

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA

ALEXANDER APARECIDO SILVA

**Experimentos e experiências na sala de aula:
potencialidades pedagógicas das atividades
investigativas no ensino de física**

VITÓRIA
2014

ALEXANDER APARECIDO SILVA

**Experimentos e experiências na sala de aula:
potencialidades pedagógicas das atividades
investigativas no ensino de física**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre Profissional em Ensino de Física.

Orientadora: Mirian do Amaral Jonis
Silva.

VITÓRIA
2014

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema
Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e
elaborada pelo autor

S586 e Silva, Alexander, 1974-
Experimentos e experiências na sala de aula :
potencialidades pedagógicas das atividades
investigativas no ensino de física / Alexander Silva. -
2014.
f. : il.

Orientadora: Mirian Jonis.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de
Física) - Universidade Federal do Espírito Santo,
Centro de Ciências Exatas.

1. Aprendizagem ativa. 2. Aprendizagem centrada no aluno.
3. Física (Ensino médio). I. Jonis, Mirian. II. Universidade
Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III.
Título.

CDU: 53



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO DE
CIÊNCIAS EXATAS PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE FÍSICA



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

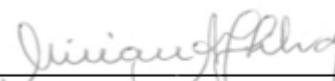
**" Experimentos e experiências na sala de aula: potencialidades
pedagógicas das atividades investigativas no ensino de física"**

Alexander Aparecido Silva

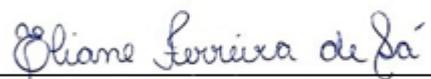
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física- Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 21 de Agosto de
2014.

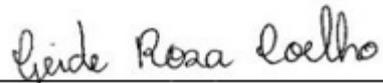
Comissão Examinadora



Prof^ª Dr^a Mirian do Amaral Jonis da Silva
(Orientadora PPGE n Fis/UFES)



Prof^ª Dr^a Eliane Ferreira de Sá
(Membro Externo/ UFMG)



Prof. Dr. Geide Rosa Coelho
(Membro Interno PPGE n Fis/UFES)

“Eu não vim até aqui pra desistir agora entendo você se você quiser ir embora. Não vai ser a primeira vez nas últimas vinte e quatro horas... cada célula, todo fio de cabelo. Falando assim parece exagero, mas se depender de mim, eu vou até o fim...”

(Humberto Gessinrer – Até o Fim)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tentativa de montagem de circuito elétrico

Figura 2 – Esquema explicativo do “porquê” a lâmpada acendeu

Figura 3 – mapa conceitual da aluna com articulando termos científicos equivocados.

Figura 4 – Alunos construindo, modificando e explicando seus projetos.

LISTA DE SIGLAS

PPGENFIS – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

ENCI – Curso de Especialização em Ensino de Ciências Por Investigação

FAE – Faculdade de Educação

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

SEI – Sequência de Ensino Investigativa

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	6
2.1	O ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO: POTENCIALIDADES DE UM CONCEITO POLISSÊMICO	8
2.2	SEQUÊNCIAS DE ENSINO INVESTIGATIVAS (SEIs)	11
2.2.1	ETAPAS METODOLÓGICAS DAS SEQUÊNCIAS INVESTIGATIVAS	15
3	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	19
3.1	A IMPORTÂNCIA DA INSERÇÃO DOS ALUNOS NA CULTURA CIENTÍFICA POR MEIO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS.....	20
3.1.1	POTENCIALIDADES PEDAGÓGICAS DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COMO ESTRATÉGIAS DE PROMOÇÃO DA ENCULTURAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA.....	23
3.2	CONTRIBUIÇÃO DAS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS PARA A CONSTRUÇÃO DE CONCEITOS E A APROPRIAÇÃO DA LINGUAGEM CIENTÍFICA.....	33
3.2.1	ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COMO ESTRATÉGIA POTENCIALIZADORA DA COMUNICAÇÃO PROFESSOR-ALUNO E ALUNO-ALUNO.....	34
3.2.2	AS ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A AMPLIAÇÃO DA LINGUAGEM CIENTÍFICA	36
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43

REFERÊNCIAS

APÊNDICES

RESUMO

Este estudo discute a contribuição de atividades investigativas no ensino de física para o ensino médio. Embora considerando a polissemia em torno da definição de ensino por investigação, as atividades investigativas propostas foram desenvolvidas tomando por base princípios e critérios que, na visão dos autores de referência, caracterizam as atividades investigativas. São analisados os registros produzidos pelos alunos na busca por indícios que demonstrem as potencialidades das atividades investigativas em relação à inserção dos estudantes na cultura científica, no que tange à construção de conceitos físicos e ao uso coerente de termos científicos, buscando-se uma aproximação com as ideias de Vigotsky e Bakhtin. As análises apontam para a contribuição significativa das atividades investigativas para a comunicação entre o professor e os alunos e destes entre si, além de propiciar a ampliação da linguagem científica e a autonomia na resolução dos problemas propostos. Os apontamentos presentes nesse trabalho revelam a significativa contribuição da pesquisa para os sujeitos envolvidos, que, para além dos experimentos realizados, compartilharam uma experiência de formação que abre caminhos para desdobramentos futuros.

Palavras-chaves: Ensino por Investigação; Ensino de Física; Atividades Investigativas

ABSTRACT

The present study discusses the contribution of investigative activities in teaching physics to high school. While considering the polysemy around the definition of teaching for research, investigative activities taking proposals were developed based on principles and criteria which, in the view of the authors of reference, featuring investigative activities. Are analyzed the records produced by the students in the search for evidence to demonstrate the potential of investigative activities in relation to the integration of students in scientific culture, with regard to the construction of physical concepts and the consistent use of scientific terms, seeking a rapprochement with the ideas of Vygotsky and Bakhtin. The analysis points to the significant contribution of investigative activities for communication between teacher and students and these among themselves, besides promoting the expansion of scientific language and autonomy in solving the problems posed. The notes present in this study reveal the significant contribution of the research to the subjects involved, which, in addition to the experiments, share an educational experience that opens avenues for future developments.

Key-Words: Education for Research; Physics Teaching; Investigative activities

*Aos meus pais, irmãos e esposa, dedico esse trabalho.
A eles por serem uma família exatamente como eu precisava que fossem e a
ela pela cumplicidade, paciência e parceria.
Sou agora a somatória das minhas experiências interiorizadas e vocês
estiveram presentes nos momentos em que foram geradas.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais que se esforçaram ao máximo para que me tornasse mais instruído nos estudos do que eles puderam ser um dia e hoje me esforço por me tornar uma pessoa tão virtuosa quanto eles naturalmente são.

Aos meus irmãos e irmãs por experiências proporcionadas desde a infância, quando espontaneamente contribuía para um ambiente saudável para nosso desenvolvimento humano e assim tiveram participação efetiva no que me tornei e me torno a cada dia.

A minha esposa que tem sido minha parceira desde o ano 2000 e que especialmente em 2004 viveu ao meu lado o que talvez tenha sido o ano mais difícil da nossa história juntos.

À minha professora de língua inglesa no ensino fundamental, Rosângela Aparecida Pinheiro Pires, que foi um espelho para mim, cooperando fortemente para que um dia eu me tornasse um professor e tivesse nos meus olhos o mesmo brilho que contemplava nos dela quando adentrava a sala de aula.

Aos dois grandes mestres que me permitiram a rica oportunidade de aprendizagem. Cronologicamente, o primeiro foi o Prof. Narciso Ferreira dos Santos, que além de muitas lições sobre física e sobre experimentação nas aulas de física, me ensinou todos os dias a lição da humildade. Mais tarde outro grande mestre, o Prof. Humberto Capai, cruzou meu caminho interferindo positivamente. Foi um belo período de desconstruções, dúvidas, certezas, construções e quebra de paradigmas. Às vezes simultaneamente. Ali aprendemos a “dialogar com o fenômeno”.

A minha orientadora e mentora, como a chamei durante nossos encontros, Prof^a Mirian Jonis, que aceitou o desafio de uma orientação em condições não muito favoráveis. Sendo ela bióloga de formação, aceitou orientar um professor de física. Apesar disso não houve prejuízos no meu processo de formação e amadurecimento. Houve, pelo contrário, muita paciência e sabedoria, que possibilitaram produzir um trabalho que refletisse o sentimento de mútuo respeito, o compartilhamento da esperança na educação e a garra para levar a cabo a missão de ensinar e aprender.

1 INTRODUÇÃO

“Foram três anos de estudos ... e desde o primeiro ano ninguém dava nada pelos alunos, incluindo eu. Aí veio o braço hidráulico¹ e nos levantou.”

“O método usado pelo professor foi um dos melhores para que eu criasse gosto, interesse pelos estudos...por causa das experiências, maquetes, debates nas aulas...”

“Esse método nos dá a oportunidade de chegar a uma questão importante do nosso interesse e o mais importante é que não pegamos essas questões já prontas, a partir da noção do conteúdo dado, fazemos nossa observação e tiramos nossa própria conclusão.”

(Relatos de alunos da 3ª série do Ensino Médio)

Pode ser difícil de acreditar, mas as palavras acima foram dirigidas a um professor de física e referente a aulas de física.

O que se ouve nos bastidores das salas de aula é que os professores da chamada “área de exatas” não são tão queridos. Muitas dificuldades que alguns alunos possuem em relação aos conteúdos de Física acabam se transformando em obstáculo para um bom relacionamento com o professor, o que prejudica tanto a aprendizagem do aluno quanto o trabalho do professor.

