

Versão Online ISBN 978-85-8015-093-3
Cadernos PDE

VOLUME I

OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE
NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE
Artigos

2016

O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ESTUDO DOS CONCEITOS DE ELETRICIDADE

Rosana Souza¹

Dulce Maria Strieder²

RESUMO: O presente artigo foi elaborado com intenção de relatar os resultados obtidos com a implementação do projeto de intervenção pedagógica na escola, elaborado a partir do Programa de Desenvolvimento Educacional- PDE. A problemática fundamental partiu da observação em relação às dificuldades apresentadas na compreensão dos conceitos de Eletricidade pelos alunos do terceiro ano do Ensino médio do Colégio Estadual Mário Quintana – Cascavel-PR. Portanto, teve como intenção o desenvolvimento de atividades que facilitem a aprendizagem como investigação, experimentação com materiais alternativos, ao contemplar também a utilização de simuladores como estratégias, além de recursos como vídeos e exploração de programas como o Google drive e Power point, multimídia, entre outros. Para esse trabalho foi priorizada a abordagem metodológica de ensino por investigação, com ênfase em questões que desenvolvem o pensamento crítico, na qual o ensino tem como foco a formação de cidadãos críticos e autônomos. A prática educacional, amparada nos fundamentos supracitados, provocou no aluno o prazer de buscar o conhecimento, motivando-o a compreender a importância do estudo da Ciência, construindo um aprendizado de forma sólida e significativa para a vida.

Palavras- chave: Ensino de Física; Eletricidade; Experimentação; Ensino por Investigação.

1- INTRODUÇÃO

Na educação formal, os estudantes de modo geral apresentam dificuldades na compreensão dos conteúdos de Física. Muitas vezes, esse fator está relacionado às condições estruturais de que o professor dispõe para desenvolver suas aulas, como precárias condições do laboratório de informática, de laboratório didático de Física, ausência de recursos multimídia, etc. A falta de recursos dificulta a exploração de novas metodologias que levariam o aluno a um maior interesse e aprendizado dos

¹ Autora: docente – Física – Colégio Estadual Mário Quintana – Cascavel – PR, participante do Programa de Desenvolvimento Educacional – PDE – email: rosanafismat@gmail.com

² Orientadora: Docente – IES: Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática/PPGECM-CCET/UNIOESTE -

conceitos de Física, restringindo, assim, as ações para a exploração de aulas excessivamente matematizadas e pouco atrativas.

Nesse panorama, é relevante a busca de alternativas que tornem as aulas mais dinâmicas, para estimular a participação e interesse dos alunos. Por isso o projeto didático pedagógico desenvolvido a partir de 2016, retratado no presente texto, propôs um apanhado de atividades que explorem a interatividade que percebemos entre os alunos, apresentando pesquisa, especialmente na internet, exploração de simuladores computacionais, sobretudo as diferentes formas de experimentação, colaborando para que o aluno se veja como protagonista na construção do conhecimento científico. Para obter o êxito esperado, foi dada grande ênfase a abordagem de ensino por investigação como forma de facilitar esse processo de aprendizagem.

O conteúdo Eletricidade foi escolhido, a partir da observação durante a experiência de atuação da autora, de dificuldades demonstradas por alunos em compreendê-lo e a relevância de seus conceitos para a vida em sociedade, imersa em artefatos eletroeletrônicos. O objetivo foi levar os alunos a participar de aulas especialmente práticas, construindo habilidades relativas a investigação, o desenvolvimento da consciência e postura críticas, e o estímulo a aprendizagem de aspectos éticos essenciais à sua vida cotidiana. Pretendeu-se com a utilização da abordagem do ensino por investigação, facilitar a (re)construção do conhecimento, induzindo o aluno a descobrir e interessar-se cada vez mais sobre o assunto abordado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com as orientações curriculares para o Ensino de Física no Ensino Médio (BRASIL, 2008), a escola deve proporcionar aos estudantes a ampliação da compreensão que eles têm do mundo em que vivem. Para a busca dessa compreensão é necessário a valorização e o rompimento do senso comum, que é conhecimento baseado em suas experiências fora do ambiente escolar.

O processo de ensino aprendizagem, em Física, deve considerar o conhecimento trazido pelos estudantes, fruto de suas experiências de vida em suas relações sociais. Interessam em especial, as concepções alternativas apresentadas pelos estudantes e que influenciam a aprendizagem de conceitos do ponto de vista científico (PARANÁ, 2008, p. 56).

De acordo com as DCE's voltadas para o ensino de Física, para se proporcionar o conhecimento científico deve-se promover a contextualização entre os saberes prévios dos estudantes com aquilo que pretende-se ensinar. Intenciona-se a partir da reflexão crítica ao senso comum, proporcionar meios para que o aluno sinta a necessidade de buscar e compreender esse novo conhecimento (BRASIL, 2008).

Dessa forma, entende-se que ao partir do conhecimento prévio, faz-se uma reflexão crítica, na perspectiva de transcender esse saber imediato e forma-se o conhecimento científico ultrapassando as fronteiras entre os conhecimentos (STRIEDER, 2007). Para tal ação, o professor necessita dispor de meios que possam instigar o aluno ao questionamento, a resolução de situações problemas que estimulem a apropriação desse conhecimento, indispensável para a emancipação e para a promoção de cidadãos capazes de atuar criticamente no meio onde vivem.

