

Pegada Luminosa: experimentação e efeito piezoelétrico

Eleandro Adir Philippsen (FM, PQ)^{*1}, Marcos Antonio da Silva (FM)², Gustavo Adolfo Araújo de Simas (FM)³

¹ Secretaria de Educação, Cultura e Esporte do Estado de Goiás; Universidade Estadual de Goiás, câmpus Formosa, *professoreleandro@gmail.com; ^{2,3} Secretaria de Educação, Esporte e Lazer do Distrito Federal.

Palavras-Chave: Efeito Piezoelétrico, Transformação de Energia, Energia Alternativa.

RESUMO:

Este trabalho objetiva oferecer um exemplo de flexibilidade didática, com base em atividades experimentais, sem perder o foco de estudo tampouco o processo ensino-aprendizagem. Entendemos que os professores devem realizar atividades experimentais, documentá-las, para refletirem sobre os processos de ensino-aprendizagem concebendo a prática pedagógica como objeto da própria investigação. O trabalho se justifica na medida em que as informações ajudem a compreender a prática docente; contemple um ensino de Ciências vinculado às discussões dos aspectos tecnológicos e sociais e que considere a Ciência como modificadora das sociedades. Para tanto foram realizadas atividades em que a prática foi explorada com ênfase. Os estudantes produziram, a partir de isqueiros eletrônicos, um equipamento capaz de acender lâmpadas LED e o conceito de piezoelectricidade foi discutido na busca por melhor compreensão e aplicação da tecnologia para a produção de energia limpa e minimização dos impactos ambientais da atual produção de eletricidade com fins luminosos.

INTRODUÇÃO

O crescimento constante da demanda por energia tem exigido novas formas de sua obtenção (OLIVEIRA, 2009). Pesquisas apontam uma nova fonte renovável a partir do movimento em uma superfície de contato especial. Exemplos destes materiais piezoelétricos vêm sendo fabricados na Holanda e vendidos em pequena escala para o restante do mundo. A França tem realizado testes por meio da instalação de placas contendo componentes piezoelétricos em calçadas. No Brasil, pesquisas vêm sendo realizadas pela UNESP a procura de uma versão nacional, tendo em vista a acessibilidade à população (REYNOL, 2015; ECYCLE, 2015). Pensando no que diz respeito às novas fontes de energia, percebeu-se a possibilidade de unir a ideia do uso de substâncias como o Titanato de Bário (BaTiO_3) e Titanato Zirconato de Chumbo [$\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$] de efeito piezoelétrico, por meio de isqueiros eletrônicos usados. Sendo assim, há a possibilidade de se criar uma nova geração de componentes eletrônicos sustentáveis e ambientalmente amigáveis (ESTUDANTES PARTICIPANTES DESTA PESQUISA, 2015).

O trecho acima foi escrito pelos estudantes que participaram da atividade que resultou no presente trabalho, e consta do painel que foi apresentado à comunidade escolar e que poderá ser visto aqui, na sequência. O trecho demonstra maturidade e clareza no que tange à introdução de um tema pouco discutido no ensino médio e que para nós serve/irá de elemento motivador de muitas aulas futuras.

O objetivo principal é oferecer um exemplo de flexibilidade didática, com base em atividades experimentais, sem perder o foco de estudo, tampouco o processo ensino-aprendizagem do efeito piezoelétrico. Conforme Carvalho (2015) é importante que os professores realizem atividades experimentais e que sejam documentadas, para

que possam refletir sobre os processos de ensino-aprendizagem concebendo a prática pedagógica como objeto da própria investigação.

O trabalho se justifica na medida em que as informações nele contidas ajude a melhor compreender a prática docente aliada a um processo de ensino-aprendizagem que contemple um ensino de Ciências vinculado às discussões dos aspectos tecnológicos e sociais; e que considere a Ciência como modificadora das sociedades.

Para tanto, foram realizadas atividades diversificadas em que a prática foi explorada com bastante ênfase. Os estudantes envolvidos produziram, a partir de isqueiros eletrônicos, um equipamento capaz de acender lâmpadas LED e o conceito de piezoelectricidade foi discutido na busca por melhor compreensão e aplicação da tecnologia com fins de produção de energia limpa e minimização dos impactos ambientais da atual produção de eletricidade com fins luminosos.