Entretanto, alguns professores compartilhavam uma experiência que contrariava essa expectativa estereotipada e isso me motivou a investigar fatores que contribuem para uma prática docente caracterizada não só pelo bom relacionamento com os alunos, mas também por bons resultados em relação à aprendizagem dos conceitos físicos. Para melhor entender o que motivou esta busca, precisei voltar no tempo e rememorar a trajetória que me levou até a sala de aula. Por uma questão que envolvia, dentre outros fatores, o contexto social, econômico e cultural, fui levado a abandonar a escola na cidade onde vivia na década de 1990 e iniciar a aprendizagem de uma profissão.

¹Referência a uma atividade investigativa que objetivava mostrar como funciona um guindaste hidráulico, na qual os alunos foram desafiados a construir um braço hidráulico. O resultado obtido serviu para recuperar a confiança do grupo em si mesmo e a dos outros profissionais da escola nesses alunos.

Aprendido o ofício de mecânico alinhador de automóveis, mudei no ano de 2000 para Vila Velha, ES, ainda com o antigo segundo grau inacabado, tendo apenas iniciado a primeira série dessa etapa e a abandonado antes de sua conclusão.

Já morando no ES, com família constituída e incomodado pelo fato de não ter o ensino médio completo, resolvi retornar aos estudos. A modalidade que mais se adequava à minha necessidade foi o supletivo, agora conhecido por Educação de Jovens e Adultos. Foram nove meses até a conclusão do ensino médio.

No exercício da profissão de mecânico fui desenvolvendo o gosto por fazer com que as pessoas entendessem o que havia de errado com o seu veículo, ao ponto de não poucos clientes frequentemente dizerem que devido à facilidade com a qual hes explicava o defeito e o funcionamento dos automóveis, eu deveria considerar a possibilidade de ser professor.

Durante a preparação para a execução das avaliações do supletivo, descobri que tinha uma grande dificuldade em matemática e física, principalmente em física. Essa constatação provocou em mim uma vontade de aprender aquilo que estava me desafiando, no caso, os conteúdos de física.

Assim comecei a sonhar com a possibilidade de fazer um curso superior que fizesse convergir os dois interesses, o de ensinar e o de conhecer mais sobre a física. Esse caminho culminou com o meu ingresso na licenciatura em física.

Antes mesmo de concluir o curso, comecei a lecionar, uma prática muito comum entre os universitários, especialmente numa área com acentuado déficit de professores. Comecei ministrando aulas particulares, o que me permitiu um contato maior e uma comunicação direta com os alunos e isso ajudava na discussão dos conceitos.

A primeira aula em classe foi uma tragédia. Ao final da exposição, espalhou-se pela escola o comentário de que o novo professor de física era muito bom, sabia muito da matéria, mas, como sempre, ninguém entendia o que ele dizia. Esta foi uma constatação natural, como se assim mesmo é que devesse ser. Comecei então a discutir com alguns professores na universidade e com alguns colegas que já viviam experiências semelhantes e que haviam percebido o mesmo em relação às suas

aulas e aos seus alunos. Iniciou-se então uma longa busca por mudanças na minha prática ainda iniciante, mesmo que naquele momento ainda não tivesse muita clareza acerca do que eu perseguia.

Alguns anos depois, deparei-me com os comentários apresentados no início desse texto postado espontaneamente numa rede social por alguns alunos. Nesse mesmo tempo alguns colegas também relatavam terem ouvido os mesmos comentários por parte dos alunos.

Comecei então a questionar o que teria mudado desde o início da minha prática docente e como se deu essa mudança. Quais eram os fatores preponderantes e como eles influenciaram a minha comunicação em sala de aula?

Era necessário compreender esse processo. Desse modo, movido por uma reflexão sobre a minha própria prática docente veio a decisão pela continuidade dos estudos em nível de pós-graduação.

A opção pelo mestrado profissional se fez em princípio pela compatibilidade com os meus horários de trabalho, pela familiaridade com o Departamento de Física da UFES, onde me graduei e pela expectativa de investigar vários referenciais teóricos de ensino e de aprendizagem, procurando descobrir estudos anteriores que pudessem nortear o meu processo de reflexão.

Após uma vasta pesquisa e não pouca discussão encontrou textos sobre atividades investigativas e não foi difícil passar a sistematizar as minhas aulas dentro dessa perspectiva, devido à identificação logo verificada entre o meu modo de lecionar e os princípios do Ensino por Investigação.

Estudos no campo da educação em Ciências, especialmente na área de ensino de Física, apontam para abordagens cada vez mais afastadas de fórmulas e procedimentos mecânicos, que só permitem ao aluno manipular dados fornecidos e obter resultados que pouco ou nada significam para eles.

Essa mudança significativa respaldada pelas pesquisas que têm proposto novas metodologias no ensino de Física, dentre os quais, situa-se a temática dessa dissertação: o papel mediador do professor no ensino por investigação e as

contribuições desse ensino para a enculturação científica e a emancipação dos sujeitos.

Não se trata de uma teoria de aprendizagem, nem de sequência de atividades rigidamente preestabelecidas, sejam elas experimentais ou não. O ensino por investigação está mais relacionado ao modo pelo qual a aula é conduzida, não fornecendo respostas diretas às perguntas nem mesmo apresentando conceitos científicos desprovidos de envolvimento, participação e interação por parte dos alunos.

As interações estabelecidas durante as aulas, e mesmo fora delas, não se realizaram no formato de transmissão de conhecimento, como que de uma inteligência superior para outra inferior. Não foram do tipo que produz dependência de uma mente em relação à outra, mas do tipo que produz autonomia de pensamento, na medida em que estimula nos alunos a capacidade de pensar por si só e posicionar-se após analisar uma situação. Nesta perspectiva, o professor tem no ensino por investigação um papel mediador da ação dos alunos, sendo as atividades investigativas e todas as ferramentas por elas utilizadas, os meios mediacionais. Essas relações foram discutidas à luz do conceito de “ação mediada” de Wertsch.

Este trabalho sintetiza o resultado de um percurso formativo e apresenta o resultado da análise de registros feitos em aulas de física em turmas da terceira série do ensino médio de uma escola da rede pública de ensino do Espírito Santo, nos anos de 2013 e 2014, em que foi adotada uma metodologia, com base nos princípios do ensino por investigação. A análise dos registros produzidos durante as aulas foi dado um destaque aos episódios que evidenciam a interação entre do professor e os alunos, como protagonistas no processo de ensino e aprendizagem. A apresentação das etapas metodológicas da pesquisa está permeada por discussões teóricas sobre a sua natureza investigativa das atividades e desse modo serão destacados indícios que poderão posicionar tais atividades em um contexto investigativo, caracterizando-as como tal.

As atividades investigativas foram planejadas e realizadas tomando por base as etapas de implementação em sala de aula propostas por Carvalho (2013) e de

acordo com os princípios e características apontados por Munford e Lima (2007) e SÁ, E. F. et al (2007).

Após as primeiras atividades investigativas em sala de aula, foram gerados registros que, depois de analisados, sinalizaram a contribuição desta vertente teórico-metodológica em duas direções: os alunos aprendiam conceitos físicos, ao mesmo tempo em que se tornavam mais críticos e participativos.

A adoção de uma postura investigativa nas aulas contribui para aprendizagem e transformação tanto dos alunos quanto do professor.

As análises indicaram que ao adotar uma postura investigativa, é possível ensinar não apenas alguns conceitos da ciência, mas também sobre a ciência, vista como uma subcultura, isto é, um recorte no interior da cultura, que requer a apropriação de uma determinada linguagem na qual há termos, signos e significados peculiares. A inserção dos alunos nessa cultura científica é um processo que denomino, com base em Aikenhead (2009), “enculturação científica”.

O estudo teve, portanto, o objetivo geral de verificar a efetividade das atividades investigativas como estratégia para a construção de conceitos físicos na educação básica, mediada pelas interações sociais em sala de aula. Como objetivos específicos foram definidos: a) Identificar possíveis contribuições das atividades investigativas para a inserção dos alunos na cultura científica; b) Verificar indícios que apontem para as potencialidades das atividades investigativas no que se refere à apropriação da linguagem científica e à ampliação da compreensão de termos científicos relacionados aos conceitos físicos abordados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

“Uma pesquisa é sempre, de alguma forma, um relato de longa viagem empreendida por um sujeito cujo olhar vasculha lugares muitas vezes já visitados.” A afirmação é de Rosália Duarte, publicada em 2002, e expressa bem o sentimento de quem percorre o trajeto de uma longa viagem, repleta de riscos e desafios. A atividade de pesquisa é, antes de tudo, um roteiro de viagem, no qual nem sempre é possível prever todos os percalços.

Os “lugares já visitados” deixam marcas e fazem aflorar inquietações que me impulsionaram a seguir viagem. Um desses lugares, no meu caso, é a sala de aula. Lá sinto na pele o que Perrenoud (1999) afirma em relação ao fazer do professor: ensinar é, de fato, “agir na urgência, decidir na incerteza”.

Ali, percebi pela primeira vez, na condição de pesquisador iniciante, o conflito entre o professor e o investigador, que tantas vezes se fez presente ao longo deste percurso formativo. O professor era pressionado pelos prazos do período letivo, pelo conteúdo programático a ser trabalhado, pelos instrumentos de avaliação a serem aplicados, ao mesmo tempo em que o pesquisador procurava assumir um olhar mais crítico na medida em que refletia sobre a sua própria prática, buscando certo distanciamento, tão necessário quanto impossível.