Os conhecimentos prévios dos alunos, e a exploração de suas contradições e limitações pelo professor, exigem que este elabore situações e problemas que o aluno não faria sozinho e que tenham o potencial de levar à aquisição de um conhecimento que o educando ainda não possui, mas que passará a ter significância dentro dos esquemas conceituais do aluno (BRASIL, 2008, p.51).

Uma proposta bastante significativa que pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem, estabelecendo uma relação menos distante entre o senso comum e o conhecimento científico é a abordagem de ensino por investigação, proposta por Carvalho e Sasseron (2015). Na visão das autoras

[...] é necessária mudança na relação intelectual entre o professor e o aluno, não sendo mais aceito que todo o raciocínio e a estrutura do conhecimento sejam passados de forma totalmente fechada e expositiva do professor ao aluno. O aluno deve ser reconhecido como um ser pensante, como uma pessoa intelectualmente ativa, participando intelectualmente do conteúdo trabalhado em sala de aula. É preciso dar a esse aluno o que vamos chamar de *liberdade intelectual*, a liberdade de pensar e de argumentar sobre o que está aprendendo, de construir o seu próprio conhecimento (CARVALHO; SASSERON, 2015, p. 251).

De acordo com as autoras, numa abordagem tradicional, o professor geralmente proporciona algo pronto, não possibilitando o aluno pensar, e este aluno, em geral espera respostas fechadas. No ensino por investigação, o aluno busca e suas perguntas vão encaminhando-se às respostas, de forma orientada pelo professor. O aluno passa a desenvolver habilidades de argumentação, de resolução

de problemas. Esses elementos são fundamentais para a autonomia do estudante, considerando que sua liberdade intelectual deve ser levada em conta. Nesta forma de ensino, o professor dá o encaminhamento, o direcionamento, mas para a compreensão do conteúdo e da situação problema, o aluno precisa agir. (CARVALHO; SASSERON, 2015).

As autoras Carvalho e Sasseron (2015) citam ainda que, esta proposta objetiva levar o aluno a enculturação científica e para isso, faz-se necessário, meios que o instigue a participar de processos investigativos, propondo um problema e permitindo a interação em pequenos grupos, e posteriormente em grupos maiores. Neste trabalho deve-se proporcionar liberdade intelectual para argumentarem, levantar hipóteses. Segundo as autoras, assim, “serão introduzidos na cultura científica, aprendendo a falar ciências” (CARVALHO; SASSERON, 2015, p. 260)

Para Vieira (2012):

[...] é importante que o professor leve os alunos a desenvolver reflexões, relatos e argumentações sobre o fenômeno investigado. Para finalizar, é produtivo que ele dê um “fechamento” ao trabalho, enumerando as principais ideias discutidas durante a atividade, bem como ressaltando e explicando os conceitos científicos nelas envolvidos (VIEIRA, 2012, p.38)

Segundo Carvalho e Sasseron (2015), o ensino por investigação tem como ponto de partida uma situação-problema que deve levar o aluno a reflexão, discussão, levantamento de hipóteses, e outros aspectos que proporcionam a construção do autoconhecimento, por meio da interação entre o pensar, sentir e fazer.

As orientações curriculares (BRASIL, 2008) enaltecem que a Física abordada no ensino médio deve garantir que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de compreender o mundo em que se vive. Para expandir essa compreensão é preciso propor questões que estimulem as perguntas e a busca de respostas.

Entretanto, ao considerar a falta de recursos presentes na educação nacional e a conseqüente dificuldade em explorar novas metodologias, o ensino de Física, acaba restrito ao uso da linguagem matemática. De acordo com Paraná (2008), saber matemática é um fator relevante na aprendizagem da Ciência, mas os conceitos sobre cada fenômeno devem ser valorizados.

Ainda que a linguagem matemática seja, por excelência, uma ferramenta para essa disciplina, saber Matemática, não pode ser

considerado um pré-requisito para aprender Física. É preciso que os estudantes se apropriem do conhecimento físico, daí a ênfase aos aspectos conceituais sem, no entanto, descartar o formalismo matemático (PARANÁ, 2008, p. 56).

As aulas de Física podem se tornar mais atrativas para o aluno considerando as atividades experimentais na abordagem de ensino por investigação. A experimentação “[...] contribui para formular e estabelecer relações entre conceitos, proporcionando melhor interação entre professor e estudantes, e isso propicia o desenvolvimento cognitivo e social no ambiente escolar”. (PARANÁ, 2008, p.56).

Saraiva Neves et. al. (2006) colocam em evidência a importância da experimentação no ensino de Ciências, destacando que esta serve para motivar, estimular o interesse e o prazer de investigar; treinar destrezas laboratoriais; enfatizar a aprendizagem do conhecimento científico; e desenvolver certas “atitudes científicas” como abertura de espírito e objetividade. Máximo e Alvarenga, (2007, p. 9) destacam que “O trabalho experimental pode ser usado sempre como um recurso poderoso para auxiliar na compreensão e na aprendizagem significativa dos assuntos em estudo”. No entanto, mesmo a experimentação representando uma importante ferramenta na promoção da aprendizagem dos conceitos científicos, vários fatores contribuem para sua pouca utilização (AXT, 1991).