PRÁTICA DOCENTE, ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E AUTONOMIA ESTUDANTIL

Professores sempre estão de alguma maneira, querendo melhorar a compreensão sobre o que fazem diariamente em suas aulas. É comum pensarmos nos conteúdos, na metodologia e no nosso papel enquanto mediadores de conhecimento. Nesse sentido, Carvalho (2015) defende que é preciso maior tomada de consciência por parte dos professores sobre a dicotomia teoria *versus* prática, no sentido de avaliar aquilo que se pretendeu ensinar com aquilo que o professor realmente ensinou. A mesma autora insiste que, em suas pesquisas, tem encontrado vários problemas quanto à dificuldade dos professores em realizar mudanças na “sua didática”.

Uma das formas apontadas na literatura para superar o problema é utilização de atividades experimentais. Conforme apontam Silva; Machado; Tunes (2010) os documentos oficiais para o ensino de Ciências (PCN; OCN; PCN +, entre outros) “recomendam o uso da experimentação, enfatizando a relação teoria-experimento, incorporando a interdisciplinaridade e a contextualização” (p. 244). Além disso, para dar conta desses diversos contextos em que os estudantes estão inseridos, um “novo olhar sobre as atividades experimentais proporciona uma visão ampla dos fenômenos, revelando a complexidade da vida moderna” (p. 245).

Cabe destacar que as atividades experimentais facilitam discussões com o propósito de ampliar o domínio dos estudantes de forma que saibam utilizar os conhecimentos científicos de maneira racional e, também, que entendam os princípios democráticos por trás da apropriação desses conhecimentos para que possam participar na tomada de decisão e refletir, finalmente, sobre sua própria participação na sociedade e seu exercício da cidadania.

Para que ocorra uma mudança na linguagem dos alunos – de uma linguagem cotidiana para linguagem científica –, os professores precisam dar oportunidade aos estudantes de exporem suas ideias sobre os fenômenos estudados, num ambiente encorajador, para que eles adquiram segurança e envolvimento com práticas científicas (CARVALHO, 2015, p. 9).

Acerca da participação ativa dos indivíduos em sociedade, destaca-se que, além da educação para o conhecimento e o exercício dos direitos, por meio do desenvolvimento da capacidade de julgar, é necessária uma conscientização dos educandos quanto aos seus deveres em sociedade. Portanto, a educação tem o papel também de desenvolver no indivíduo o interesse pelos assuntos **comunitários**, de forma que ele assuma uma postura de comprometimento com a busca conjunta de solução para os problemas existentes (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 34, grifo nosso).

Esses “assuntos comunitários” podem ser entendidos como assuntos gerais das sociedades ou que estejam diretamente ligada a vida em sociedade, como é o caso da produção e uso de eletricidade para fins de iluminação. Isso vai de encontro ao pensamento de Paulo Freire em relação ao “universo temático mínimo” que contém o tema gerador. Segundo Freire (2011), uma investigação de tema gerador, “se realizada por meio de uma metodologia conscientizadora, além de nos possibilitar sua apreensão, insere ou começa a inserir os homens numa forma crítica de pensarem o mundo” (p. 134, sic).

CONTEXTO VIVENCIADO¹ E PERCURSO METODOLÓGICO

Durante uma de minhas aulas levei para sala um umidificador de ar ultrassônico. A intenção era explorar questões atmosféricas conforme tenho desenvolvido meus trabalhos ao longo dos anos². Então perguntei como aquele aparelho funcionava; como aquela névoa se formava. Após várias respostas, apresentei o nome de duas substâncias: o Titanato de Bário (BaTiO_3) e o Titanato Zirconato de Chumbo [$\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$], e o efeito piezoelétrico. Imediatamente, os estudantes começaram a conversar comigo e entre si, num alvoroço de curiosidade, falando sobre possibilidades de uso de energia e transformação. Senti que aquilo poderia ser explorado e solicitei que fizesse uma pesquisa a respeito do tema piezoeletricidade.

