

Explorando o sistema métrico usando atividades investigativas, com enfoque CTS

Sandro Soares Fernandes¹, Deise Miranda Vianna²

¹ Colégio Pedro II/Instituto de Física - UFRJ/Sandrorjbr@uol.com.br

² UFRJ/Instituto de Física/deisemv@if.ufrj.br

RESUMO

Buscando maior valorização do tema sistemas de unidades e um melhor entendimento desse assunto por parte dos nossos alunos, apresentamos uma proposta didática com enfoque em CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), utilizando atividades investigativas, que acompanha roteiro de apoio para os professores e material didático que visa auxiliar o aluno. A atividade foi aplicada em uma escola pública federal do Brasil e alguns dados serão apresentados. Com o professor atuando como um orientador durante a atividade, os alunos puderam compreender a importância de um sistema de medidas e dos órgãos reguladores dentro da nossa sociedade percebendo que esse conhecimento pode ajudá-los a tomar decisões em diferentes situações do seu cotidiano. A proposta desenvolvida valoriza a argumentação e o aprendizado dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de Física, Atividades Investigativas, Sistema de Unidades.

INTRODUÇÃO

As origens dos pesos e medidas perderam-se no tempo e no espaço. Desde a pré-história, a partir do momento em que o homem deixou de ser nômade, foi preciso entender e interferir nos domínios da natureza e se fez presente a necessidade de criar um calendário, estabelecer padrões de medidas que o auxiliassem no plantio, colheita e trocas de mercadorias (LONDRON, 2007). Nesse sentido, inicialmente o homem usava partes do seu corpo para comparar e medir distâncias e agora já usa como padrão de medida a distância entre as estrelas. De que maneira o ato de medir influenciou e continua influenciando as nossas vidas?

Atualmente os processos de medições são bem avançados, adequadas às necessidades da ciência e tecnologia, mas houve tempos em que o homem utilizava processos bem simples de comparações de medidas para poder sobreviver e viver em grupos (SILVA, 2004). Os pesos e medidas foram, desde as primeiras civilizações, linguagem usada no comércio e podem ser considerados como pilares de sustentação para as sociedades no que diz respeito às relações de troca no comércio, da padronização para medir a produção e do

suporte dimensional para as ciências e tecnologias. Com o passar do tempo, o homem evoluiu e com ele evoluíram os sistemas de medidas.

O homem primitivo não necessitava de um sistema de medidas muito sofisticado, precisando apenas ter noções de algumas medidas, saber se um objeto era “maior que” ou “mais leve que” os outros objetos. As primeiras unidades de comprimento foram estabelecidas tomando como base as dimensões de partes do corpo humano. Essas unidades eram chamadas de *antropomórficas*, e podemos citar como exemplos, a polegada, o pé, o palmo, os dedos, e o côvado, entre outras mais. À medida que o homem foi evoluindo e suas necessidades foram aumentando, esse sistema já não era mais tão eficiente, pois havia dedos grandes e pequenos, homens altos e baixos, braços maiores do que os outros e era então necessária a criação de um padrão que não gerasse esse tipo de problema.

Um sistema de medidas eficiente é aquele que satisfaz as necessidades das atividades relacionadas à Metrologia¹ e envolve determinadas unidades que representam todas as grandezas mensuráveis. Ele deve ser simples, coerente e suficiente para garantir a elaboração de sistemas de equações físicas independentes e compatíveis.

Apresentamos uma atividade que pode levar o aluno a compreender a importância de um sistema de medidas coerente e adequado para a sociedade moderna. O assunto não tem recebido a atenção que merece e os alunos geralmente o classificam como um tema pouco interessante. Podemos usar como motivadores situações problema que despertem curiosidades por meio de vídeos, imagens e/ou texto.

REFERENCIAL TEÓRICO

ENSINO DE CIÊNCIAS

Em que extensão as pessoas estão empregando conceitos científicos para tomar decisões na vida cotidiana?(MORTIMER, 2002). Temos uma grande oportunidade para aplicar conceitos de ciências para resolver situações difíceis do nosso dia a dia, utilizando situações do cotidiano dos nossos alunos, como por exemplo uma ida ao Supermercado,. Outro aspecto a considerar são as tentativas de reformas trazidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) que através de uma visão construtivista mistura estratégias de ensino, temas de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), preocupações com a natureza do conhecimento e com história das ciências.