Tsai (2003) cita que, dificuldades estruturais como más condições ou indisponibilidade dos laboratórios, falta de materiais ou má qualidade destes, falta de formação dos professores, bem como carga horária insuficiente para preparação das aulas e desenvolvimento das práticas, quantidade excessiva de alunos por turma, são fatores que justificam a pouca ou não agregação das atividades experimentais nas aulas de Física.

É importante salientar que apesar das dificuldades frente ao uso da experimentação como metodologia de ensino, o professor pode e deve buscar alternativas para contemplar esse recurso, levando em conta sua relevância na aprendizagem dos conceitos científicos, partindo do pressuposto que

[...] uma experiência que permite a manipulação de materiais pelos estudantes ou uma demonstração experimental pelo professor, nem sempre precisa estar associado a um aparato sofisticado. Importa a organização, discussão e reflexão sobre todas as etapas da experiência, o que propicia interpretar os fenômenos físicos e trocar informações durante a aula, seja ela na sala ou no laboratório. (PARANÁ, 2008, p. 74).

Portanto, as diferentes maneiras de exploração das atividades experimentais são de fundamental importância para a apropriação dos conceitos físicos, não importando se a sua utilização inclui o uso de materiais alternativos ou mais elaborados. O mais importante é que esse recurso contemple de forma satisfatória o aprendizado do conceito físico. Investigar os conceitos de eletricidade através de diferentes recursos, especialmente a experimentação pode envolver o aluno de forma prazerosa na construção do conhecimento.

3. ELEMENTOS METODOLÓGICOS E RELATO DA IMPLEMENTAÇÃO

O projeto de intervenção pedagógica na escola, foi elaborado no primeiro semestre de 2016 com o questionamento: “As atividades experimentais abordadas no perfil do ensino por investigação desenvolvem a curiosidade e o interesse do aluno pela Física?” Essa pergunta teve como ponto de partida as dificuldades encontradas pelos estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Para realização da pesquisa utilizou-se a revisão bibliográfica e a pesquisa de campo. A turma participante foi composta por 30 alunos com idade aproximada de 17 anos.

As ações contempladas no projeto desenvolvido foram organizadas em 32 horas-aulas, incluindo atividades extraclasse, totalizando aproximadamente 64 horas de estudos.

A implementação do projeto incluiu um amplo trabalho de pesquisa sobre Energia Elétrica, da produção ao consumo, com seminário em Power point, produção e apresentação de maquetes e experimentos, envolvendo material de fácil acesso e de baixo custo. Foram realizados estudos sobre a estrutura do átomo, conceito de carga elétrica, condutores e isolantes, exploração de recursos didáticos como vídeos e áudios. Houve grande exploração de aulas práticas, com análise de funcionamento de aparelhos eletrodomésticos, para estudo de corrente elétrica, tensão, potência e resistência elétrica, bem como da análise da conta de energia, discussão de ações para economia de energia elétrica nas residências com utilização de simuladores computacionais entre outros.

O projeto foi levado ao conhecimento da turma de alunos no início do ano letivo de 2017, para que se tornassem cientes e compreendessem seu papel, destacando a relevância deste no contexto escolar, o comprometimento na realização dos estudos, a partir de explanação sobre a escolha do tema, a justificativa, os objetivos almejados e o cronograma previsto para implementação, deixando claro que de acordo com a

metodologia de ensino adotado, cada aluno se comportaria como mentor na produção do conhecimento e que ao professor caberia o papel de mediador.

Em relação ao processo de implementação em sala, considerando o tema Eletricidade, a fim de diagnosticar as concepções espontâneas, para dar início aos estudos, os alunos produziram um pequeno texto. Esse exercício foi de fundamental importância e provou que uma parte dos alunos apresentam conhecimentos mínimos sobre o assunto. De um grupo de 27 alunos, 12 apresentaram relato, enquanto 15 não responderam ou não souberam fazer as possíveis considerações. .

Os alunos, em seus registros, durante o levantamento de concepções espontâneas, indicaram ter conhecimentos sobre fontes e formas de produção de energia elétrica, como no trecho: “A energia elétrica é produzida através de geradores, que podem ser movidos com a força de certos elementos como a água, vento e também energia a vapor por meio da queima de certos resíduos”. Mostra-se aí a relevância de iniciar o estudo de um tema abordando as concepções prévias dos alunos, explorando as fronteiras destas com o saber científico, fornecendo meios ao aluno para transposição de tais fronteiras levando à aprendizagem da Ciência (STRIEDER, 2007).

Outro elemento importante observado nos dados relativos a concepções espontâneas dos alunos foram os vínculos que estes estabelecem entre o tema em discussão e seu cotidiano: “A energia elétrica é tudo, usamos praticamente em tudo, no chuveiro, geladeira, secador, luz, lâmpada, computador. A sua importância para o ser humano é grande, pois usamos em vários locais”. Indica-se aí a importância da contextualização do saber prévio do estudante com aquilo que se pretende estudar. "A contextualização como recurso serve para problematizar a realidade vivida pelo aluno, extraí-la de seu contexto e projetá-la para análise. Ou seja, consiste em elaborar uma representação do mundo para melhor compreendê-lo (BRASIL, 2008, p. 51).