Para minha surpresa, na aula seguinte, os estudantes estavam muito eufóricos e com vontade de debater aquele tema porque haviam pesquisado e encontrado muitas informações sobre piezoeletricidade. Trouxeram exemplos de boates que utilizam (experimentalmente) sistemas piezoelétricos; calçadas em avenidas movimentadas, tudo no sentido de aproveitar a transformação de energias. Falaram sobre exemplos de coisas do cotidiano que funcionam com base no efeito como microfones, alto falantes, guitarras elétricas, acendedores de isqueiros, os umidificadores de ar, lombadas eletrônicas entre outros.

O lugar em que foi desenvolvida a atividade é uma escola em que são oferecidos serviços em diferentes níveis de ensino. A escola possui contrato com um sistema online que, entre outras atividades, estimula a participação dos estudantes em uma feira virtual de Ciências. Recebi orientações da coordenação para que eu convidasse os estudantes a participar da disputa virtual. Imediatamente os estudantes e eu pensamos em utilizar as ideias do efeito piezoelétrico para elaborar um trabalho a ser submetido.

Entretanto, se aproximava uma atividade anual da escola denominada de Jornada Científica (feira de ciências), não virtual. Embora houvesse sido pensado para ser uma atividade virtual, a “pegada luminosa” logo foi ganhando forma numa atividade real a ser apresentada para toda escola, com direito a participação em banca avaliadora que julgaria todo o evento.

Eles pensaram que durante a Jornada Científica, poderia ser simulada uma boate, pois assim era possível explicar aos visitantes que a tecnologia que utiliza o efeito poderia ser utilizada para geração de energia limpa. Também, como se tratava do ano internacional da luz, eles acreditaram o projeto seria um sucesso. Então, eles

¹ Este tópico é escrito em primeira pessoa e se refere ao primeiro autor.

² <http://bit.ly/247frr2>

se dividiram em grupos e o trabalho foi ganhando forma. Assim foi feito como demonstra, em parte, a Figura 1³.



Figura 1: preparativos para a Jornada Científica e Feira Virtual das Ciências

Para a montagem da boate, os estudantes utilizaram diferentes materiais como CD's e DVD's velhos cortados para que refletissem a luz no espaço onde seriam feitas as devidas explicações. Utilizaram também luz negra (lâmpadas U.V.) para iluminação do ambiente como pode ser visto na Figura 2 a seguir. A expectativa é que os visitantes pudessem pisar sobre o equipamento e, logo a sua frente, acenderiam luzes LED. Ao final do caminho (Figura 3) os visitantes entrariam num espaço especialmente preparado para as devidas explicações dos estudantes.

³ Todas as imagens utilizadas neste trabalho foram autorizadas para publicação.

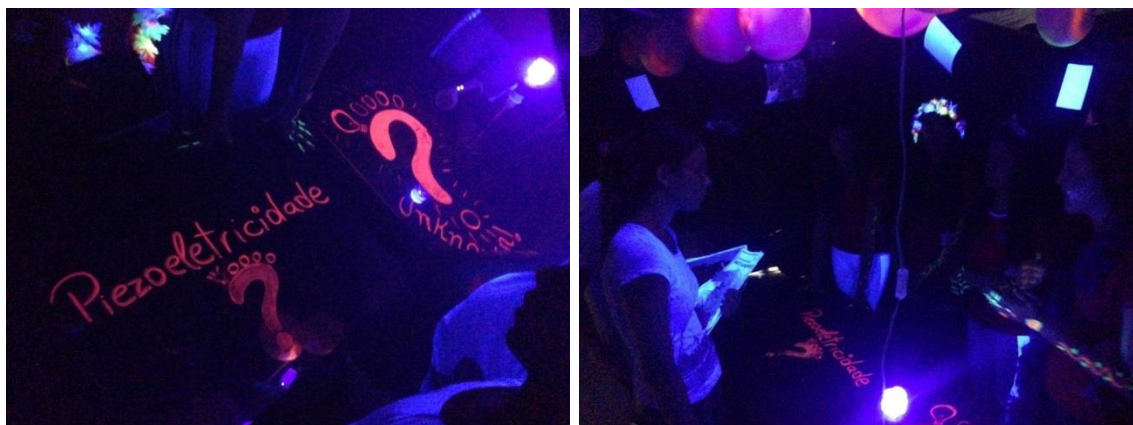


Figura 2: visão interior para apresentações do efeito piezoelétrico. À direita comissão julgadora

Para a “pegada luminosa”, a ideia foi utilizar os sistemas de acendedores de isqueiros por serem de fácil acesso e de custo baixo. Ao desmontar os isqueiros, os estudantes localizaram o sistema Transdutor Piezoelétrico (TP). Esses TPs foram ligados em paralelo sob a madeira para que pudessem ser pisados. Também, conforme a Figura 3 ligaram os transdutores piezoelétricos à LED's de diversas cores.

