



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"



O Potencial das Questões Sociocientíficas para Argumentação e a Mobilização de Conceitos Físicos: O Caso da Eletrossensibilidade

Danilo Okimoto, Adriana Bortoletto, Luis Eduardo Birello Arengi: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Licenciatura em Física, okimotodanilo@gmail.com, adribortto@dfq.feis.unesp.br, luisbirello@gmail.com.

Eixo 1: "Direitos, Responsabilidades e Expressões para o Exercício da Cidadania".

Resumo

O objetivo deste trabalho é analisar o potencial que uma situação de ensino de física fundamentada na abordagem de questões sociocientíficas e na argumentação possui em mobilizar os conteúdos específicos de Física em sala de aula. Essa experiência de ensino que foi desenvolvida no terceiro ano do Ensino Médio de uma Escola Pública Estadual do interior do Estado de São Paulo – Brasil. A turma era composta por 32 alunos e foi elaborada uma sequência didática abordando a temática sociocientífica da Eletrossensibilidade com duração de onze aulas, ao final do ano de 2014. Os dados foram constituídos por meio de gravação em áudio que posteriormente foram transcritos e analisados com base no referencial teórico de argumentação de viés pragmático e das Questões Sociocientíficas. Os dados foram gravados no intuito de avaliarmos as potencialidades e insuficiências da sequência didática associada ao desenvolvimento da prática de ensino. As aulas analisadas revelaram o grande potencial das questões sociocientíficas para promover a argumentação entre os alunos e professor (estagiário) e o desenvolvimento conceitual do conhecimento físico nas aulas subsequentes.

Palavras Chave: Ensino de Física. Argumentação. Questões Sociocientíficas Eletrossensibilidade.

Introdução

Diversas são as pesquisas que apontam a importância das Questões Sociocientíficas (QSCs) para o ensino de física (KOLSTO, 2001. KOLSTO, 2006; ALBE, 2008).

As questões sociocientíficas são definidas por situações reais que fazem parte do cotidiano das pessoas. São situações complexas que envolvem produtos da Ciência e da Tecnologia como, por exemplo, tratamento com células troncos,

Abstract:

The objective of this study is to analyze the potential that a physics teaching situation grounded in socio-scientific issues approach and argumentation has to mobilize the specific contents of Physics in the classroom. This teaching experience was developed in the third year of high school in a State Public School the interior of São Paulo State - Brazil. The class was comprised of 32 students and a didactic sequence was developed dealing social-scientific issue of Eletrossensibilidade with a duration eleven classes at the end of 2014. The data were constituted by audio recording that were subsequently transcribed and analyzed based on theoretical framework of pragmatic bias argumentation and socio-scientific issues. Data were recorded with the aim of evaluate the strengths and weaknesses of the didactic sequence associated with the development of teaching practice. Classes reviewed revealed the great potential of socio-scientific issues to promote argumentation between students and teachers (trainee) and the conceptual development of physical knowledge in subsequent lessons.

Keywords: Physics teaching, Argumentation, Socio-scientific issues, eletrossensibilidade.

xenotransplantes, produção de energia, aquecimento global, vacinas dentre outros. Para o entendimento dessas temáticas é requerido a mobilização de áreas do conhecimento como a política, economia, ética, moral, geografia, além dos além dos saberes da Ciência.

Na perspectiva do ensino de Ciências, essa abordagem de tratamento do currículo escolar potencializa a reconstrução do sentido e validade do conteúdo específico de sala de aula para vida privada. As aulas que eram pautadas apenas na resolução de exercícios do livro texto, abrem espaço



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROGRAME DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

para atividades que envolvem o debate em sala de aula, análise de informações produzidas pela mídia, entendimento dos limites da Ciência e da Tecnologia em relação ao conceito de bem-estar e segurança.