As concepções espontâneas ainda indicaram uma consciência em relação a sustentabilidade: “A energia elétrica é produzida em usinas hidroelétricas, ou em cata-ventos eólicos que é mais barata e agrega menos impacto ambiental “; “Para evitar o desperdício de energia elétrica tem que evitar deixar a luz ligada ou deixar aparelhos ligados sem dar importância”. O trecho mostra que o aluno já tem consigo em suas experiências cotidianas, consciência crítica e postura ética frente às questões ambientais e de cidadania.

Dando sequência ao processo de investigação das concepções espontâneas os alunos foram levados ao laboratório de informática. No programa "Google Drive" foram disponibilizadas questões diversificadas a respeito do ensino de Física e sobre os conceitos de Eletricidade que, após respondidas deveriam ser enviadas ao e-mail do professor. Esse exercício foi realizado individualmente sem consulta a qualquer fonte.

Nesta atividade, a questão inicial remetia a explicitação da percepção dos alunos sobre o estudo dos conteúdos na disciplina de Física escolar. Esta questão era fechada e os alunos tinham como alternativas indicar afirmativamente ou negativamente se as atividades no ensino de física eram boas, interessantes e dinâmicas. Nesta questão, 29% optou por respostas negativas, 62% indicou respostas afirmativas, considerando o contexto geral, porém dentre estes, 51% indicou que gostariam de participar de aulas mais atrativas.

Ao perguntar o que é preciso incluir nas aulas de Física para torná-las mais dinâmicas e interessantes, obteve-se respostas associadas a experimentação, como: "Aulas práticas, com ampla diversidade de conteúdo para estudo"; "Ir aos laboratórios"; "Experiências"; "Criar um trabalho no qual alunos tragam e mostrem os experimentos para a classe"; "Mais aulas com pesquisas no laboratório e aulas práticas. Alguns não especificaram a metodologia, mas sugerem mudanças: "Aulas diferenciadas, não apenas passar conteúdo no quadro, tem que diferenciar um pouco"; "Mais atividades fora da sala". Outros indicaram temas específicos de seu interesse: "No meu interesse, Física Quântica". Por fim, houve aqueles que se dizem contentes com o trabalho realizado: "Nada, está bom no meu ponto de vista; "Já gosto de como está, muito boa";

Constatou-se que parcela considerável dos alunos expuseram o interesse em participar de aulas diferenciadas, especialmente que contemplem a pesquisa e a experimentação com a utilização dos "laboratórios". Alguns sentem a necessidade de maior abordagem da teoria física, abandonando-se um pouco as equações matemáticas. Constata-se à partir dessa dinâmica que a produção didático-pedagógica, aqui apresentada, propõe elementos que permeiam aos anseios dos estudantes, com potencial de gerar motivação. Neste item, apenas quatro alunos não responderam.

Quando perguntado se houve a exploração de atividades práticas no laboratório de Física, na sala de aula ou em programas de simulações durante os anos anteriores de participação na disciplina de Física, a totalidade respondeu

afirmativamente. Destes, 20% respondeu que: "sim, várias vezes", enquanto que 80% disseram: "sim, poucas vezes". Nenhum aluno afirmou não ter participado de aulas experimentais na disciplina de Física, o que mostra que tal recurso faz parte do contexto do grupo de alunos, mesmo que de forma esporádica.

Quanto a análise perante as concepções prévias dos alunos em questões mais específicas do tema em estudo, pode-se observar que um pequeno número de alunos apresentou conhecimentos mínimos sobre questões relacionados ao consumo de energia, a exemplo da relação entre o horário de verão e a economia de energia elétrica, e quanto a observação da tarifa de energia elétrica de uma residência em relação ao cálculo de consumo mensal. De um total de 20 alunos, 17 assumiram nunca ter observado os números presentes na tarifa residencial. Em contrapartida, grande parte apresentou ter conhecimentos sobre o consumo geral dos aparelhos nas residências, em relação aos que consomem mais energia e destacam formas de economia. No contexto destas discussões, pode-se citar Strieder (2004, p.18):

A própria função da escola em termos de formação para a autonomia e, por consequência, para a cidadania, fica comprometida, se ela não conseguir atuar sobre a cultura científica de seus alunos, na medida em que ela está relacionada a melhoria da qualidade de vida destes por meio da compreensão mais ampla do contexto em que vivem.

Esse fator remete novamente à importância da contextualização entre os saberes. Portanto, diante desse diagnóstico, foi possível definir melhor os rumos do processo de implementação do projeto de intervenção pedagógica.

Dando início, à segunda etapa de implementação, os alunos foram convidados ao laboratório de informática para realizarem uma pesquisa mais profunda sobre a matriz energética brasileira em relação à produção de Energia Elétrica, com o objetivo de realizar um confronto entre os conhecimentos espontâneos e científicos. Os alunos foram divididos em grupos de até quatro integrantes, devendo, assim realizar a pesquisa sobre cada fonte de energia. A pesquisa deveria conter todos os dados relevantes possíveis, além disso, foi proposto a realização da apresentação em *Powerpoint*, de um resumo sobre o assunto para os colegas, previamente revisado pelo professor, a fim de gerar discussão mais ampla sobre o tema. Para Carvalho e Sasseron, (2004, p. 259 e 260),

se os professores, ao aplicarem em suas salas de aula as Atividades de Conhecimento Físico, propondo o problema para os alunos, deixando-os interagir em pequenos grupos e depois em grupos maiores, perguntarem "como?" e derem liberdade intelectual para

que eles falem sem repressão, e depois perguntarem “por que?”, então os alunos argumentarão, levantarão suas hipóteses, explicarão o fenômeno, apresentarão os raciocínios hipotético-dedutivos construindo relações compensatórias entre as variáveis, escreverão, construirão autonomia moral e, portanto, serão introduzidos na cultura científica, aprendendo a falar ciências.