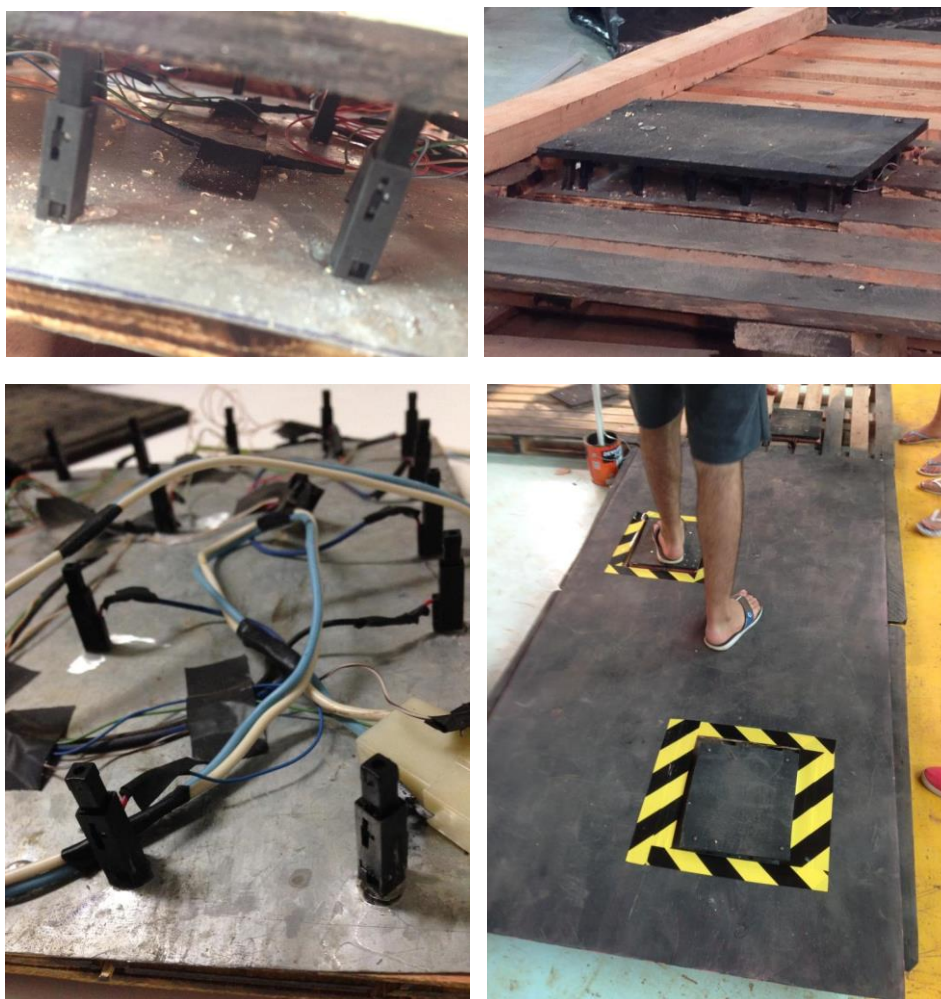


Figura 3: esquema base

Um protótipo em menor escala foi elaborado para que pudesse servir para as devidas explicações dos estudantes aos visitantes (ver Figura 4)