¹ Metrologia (metrology / métrologie) Ciência da medição e suas aplicações, *Vocabulário Internacional de Metrologia*, 3ª Edição, IPQ, Novembro 2008.

Nesse sentido, as pesquisas sobre a relação entre currículo ideal e prática pedagógica real podem ajudar também a entender como as concepções construtivistas que emergiram das pesquisas em concepções alternativas têm influenciado as concepções e práticas do professor. (MORTIMER, 2002)

Um dos desafios da escola deve ser como transmitir a ciência promovendo a enculturação científica (PENHA, CARVALHO e VIANNA, 2009) e fazendo com que os estudantes gostem, entendam e valorizem o conhecimento científico e propondo problemas ambientais para que eles possam se formar como cidadãos participativos e socialmente ativos.

CIÊNCIA , TECNOLOGIA E SOCIEDADE - CTS

Vivemos em um mundo influenciado pela ciência e pelos avanços tecnológicos. O ser humano tem cada vez mais fé na ciência, na razão e no progresso, chegando ao ponto de se confiar na ciência e tecnologia como se confia em uma divindade. É preciso alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia mostrando a importância de se agir, tomar decisões e compreender o que se fala nos discursos dos especialistas, necessidade do mundo contemporâneo. Dentre as concepções desses currículos podemos destacar (SANTOS E MORTIMER, 2002) que cita:

Ciência como atividade humana relacionada à tecnologia e sociedade, sociedade que busca desenvolver, aluno que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica e a prática das decisões e um professor como aquele que desenvolve o conhecimento e busca as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões (ROBERTS, 1991).

O objetivo central da educação de CTS no ensino médio é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, ajudando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões sobre questões envolvendo ciência e tecnologia na sociedade e sabendo resolver tais questões (AIKENHEAD, 1994).

A proposta de um ensino em CTS é criar uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados e discutidos fazendo uma relação com outros aspectos políticos, sociais e econômicos. Teremos assim um caminho para desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando na construção de conhecimentos, formação de habilidades e valores necessários.

Essa atividade desenvolvida traz para a sala de aula muito mais do que encarar a unidade das grandezas como simples símbolos. Usando o tema sistema de medidas para preparar uma atividade com enfoque CTS, podemos explorar idéias tais como: Os pesos e medidas como elementos de cultura de um

povo, a evolução dos sistemas de medidas e sua relação com o desenvolvimento tecnológico e social, a importância da padronização e da existência dos órgãos reguladores (IMETRO, INPEM) e mostrar para eles que tendo em vista o comércio, o intercâmbio internacional de bens e informações e as atividades de alcance global, como a ciência, ficou cada vez mais clara a necessidade de se estabelecer um sistema internacional de unidades que fosse compreendido da mesma forma em qualquer lugar.

ATIVIDADES INVESTIGATIVAS

Atividades como essas promovem o questionamento e o envolvimento ativo dos alunos, fomentando o trabalho em grupo, estabelecendo relações entre o conhecimento e os resultados obtidos, não privilegiando assim a memorização, como de costume nas aulas de ciências.

A função do professor passa de transmissor de conhecimento científico através de exposição oral e escrita, para um guia e orientador da aprendizagem, deixando de lado a interpretação rígida dos conteúdos programáticos dos livros didáticos, e tendo mais flexibilidade curricular, orientando as atividades aos gostos, interesses, necessidades e experiências dos alunos. O papel do professor é o de construir com os alunos uma passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno (CARVALHO, 2008).

O ensino por investigação constitui uma orientação que enfatiza o questionamento, resolução de problemas abertos, desenvolvimento do senso crítico do aluno sobre a importância da ciência e suas aplicações na sociedade em que vive, e a argumentação.

DISCURSO E ARGUMENTAÇÃO

A comunicação na aula deve permitir aos alunos e professores construir significados que sirvam tanto para áreas cognitivas como para social. Porém isto nem sempre ocorre, pois os estudantes podem compartilhar tarefas e atividades sem compartilhar conhecimento, sendo esta uma das razões pelos quais, na prática, diferentes estudantes num mesmo grupo têm diferentes acessos ao conhecimento. A análise dos discursos pretende se aprofundar em alguns dos problemas e dificuldades que estão relacionadas ao acesso ao conhecimento.