Para compor a apresentação, cada grupo também preparou um vídeo curto retirado da *web* sobre o tema e uma maquete ou experimento. Os alunos tiveram algumas semanas para atuarem na suas pesquisas e na elaboração de todo material que iria compor suas apresentações. Procurou-se nesta etapa o amplo aproveitamento dos recursos tecnológicos como principal meio para investigar sobre os fenômenos em estudo. "As vantagens de se usar as tecnologias como ferramenta pedagógica é estimular os alunos, dinamizar o conteúdo e fomenta a autonomia e a criatividade" (ANDRADE, 2011, p.6).

Os alunos de um modo geral, demonstraram muito interesse e interação, e isso é característico na adoção da metodologia de ensino por investigação. Os alunos devem sentir-se encorajados e instigados a participar da produção do próprio conhecimento. Durante esse processo, procurou-se não responder às dúvidas, mas mediar as ações, incentivando-os na busca de respostas para as situações-problemas investigadas. De acordo com o documento Brasil (2008, p. 53) "Ao se ensinar Física, devem-se estimular as perguntas e não somente dar respostas a situações idealizadas".

Todos os grupos realizaram o trabalho de investigação e proposição do texto. De seis grupos, apenas dois não apresentaram a maquete ou experimentos. Estes alegaram que o tema foi muito complexo, e sentiram muitas dificuldades em expressar o conteúdo através de um modelo, mesmo pesquisando muito sobre o assunto. Alguns grupos demonstraram bom conhecimento científico sobre tema investigado indicando também maior empenho na execução das atividades. Ao final da apresentação, iniciou-se um diálogo com os alunos, questionando as principais dificuldades que encontraram na elaboração do trabalho. Para isto as respostas obtidas foram: “É muito difícil explicar sobre o assunto”; “Tem que estudar muito para entender”. Quanto ao aspecto considerado mais difícil, muitos alegaram que foi difícil elaborar o experimento ou maquete e que alguns colegas do grupo não ajudaram muito, alguns disseram ainda que não tinham idéia de como organizar uma apresentação em power point, por isso tiveram que mobilizar esforços para aprender.

Alguns grupos dividiram as tarefas, porém, outros disseram que realizaram todas as "partes" do seminário em conjunto.

Ao mesmo tempo que encontraram dificuldades ao elaborar o experimento ou maquete, os mesmos relataram que ficaram felizes ao constatar o resultado final de seus trabalhos. Percebeu-se assim que, quando foi proporcionado autonomia e responsabilização pelo aprendizado aos estudantes, os mesmos se sentiram encorajados a buscar respostas às questões levantadas.

Assim, o que a Física deve buscar no ensino médio é assegurar que a competência investigativa resgate o espírito questionador, o desejo de se conhecer o mundo em que se habita. Não apenas de forma pragmática, como aplicação imediata, mas expandindo a compreensão do mundo, a fim de propor novas questões e, talvez encontrar soluções" (BRASIL 2008, p. 53)

Frente a essa concepção, na perspectiva de incentivar cada vez mais o prazer em investigar, foi proposto na sequência uma nova pesquisa sobre o tema em estudo, que contemplou investigação e experimentação pelos alunos. Estes teriam autonomia para desenvolver todo o projeto em grupos que foram compostos por membros diferentes do grupo anterior. O objetivo foi tentar estabelecer relações entre grupos diferenciados, para que o trabalho ocorresse com maior interação possível entre todos os membros da turma, com intenção de desenvolver também a afetividade, num trabalho investigativo de forma colaborativa. De acordo com Torres e Irala (2014, p. 61), "[...]o conhecimento é construído socialmente, na interação entre pessoas e não pela transferência do professor para o aluno". Ainda segundo Torres e Irala (2004), na aprendizagem colaborativa, "[...] os alunos têm a oportunidade de trabalhar com problemas e questões de relevância para suas vidas, bem como aprender habilidades de colaboração e comunicação, necessárias para seu sucesso na escola e no mundo do trabalho" (p.78 e 79). Para essa atividade, os alunos poderiam dispor de meios como o laboratório de informática, biblioteca com revistas de divulgação científica, livros didáticos da disciplina, entre outros materiais. Foi posto à disposição itens de laboratório presentes na escola, mas foi ressaltada a importância de utilizarem materiais alternativos na elaboração de seus projetos.

De forma geral, obteve-se como resultado experimentos bem executados, com utilização de materiais simples presentes no cotidiano. Os alunos fizeram demonstrações para os colegas de sala, explanando que materiais utilizaram na confecção, os procedimentos de montagem, o objetivo, ou seja, que conceito de eletricidade estava subjacente no experimento apresentado. Neste momento, a

argumentação para imersão na linguagem da Ciência (CARVALHO; SASSERON, 2015) foi o objetivo mais amplamente alcançado.