Segundo Sadler (2006) um ensino fundamentado nas QSCs envolve o desenvolvimento do raciocínio científico. O raciocínio científico é um constructo teórico que está subordinado a aspectos de uma prática de ensino e aprendizagem voltada para cidadania. Logo, em um ensino que está sendo desenvolvido em um contexto sociocientífico é imprescindível que os alunos: 1) reconheçam a complexidade inerente as QSCs; 2) Examinem as múltiplas perspectivas e especialistas envolvidos; 3) Compreendam que as temáticas sociocientíficas são de contínua investigação, pois muitas vezes envolvem conhecimentos de fronteira da ciência e outras incertezas que fazem parte da natureza da ciência; e 4) Desenvolvam um olhar analítico e cético para informações que possam estar possivelmente enviesadas.

As atividades escolares que estão fundamentadas em uma abordagem sociocientífica potencializa o desenvolvimento de práticas argumentativas em sala de aula, discussões a respeito da natureza da ciência e fomenta a aprendizagem de conteúdos científicos para que os alunos tenham entendimento da controvérsia (SADLER; DONELLY, 2006; NIELSEN, 2011).

O ensino direcionado para a formação da cidadania, envolve discussão e engajamento social, assim como para o aumento da conscientização dos alunos e, para o desenvolvimento do raciocínio moral e ético (Lima et al, 2013). Tal enfoque trabalha com a criticidade do aluno, uma vez que objetiva elaborar maneiras para que ele passe a se envolver mais com os aspectos sociais, científicos e morais de uma temática sociocientífica, de modo a ponderar as notícias advindas das fontes de informação.

Pesquisadores em Ensino de Ciências afirmam que a argumentação é uma habilidade importante a ser desenvolvida com os alunos se objetivarmos que eles tenham uma educação em Ciência e sobre a Ciência (DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; KUHN, 1993). A argumentação faz parte do empreendimento científico, no qual afirmações, evidências e justificações são colocadas em discussão no intuito de compreender o fenômeno estudado. Além disso, também se constitui como

ação que possibilita a evolução conceitual na aprendizagem de conceitos físicos e na percepção das concepções alternativas pelos próprios alunos (NUSSBAUM, GALE, POLIQUIN, 2008).

Segundo Leitão (2011) a argumentação não é apenas uma ação discursiva, mas uma forma de pensamento que ocorre em situações individuais como coletivas.

A argumentação potencializa o desenvolvimento do pensamento reflexivo devido às características inerentes ao processo argumentativo e ao argumento como produto. Essas características estão associadas à construção de um argumento (afirmação seguido de uma justificativa) a nível individual e a contra-argumentação, refutadores e evidências em relação à dimensão coletiva do processo de discussão (LEITÃO, 2011).

A dimensão coletiva da argumentação possui um ponto fundamental que é a oposição em relação a diferentes pontos de vista apresentados em uma situação de controvérsias. Situações de sala de aula que envolva a contraposição de ideia referente a um conteúdo específico é altamente profícuo no desenvolvimento de condições para o entendimento dos conteúdos científicos escolares.

Para que uma discussão em sala de aula faça o seu papel enquanto estruturante do processo de ensino e aprendizagem é importante compreender quais as condições mínimas para que uma discussão tenha o objetivo de formação do aluno.

Felton e Khun (2001) apontam que as habilidades argumentativas são desenvolvidas em contextos sociais que requerem posicionamentos associadas a elas. Logo, os autores afirmam que contextos sociais como o da sala de aula são vantajosos para que os alunos aprendam a argumentar frente ao engajamento coletivo do que em situações de ensino e aprendizagem individuais.

Neste contexto, o papel do professor se torna fundamental na sustentação e coordenação de ações em sala de aula. Isso porque, os argumentos no início de uma controvérsia são fracos, sendo caracterizada principalmente como uma afirmação seguida de uma justificativa. Porém, eles tendem ficarem mais completos decorrentes dos desafios e questionamentos propostos pelos os outros participantes (FELTON; KUHN, 2001; LEITÃO, 2011). Porém, além do desenvolvimento dessas habilidades discursivas, o entendimento da discussão e a importância do mesma para



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROFESSORIA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

compreensão do tema muitas vezes ficam marginalizados.