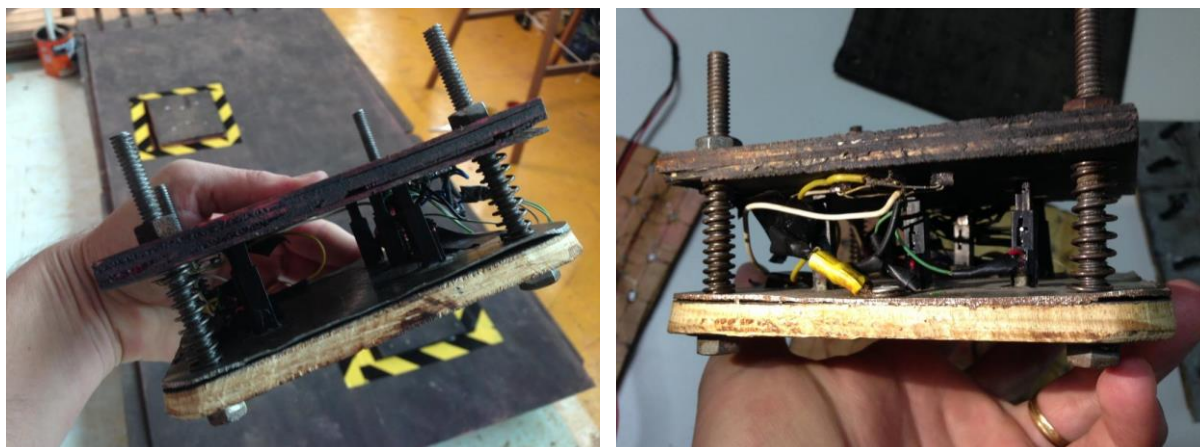


Figura 4: protótipo em escala

Durante a Jornada Científica, ao mesmo tempo em que foram expostas inúmeras atividades desenvolvidas por estudantes das diferentes turmas da escola, o grupo foi avaliado por comissões internas e por convidados do curso de Química da Universidade Estadual de Goiás, UEG, campus Formosa. A avaliação tinha por objetivo premiar a melhor atividade científica do ano de 2015. Conforme pode ser visto pela Figura 5, a turma vencedora foi a da “pegada luminosa”. Na mesma figura também pode ser visto um painel científico elaborado pelos estudantes e apresentado durante a Jornada Científica.

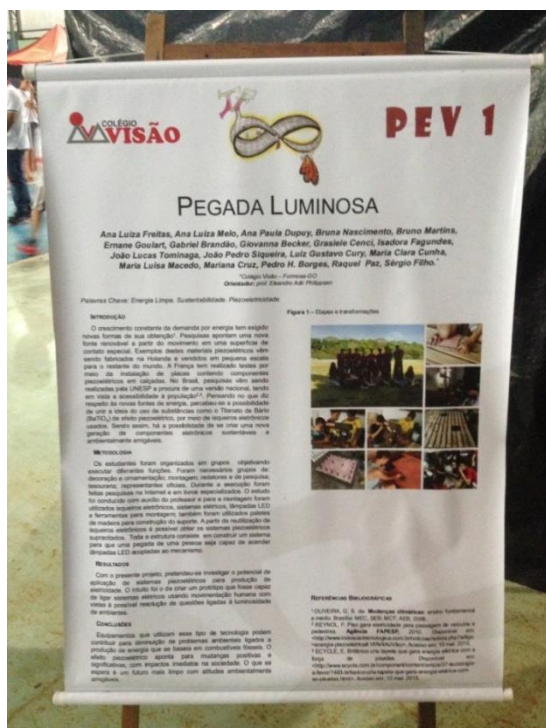


Figura 5: painel (90cm x 120cm) produzido pelos estudantes e apresentado durante a Jornada. À direita (superior) comissão julgadora. Abaixo, equipe vencedora da Jornada Científica 2015.

Diante de todas essas informações e situações vivenciadas é que apresento como foram gerados os dados que subsidiam o presente trabalho. Primeiramente, a atividade se desenrolou em meados de setembro do ano de 2015, então optei por inserir ao final de uma das avaliações da escola, uma enquete livre contendo 7 (sete) itens tipo Likert (PASQUALI, 1999) em que os estudantes pudessem marcar de acordo com o Quadro 1 a seguir:

Quadro 1: modelo para marcação de itens Likert

1-discordo plenamente	2-discordo parcialmente	3-nem concordo, nem discordo.	4-concordo parcialmente	5-concordo plenamente
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Foi explicitado no cabeçalho da folha impressa que o objetivo da enquete era o de fazer uma pesquisa sobre o que os estudantes acharam do trabalho desenvolvido durante os bimestres e durante a Jornada Científica, ou seja, no ensino-aprendizagem do tema **Piezoelasticidade**. Explicamos também que cada item consistia em uma declaração sobre a qual os estudantes dariam sua opinião, portanto, não haviam respostas certas ou erradas; estávamos interessados apenas na opinião em busca de melhorias. Todas as respostas dadas são confidenciais, ou seja, os nomes dos estudantes não apareceriam, em nenhuma hipótese. Além disso, não haveria nenhum impacto sobre a avaliação na disciplina de Química. Os itens são os seguintes:

1. A estratégia utilizada pelos professores em sala de aula me ajudou a compreender o fenômeno da piezoelasticidade;
2. Compreendi que o efeito piezoelétrico ocorre apenas, quando um transdutor sofre pressão que é seguida de um disparo elétrico (faísca);
3. Entendo que a pressão exercida no transdutor piezoelétrico transforma energia mecânica e elástica em energia elétrica;
4. A estratégia utilizada pelos professores me ajudou a compreender que as substâncias químicas que constituem os materiais piezoelétricos se organizam para formar cristais;
5. A estratégia utilizada pelos professores me ajudou a relacionar teoria e prática;
6. Por meio do esquema de montagem das plataformas foi possível demonstrar que os sistemas piezoelétricos podem ser utilizados como mecanismos de obtenção de energia limpa;
7. A estratégia utilizada pelos professores me ajudou a entender como se dá a aplicação da piezoelasticidade em diferentes sistemas.

Além dos itens Likert, foi necessário promover um grupo de discussão que será apresentado a seguir na seção Resultados e Discussão. Segundo Weller (2010), o “desenvolvimento dos grupos de discussão [...] não se constitui apenas como uma técnica de coleta de dados, mas como um método de investigação” (p. 55) que tem por objetivo, “a obtenção de dados que possibilitem a análise do contexto ou do meio social dos entrevistados, assim como de suas visões de mundo ou representações coletivas” (p. 56).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para fazer a análise dos itens Likert, utilizamos a proposta de Macnaughton (1996) que calcula a concordância da proposição (CProp) conforme a seguinte equação: $CProp = CP + CPA + NCD/2$. Os termos CP, CPA e NCD significam, respectivamente, concordo plenamente, concordo parcialmente e nem concordo, nem discordo. Para o cálculo da discordância da proposição (DProp) foi empregada a seguinte equação: $DProp = DP + DPA + NCD/2$, em DP e DPA, significam, discordo plenamente e discordo parcialmente.

A seguir apresentamos os dados conforme o Quadro 2:

Quadro 2: quadro de dados; respostas dos itens Likert

	DP	DPA	NCD	CPA	CP	TOTAL	DProp	CProp
Item 1	0	0	0	5	12	17	0,0	17
Item 2	3	1	1	7	5	17	4,5	12,5
Item 3	0	0	1	2	14	17	0,5	16,5
Item 4	1	2	8	4	2	17	7,0	10
Item 5	0	0	0	7	10	17	0,0	17
Item 6	0	0	0	3	14	17	0,0	17
Item 7	0	0	2	4	11	17	1,0	16,0

Legenda: DP – discordo plenamente, DPA – discordo parcialmente, NCD – nem concordo, nem discordo, CPA – concordo parcialmente, CP - concordo plenamente, DProp – discordantes da proposição; CProp – concordantes da proposição.

Ao analisarmos o quadro acima é possível perceber que os estudantes compreenderam os enunciados e conseguiram opinar de forma positiva para os Itens 1, 3, 4, 5, 6 e 7 (ver CProp). Entretanto, o resultado de CProp para o Item 2 [**Compreendi que o efeito piezoelétrico ocorre apenas, quando um transdutor sofre pressão que é seguida de um disparo elétrico (faísca)**] diverge do valor esperado porque deveria aparecer com valor inverso, ou seja, no sentido de discordância (DProp).