Os objetivos e opções metodológicas da pesquisa muitas vezes se confundiram com os objetivos e metodologias das intervenções didáticas nas minhas aulas. Era preciso aprender a distinguir o objetivo pedagógico das sequências investigativas, que eram relacionados à aprendizagem de conteúdos da disciplina lecionada, e os objetivos da investigação, que se referia às contribuições dessas sequências como estratégia potencializadora da comunicação em sala de aula e da ampliação do universo vocabular, além de propiciar maior autonomia aos estudantes no que tange à resolução de problemas.

Nessa perspectiva, a metodologia de pesquisa adotada se aproximou da pesquisa participante, com um caráter narrativo-descritivo.

Borda (*in* Brandão, 1988), estabeleceu alguns princípios metodológicos da Pesquisa Participante, dos quais destaco a Autenticidade e Compromisso. Autenticidade no sentido de produzir um saber que é fruto das reflexões e dos saberes dos próprios sujeitos, constituído na prática em comunidade, demonstrado na transparência e na honestidade o compromisso assumido com o conhecimento a ser construído. O pesquisador não só passa a ser objeto de estudo, assim como os sujeitos são igualmente pesquisadores. Assim, todos, pesquisador e pesquisados, identificam os problemas, buscam entender o que já é conhecido a respeito do problema, discutem as possíveis soluções e partem para a ação, seguido de uma avaliação dos resultados obtidos.

Foi nesse ambiente de honestidade e transparência, em que todos os alunos tinham conhecimento da pesquisa de que tomavam parte como sujeitos e não como objetos, é que foram sendo construído saberes, nem sempre captados pelos registros formais. Dados produzidos tacitamente, na relação, na troca de olhares, na cumplicidade do fazer diário da sala de aula, nos comentários omitidos nas transcrições por parecerem demasiadamente elogiosos, expondo detalhes de uma relação professor-aluno que extrapola os limites desta pesquisa, mas que marcarão para sempre a minha trajetória profissional.

Assim, os dados trazidos para análise são, na verdade, um recorte impreciso e limitado de uma realidade muito mais ampla, que a inexperiência do pesquisador não permitiu destrinchar nesta primeira aproximação com a pesquisa na área de educação em ciências.

Limitados também são os recortes teóricos feitos até aqui. Entendo que este primeiro ensaio de pesquisa é o início de uma longa caminhada acadêmica e, nesse sentido, assumir a superficialidade da compreensão dos conceitos teóricos aqui mencionados seja, talvez, a atitude mais coerente para resguardar o leitor de possíveis inconsistências no tratamento das análises subsequentes.

O Ensino de Ciências por Investigação: potencialidades de um conceito polissêmico

Apontar as contribuições do ensino de ciências por investigação passa, antes de tudo, pela compreensão de que esta proposta teórico-metodológica não representa a solução para todos os impasses do ensino de ciências, como bem salientado por Munford (2007). A autora ainda destaca que nem todos os assuntos são apropriados para serem abordados de maneira investigativa. Cabe então ao professor identificar, levando em consideração os fatores determinantes, os conteúdos mais adequados a serem abordados de maneira investigativa.

A posição aqui defendida é de que alguns temas seriam mais apropriados para essa abordagem, enquanto outros teriam de ser trabalhados de outras formas. O ensino de ciências por investigação seria uma estratégia entre outras que o (a) professor (a) poderia selecionar ao procurar diversificar sua prática de forma inovadora. (Munford 2007)

Este papel ativo atribuído ao professor, que passa a ter uma função estratégica na seleção do conteúdo e das atividades didáticas, vai de encontro ao modelo tradicional de ensino de Física, que costuma ser descrita por meio de teoremas, axiomas, leis, princípios e teorias. Segundo Munford (2007) essas características contribuem para a difusão de uma ideia errônea de que a ciência é uma obra concluída na qual não há espaço para discussão. Esse tipo de ensino coloca o professor em uma posição de detentor de um saber incontestável, enquanto reduz o aluno a uma posição de recipiente depositário do conhecimento. Para Driver (1999),

“aprender ciências não é uma questão de simplesmente ampliar o conhecimento dos jovens sobre os fenômenos – uma prática talvez mais apropriadamente denominada estudo da natureza – nem de desenvolver e organizar o raciocínio do senso comum dos jovens. Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento” (Driver et al., 1999, p.36).

Aprender sobre ciência passa a ser considerado tão importante quanto aprender ciência. Entender como se dá uma investigação científica, não só no que diz respeito a um conjunto de passos ou regras rígidas, mas no que tange principalmente aos princípios práticos e éticos que estão envolvidos no trabalho de um cientista, enquanto produtor de um conhecimento histórica e culturalmente contextualizado e que precisa estar afinado aos interesses e demandas da sociedade.

Como um todo, os posicionamentos aqui apresentados ilustram algumas das implicações que o distanciamento entre a ciência escolar e a ciência acadêmica poderia ter para a aprendizagem de ciências – em particular a contextualização dos conceitos científicos no campo de investigação acadêmica. As abordagens investigativas no ensino de ciências representariam um modo de trazer para a escola aspectos inerentes à prática dos cientistas. (MUNFORD-2007)

As considerações até aqui destacadas apontam no sentido de que o caminho para se ensinar ciência e, especificamente, para se conduzir o processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos, passa pelo caminho de se ensinar sobre física. Isso pôde acontecer devido ao que as autoras, bem como Carvalho (2013) e Sá *et al.* (2007) caracterizam e sistematizam em seus trabalhos, o ensino por investigação.

Longe de objetivar conferir ao estudante do ensino básico o *status* de um cientista, busca reproduzir no ensino de ciências os princípios de uma investigação científica, levando os alunos a formularem hipóteses, fazerem testes experimentais, efetuarem observações, registros e após, a análise dos resultados, apresentarem uma conclusão. Não que esses passos definam uma investigação, que deve ser caracterizada antes de tudo pela produção de conhecimentos a partir da problematização e da reflexão. Contudo, tais procedimentos, além de permitirem uma aproximação com o trabalho árduo dos cientistas, contribuem para o desenvolvimento de habilidades como a observação e a argumentação entre os estudantes.

Apesar de ser um tema muito discutido dentro e fora do Brasil, com uma vasta produção científica sobre o tema resultante de cursos de aperfeiçoamento e pós-graduação, não há um consenso em torno de uma definição de ensino por investigação. Trata-se, portanto, de um conceito polissêmico, ao qual se juntam novos saberes e novas formas de intervenção pedagógica.

Segundo Munford (2007) é possível identificar pelo menos três equívocos a respeito do ensino de ciências por investigação.

A primeira concepção equivocada é a de que o ensino por investigação requer sempre que se faça uma abordagem experimental. A essência não se encontra no experimento, mas no processo de investigação, logo é possível lançar mão de quaisquer recursos disponíveis para promover a investigação. Pode ser um filme, uma reportagem ou mesmo um dado da realidade presente. A realização de experimentos também não implica necessariamente em um ensino por investigação, já que nem sempre a atividade experimental é uma atividade investigativa.

A segunda concepção equivocada apresenta um ponto de discordância entre os estudiosos ao salientar que não necessariamente uma atividade investigativa deve conferir um nível de autonomia em que os alunos decidam o que e como investigarem. Nas atividades que desenvolvi com as turmas, comecei por uma atividade na qual os alunos eram mais direcionados durante as atividades e na medida em que as atividades foram avançando eles puderam desenvolver mais sua autonomia. Pude fazer isso porque o perfil das turmas em que trabalhei permitia esse tipo de intervenção. É possível que em turmas com um perfil diferente, que requeiram do professor uma intervenção mais diretiva, as atividades fossem conduzidas de outra forma, o que não significa que perderiam o caráter investigativo por esse motivo.

É necessário então esclarecer que no âmbito deste estudo, tomei como premissa o caráter polissêmico do conceito de Ensino por Investigação, conforme os princípios e a caracterização das atividades investigativas apresentados nos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores que atuam no Centro de Ensino de Ciências de Minas Gerais (CECIMIG).

Com relação à implementação em sala de aula, a sequência didática desenvolvida baseia-se nas etapas de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), conforme proposta por Carvalho (2013).

2.2 As Sequências de Ensino Investigativas (SEI's)

Em seu livro *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*, Carvalho (2013) diz logo no capítulo primeiro que uma das razões que levam a escola a mudar sua estrutura no que diz respeito a planejar o ensino são as mudanças na sociedade. Uma das mais importantes mudanças é a quantidade de informações a que os alunos têm acesso. Sendo assim, o professor deixa de ser o único detentor do conhecimento e passa a assumir a posição de mediador da experiência de aprendizagem do aluno.

Planejar uma SEI não é uma tarefa fácil, pois além da formação do professor não ser voltada para esse tipo de atividade, o *layout* das salas de aula também não favorece as atividades em grupos.

Em geral, segundo (Carvalho 2013), é aconselhável que se inicie uma SEI por meio da proposição de um problema:

O problema não pode ser uma questão qualquer. Deve ser muito bem planejado para ter todas as características apontadas pelos referências teóricos: estar contido na cultura social dos alunos, isto é, não pode ser algo que os espantem, e sim provoque interesse de tal modo que se envolvam na procura de uma solução e essa busca deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o assunto. É com base nesses conhecimentos anteriores e da manipulação do material escolhido que os alunos vão levantar suas hipóteses e testá-las para resolver o problema. (Carvalho, 2013, p. 11)

Tão importante quanto o planejamento e a avaliação coerente e adequada em uma SEI, é o gerenciamento da atividade durante sua execução. As interações aluno-aluno e professor-aluno devem ser bem planejadas/mediadas.