Leitão (2011) questiona a respeito de quais seriam as demandas para o professor, para que as discussões e possíveis argumentações fossem de fato produtivas para a formação dos alunos em relação ao conteúdo escolar, assim como, a outras dimensões do desenvolvimento humano.

As práticas discursivas cujo foco é a argumentação demandam de ações que levem em consideração três indicadores: 1) Ações que possibilitam como a abordagem de temas curriculares ou controversos que contribuam para o surgimento da argumentação; 2) Situações que ampliam e sustentam a argumentação e 3) ações que construam realmente um entendimento a respeito do tema discutido e valorize o conhecimento construído durante o processo (LEITÃO, 2011).

Os indicadores apresentados por Leitão (2011) estão associados desde o planejamento das estratégias de ensino do professor em sala de aula, os objetivos de ensino, ações discursivas que fomentam a participação dos alunos como, por exemplo, objeções, valorização de diferentes pontos de vistas e justificativas.

Objetivos

O nosso objetivo é analisar o potencial que uma situação de ensino de física fundamentada na abordagem de questões sociocientíficas e na argumentação possui em mobilizar os conteúdos específicos de Física em sala de aula.

Material e Métodos

Trata-se de uma experiência de ensino que foi desenvolvida em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio de uma Escola Pública Estadual do interior do Estado de São Paulo – Brasil. A turma era composta por 32 alunos e foi elaborada uma sequência didática abordando a temática sociocientífica da eletrossensibilidade. A sequência didática teve duração de onze aulas, ao final do ano de 2014. Os dados foram constituídos por meio de gravação em áudio que posteriormente foram transcritos e analisados pelo referencial teórico apresentado ao longo do texto, porém enfatizando os indicadores de Leitão (2011).

As aulas abordaram os seguintes temas: 1) O Uso dos Celulares no Cotidiano; 2) As Duas Faces

da Eletrossensibilidade; 3) Abordagem Sistematizada dos Conceitos Físicos; 4) Ondas Eletromagnéticas e Saúde. Os objetivos de cada tema eram respectivamente: 1) Aproximar a temática da Eletrossensibilidade utilizando o celular como artefato tecnológico de forma a potencializar a interação entre os alunos com relação ao tema; 2) Problematizar a controvérsia, potencializando um processo argumentativo de forma que os alunos identificassem os conceitos físicos envolvidos como sendo o conhecimento mínimo para tomar uma posição em relação controvérsia; 3) Desenvolvimento dos conceitos físicos necessários para o entendimento do texto; 4) Discussão a respeito da interação das ondas eletromagnéticas e a saúde.

Resultados e Discussão

Aqui iremos relatar e discutir os resultados do desenvolvimento da sequência didática. É importante apontar que dos 34 alunos matriculados, apenas 20 frequentavam a sala de aula com assiduidade. Dos 20 alunos escolhemos seis alunos para averiguar a relação formativa que eles tiveram com a temática sociocientífica e como o professor sustentou esse processo argumentativo com os alunos. É importante destacar que argumentação não é apenas uma atividade discursiva. De forma geral, está associada à construção do conhecimento. Nesse episódio iremos analisar os movimentos argumentativos entre o estagiário e os alunos levando-se em consideração os indicadores de Leitão (2011) assim como os conhecimentos científicos mobilizados

Nas falas de 1 a 5 o estagiário inicia a discussão após a leitura do texto em sala de aula. É possível perceber que o mesmo faz um questionamento aos alunos mobilizando socialmente a sala para discussão. Na fala 2 o aluno A8 responde ao licenciando a pergunta realizada. O aluno A2 corrobora a hipótese de A8. Essa interação entre os pontos de vista dos alunos A8 e A2 é muito importante no contexto da dimensão pragmática da argumentação, pois é um indicador de colaboração. Geralmente em situações discursivas em sala de aula, a enunciação de opiniões ou argumentos são individualizadas e expressadas diretamente ao professor. No entanto, o aluno A8 apenas emitiu uma opinião a respeito do que poderia ser a função do papel alumínio como revestimento, porém não a justificou. Logo, o professor desafia novamente o