Segundo Jiménez Aleixandre (2003), *argumentação é a capacidade de relacionar informações e conclusões para avaliar dados teóricos à luz de dados empíricos ou de outras fontes.*

Por que devemos estudar os processos de investigação? Vou expressar algumas respostas para essa questão:

- Para que a construção do conhecimento científico abranja práticas de justificação, de basear as conclusões em provas (JIMÉNEZ ALEIXANDRE, 2003);
- Para valorizar o processo de aprendizagem e não apenas o produto final (VIANNA, 2003);

- Para analisar o sistema de comunicação nas classes podemos identificar as barreiras e dificuldades encontradas durante o aprendizado do nosso aluno.

A argumentação contribui para a prática de aprender a aprender. Através do desenvolvimento do seu pensamento crítico devemos fazer com que os nossos alunos sejam capazes de continuar aprendendo ao longo da vida, de maneira cada vez mais eficaz e autônoma. O pensamento crítico está relacionado à capacidade de desenvolver opiniões independentes, gerando reflexão, por parte dos alunos, sobre a realidade, sua participação nela, podendo assim modificá-la.

DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE “O Dia a Dia das Unidades de Medidas”

METODOLOGIA UTILIZADA

A atividade “O dia a dia das unidades de medidas” (Fernandes, 2012a, 2012b) foi aplicada inicialmente em uma escola da rede federal de ensino do Rio de Janeiro, Brasil, em alunos da primeira série do ensino médio regular. Embora durante todo o ano, nesta turma, tenham sido desenvolvidas atividades envolvendo investigações na resolução de problemas abertos em Física, foram escolhidos dois dias, para a coleta dos dados para análise do tema proposto. Utilizamos dois tempos de aula (45 minutos cada tempo), em dias diferentes, com os alunos divididos em grupos de, no máximo, cinco alunos e, no mínimo, três alunos. Como a turma possui 31 alunos, o número de grupos não foi grande, como podemos observar na figura 1, logo abaixo, possibilitando melhor qualidade no desenvolvimento da atividade e na coleta dos dados.

Cada grupo é identificado por um número e os alunos do grupo também receberam um número que os identificam durante a transcrição dos dados.

Figura 1: Grupos de alunos desenvolvendo a atividade.



Para a coleta dos dados usamos gravadores mp3, um para cada grupo, e uma câmera filmadora, que durante toda a atividade filmou cada grupo por um determinado intervalo de tempo. Sobre a interferência das câmeras, embora haja esta preocupação por parte de alguns pesquisadores, que defendem que do ponto de vista teórico não podemos dizer que não há interferência, já que estamos introduzindo um instrumento que interfere no fenômeno a ser estudado, não tivemos esta preocupação, pois atividades anteriores já haviam sido desenvolvidas com a utilização de câmeras e foi percebido que o instrumento não causava desconforto ou inibição nos alunos. Isto veio confirmar o que dizem os autores Locatelli e Carvalho (2006).

(...) Na verdade a lente de uma câmera, encarnada na sala de aula, tendo um pesquisador por trás, permite ultrapassar os limites do observável na relação aos processos de ensino e aprendizagem e nos leva, sem dúvidas, a uma mudança de paradigma nas pesquisas didáticas (p 32).

Um dos nossos objetivos é motivar o aluno antes do início do processo e para isso foram usados imagens, vídeos e textos procurando fugir dos problemas tradicionais de Física buscando assim envolvimento dos alunos na atividade, proporcionando maior envolvimento dos alunos e melhores resultados.

ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR

A atividade sobre Unidades de Medidas é um tema facilitador para a construção de uma atividade didática em CTS que ofereça uma formação ao aluno voltada para a tomada de decisões que envolvam a “base científica da tecnologia e a base prática das decisões” (SANTOS e MORTIMER, 2002).