Para a ação citada os alunos tiveram algumas semanas de organização, enquanto isso, no decorrer da implementação, foram realizadas atividades experimentais por demonstração, com o objetivo de trabalhar diversos conceitos da Física fundamentais ao estudo da eletricidade, com a utilização de materiais alternativos e de fácil montagem. Em uma das aulas, foi elaborado um protótipo com objetivo de identificar a condutividade térmica dos materiais. O material para essa aula expositiva foi providenciado com antecedência e o dispositivo foi montado na presença dos alunos. Durante tal ação, promoveu-se um diálogo sobre os passos da montagem, na tentativa de avaliar que conhecimentos eles possuíam a respeito dos átomos como estrutura da matéria, o conceito de carga elétrica, corrente elétrica, tensão, campo elétrico. O experimento foi constituído por um circuito, composto de uma lâmpada incandescente em série, ligada à tomada na rede elétrica e a fios que foram conectados a diferentes materiais.

Procurou-se com essa prática, induzir os alunos às respostas, permitindo com que levantassem questões e hipóteses sobre os fatos, efetivando um trabalho de investigação na perspectiva de Carvalho e Sasserón (2015). Depois eles foram convidados a participar dos testes, tendo em mãos diversos materiais condutores e isolantes.

No próximo passo do trabalho com atividades experimentais, realizou-se uma aula em forma de oficina, da qual os alunos participaram ativamente na elaboração de materiais didáticos-pedagógicos para o estudo dos processos de eletrização. Para a aula prática, os materiais foram preparados com antecedência, sendo parte providenciada pelos próprios alunos e o restante disponibilizada pela escola ou professor. Foram propostas situações-problema relativas a eletrização para amparar a investigação. Neste momento, esperou-se que os alunos trouxessem informações sobre o eletroscópio de folhas e o pêndulo eletrostático, sendo proposta na aula anterior uma pesquisa sobre o assunto. Então, pediu-se para que montassem grupos de três alunos para discutir sobre como construir os dispositivos com o material disponível. Nesta atividade foi estimulada a máxima autonomia para que os alunos colocassem em prática suas hipóteses, possibilitando erros e acertos. O objetivo foi provocar discussão, interação, curiosidade e a construção do conhecimento, caracterizando um trabalho investigativo.

Foram utilizados materiais alternativos do cotidiano do aluno, de forma que percebessem que para comprovar um fenômeno físico não são necessários aparatos sofisticados, baseado em concepções adquiridas durante a pesquisa dada como tarefa e na discussão inicial sobre os processos de eletrização, percebeu-se que alguns grupos apresentaram maior facilidade. Alguns grupos demonstraram extrema dificuldade, então foi permitida interação com os demais grupos e em última instância, pesquisa na internet com a utilização de dispositivos móveis pessoais, além dos direcionamentos apontados pelo professor.

Após a conclusão dos eletroscópios, os alunos fizeram testes de eletrização livremente utilizando canudinhos de refrigerantes, régua ou outros materiais atritados a pedaços de tecidos, etc. Alguns dispositivos não funcionaram, pediu-se que os mesmos investigassem o erro e a solução, possibilitando a discussão de suas conclusões. As proposições deste momento foram amparadas em Souza e Souza (2002), que destacam: "[...] errar faz parte do processo de ensino, de construção do conhecimento. O erro deve ser tido como algo estimulante para o aluno continuar estudando para galgar mais aprendizagem, e não que o fato de errar seja impossibilidade de aprender" (p. 2).

É preciso considerar ainda, que na sua atividade prática os cientistas erram e acertam, avançam e retrocedem, testam algumas de suas hipóteses ou deixam de testá-las pela impossibilidade técnica. Ora acreditam e se entusiasmam, ora deprimem-se. Enfim, comportam-se como alguém que participa de uma atividade humana, que é a construção do conhecimento científico (PARANÁ, 2008, p.73).

Foi desenvolvida, na sequência, a experimentação por simulação no laboratório de informática, para abordar os conteúdos resistência elétrica, associação de resistores e consumo de energia. Segundo Paraná (2008, p 78), "Diferente das animações, as simulações permitem uma interatividade entre o estudante e a máquina e podem ser utilizadas on-line". Ainda de acordo com este, a simulação é válida, quando determinado experimento não pode ser realizado na prática.

Pôde-se verificar bom interesse e participação em todas as atividades de simulação, sendo considerado sempre nos exercícios propostos a disponibilização de um tempo para que os alunos pudessem observar, testar e interagir. Depois foi realizada uma discussão no grande grupo com intenção de induzir o aluno às respostas sobre os fenômenos estudados. Por várias vezes voltou-se a manipular os

simuladores, buscando estabelecer um debate, motivando o levantamento de questões, hipóteses e a busca de respostas, incentivando a troca de ideias entre os colegas próximos e em seguida no grande grupo. Eles fizeram anotações sobre as conclusões. Percebeu-se uma maior motivação durante a aula e curiosidade em compreender os fenômenos. Após o contato com simuladores voltados às leis de Ohm, por exemplo, os alunos apresentaram um melhor entendimento e maior facilidade ao resolver situações-problema propostos em sala de aula.