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROGAMA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

aluno (fala 4). Os alunos não respondem e em seguida o licenciando faz um experimento com o saquinho de chips. Nesse experimento ele insere um celular dentro do saquinho e pede para um aluno ligar de outro celular. O que ocorre é que o celular não toca devido à blindagem eletromagnética ou "Gaiola de Faraday". No entanto, o professor, mesmo após o experimento não explica o fenômeno físico e os conceitos primários envolvidos no experimento. O experimento serviu apenas para corroborar a informação veiculada no texto a respeito do motivo pelo qual era usado o papel alumínio. Uma explicação do conceito físico associado a esse fenômeno não foi elaborada em sala de aula.

1. Professor: Assim o texto segue dizendo que essas pessoas que possuem EHS, se refugiaram em alpes franceses para morar em trailers revestidos de papel alumínio. Na opinião de vocês, qual a função do papel alumínio?

2. A8: Ahh professor, seguindo o que a gente está vendo, deve ser para bloquear essas ondas aí que está falando

3. A2: É (...) deve ser tipo isso mesmo!

4. Professor: Mas como funciona? Como o papel alumínio bloqueia as ondas? [Nesse momento o professor faz um experimento com o saquinho de chips]

5. A5: Professor, então não pega nada, wi-fi nada, se tiver coberto com papel alumínio?

Professor: Não, se bloqueia ondas eletromagnéticas (...)

Nas falas de 6 a 13 o estagiário avança na problematização do texto ao utilizar o exemplo da radiação eletromagnética em Ilha Solteira devido à usina hidroelétrica. Ou seja, se os moradores do Alpes franceses moram em trailers revestidos de papel alumínio, então como ficam os moradores da cidade que possui a terceira maior usina de geração de energia por hidroeletricidade? A partir desse questionamento (fala 6) se inicia o delineamento de outro conceito físico para compreender o texto. Logo, torna-se necessário o conceito de intensidade da onda eletromagnética, potência e etc..

6. Professor: Só pra colocar mais fogo na conversa, o pessoal fala que aqui em Ilha Solteira tem maior índice de câncer, um índice muito alto de câncer e eles falam que é devido a que? Devido a Usina Hidroelétrica, mas não se fizeram nenhum trabalho científico.

7. A5: Mas tem a ver professor?

8. A3: Tá falando que ele teve que se isolar dessas ondas eletromagnéticas, teve que se isolar do campo, para não ser atingido (...)eee(...)por isso revestiu a casa de alumínio

9. Professor: pode falar (...) A10.

10. A10: Assim professor, é (...) eu moro no sítio lá no cinturão verde perto da usina, aí eu tenho mais chance de ter câncer?

11. Professor: O que vocês acham pessoal? Vocês acham que ela tem mais chance?

12. A3: Mais porque maior possibilidade de ter câncer?

13. A5: Por causa disso? Da radiação?

Devido à fala do estagiário (fala 6) o aluno A5 questionou o estagiário a respeito se na cidade em que residia as condições seriam equivalentes ou mais perigosas do que o caso relatado no texto lido em sala de aula. O aluno A3 (fala 8) retoma as informações do texto tentando explicar o motivo porque os moradores dos Alpes franceses revestiram trailers com papel alumínio. É interessante observar que a sequencias de falas entre os alunos e o estagiário produziu um processo de construção de conhecimento em A3. Segundo Leitão (2011) o processo de diálogo na sala de aula desencadeia mecanismos discursivos-cognitivos que estão associados à reflexão (pensar em relação aos objetos do mundo, caso de A3) e em maior profundidade de usos de argumentos está relacionada com a metacognição (pensar sobre as próprias ideias). Logo, o pensamento verbalizado pelo aluno A3 (falas 10 e 12).