Para iniciar essa atividade propomos que a turma assista a vídeos que tratam das irregularidades nos pesos e medidas dos produtos em alguns supermercados, mostrando também o trabalho dos órgãos reguladores, como o Instituto Nacional de Pesos e Medidas, nas investigações das irregularidades. O INPM verificou que 60% dos produtos da cesta básica do trabalhador brasileiro estavam fora dos padrões de medidas. Desta forma, buscamos mostrar ao aluno, a importância do tema abordado. O aluno assim percebe que o problema que está resolvendo é do dia a dia das pessoas, do seu pai e da sua mãe e que tem a ver diretamente com a economia da sua família.

O primeiro vídeo está ilustrado na figura a seguir e mostra irregularidades no peso de alguns produtos da cesta básica dos brasileiros, como arroz e feijão, indicando que o erro nas medidas pode chegar a 120 gramas por

quilograma do produto (figura 2). Nesse momento o professor, com o auxílio de uma balança e de alguns produtos, pode confirmar algumas dessas irregularidades na sala de aula.

Figura 2: Atenção Consumidor



Fonte: http://www.youtube.com/watch?v=u-Pt_yum-g

No próximo vídeo (figura 3), os alunos podem perceber o papel importante dos órgãos reguladores para a manutenção dos padrões de medidas dos produtos nos supermercados. Pode ser interessante o incentivo ao debate, a fim de que os alunos tomem consciência da importância dessa fiscalização. Eles podem ser questionados, por exemplo, se costumam se preocupar em verificar se os produtos estão dentro dos padrões de medidas e se há este tipo de preocupação em suas casas. Exemplos do dia a dia podem ser utilizados como: Ao comprar um rolo de linha de soltar pipas será que o comprimento da linha está correto? E o comprimento de um rolo de fita adesiva ou durex? Será que as medidas estão corretas?

FIGURA 3: Irregularidades nos pesos e medidas dos produtos



FONTE: <http://www.youtube.com/watch?v=RxImiaAfoi4&feature=relmfu>

Chamamos a atividade de *DESAFIANDO AS UNIDADES DE MEDIDA*. Os alunos da turma trabalham em grupos e devem comparar preços de produtos de um supermercado fictício, *PARE E COMPARE*, com os preços das grandes redes de supermercados que conhecemos. Os alunos recebem o prospecto com os produtos e preços de várias redes de supermercados e do *PARE E COMPARE*. A relevância desta atividade está nas unidades utilizadas no supermercado fictício. O objetivo é fomentar discussões nos grupos a fim de que sejam construídas relações corretas entre as diferentes unidades apresentadas pelos dois supermercados. Na tabela 1 do roteiro do aluno, os resultados justificados devem ser apresentados pelos grupos.

MATERIAL DO ALUNO – ROTEIRO DA ATIVIDADE

DESAFIANDO AS UNIDADES DE MEDIDA

Preparem-se! Vem aí uma nova rede de supermercados pronta para brigar de igual para igual na disputa de consumidores que buscam qualidade e preços baixos.

SUPERMERCADO Pare & Compare

Dona Ana, funcionária da nossa escola, ficou sabendo da inauguração de uma das lojas da rede aqui perto, e não poderia perder a oportunidade de ir conhecer o novo mercado e, quem sabe, já levar alguns produtos para casa, se valesse à pena, é claro!

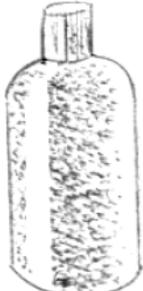
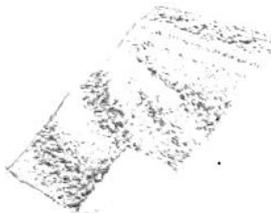
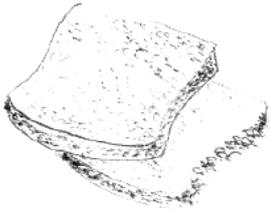
Ela voltou para casa um pouco frustrada e sem comprar nenhum produto, pois, ao analisar o prospecto na entrada da loja com a propaganda e preços dos produtos, ficou confusa com as unidades utilizadas e não sabia se os preços eram mais vantajosos ou não.

Gostaria de propor a vocês, hoje, o desafio de verificar se os produtos vendidos na nova rede de supermercados estão realmente baratos ou se temos mais uma propaganda enganosa. Vocês estão recebendo uma propaganda da rede de supermercados ***PARE & COMPARE*** (Figura 1) e também de uma grande rede de supermercados já conhecida de todos para usar como referência, caso seja necessário. Cabe a cada grupo avaliar se os produtos da rede ***PARE & COMPARE*** estão com seus preços vantajosos em relação aos valores de mercado.