Carvalho (2013) sistematiza algumas ações do professor e dos alunos, que podem caracterizar um modelo de SEI.

1. Distribuição do material e proposição do problema

O professor divide a sala em pequenos grupos e deve se certificar de que todos os grupos receberam o material e entenderam a questão proposta sem, no entanto, guiá-los a uma solução.

2. Alunos resolvendo o problema

Ainda não se está preocupado com o conceito ou a resposta certa, mas que os alunos, a partir da observação, elaborem suas hipóteses e as testem. É muito interessante e até mais produtivo quando a hipótese é negada pelo teste. Nesse momento o erro passa a assumir a conotação científica e não a conotação punitiva. O erro é muitas vezes mais importante que um acerto, pois após sua detecção segue-se um trabalho muito produtivo em busca de descobrir a “resposta” a respeito do fenômeno em questão. A função do professor nesse momento é cuidar para que haja um ambiente propício aos alunos trabalharem, interferindo minimamente em seu trabalho.

3. Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos

O professor, após se certificar de que os grupos já resolveram o problema, prepara o ambiente para uma discussão. Pode ser necessário desfazer os grupos, mudando a disposição das cadeiras na sala, principalmente em função da faixa etária dos estudantes. Então o professor começa a conduzir uma discussão por meio de perguntas do tipo: “você resolveram o problema?”, “Como vocês procederam para resolver o problema?” Atentando para que haja a participação do maior número possível de alunos, em seguida pode perguntar “Por que vocês acham que deu certo?” ou “Por que ao fazer assim vocês conseguiram resolver?”.

Por meio de perguntas dessa natureza é possível ajudar os alunos a passarem da ação manipulativa, na qual eles manipulam os materiais na tentativa de observarem o fenômeno, para a ação intelectual, quando eles agem racionalmente sobre o que observaram e propõem explicações sobre o fenômeno, estabelecendo assim relações causais.

A ação manipulativa é apontada pelos alunos como resposta ao “como” e a ação intelectual surge como resposta ao “por que”. O que muito comumente acontece é os alunos apresentarem dificuldade de prosseguirem do “como” para o “por que”.

Esse tipo de perguntas leva os alunos a procurarem uma justificativa para suas ações, uma explicação causal e com alguma argumentação científica.

É comum nesse momento eles sentirem falta de algum termo científico para encaixar em sua explicação causal ou mesmo na argumentação, de modo que surge espaço

para aumento de seu vocabulário. Desse modo, além do conceito em questão, eles ampliam também o uso da linguagem científica.

A função do professor nesse momento é fazer a mediação entre os alunos e esse conhecimento desenvolvido por eles, ele pode reforçar a linguagem oral deles com uma linguagem matemática por meio de esboçar gráficos ou construir tabelas corroborando a fala deles, ou a confrontando.

4. Escrever e desenhar

Nesse momento acontece a sistematização individual do conhecimento.

Após a discussão no grupo se segue a discussão com a classe, mas o registro de conteúdos individual é de suma importância, pois é o extrato do conhecimento que foi produzido até então, de modo que a escrita se manifesta como uma atividade complementar ao diálogo, uma busca da especialização e cooperação entre as linguagens.

Outro tipo de atividades investigativas é aquele em que os alunos não executam a atividade experimental, sendo o professor o responsável por executá-la diante da classe. A ação então assume um caráter demonstrativo. São, portanto, demonstrações investigativas.

Essas atividades seguem o mesmo princípio das outras, contudo é o professor que pratica a ação manipulativa e isso requer dele muito autocontrole. Ele deve tomar cuidado para não fazer tudo e apenas demonstrar ou mostrar à classe um fenômeno. Ele pode fazer perguntas do tipo “o que devo fazer agora?” – e assim dar oportunidade aos alunos de fazer suas hipóteses, em seguida testá-las.

Quando o problema for resolvido ele pode usar perguntas do tipo “por que funcionou quando fizemos desse modo?”.

Assim como nas outras atividades deve haver a sistematização dos conhecimentos e a discussão, seguidas de sistematização individual. Ou seja, a especialização e cooperação entre linguagens.

Com base no modelo proposto por Carvalho (2013), desenvolvi quatro SEIs (ANEXOS 1, 2 3 e 4), com as adaptações que julguei necessárias ao contexto local,

conforme as etapas especificadas mais adiante. As SEIs foram realizadas junto a alunos da terceira série do ensino médio em uma escola estadual localizada no município de Vila Velha. Trata-se de uma escola com péssimas condições de infraestrutura. Embora receba alunos de diversos bairros de Vila Velha e até de outros municípios da Grande Vitória, a escola não dispõe de quadra de esportes, tem instalações elétricas precárias, falta de acessibilidade, graves problemas estruturais, como risco de desabamento de partes do telhado e salas de aula sem ventilação, o que torna insalubre a permanência em aula nos meses e horários mais quentes. Ainda assim a escola é uma das mais procuradas pelos pais por estar entre as que apresentam melhores resultados na rede estadual, de acordo com dados do PAEBES - Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo.

Nas turmas em que foram realizadas as atividades investigativas, constata-se que cerca de 90% dos alunos residem fora do bairro em que está situada a escola. A faixa etária dos alunos situa-se entre 16 e 18 anos. Os alunos, em geral, têm rendimento satisfatório em todas as disciplinas, o que faz com que sejam categorizados na comunidade escolar como um grupo de nível mediano a bom de desempenho.

O trabalho estendeu-se de Outubro de 2013 a julho de 2014, envolvendo sete turmas em 2013 e oito turmas em 2014. Os conteúdos trabalhados em 2013 estavam relacionados ao tema *eletromagnetismo* e em 2014, as atividades focalizaram o tema *circuitos elétricos*. Foram produzidos no total cerca 250 registros. Como as atividades eram desenvolvidas em grupo, os registros também foram feitos por grupo. Eventualmente foram feitos também registros individuais.

Os registros das atividades foram feitos na forma de relatórios, utilizados como requisito de avaliação da disciplina no trimestre em que foram realizadas. Os alunos também redigiram um texto individual no qual eles relatavam sua experiência com a postura investigativa adotada nas aulas. Outra forma de registro utilizada durante as SEIs foi o diagrama em V, ou V epistemológico de Gowin, desenvolvido na década de 1960 na universidade de Cornell por Bob Gowin. Sua construção e utilização foi resultado de adaptações dos trabalhos desenvolvidos pelo Prof. Dr. Laercio Farracioli do Departamento de Física da Universidade Federal do Espírito Santo

(UFES) e pelo Prof. Dr. Marco Antônio Moreira do Departamento de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

2.2.1. Etapas metodológicas das sequências investigativas

1. Levantamento de conhecimentos prévios.

Nessa etapa preliminar foi proposta a construção de um mapa conceitual sobre o tema ou solicitada a elaboração de um texto, em que os alunos pudessem explicitar qualquer informação ou vivência que pudessem ter com o tema da atividade.

2. Proposição do problema

No momento seguinte eram distribuídos os materiais, ao mesmo tempo em que era apresentada a questão a ser investigada. Os alunos então iniciavam a investigação. Nesse momento os alunos formulavam suas hipóteses, as testavam e registravam os resultados dos testes. Esse foi sempre um momento delicado, no qual pude perceber as tensões provocadas pela ruptura com um modelo de ensino ao qual estávamos adaptados, que não requeria um envolvimento tão ativo por parte dos alunos. Alguns, inseguros, sempre se mostravam, de início, um pouco receosos ou resistentes.

3. Discussão e registro dos resultados obtidos

Nessa etapa os alunos eram estimulados a discutir os resultados no grupo, pois em muitas situações surgiam resultados que negavam suas hipóteses.

4. Sistematização e síntese

Essa etapa acontecia na aula seguinte à proposição do problema e nela a discussão era entre os grupos. As ideias principais deveriam ser anotadas no quadro de modo que ao final da aula, a explicação científica para o conceito ou fenômeno investigado pudesse ser elaborada a partir da organização das palavras utilizadas pelos próprios alunos. Cabia a mim, introduzir algumas lacunas de informação, visando a aproximar as ideias dos alunos dos modelos cientificamente aceitos.

Embora procurasse estabelecer uma sequência de etapas que garantisse certo rigor metodológico às observações que se constituiriam objeto de análise na pesquisa, a dinâmica do trabalho em sala de aula, exigia intervenções que atendessem demandas do momento presente.

A execução das SEIs não seguiram, portanto, exatamente a mesma metodologia, embora, em linhas gerais, mantivessem as mesmas etapas e os mesmos princípios. Nas turmas do ano de 2013 eu solicitava que desenvolvessem as hipóteses e que as testassem, discutindo em seguida os resultados alcançados. Nessas primeiras experiências de implementação das SEIs, o modelo experimental, herdado de minha formação em Física, ainda impregnava o modo como eu conduzia as atividades investigativas em sala de aula. Na medida em que fui me apropriando dos referenciais teóricos e problematizando esses paradigmas, fui aos poucos flexibilizando os roteiros de atividades.

Nas atividades realizadas com as turmas de 2014 passei a solicitar aos alunos que relatassem no diário do grupo “como” resolveram o problema e “por que” este procedimento foi eficiente. Os alunos que já tinham participado de atividades investigativas no ano anterior já demonstravam alguma familiaridade e alguma autonomia para prosseguirem com as atividades de modo que seus registros ficaram mais claros. O mesmo não ocorreu com as turmas do ano de 2013.