Nas atividades de simulações, os alunos fizeram a análise de consumo residencial de energia elétrica. Eles puderam constatar quais aparelhos consomem mais energia em suas casas, pois essa prática partiu da observação de aparelhos eletrodomésticos presentes em suas residências. Em sala de aula, foi feita análise da conta de energia, permitindo ampla discussão para compreensão do cálculo de consumo. Então, foram realizados cálculos de consumo de energia, considerando também os eletrodomésticos presentes nas residências, a partir do tempo mensal aproximado de uso de cada um deles. Constatou-se que esta atividade aliada à experimentação por simulação foi importante para que os alunos compreendessem melhor o conteúdo.

Muitos alunos, como já citado na análise das concepções prévias, apresentaram conhecimentos sobre o consumo de energia em aparelhos residenciais enquanto alguns se mostraram muito surpresos, ao perceberem quais os "vilões" no consumo de Energia. Esse fato os levou a reflexão sobre quais meios ou ações possibilitam um melhor uso e aproveitamento desse recurso em sua prática cotidiana, visando a sustentabilidade.

Na sala de aula também foram produzidos textos coletivos sobre economia de energia e realizaram cálculos sobre resistência elétrica. Os resultados foram satisfatórios, os alunos passaram a relacionar melhor a proporcionalidade ou não entre grandezas físicas e a entender melhor as diferenças entre as associações de resistores, diferenciando também os modelos dos artefatos reais.

A teorias que se propõem compreender o fenômeno retornam à realidade, mas são teorias e modelos da física e não o próprio fenômeno. Elas serão tanto mais aceitas quanto mais e melhores explicações proporcionarem acerca da natureza ou de aparatos tecnológicos (BRASIL, 2008, p.50)

Além da pesquisa e experimentação foram utilizados vários outros recursos didáticos como áudios e vídeos sobre os processos de eletrização, circuitos elétricos, consumo de energia, efeito joule, além de debates e produções de textos coletivos, como forma de organizar as ideias e conclusões sobre os conteúdos estudados, concretizando uma (re)construção do conhecimento. Além disso, os alunos fizeram diversas pesquisas extraclasse, as quais incluíram observação de materiais de sua residência, para identificar o contexto relacionado a eletricidade com as grandezas tensão, potência, intensidade de corrente elétrica, verificação da caixa de disjuntores, anotações, por exemplo, quanto ao número de disjuntores, procurando destacar o valor da corrente elétrica que a chave geral pode suportar, estimativa da corrente máxima de todos os aparelhos funcionando ao mesmo tempo.

Esse tipo de análise dos aparelhos também foi realizado no laboratório de Física, paralelo à pesquisas no laboratório de informática, no qual obteve-se êxito comparado às observações propostas nas residências. Nessa atividade, foram disponibilizados diversos aparelhos ou dispositivos como lâmpadas, pilhas, baterias, ferro elétrico, batedeira, resistores, fusíveis, entre outros. Os alunos puderam classificar os dispositivos em geradores, receptores e resistores, bem como identificar os efeitos sobre cada um deles na presença de uma corrente elétrica como efeito joule, efeito luminoso, efeito magnético e químico. Nas análises, os alunos puderam manusear os aparelhos, compreenderam melhor os significados relatados nas especificações destes, registrando valores em tabelas para posterior discussão. Essa dinâmica contemplou também tarefas como medições de corrente elétrica, tensão e resistência, com a utilização de multímetros, com a intervenção constante do professor. Antes de iniciar as medições, os alunos participaram de uma aula expositiva sobre as funções do multímetro e como utilizá-lo.

Foi interessante perceber que os meninos da turma se envolvem mais com esse tipo de atividade e apresentam maior interesse, se mostrando mais encorajados e interativos do que o grupo de meninas. Alguns deles relataram já ter realizado medições, ou compreendem o funcionamento de diversos materiais, pois são filhos ou parentes de eletricitas, ou já vivenciaram situações diversas que os levaram a entendimentos sobre assuntos elétricos. Tal situação de diversidade é abordado por Strieder (2007):

No interior da escola, a própria existência da cultura do aluno, a do professor e a cultura científica, ou uma cultura científica escolar(já que ao estar na escola as próprias formas de interação já a

modificaram em relação ao meio científico) implica a necessidade da atuação considerando o meio como de diversidade cultural (p. 19)

Pode-se verificar um bom envolvimento da maior parte dos alunos nas observações, anotações, medições e cálculos. Eles puderam trocar ideias em grupos, formulando e reformulando hipóteses. Esse fato foi constatado em todas as atividades de modo geral. Houve também a aplicação de um novo questionário, com objetivo de verificar se a metodologia de ensino e as diferentes formas de experimentação foram eficientes para atingir aos objetivos almejados no projeto de intervenção pedagógica na escola. Os dados obtidos de tal questionário demonstraram o resultado positivo na aprendizagem dos alunos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao final da implementação do projeto de intervenção pedagógica, foi possível observar que o resultando foi extremamente válido em termos da ampliação da aprendizagem dos alunos. Entretanto, não se pode deixar de registrar que ocorreram episódios que necessitaram intervenção e por vezes não foram superados, como exemplo, equipamentos que deixaram de funcionar e não puderam ser substituídos, o tempo insuficiente para execução de algumas das atividades, devido a metodologia adotada, a qual os alunos não estavam acostumados.