Para verificar esse resultado os estudantes foram convidados a participar, por livre e espontânea vontade, de um grupo de discussão (WELLER, 2010). Dos dezessete estudantes que participaram inicialmente da enquete, dez aceitaram. Feitas as devidas explicações sobre o grupo (finalidade, anonimato etc.), foi explicado que o Item 2 havia tido um resultado diferente do esperado por nós (pesquisadores) e que estávamos reunidos ali para que eles respondessem algumas perguntas. A primeira delas foi: **o que vocês pensam a respeito do Item 2 e por que a maioria marcou no sentido de concordar?**

O EST1⁴ respondeu: “acho que aqui, foi à palavra apenas” ao mesmo tempo em que se escuta os estudantes em geral concordando. EST2 completa dizendo “exatamente porque é uma das formas de manifestação piezoelétrica”. EST3 diz que “na guitarra elétrica não sofre pressão e emite faísca e é piezoletricidade”. Entendemos que os estudantes estavam tentando dizer que o problema do Item estava na palavra “apenas”.

Já nas primeiras falas ficou claro, para nós, que os estudantes haviam cometido algum engano e que, assim como esperávamos, a maioria sabia e tinha aprendido que o efeito piezoelétrico ocorre tanto na via da pressão/produção de disparo elétrico quanto do contrário conforme pode ser lido no parágrafo a seguir:

⁴ EST significa estudante e o número serve apenas para diferenciar a fala de um e de outro.

Como forma de estimular novas respostas, perguntamos aos estudantes: **o que vocês poderiam falar a respeito do efeito piezoelétrico que pudesse concordar ou discordar do Item 2?** EST2 “discordo! Porque “apenas”! Não, é uma das formas, mas não é a única”. Dentre os rumores que se seguem no áudio, percebemos que os estudantes estão convencidos de que a palavra “apenas” tenha comprometido os resultados esperados.

Para sanar possíveis dúvidas, foi perguntado aos estudantes: **vocês sabem o motivo pelo qual a maioria das marcações foi no sentido de concordar?** O EST2 respondeu que “a gente fez um trabalho que utilizava a pressão. Então elas (as pessoas, os colegas) veem meio pequeno; acham que é só daquela maneira, sem pesquisar mais a fundo e ver que existem outras formas”.

Um dos estudantes (EST4) assumiu que marcou que concordava e disse acreditar que foi pura desatenção, e completou dizendo que “você (professor) deu outros exemplos para a gente”, em seguida os estudantes começaram a falar sobre alguns exemplos, e um que chamou a atenção ocorreu quando o EST3 disse: “o microfone do celular” (apontando para o celular que estava gravando).

Há ainda outra possibilidade que foi levantada por um estudante para justificar o problema do Item 2 e que, para nós, tem um fator preocupante do ponto de vista da educação e avaliação. Apesar de estimularmos o estudo por meio de atividades experimentais e ao mesmo tempo resgatar a discussão da ciência em busca de melhor compreensão de aspectos sociais, ambientais etc., muitos estudantes pouco se importam com o que estão estudando preocupando-se, muitas vezes, apenas com nota conforme dito pelo EST5: “que é porque não fizeram com seriedade, talvez..., sabe... como não valia nada e essas coisas as pessoas fizera sem preocupação”.

Quando perguntados sobre o efeito piezoelétrico, o EST2 disse: “transformação da energia”, quando a EST6 respondeu “energia gerada através de deformação de algum material” em seguida o EST3 disse: “se fosse assim a resposta do item 2 estaria correta”. Em coro os demais estudantes concordaram... EST6 insiste dizendo: “mais aí ele está falando da faísca” no sentido de tentar se explicar em relação ao item 2. O EST3, completa dizendo: “não, eu acho que é mais amplo que isso, a piezoelectricidade”. O que mostra que eles são inclusive capazes de discutir o conceito, mesmo após ter sido realizada a atividade.

A EST5 levanta uma discussão interessante, ela diz: “no nosso projeto foi sobre a deformação não foi? Então. Deformava e voltava para o seu meio original, então era basicamente isso... imediatamente o EST1 complementa dizendo: “talvez há uma falta de conhecimento a mais, porque como a gente disse, a gente..., no nosso trabalho foi feito dessa maneira, que gerava faísca; a gente foi focado nesse e não foram todos que pesquisaram além. O que os estudantes disseram tem a ver com a questão da desatenção em marcar, mas foco no trabalho que eles fizeram, ou seja, pensaram que era uma afirmação em que eles deveriam concordar e não perceberam a palavra “apenas”.