Quando solicitei os registros de “*como*” e “*por que*”, precisei ter cautela e me deter durante algum tempo para discutir, ainda que de modo breve, a diferença entre esses dois termos, pois muitos grupos não conseguiam identificar em que exatamente eles se diferenciavam.

É de suma importância que fique bem entendida essa diferença, pois o “como” está relacionado a uma ação manipulativa, que trabalha algumas dimensões procedimentais, que requerem observação criteriosa, medidas precisas e habilidades no manuseio de instrumentos e materiais diversos. Essas são dimensões formativas importantes para a inserção do estudante na cultura científica. Contudo, ao avançarmos para o “por que” passamos assim a uma ação intelectual, que requer um nível maior de abstração, requerendo do aluno que opere como os conceitos e modelos científicos envolvidos na ação.

Nas discussões em grupo, os alunos expunham suas próprias ideias sobre os fenômenos observados. Eu procurava deixá-los seguros e tranquilos, liberando-os da obrigatoriedade de escrever uma “resposta certa”. Dizia-lhes que o objetivo da tarefa era levá-los a produzir uma explicação que fizesse sentido para eles. A condução desse processo exigia muito do professor, que aos poucos ia tomando consciência de sua função mediadora no processo que Carvalho (2013) define como a “passagem da ação manipulativa para a ação intelectual”. Para a autora,

Essa passagem da ação manipulativa para a ação intelectual por meio da tomada de consciência de suas ações não é fácil para os alunos nem para o professor, já que conduzir intelectualmente o aluno fazendo uso de questões, de sistematizações de suas ideias e de pequenas exposições também não é tarefa fácil. É bem menos complicado expor logo o conteúdo a ser ensinado. (Carvalho, 2013, p. 3)

Ao agir por si próprio o aluno precisa ser encorajado a lidar com a expectativa do erro, entendendo que muito dificilmente ele resolverá o problema na primeira tentativa.

Lidar com o erro constitui-se também um desafio para o professor. Percebi que quando o aluno é levado a refletir sobre o problema, analisando as razões de não ter obtido o resultado esperado, geralmente ele acerta e adquire segurança para prosseguir em seu processo de construção de conhecimentos.

Na minha experiência de mediação das atividades investigativas, percebia que os alunos relatavam ter aprendido muito mais refletindo sobre seus erros, se comparado às situações em que davam respostas certas baseadas tão somente nas explicações do professor.

Infelizmente, quando se pensa em proporcionar situações em que os alunos possam errar, avaliar, discutir e rever seus erros, frequentemente se esbarra nas condições de trabalho dos professores, na quantidade de alunos nas salas de aula e no tempo escasso para a transmissão de um grande volume de conteúdos.

Como já era esperado, durante a execução das atividades surgiram várias dificuldades para os alunos e para mim, pois eu precisava ajudá-los a prosseguir, sem indicar exatamente o que deveriam fazer. Assim eles exercitavam sua

criatividade e colocavam-se a pensar até que tivessem uma resposta para o problema.

As dificuldades referidas acima se evidenciam na medida em que nos contrapomos à concepção tradicional de aulas, na qual o professor “transmite” o conhecimento e os alunos fazem silêncio para “aprenderem”. A quebra desse paradigma exige que o professor assuma a postura de um mediador. A ação dos alunos sobre os materiais é, então, mediada pelo professor e os meios usados para tal são chamados, segundo WERTSCH (2002), de meios mediacionais ou ferramentas de mediação.

Por dispormos de apenas duas aulas semanais, com duração de 55 minutos cada uma, para as aulas de Física, precisei dividir cada atividade da SEI em duas partes. A primeira parte compreendia a proposição do problema e a etapa de ação manipulativa. Na aula seguinte, na mesma semana, fazíamos a etapa subsequente, momento em que eu mediava a discussão solicitando aos grupos que lessem, no seu diário, como solucionaram o problema e por que, ao fazê-lo, conseguiram alcançar o resultado esperado.

Carvalho (2013) sugere que essas duas etapas sejam realizadas num único momento. Todavia, devido às condições explicitadas, precisei adaptar a metodologia, implementando duas etapas separadas, como descrito acima.

3 ANÁLISE DOS DADOS

A metodologia de análise dos dados baseou-se em critérios interpretativos, sem a definição de categorias *a priori*. Na medida em que eram examinados os registros das atividades, os relatos dos diários de campo e, sobretudo, os diálogos em sala de aula, especialmente os que foram registrados em áudio, emergiam impressões que só foram se tornando significativas na medida em que fui me impregnando dos referenciais teóricos estudados. Por esta razão, em vez de falar em coleta de dados, seria mais apropriado dizer que tais dados foram produzidos no percurso da investigação e ressignificados a partir da ótica do presente.

A partir dos objetivos do estudo, procurei direcionar o olhar para os indícios que emergiam dos registros, que apontavam para as potencialidades das atividades pedagógicas no ensino de Física. Estes foram então agrupados em duas grandes categorias, suficientemente flexíveis para abarcar ideias correlatas. Essas categorias funcionavam como um eixo articulador de um conjunto de ideias que se mostravam recorrentes nos registros e que mantinham uma relação de coerência com os objetivos do trabalho.

Este exercício de categorização encontra-se esquematizado abaixo:

OBJETIVO GERAL: Verificar a efetividade das atividades investigativas como estratégia para a construção de conceitos físicos na educação básica, mediada pelas interações sociais em sala de aula.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORIAS DE ANÁLISE	INDÍCIOS VERIFICADOS
a) Identificar possíveis contribuições das atividades investigativas para a inserção dos alunos na cultura científica;	A inserção dos alunos na cultura científica por meio de atividades investigativas.	O entusiasmo dos alunos e do professor diante do desafio de transpor o paradigma do ensino tradicional para o investigativo. A reação dos alunos diante do problema; a mudança na concepção do erro; a familiarização com as etapas da investigação; o ganho de autonomia e autoconfiança na resolução dos problemas;

b) Verificar indícios que apontem para as potencialidades das atividades investigativas no que se refere à apropriação da linguagem científica e à ampliação da compreensão de termos científicos relacionados aos conceitos físicos abordados.	Contribuição das atividades investigativas para a construção de conceitos e a apropriação da linguagem científica.	A apropriação e uso coerente de termos científicos na medida em que as atividades investigativas vão acontecendo, trazendo à tona a construção de significados e a atribuição de sentidos referentes a sua experiência com esses termos.
---	--	--

3.1 A importância da inserção dos alunos na cultura científica por meio de atividades investigativas

Uma pesquisa de percepção pública de ciência e tecnologia foi realizada em 2010 pelo Ministério de Ciência e Tecnologia e pelo Museu Vida/Casa de Osvaldo Cruz/Fiocruz e outras parcerias mostra que os brasileiros se interessam mais pela ciência do que por assuntos como política ou moda, por exemplo, e que o interesse é quase o mesmo, se comparado aos esportes. Apesar do expressivo interesse, 37% desses entrevistados afirmaram que não se interessam por temas científicos porque não entendem do assunto.

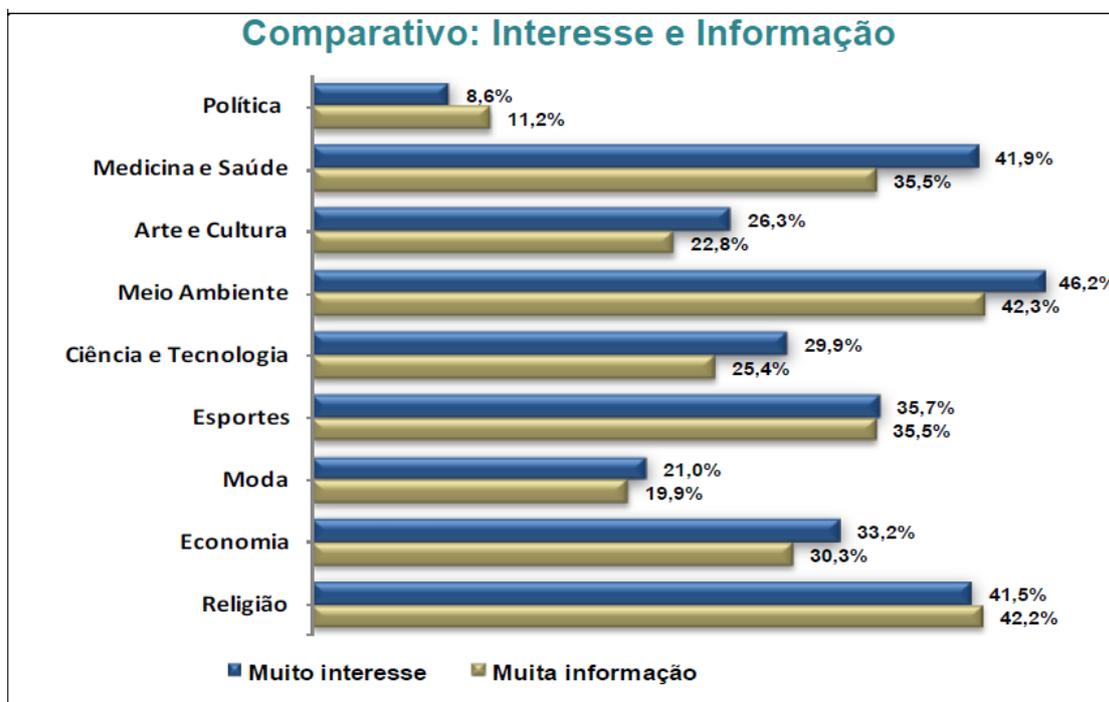


Figura 1: Gráfico comparativo de interesse e informação sobre Ciência e Tecnologia extraído da Pesquisa de Percepção Pública de Ciência e Tecnologia no Brasil (Brasil, 2010).