Alguns alunos inicialmente demonstraram-se muito tímidos, com dificuldades em trabalhar em grupo, portanto, ao empregar a abordagem de ensino por investigação, houve uma preocupação em sempre alternar os grupos para que houvesse maior interação possível. Isso permitiu com que o trabalho ocorresse de forma colaborativa, no qual todos foram responsáveis pelo sucesso do grupo. Percebeu-se boa adaptação à abordagem de ensino por uma parte dos alunos, enquanto alguns apresentaram grande dificuldade, mas se sentiram encorajados em participar e foram desenvolvendo melhor a competência investigativa no decorrer do processo. Outros ainda apresentaram certa resistência, considerando que no perfil atual de ensino o aluno está adaptado a receber respostas prontas, então o envolvimento ativo tornou-se para estes cansativo e trabalhoso.

Os conceitos físicos foram melhor aprendidos e os alunos de modo geral começaram a participar mais das aulas. O início de cada encontro com a turma mudou

de perfil, sendo preenchido por questionamentos ansiosos: “Professora, vamos ao laboratório hoje?”, “Professora, o que vamos fazer de interessante hoje?”.

Conclui-se também que não se faz necessário um aparato tecnológico rebuscado para estimular o interesse dos alunos, considerando que nas aulas práticas, foram utilizados materiais muito simples, para discutir conceitos físicos bastante elaborados.

As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia a dia, levam a descobertas importantes." (BRASIL, 2008, p. 26)

As ações foram de grande valia na aprendizagem dos alunos na medida em que foi atribuída total autonomia no desenvolvimento das atividades, foram oportunizados meios de pesquisa em que a partir de um experimento pesquisado, além da procura de material para montagem, havia o desafio de investigar que material poderia substituir determinados dispositivos sofisticados.

A maioria dos alunos possui acesso a internet, no entanto, apresentam extremas dificuldades em trabalhar com editor de textos e *Powerpoint*, portanto, para muitos esses exercícios agregaram experiência e maior autonomia. Pôde-se constatar no questionário final, respostas mais elaboradas sobre os conceitos avaliados previamente, com utilização de termos científicos nas questões descritivas e produções de texto. A maior parte dos alunos afirmou que as aulas se tornaram mais dinâmicas, interessantes e boas.

Assim, o trabalho investigativo aliado a experimentação tornou a aula de física mais atrativa e prazerosa e esse trabalho deve-se estender ao longo do ano, levando em conta que a formação do espírito investigativo é estruturado a longo prazo.

5. REFERÊNCIAS:

ANDRADE, A. P. R. O uso das Tecnologias na Educação: Computador e Internet. Universidade de Brasília e Universidade Estadual de Goiás. Brasília, 2011. disponível em: <http://bdm.unb.br/handle/10483/1770>. Acessado em 12/12/2017.

AXT, R. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. In: MOREIRA, M. A; AXT, R. **Tópicos em ensino de ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2008.

CARVALHO, A. M. P. de.; SASSERON, L. H. Ensino de Física por Investigação: Referencial Teórico e as Pesquisas sobre as Sequências de Ensino Investigativas. In: Revista **Ensino Em Re-Vista**, v.22, n.2, p.249-266, jul./dez., 2015.

CARVALHO. A. M. P. de. **O Ensino por investigação.** In: <http://eaulas.usp.br/portal/video.action?idItem=4586>. Acessado em: 21/07/2016.

LABURU, C. E; BARROS, M. A; KANBACH, B.G. A relação com o saber profissional do professor de Física e o fracasso de implementação de atividades experimentais no Ensino **Médio. Investigações em Ensino de Ciências** – V12(3), pp.305-320, 2007 , Londrina- PR.

MÁXIMO, A. R. da L.; ALVARENGA, B. Á.. **Física- Ensino Médio.** Ed. Scipione, São Paulo, 2007.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física.** Curitiba, 2008.

SARAIVA-NEVES. M; CABALLERO. C; MOREIRA. M. A. Repensando o papel do Trabalho experimental, na Aprendizagem de Física, em sala de aula- um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências.** Porto Alegre. Vol. 11, n.3 (dez. 2006), p. 383- 4001.

SOUZA, G. S. R. B; SOUZA, M. P. **O Erro no Processo de Construção da Aprendizagem.** Fórum Internacional de Pedagogia. REALIZE Editora, Campina Grande - SP, 2012. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/revistas/fiped/trabalhos/7e1d842d0f7ee600116ffc6b2d87d83f.pdf>. Acessado em 03/12/2017.

STRIEDER, D. M. **As relações entre a cultura científica e cultura local na fala dos professores:** um estudo das representações em um contexto teuto-brasileiro. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2007.

TORRES, P. L; IRALA, E. A. F. **Aprendizagem colaborativa:** Teoria e prática. Disponível em: http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/2_03_Aprendizagem-colaborativa.pdf. Acessado em 03/12/2017.

TSAI, C. C. Taiwanese science students' and teachers' perceptions of laboratory learning environments: exploring epistemological gaps. **International Journal of Science Education**. 25, 7, 847-860, 2003.

VIEIRA, F. A. da C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: Análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de mesquita Filho- Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência. São Paulo, 2012