Por fim, pedi aos estudantes que falassem sobre a opinião deles em relação ao trabalho, sobre o que aprenderam, etc. Eles ficam muito acanhados (muitos risos), mas a EST2 disse que “se colocasse em prática, mais abrangente assim, seria legal, né”?! E continua dizendo: “porque eu, eu não gosto de energia, tipo que tira da água etc., mas se fosse possível tirar de piezoelectricidade assim seria mais interessante, mas custa dinheiro, infelizmente”.

Aqui, se percebe que EST2 consegue se expressar de maneira crítica no sentido de que é preciso encontrar novas formas de se obter energia ao mesmo tempo em que é avaliada a questão financeira envolvida. Para nós, isso vai de encontro ao

objetivo de atividades experimentais vinculadas as discussões CTSA. Faz todo sentido. No final de toda a gravação temos uma demonstração de algo, não menos importante, que nos ajuda e impulsiona para elaboração de atividades dessa natureza e que continuamente sejam arquitetadas; a EST5 finalizou dizendo: “estou orgulhosa”.

EXPEDIENTE

Conforme já apresentado em outro texto (PHILIPPSEN; CASTRO, 2013) a base do pensamento e da busca por uma educação mais democrática deve ser pautada por discussões que extrapolem o simples conteúdo curricular ou mesmo a demanda escolar por aprovação em vestibulares (entre outras). É o que se espera do presente texto; deve também sensibilizar os colegas professores a pesquisar novas formas e propostas de educação que contemplem necessidades diversas do mundo contemporâneo para que no futuro possamos desfrutar, em comunhão, de um mundo socialmente desenvolvido, humano, amigável e ambientalmente sustentável, em que a justiça social seja anterior à caridade.

Pretendemos dar continuidade a atividade aqui apresentada, pois acreditamos que atividades dessa natureza tendem a minimizar os problemas enfrentados diariamente por professores a exemplo do desinteresse educacional por parte dos estudantes. Também faz parte de nossa intenção elaborar uma maneira de adaptar a atividade para usá-la em favor da Educação de Surdos.

AGRADECIMENTO

[...]

BIBLIOGRAFIA

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In. CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

CARVALHO, A. M. P. Critérios Estruturantes para o Ensino de Ciências. In. CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2015.

DAVIS, J. A. **Levantamento de Dados em Sociologia: uma análise estatística elementar**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

ECYCLE, E. **Britânico cria tapete que gera energia elétrica com a força de pisadas**. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/37-tecnologia-a-favor/1463-britanico-cria-tapete-que-gera-energia-eletrica-com-as-pisadas.html>>. Acesso em: 10 mai. 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 50 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2011.

MACNAUGHTON, R.T. **Numbers, scales and qualitative research**. Lancet, n.347, p.1099- 1100, 1996.

OLIVEIRA, G. S. de. **Mudanças climáticas**: ensino fundamental e médio. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.

PASQUALI, L. **Instrumentos Psicológicos**: manual prático de elaboração. Brasília-DF: LabPAM; IBAPP, 1999.

PHILIPPSSEN, E. A.; CASTRO, E. A. S. Ser humanista, porque não? In: Congresso Latino-Americano de Compreensão Leitora-Jaime Cerrón Palomino (ConLACoL), 2013, Formosa-GO. **Anais...** Disponível em: <<http://www.anais.ueg.br/index.php/ConLaCol/article/view/2586/1899>>. Acesso em 11 mai. 2015.

REYNOL, F. Piso gera eletricidade pela passagem de veículos e pedestres. **Agência FAPESP**, 2010. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=energia-piezoelétrica#.VfAVkNJViko>>. Acesso em: 10 mai. 2015.

SILVA, R. R.; MACHADO, P. F. L.; TUNES, E. Experimentar Sem Medo de Errar. In: SANTOS, W. L. P. S.; MALDANER, O. A. (Org.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora Unijuí, 2010, p. 231-261.

WELLER, W. Grupos de discussão: aportes teóricos e metodológicos. In: WELLER, W.; PFAFF, N. (Org.). **Metodologias da Pesquisa Qualitativa em Educação**: Teoria e Prática. Petrópolis: Vozes, 2010, p. 54-65.

WILDER Jr. J. W. **New concepts in technical trading systems**. NY: Trends Research; 1981.