Cabe uma reflexão sobre os resultados apresentados por essa pesquisa.

Faz-se necessário ponderar sobre o tipo de ciência que ensinamos nas salas de aula e a maneira como a ensinamos.

Os meios de comunicação têm destinado um espaço considerável para veicular informação sobre pesquisas científicas e suas aplicações tecnológicas. No entanto, nos currículos das disciplinas da área de Ciências da Natureza, os chamados temas sócio-científicos, que buscam articular o conhecimento científico, as aplicações tecnológicas e as questões éticas e sociais são apresentadas (quando são) como meras ilustrações do conteúdo, como um apêndice no texto informativo, mencionados apenas quando sobra tempo.

A abordagem utilizada nas aulas de Física, apesar de não ser um consenso, é a que privilegia respostas prontas para questões conhecidas.

São utilizados exercícios que exigem que os alunos decorem formulações matemáticas, procedimentos mecânicos ou definições, cujo significado é na maioria das vezes desconhecido.

Quando são utilizados experimentos, é comum o uso de roteiros estruturados, que mobilizam poucas habilidades de raciocínio. Tal abordagem pode produzir nos alunos a ideia de que a ciência é um conhecimento de caráter dogmático, descontextualizado histórica e socialmente.

Essa postura, seja nas aulas teóricas ou experimentais, em nada se assemelha com a ciência dos cientistas, produzida nos centros de pesquisa, que se caracteriza por um constante movimento de produção, validação e reformulação do conhecimento produzido. Reconhecendo a ciência como um processo de construção humana ao longo dos séculos, e, portanto não acabada, coloca-se um desafio para os professores de ciências: inserir os estudantes na cultura científica, num processo denominado “enculturação científica” (AIKENHEAD, 2009).

Dentro de uma cultura há várias subculturas. Na sala de aula nos defrontamos com pelo menos duas delas. A subcultura do senso comum é aquela em que o aluno está inserido, cresceu e vem se desenvolvendo enquanto absorve seus signos e significados. O que o apresentamos na escola nas aulas de ciência é a subcultura da ciência escolar, com novos signos e significados, referenciados na ciência dos

cientistas. Alguns signos existem também na subcultura do senso comum, mas com significado diferente. Ao apropriar-se desses significados, reconhecer os signos e os termos no contexto científico, elaborar sentenças relacionando-os coerentemente em um raciocínio capaz de produzir explicações para fenômenos que até então só se poderia explicar a partir de seus modelos explicativos intuitivos, construídos nas suas vivências cotidianas, podemos estar diante de uma das maiores potencialidades do ensino de ciências numa perspectiva investigativa: promover o cruzamento de fronteiras entre subculturas, aproximando o aluno da cultura científica. (Aikenhead, 2009)

As explicações para os fenômenos discutidos são construídas por meio da verbalização das argumentações dos alunos. As discussões podem partir de problematizações e nesse momento o dissenso é muito interessante. Entretanto ao final da discussão a busca pelo consenso faz-se necessária para que haja uma sistematização do assunto. Esse momento de negociação e convencimento, que pode ser proporcionado pelas atividades investigativas, pode contribuir para a afirmação da importância da valorização das diferentes perspectivas acerca de um mesmo tema.

Alguns alunos são mais tímidos outros nem tanto, alguns temem dizer algo errado e sofrerem com brincadeiras e comentários que os deixem desconfortáveis. É necessário então desenvolver um ambiente no qual eles se sintam bem à vontade ao falarem. Não se pode dar uma receita ou um tutorial ao professor sobre como fazer isso, essa é uma habilidade a ser desenvolvida pelo professor. As turmas são diferentes, pois as pessoas o são, e também os professores são diferentes, contudo eles são fundamentais para a criação desse ambiente e a habilidade para isso há que ser desenvolvida.

Uma vez que os alunos comecem a argumentar, sua fala traz as marcas da subcultura do senso comum. Entretanto um dos objetivos das aulas de ciências, especialmente, numa abordagem investigativa, é levar o aluno a imergir em uma experiência de conhecimento em interação com os outros por meio das ferramentas mediacionais, das quais a mais importante é a linguagem. A inserção do aluno na cultura científica implicará na ampliação de seu universo vocabular. O conhecimento da natureza produzido em seu meio social cotidiano o serviu até hoje

e continuará a servir, porém é importante que em algum momento sua fala comece a incorporar elementos da cultura científica.

E essa habilidade de transformar a linguagem cotidiana dos alunos em linguagem científica requer muito cuidado do professor, pois ao levar os alunos a se expressarem de maneira científica ele não deve reprimi-los. Essa passagem precisa ser feita com naturalidade para que os alunos não se sintam oprimidos e parem de participar do debate. (Maria & Carvalho, n.d.-b)

É importante que o aluno se expresse a seu modo. É desse modo que o professor o ouvirá falando, porém o professor precisa desenvolver a habilidade de levar esse aluno, sem força-lo ou constrange-lo, a empregar termos científicos quando se referir a algum conceito científico.

Tudo isso quando trazido para a discussão pode cooperar para produzir um ambiente, uma esfera favorável ao cruzamento de fronteiras por parte dos alunos, ajudando-os a adentrar no processo de enculturação científica.

3.1.1 Potencialidades pedagógicas das atividades investigativas como estratégias de promoção da enculturação científica no ensino de física

Quando os alunos têm a oportunidade de vivenciar uma investigação em sala de aula, eles passam por várias experiências.

Apesar da ênfase dada ao ensino experimental na área de Física, o sentido dado às experiências é aquele atribuído por Larrosa (2002), para quem a experiência não é o que acontece ao nosso redor, não é o que fazemos, não é o que se passa, mas é o que nos acontece, é o que nos toca.

Nessa perspectiva, a experiência seria inerente à subjetividade e, portanto, não seria concebível a troca experiência, simplesmente porque uma pessoa não se apossa da experiência de outra.

Assim, o fato de os alunos se envolverem em um experimento científico, não garante que estejam vivendo de fato uma experiência.

Para Benjamin (1991 apud LARROSSA, 2002), as experiências são cada vez mais raras porque vivemos em um mundo repleto de informações e de constante busca

pelo conhecimento, porém, isso está longe de se constituir uma experiência, uma vez que a informação, frequentemente, em nada nos toca. Larrosa (2002) adverte ainda sobre o fato de que, além de sermos expostos a um grande volume de informações, nossa cultura nos impele a termos sempre alguma opinião sobre os fatos, ainda que elaborada prematuramente. Para ele:

O sujeito moderno (...) é alguém que tem uma opinião supostamente pessoal e supostamente própria e, às vezes, supostamente crítica sobre tudo o que se passa, sobre tudo aquilo de que tem informação. Para nós, a opinião, como a informação, converteu-se em um imperativo. Em nossa arrogância, passamos a vida opinando sobre qualquer coisa sobre que nos sentimos informados. (LARROSA, 2002, p. 22)

Larrosa (2002) e Benjamin (1991 apud PEREIRA, 2006) reforçam a ideia de que a experiência é cada vez mais rara também devido à falta de tempo, pois tudo passa demasiadamente rápido e cada vez mais depressa, reduzindo o estímulo, que é fugaz e instantâneo. Para Benjamin (1994 apud PEREIRA, 2006) a experiência tende a desaparecer, pois o indivíduo moderno, nada tem para contar.

Movido por estas ideias, meu olhar passou a voltar-se para além dos procedimentos experimentais realizados pelos alunos durante as atividades investigativas. Interessava-me observar seus olhares, expressões, diálogos, gestos, nem sempre apreendidos pelos instrumentos disponíveis para registro dos dados.

Ainda em 2013, ao final da primeira SEI, uma aluna relata em um trecho de seu relatório de atividade:

“[...] o experimento do ímã no meu caso foi o mais interessante, pois sempre achei que o ímã ia atrair todos os materiais de ferro, mas nem todos ele atrai, aí aprendi o porquê.” (Aluna A)

Em primeiro lugar quero chamar atenção para o fato deste relato ter sido elaborado semanas após o experimento, quando várias outras atividades já haviam sido realizadas. a aluna continuava se reportando ao episódio em que teve seu modelo explicativo confrontado e ao momento em que vivenciou a prática científica de manusear materiais para observar como eles se comportam, formular e testar hipóteses e por fim compreender o “porquê” de determinado fenômeno observado.

Em segundo lugar, chama à atenção a evolução da compreensão da aluna acerca do comportamento do ímã, tantas vezes manuseado em outros contextos sociais, provavelmente desde a sua infância.

Porém, o mais importante foi observar que ela estava transpondo uma fronteira, do lugar de ouvinte passivo de informações, para o lugar de sujeito ativo no seu próprio processo de construção de conhecimento. A experiência de manusear os ímãs e perceber-se capaz de compreender o fenômeno observado produziu nela uma marca especial. Ela vivera uma experiência.

Da sua interação com o ímã fora do ambiente escolar e da observação não sistematizada em seu cotidiano, a aluna desenvolveu um conhecimento alternativo ao científico. Ela percebeu que o ímã é atraído por materiais e a partir dessa observação conseguiu classificar os materiais em duas categorias: os que são atraídos por ele (os metais) e os que não são atraídos por ele (os não metais).