Figura 1: Prospecto de propaganda do supermercado Pare & Compare.

P & C

SUPERMERCADO Pare & Compare

 <p>PIZZA SABORES 1000 cm²</p> <p>RS 15,50</p>	 <p>BANANA</p> <p>RS 0,50 UNIDADE</p>	 <p>BARBEADOR</p> <p>RS 12,25 1m² de Barba</p>
 <p>ESPAGUETE pct 150m</p> <p>RS 1,65</p>	 <p>MANTEIGA DE GARRAFA 600 ml</p> <p>RS 8,49</p>	 <p>TOALHA DE BANHO 1 kg</p> <p>RS 30,00</p>
 <p>AZEITONA 100 UNIDADES</p> <p>RS 4,99</p>	 <p>FELJÃO PET 600 ml</p> <p>RS 1,99</p>	 <p>SORVETE uma bola</p> <p>RS 0,49</p>
 <p>SANDÁLIAS até 5 anos de caminhada</p> <p>RS 45,50</p>	 <p>LÂMPADA FLUORESCENTE 1800 horas de uso</p> <p>RS 9,99</p>	 <p>PÃO DE FORMA FATIA</p> <p>RS 0,30</p>

Na tabela 1, abaixo estão listados os produtos e ao lado um espaço para os comentários de cada grupo.

Tabela 1: Preferências entre os produtos dos supermercados P&C e outros.

Produto	Comentários
PIZZA	
BANANA	
BARBEADOR	
MACARRÃO	
MANTEIGA	
TOALHAS	
AZEITONA	
FEIJÃO	
SANDÁLIAS	
SORVETE	
LÂMPADAS	
PÃO	

ALGUNS RESULTADOS – ANÁLISE DE UM EPISÓDIO

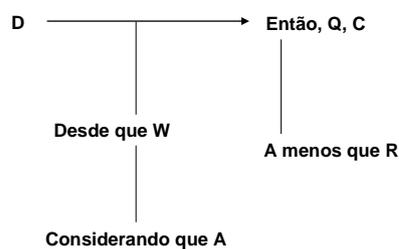
Ouvimos dezenas de horas de áudio e transcrevemos várias páginas com os dados coletados na atividade. Após análise dos dados selecionamos e analisamos alguns episódios de argumentação entre os alunos de alguns grupos durante a resolução do problema proposto. A preocupação nessa fase de análise é a identificação de elementos básicos que compõem um argumento e suas relações. A questão da argumentação tem sido discutida por vários grupos. Buscando uma metodologia para a análise dos dados coletados, utilizamos o Padrão de Argumento de Toulmin, que segundo Nascimento e Vieira (2008).

Num claro apelo à uma nova teoria da argumentação através de uma certa ruptura com as certezas da lógica formal, o filósofo Stephen Toulmin (2001) procura evidenciar que o nosso cotidiano é permeado pela argumentação: Advogados argumentam, cientistas argumentam, famílias argumentam. Opiniões, tomadas de posições, enunciados de fatos e, ao mesmo

tempo, um conjunto de crenças, de valores, das representações do mundo permeiam nossas situações argumentativas coerentes. (pag.4)

Queríamos buscar as relações entre a produção dos argumentos e as conclusões que são tiradas. Toulmin apresenta os elementos que compõem a estrutura básica de uma argumentação e as relações existentes entre eles. Durante a análise dos dados coletados buscamos identificar esses elementos do processo de ensino e aprendizagem. Na figura 4 está representada a estrutura completa do padrão proposta por Toulmin para relacionar um fato ou dado (D) a uma conclusão (C) e é esse padrão que iremos buscar também na análise dos dados coletados.

Figura 4: Padrão de argumento de Toulmin (2006)



Fonte: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 8 N^o 2, 2008(Adaptado)*

A procura por esses indicadores nos discursos dos estudantes pode favorecer a melhoria da qualidade das aulas de ciências, já que fornece evidências sobre o processo de aprendizagem entre os alunos, facilitando assim a elaboração de novas atividades, de maneira a enriquecer o processo de ensino.

