Lectores*. <<http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores>>, 2004

_____ ; ALONSO, Ángel Vázquez; MASSANERO, María Antonia. Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la Ciencia mediante el cuestionario de opiniones CTS. **Sala de Lecturas CTS+I de la OEI**. <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo.htm>>, 2004

GIARDINETTO, José Roberto Boettger. **Matemática escolar e matemática da vida cotidiana**. Campinas, SP: Autores Associados, 1999.

LEWENKOPF, Caio. Erros, fraudes e acertos. **Ciência Hoje**, São Paulo, v. 32, n. 192, pp. 40-41, 2003.

MORTIMER, Eduardo Fleury; SANTOS, Widson Luiz P. Tomada de decisão para a ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, Rio Grande do Sul, v. 07, n. 1, pp.95-111, 2001.

NETO, Otávio Cruz. O trabalho de campo como descoberta e criação. In: DESLANDES, Suely Ferreira. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994

NO RITMO do Sistema. Direção Henry Singer. Londres: BBC: Série White Hite, 1999. 1 filme (48 min): son, color.; 16 mm.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. Uma reflexão sobre a importância do conhecimento matemático para a ciência, para tecnologia e para sociedade. **Publicatio UEPG**, Ponta Grossa, PR, v. 11, n. 1, jun, pp.21-31, 2003.

RUBBA P.A., SCHONEWEG, C.; HARKNESS, W.L. A new scoring procedure for the Views on Science- Technology-Society instrument. **International Journal of Science Education**, 18(4), pp. 387-400, 1996

_____ P.A. ; HARKNESS, W.L. Examination of Preservice and In-Service Secondary Science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions. **Science Education**, 77(4), 407-431, 1993.

WALKS, L. Educación em ciência, tecnologia y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. **Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública**. Barcelona: Anthropos, 1990.