Na primeira atividade investigativa, que intitulamos “atrai ou não atraí” (Atividade 1 - APÊNCICE 1) os grupos deveriam determinar que materiais eram atraídos pelo ímã e quais não eram. Uma das etapas da atividade seria a formulação e o teste das hipóteses levantadas. Pude observar que um grande número de alunos previa os resultados dos experimentos baseando-se na ideia de que o ímã atrairia qualquer objeto metálico.

Formular hipóteses foi algo inédito para eles. Além da oportunidade de trazerem seu saber cotidiano e se sentirem inseridos no processo de construção do seu próprio conhecimento, os alunos protagonizaram uma quebra de paradigma. Estavam cruzando uma fronteira no que diz respeito ao ensino no qual eram receptores passivos de informações para um ensino do qual eram sujeitos participantes, um ensino de física que acontecia de modo a aproxima-los de uma nova cultura, a cultura científica.

Eles começavam a entender que a produção do conhecimento científico era sempre resposta a uma questão e que desta questão derivavam possíveis respostas, passíveis de refutação.

O levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos é muito importante porque em muitas situações o que se pretende ensinar se distancia das experiências concretas dos estudantes, o que os leva a atribuir aos conceitos ensinados na escola alguns significados nem sempre condizentes com o modelo cientificamente aceito. Na maioria das vezes esses conhecimentos prévios são referenciados em modelos explicativos intuitivos advindos das vivências cotidianas em que nem sempre o significado dos termos utilizados condiz com a terminologia científica.

De acordo com Vygotsky (2000), toda aprendizagem insere-se numa relação com o contexto social do indivíduo que aprende. Segundo o autor, o aprendizado das crianças começa muito antes de elas frequentarem a escola. Assim, qualquer situação de aprendizagem com a qual o estudante se defronte na escola tem sempre uma história prévia (VYGOTSKY, 2000, p. 210).

Nesta perspectiva, o ensino se reveste de maior relevância na medida em que propicia a aproximação entre conhecimentos vinculados a uma realidade concreta e significativa e os conteúdos que agucem a curiosidade, o interesse, e que possibilitem a construção de conhecimentos novos.

Ao analisarem concepções prévias de estudantes do Ensino Médio acerca das leis físicas relacionadas aos fenômenos eletromagnéticos, Zanardi e Muramatsu (2011) destacam que

“para que haja a apropriação de um conhecimento científico, é necessário que o sujeito tenha desenvolvido algum conceito espontâneo sobre o objeto. “Os conceitos científicos desenvolvem-se para baixo por meio dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos desenvolvem-se para cima por meio dos conceitos científicos.” (VIGOTSKY, 1989). Assumindo a premissa de Vygotsky como verdadeira, parece ser relevante se tomar ciência das concepções espontâneas de alunos a respeito do magnetismo e eletromagnetismo caso se pretenda ensinar-lhes as leis de Faraday e Lenz, uma vez que, para este pensador, o conhecimento destas leis se estabelecerá a partir destas concepções”. (ZANARDI E MURAMATSU, 2011, p.2)

Mesmo sabendo que um ímã atrai alguns materiais e não atrai a outros, no senso comum não se atribui a causa desse fenômeno à existência de um campo, de natureza magnética, e nem se determina como cada tipo de material se comporta

quando introduzido em uma região na presença de linhas de campo. O resultado final disso é que em alguns materiais haverá uma resposta ao campo externo, em outros haverá uma resposta diferente e alguns ficarão indiferentes.

Na última atividade investigativa, a quarta realizada junto deles (APÊNDICE E), nós já havíamos discutido sobre magnetismo e magnetização, sobre a lei de Oesterd (corrente elétrica gerando campo magnético), a lei de Faraday da indução (variação do fluxo do campo magnético induzindo corrente elétrica) e a lei de Lenz (determinação do sentido da corrente induzida na lei de Faraday). Já havíamos feito alguns exercícios e leituras auxiliares, então nesse cenário foi que ocorreu a quarta atividade.

Nessa atividade os grupos receberam apenas os materiais para a realização do experimento, sem que nenhum problema fosse proposto *a priori*. Eles então se punham a interagir com os materiais e aparelhos até que acontecesse algo que lhes parecesse estranho ou interessante o suficiente para ser investigado. Assim eles mesmos iriam propor o problema e iniciar a investigação.

Um dos experimentos usados nessa atividade foi o que chamamos de *pêndulo magnético*. (APÊNDICE D)

Esse experimento exhibe comportamentos que são cientificamente explicados pela lei de Faraday, Lei de Lenz e lei de Oesterd.

Posicionando-se o ímã em repouso de frente para a placa de alumínio nada acontece, pois há campo magnético, ou seja, há fluxo de campo magnético, mas não há variação no fluxo. Quando há um movimento relativo entre a placa e o ímã passa a haver variação no fluxo de campo, que atravessa a placa e de acordo com a lei de Faraday será induzida uma corrente elétrica no alumínio. A lei de Oesterd explica que essa corrente vai gerar um campo magnético no e em torno do alumínio e essa corrente, como já dito, gera também um campo magnético. Então se tem o campo magnético gerado pelo ímã e outro campo magnético gerado pela corrente elétrica induzida. Por fim a lei de Lenz explica que o sentido da corrente elétrica induzida é tal que o campo que ela gera se opõe à variação do fluxo do campo do ímã, isso quer dizer que a placa se comporta como um ímã que se opõe ao movimento do outro ímã.

Na atividade realizada o grupo observou que quando a placa de alumínio estava em repouso e eles movimentavam o ímã, ela também passava a se movimentar. Já quando a placa de alumínio estava se movendo e eles paravam o ímã próximo dela, seu movimento cessava aos poucos.

Durante a atividade um dos grupos elegeu este item como QUESTÃO BÁSICA DE INVESTIGAÇÃO:

“As placas de alumínio serão atraídas pelo ímã, caso ele esteja em movimento?”

As concepções prévias dos alunos se expressam mais claramente no momento da formulação das suas hipóteses, como no episódio observado da primeira atividade, quando os alunos explicitaram suas concepções sobre a classe de materiais que seriam atraídos pelo ímã.

No caso do grupo aqui mencionado, a hipótese foi elaborada com base numa informação trazida das aulas anteriores. Observa-se, neste caso, que os alunos já exercitam um comportamento típico da cultura científica, que é a articulação de uma questão nova a um conhecimento anterior que lhe sirva de base.

HIPÓTESE do grupo:

“Não será, pois o alumínio não é atraído pelo ímã por conta do seu paramagnetismo.”

Nessa situação o grupo previu que as placas de alumínio não seriam atraídas pelo ímã, caso este estivesse em movimento próximo a elas, por conta do seu paramagnetismo.

Essa sentença permite inferir que o conhecimento sobre paramagnetismo, construído na primeira atividade, quando discutimos sobre os ímãs, tornou-se relevante para eles, a ponto de recorrerem a essa ideia para embasarem sua hipótese na atividade seguinte.

Esse modo de pensar a atividade sinaliza uma apropriação efetiva dos conhecimentos construídos durante a realização das atividades. A participação dos alunos nas atividades cooperou para que houvesse uma identificação dos alunos

com o conhecimento produzido em cada atividade, uma vez que o processo partia de uma experiência significativa para eles.

O que observei a esta altura é que os alunos se tornavam mais autônomos, seguros e autoconfiantes na medida em que se familiarizavam com as etapas de uma atividade investigativa.

Os problemas propostos já não os deixavam tão receosos como antes, pois a possibilidade do erro, que antes os assustava, era agora entendida como parte de um processo de aprendizagem instigante e desafiador.

Isso pode indicar que as atividades, na medida em que iam acontecendo, permitiam que os alunos fossem inseridos aos poucos na cultura científica.

É importante deixar registrado que os alunos enfrentaram dificuldades para realizar todas as atividades propostas. A maior parte dos grupos não sabia como fazer para resolver o problema. Um dos grupos registrou no seu diário de campo, um comentário acerca dessa insegurança:

“Primeiramente, não sabíamos como fazer acender a lâmpada [...] então fomos colocando de vários modos, às vezes malucos, os nossos materiais juntos até que nos foi dito pelo nosso professor [...] para tentarmos todas as possibilidades que tínhamos.” (Aluno Y)

O relato acima representa o sentimento da classe como um todo. Mais da metade da aula já havia se passado e nenhum grupo havia acendido a lâmpada ainda. Por um momento desistiram de manipular os materiais e ficaram apenas olhando para eles. Ao serem perguntados sobre o motivo de não fazerem a atividade eles diziam que estavam tentando, mas como não sabiam o que fazer tinham medo de errar.

Nesse momento, ainda que de modo breve, precisei falar a eles que na cultura científica o conceito de erro é diferente de como estamos acostumado a lidar na sociedade e em especial na cultura religiosa. Em muitas vezes um erro foi mais proveitoso na ciência do que um acerto e naquele momento era essa a conotação do erro para nós. Então pedi que errassem. A partir de então eles começaram a tentar de todas as maneiras possíveis, ou imagináveis, acender a lâmpada.