A partir da fala 14 até 28 é instaurado um processo de argumentação em que os alunos buscam ter um entendimento a respeito da polêmica em torno da eletrossensibilidade. A postura do estagiário está em inserir questionamentos no intuito de promover maior interação entre os alunos. Todavia, o estagiário não contribui com o desenvolvimento de argumentos (pontos de vista seguidos de uma justificativa.), avaliação de argumentos e construção de contra-argumentos. Apenas nas falas (21 e 27) o estagiário faz questionamentos no intuito que os alunos construíssem justificativas e contra-argumentos em relação aos pontos de vistas enunciados por eles nas falas (15-20) como é possível observar nas falas (23-26).



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROFESSORES DE EXTENSÃO CURRICULAR

14. **A3:** *Apenas esses são os motivos? Por que a maior possibilidade da doença é só o câncer ou pode ser outras coisas?*

15. **A10:** *Eles falam que são 30 metros longe, 30 metros longe, mas assim mesmo 30 metros longe dessa rede será que não tem perigo, por que o limite são 30 metros longe menos que isso eles vão destruir sua casa?*

16. **A2:** *Não por que isso eu não sei, mas pensa comigo, é se até as ondas eletromagnéticas do seu celular podem te atrapalhar, imagina uma torre de transmissão a menos de 30 metros se as ondas eletromagnéticas delas são bem maiores, você pode perceber que se você chegar perto dessas torres seus pelos começam a arrepiar de tão forte que é.*

17. **A11:** *Mas é, e se você tiver uma torre de transmissão*

18. **A5:** *É igual tem uma torre, e tem um monte de casa ao lado, tem torres que são tão potentes que pega 10km de distância a radiação*

19. **A11:** *Mas quem falou que tem torre de transmissão na praça?*

20. **A5:** *De rádio, eu estou falando.*

21. **Professor:** *Mas a torre de transmissão da rádio e de energia, gera onda eletromagnética também ou não?*

22. **Vários alunos:** *Não!*

23. **A5:** *Claro, só que em frequências diferentes.*

24. **A2:** *Professor, também acho que não tem um estudo aprofundando na divulgação disso daí, por que se isso for divulgado, o psicológico da pessoa pode começar a mudar.*

25. **A5:** *Mas se divulgar, pode começar a mudar.*

26. **A2:** *Mas pensando por esse lado, é talvez faça sentido também, tipo às vezes as pessoas trabalham meio que trabalham demais e acaba sentindo esses sintomas que o texto traz.*

27. **Professor:** *Então, vocês falaram que essa EHS, é provocada pela radiação eletromagnética*

28. **A5:** *Mas ainda não é muito comprovado.*

No trecho acima (falas 15-20) os alunos discutem a respeito da interação da onda eletromagnética com a matéria e fazem confusões a respeito da relação entre radiação e onda eletromagnética, pois apesar da onda eletromagnética ser uma forma de radiação há outras radiações que não são ondas eletromagnéticas. Logo, eles conversavam a respeito da distância que uma casa precisa estar de uma torre de transmissão de energia elétrica ou torres de televisão e celulares. Nesse sentido, o

estagiário contesta os alunos perguntando se tanto a torre de transmissão de energia elétrica como a torre de rádio produzem ondas eletromagnéticas. Quase todos os alunos respondem que não menos o aluno A5 que contesta a opinião de todos os colegas com um contra-argumento e com uma justificativa científica, ou seja, que ambas produzem ondas eletromagnéticas, mas com frequências diferentes.

Por fim, as falas dos alunos a partir do turno 24 (fala 24) evidenciam a dúvida, o ceticismo, a concepção de Ciência e a complexidade inerente ao tema. Essas evidências são de fundamental importância para o início de uma formação científica escolar. Todavia o desenvolvimento dessa formação é intimamente dependente das ações pedagógicas do professor em sala de aula, desde o preparo das atividades levando-se em consideração os objetivos específicos e as estratégias de ensino das mesmas frente ao objetivo geral de formação vinculado ao desenvolvimento da sequência didática.