Selecionamos um pequeno episódio da atividade desenvolvida, buscando verificar a dinâmica argumentativa desses trechos e também os elementos presentes no Padrão de Toulmin. Nesse trecho os alunos discutem se o preço do pacote com 150 metros de **Mccarrão**, do supermercado P&C (que custa R\$ 1,65), vale a pena em relação aos outros supermercados. Lembrando que nos supermercados tradicionais o macarrão é vendido, normalmente, em pacotes com 0,5kg ou 1,0kg. A primeira coluna da tabela 1, abaixo indica o turno, a segunda identifica o grupo e o aluno, com nomes fictícios (Exemplo: **G2_3**, representa grupo **2** aluno **3**), na terceira as suas falas e na quarta os indicadores.

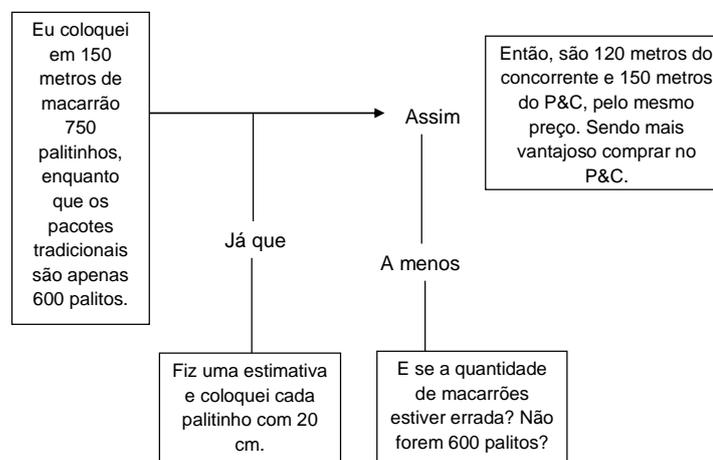
Tabela 1: Episódio de argumentação

209	G1_Ana	Eu acho que não. São 150 metros. Coloca um depois do outro até chegar a 150 metros.	<i>Explicação.</i>
210	G1_Carlos	Acho que cada pacote desses tem uns 750 palitos.	<i>Levantamento de hipótese.</i>
211	G1_Paulo	O meu é 500g.	<i>Organizando Informações.</i>
212	G1_Ana	750?	<i>Dúvida sobre hipótese</i>
213	G1_Paulo	Acho que tem menos. Vamos colocar 600.	<i>Previsão da quantidade de macarrões de um pacote com 1kg.</i>
214	G1_Carlos	Eu fiz uma estimativa e deu uns 750.	<i>Levantamento de hipóteses.</i>
215	G1_Paulo	Como?	<i>Dúvida</i>
216	G1_Carlos	Eu coloquei em 150 metros 750 palitinhos e é só a gente comparar. Fiz uma estimativa e coloquei cada palito com mais ou menos 20 cm.	<i>Explicação da hipótese</i>
217	G1_Paulo	Entendi.	<i>Aceitação da hipótese</i>
218	G1_Vitor	Beleza.	<i>Aceitação da hipótese</i>
219	G1_Paulo	Vamos lá. No P&C o macarrão é mais em conta comparado com o da concorrência. Isso porque na concorrência um quilo de macarrão, contém aproximadamente 120 metros, menor quantidade que o PEC.	<i>Explicação.</i> Usando a sua estimativa de que um pacote de macarrão de 1kg possui 600 palitos de macarrão.

No desenvolvimento do diálogo anterior, podemos perceber alguns indicadores, que ilustraremos na figura 5, de acordo com o padrão de Toulmin.

Reparem que o dado da estrutura abaixo foi fruto de estimativa feita por um aluno sobre a quantidade de macarrões e do seu comprimento. A partir do momento que o aluno usa como garantia de inferência uma estimativa, possibilita uma refutação que coloca em dúvida a conclusão, como foi feito pelo aluno em turnos seguintes. Embora a conclusão do grupo sobre a vantagem no preço do macarrão tenha ficado fragilizada devido à dificuldade das estimativas sobre as quantidades de macarrão em cada pacote e também sobre o comprimento de cada macarrão, é fato que houve um raciocínio envolvido no processo e as conclusões foram baseadas em argumentos que foram discutidos entre os integrantes do grupo.