No quadro abaixo realizamos uma síntese dos conhecimentos científicos mobilizados e que foram trabalhados nas aulas subsequentes a esta na qual o episódio de análise foi retirado.

Quadro 1: Conhecimentos Físicos Mobilizados. Fonte: Os Autores.

Falas	Conhecimentos Científicos Mobilizados pelo Texto	Conteúdo Específico de Física Associado
1-5	Para se protegerem de ondas eletromagnéticas moradores dos Alpes franceses revestem seus trailers com papel alumínio.	Blindagem Eletromagnética Ondas Eletromagnéticas
6-14	As ondas eletromagnéticas das linhas de transmissão provocam câncer.	Ondas Eletromagnéticas Radiação
15-28	A intensidade das ondas eletromagnéticas em relação à distância da torre de transmissão.	Espectro Eletromagnético Intensidade da Onda Eletromagnética Potência



8º Congresso de extensão universitária da UNESP

"Diálogos da Extensão:
do saber acadêmico à prática social"

Realização:

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JULIO DE MESQUITA FILHO"

PROEX
PROFESSORIA DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Conclusões

Foi possível observar que a Questão Sociocientífica da "Eletrossensibilidade" apresentou-se extremamente controversa, mobilizando os conhecimentos físicos de eletromagnetismo que foram desenvolvidos nas aulas subsequentes. A proposta de ensino permitiu o desenvolvimento de um processo de argumentação, o qual foi possível observar o papel do professor (estagiário) apenas como questionador enquanto houve maior interação dos alunos.

Essa interação entre alunos é extremamente profícua do ponto de vista da formação social e trabalho colaborativo dos mesmos para o entendimento do conteúdo em sala de aula e desenvolvimento do pensamento reflexivo e o exercício crítico a cerca dos produtos da Ciência e Tecnologia.

Agradecimentos

ALBE, V. When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socioscientific Issue. *Research in Science Education*, n.1, vol. 38, p. 67-90, 2008.
DRIVER, R.; NEWTON, P. OSBORNE, J., A. Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, n.3, vol.84, p.287-312, 2000.
FELTON, M.; KUHN, D. The Development of Argumentative Discourse Skills. *Discourse Processes*, Vol. 32, n2, p. 135-153, 2001.

KOLSTO, D., S. Scientific Literacy for Citizenship: tools for dealing with controversial socio-scientific issues. *Science Education*, vol.85, n.3, p.291-310, 2001.

KOLSTO, D., S. Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education* vol. 28, n. 14, p. 1689 – 1716, 2006a.

KUHN, D. Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, Vol.77.n3, p. 319-337, 1993.

LEITÃO, S. O Lugar da Argumentação na Construção do Conhecimento em Sala de Aula. in: LEITÃO, S; DAMIANOVIC, C.M. (orgs) *Argumentação na Escola: O Conhecimento em Construção*. Campinas, SP, Pontes Editores, 2011.

LIMA, A; MARTINS, I. As interfaces entre a abordagem CTS e as questões sociocientíficas nas pesquisas em educação em ciências. In Encontro Nacional De Pesquisa No Ensino De Ciências (Enpec), 9, 2013, Águas de Lindóia-SP. 2013.

NIELSEN, J. Arguing from Nature: The role of 'nature' in students' argumentations on a socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, Vol. 34, n.5, p.724-744.2012.

SADLER, T.; DONNELLY, L. Socioscientific Argumentation: The effects of content knowledge and morality. *International Journal of Science Education*, vol.28, n.12, 2006.

NUSSBAUM, M.; GALE, M.S.; POLIQUIM, A. Role of Epistemic Beliefs and Scientific Argumentation in Science Learning. *International Journal of Science Education*, Vol.30, n.15. p. 1977-1999, 2008.