Figura 5: Estrutura de argumentação



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao lançarmos mão de atividade como essa, adotamos um modelo em que o aluno deve ser privilegiado e valorizado no processo de ensino. Nesse tipo de atividade investigativa, o professor também passa de avaliador para avaliado, pois é continuamente forçado a pensar, montar estratégias de aulas, fazer a pergunta certa na hora certa, e deve estar sempre pronto para situações problemas, que não havia ainda passado. É desafiador, contudo, o retorno poderá ser mais confortante e efetivo para a aprendizagem do aluno.

Vale salientar também a importância de se lançar um problema aberto ao nosso aluno, onde ele não objetiva apenas um resultado numérico final, mas sim uma sequência de raciocínios que o valoriza nesse processo de formação do conhecimento. A análise dos episódios mostrou que houve argumentação entre os integrantes dos grupos, proporcionado pelo modelo de atividade desenvolvida com eles, despertando o interesse pela aula que relacionou um assunto da Física com situações que fazem parte do seu cotidiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIKENHEAD, G. S. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. *STS (1994) education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p.47-59.
- AZEVEDO, M.C.P.S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. . In: CARVALHO, A.M.P. (org.) *Ensino de Ciências*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio. Brasília: SEMTEC/MEC, 2000.
- CARVALHO, A.M.P. Enculturação Científica: uma meta no ensino de ciências. Texto apresentado no XIV ENDIPE , Porto Alegre, abril (2008) 12 págs.
- FERNANDES, S.S. (2012a) *Uma proposta de atividade investigativa envolvendo sistema métrico*. Dissertação de mestrado. IF, UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil
WWW.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Sandro_Fernandes/dissertacao_Sandro_Fernandes.pdf
- FERNANDES, S.S. (2012b) O dia a dia das unidades de medidas. In: Vianna, D.M. & Bernardo, J.R. (org) *Temas para o Ensino de Física com abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*, Rio de Janeiro: Bookmakers Ed. Ltda. (p.17 - p.34) www.proenfis.pro.br
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M.P. e DIAZ de BUSTAMANTE, J. Discurso de aula y argumentación em la clase de ciencias. In: *Enseñanza de las Ciencias*. Espanha. V21, N 3, 2003 p. 359-369

- LOCATELLI, R.J. e CARVALHO, A.M.P. (2007) Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. *Rev. Bras. de Pesquisa em Ed. em Ciências*, V.7, N3
- LONDRON, E,S,Z. O sistema Métrico Decimal como um Saber escolar em Portugal e no Brasil Oitocentista. Acesso: <http://www.pucsp.br/pos/edmat/do/tese/>
- MORTINER, E.F. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. In: *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2 (1). 2002. p.25-35
- NASCIMENTO. S,S; VIEIRA. R,D. *Contribuições e limites do Padrão de argumento de Toulmin aplicado em situações argumentativas de sala de aula de ciências (2008)*. Acesso: <http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V8N2/v8n2a1.pdf>
- PENHA. S.P., CARVALHO, A.M.P. e VIANNA, D.M. (2009). A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo. *VII ENPEC*. Florianópolis. Acesso em <http://www.foco.fae.ufmg.br/viiienpec/index.php/enpec/viiienpec/paper/viewFile/612/117>
- ROBERTS, D. A (1991). What counts as science education? In: FENSHAM, P., J. (Ed.) *Development and dilemmas in science education*. Barcombe: The Falmer Press, p.27-55.
- SANTOS, W.L.P. e MORTINER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO BRASILEIRA. In: *Ensaio*. Belo Horizonte. V.2 N. 2 UFMG: 2002 p.1-23
- SILVA, I. *História dos Pesos e Medidas*. EdUFSCar, 2004.
- TOULMIN, S.E. (2006) Os usos do argumento. Martins Fontes, São Paulo. Cap. 6. p. 137-207
- VIANNA, D. (2009). O ensino de física numa perspectiva ciência-tecnologia-sociedade. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 2368-2372. Acesso em <http://enciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2368-2372.pdf>
- VIANNA, D.M., DIAS DE BUSTAMANTE, J. e JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P (2003). *Buscando a Relação entre Eletricidade e Magnetismo*. SNEF, SBF, apresentação oral