A cada atividade investigativa realizada, a proposição do problema produziu diferentes reações entre os alunos. O relato de uma aluna num dos relatórios de atividade, diz:

“O método de ensino proposto pelo professor é excepcional. Entretanto não foi fácil, para mim, sair do comodismo das aulas comuns para correr atrás de respostas [...]” (Aluna P)

Em um primeiro momento a maioria dos alunos ficava olhando para os materiais sem esboçarem reação alguma, por não saberem que rumo tomar para tentar encontrar solução para o problema. Entretanto, os alunos diziam se mostravam entusiasmados e satisfeitos pelo fato de estarem sendo estimulados a pensar mais. Essa experiência mostrava-se positiva para eles, conforme relatou outra aluna:

“[...] sem dúvida conseguimos entender muito bem a matéria, pois nos faz pensar e criar uma resposta, diferente de outras matérias que nos dão a resposta e não nos deixam pensar e chegar a uma resposta.” (Aluna B)

Outro aluno relatou:

“[...] esse método de ensino trouxe ou pelo menos tentou trazer de volta algo que foi anestesiado em mim e na maioria dos alunos que eu conheço, que é a curiosidade [...]” (Aluno D)

Quando o problema era apresentado também era acrescentado o fator curiosidade. Carvalho (2013) sugere que o problema não esteja fora do contexto dos alunos e nem fora da sua capacidade cognitiva, para que se interesse por investigá-lo.

Os alunos quando ingressam na escola são curiosos e cheios de questionamentos. Porém, quando chegam ao ensino médio, são mais céticos e perguntam menos. Sua curiosidade e criatividade são “anestesiadas” ao longo de sua vida escolar. O fato de encontrar um problema que os desafiasse a investigar, mesmo com certo desconforto inicial contribuiu para que sua curiosidade aflorasse novamente e com ela uma parte importante da sua experiência de aprendizagem.

O outro tipo de reação evidenciado foi o empenho na resolução do problema em virtude de terem se sentido desafiados.

Pude constatar que esse empenho extrapolava os limites de tempo e espaço da aula. Um recorte de uma conversa numa rede social entre uma aluna e o professor, refere-se a um dos problemas propostos (APÊNDICE E), que não foi solucionado pelo seu grupo durante a aula e ela não se conformou com a situação:

“Professor eu descobri o que eu fiz de errado no trabalho, consegui consertar e na próxima aula eu mostro!!”

simmmm prof, fiquei feliz, descobri que era tudo gambiarra o que eu fiz, ai achei um modo que a pilha não esquente, mas usei um material a mais pra fazer uma chave p ligar e desligar sem encostar no fio ou na lâmpada.. como você pediu, fiz a chave de papel alumínio...”

Outros registros se referem à mesma atividade, em que os alunos deveriam montar um circuito elétrico.

“Pegamos o fio e encostamos na pilha como mostra o desenho abaixo”

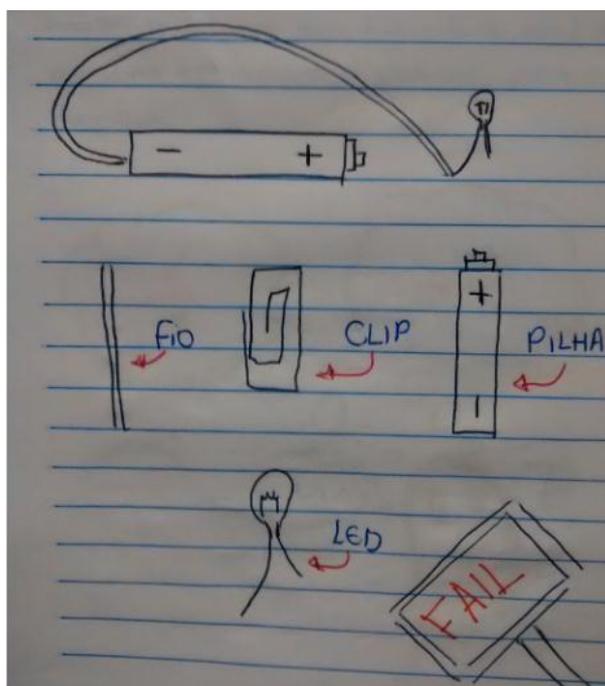


Fig. 1 - Tentativa de montagem de circuito elétrico

Analisando a figura pode-se perceber que o grupo não concebia, na sua primeira tentativa, a ideia de um circuito ou de energia percorrendo um caminho fechado. Sua hipótese admitia um percurso aberto. A noção de circuito para eles não correspondia ao modelo científico.

Então o grupo adicionou outra pilha:

*“Deixamos as pilhas juntas do mesmo lado e encostamos o fio.
Falhamos!”*

Aqui pensaram que pudesse ser a falta de uma pilha que estava causando o não acendimento da lâmpada.

Os objetos utilizados, principalmente a pilha e a lâmpada, eram conhecidos dos alunos. Contudo, embora os usassem em suas vivências cotidianas, desconheciam sua função e princípio de funcionamento.

A construção de conceitos e a atribuição de significados deram-se por meio da interação entre os próprios integrantes do mesmo grupo, entre os grupos e destes com o professor.

Quando questionados acerca do “porquê” da ocorrência dos fenômenos observados, era comum que os grupos recorressem a esquemas e desenhos que representassem o “modo” como obtiveram o resultado. Era preciso insistir para que construíssem uma argumentação suficientemente coerente que explicitasse a sua compreensão acerca das causas do fenômeno observado.

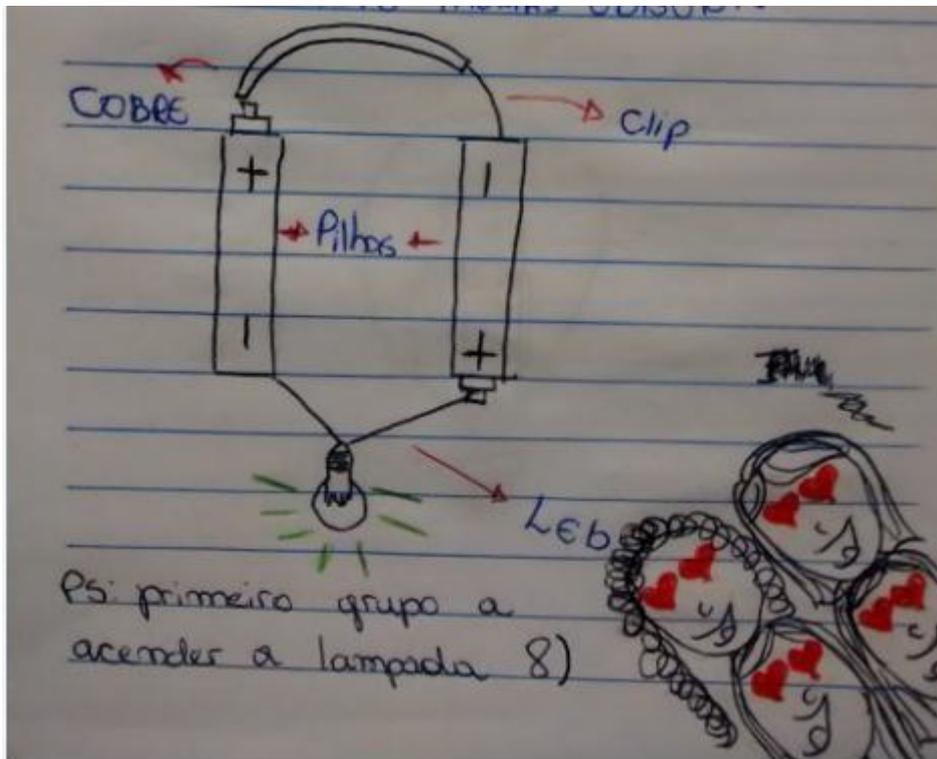


Fig. 2 - Esquema explicativo do “porquê” a lâmpada acendeu

Nesse momento foi possível identificar a presença de uma das habilidades apresentadas por Aikenhead como necessárias aos alunos para que o processo de enculturação científica se estabeleça: a habilidade de argumentar.

3.2 Contribuição das atividades investigativas para a construção de conceitos e a apropriação da linguagem científica.

Em seu artigo intitulado *Voz, Sentido em Diálogo em Bakhtin*, Tatiana Bubnova apresenta fundamentos cruciais da visão bakhtiniana da função da linguagem.

O homem é um ser que vive em constante comunicação, se organiza em sociedade, constitui família, vive entre amigos, frequenta escolas, trabalha com outros homens.

Um conceito possui um signo que o significa, esse signo possui um símbolo. Depois de enunciado, esse símbolo é significado pelo ouvinte. O significado atribuído ao conceito pelo enunciador pode não ser necessariamente o mesmo significado atribuído pelo ouvinte. Então, influenciado por vários fatores como condição social, nível cultural, condição econômica e experiências pessoais, cada um poderá atribuir um sentido ao significado do signo.

Esse quadro não é estático, antes está em contínua construção e formação. Em uma relação dialógica pode-se promover a construção de sentido.

O ato é uma resposta a algum ato anterior que, enquanto tal, possui um sentido, e ao provocar uma resposta no outro gera outro sentido novo: a filosofia do ato ético, segundo Bakhtin, prefigura a filosofia dialógica na qual aos parâmetros descritivos do ato é acrescentado outro ingrediente decisivo, constituinte do humano, que é a palavra, que para o ser humano sempre esteve aí, como o outro. (Bubnova, 2006, p. 5)

Ao contrário do que pode parecer, o silêncio não implica apenas a ausência de som. Pode significar também a presença de um som muito desagradável, que é aquele que se ouve quando se tem apenas o próprio questionamento, sem o som das palavras do outro.

Para forjar um novo sentido a partir das vozes alheias, envolvemo-nos em um processo de compreensão do que se disse antes e tratamos de ouvir a possível resposta de nossos interlocutores, antecipando-a. [...]A combinação do som com o silêncio significativo, que responde a algo dito e/ou significado antes, produz como resultado a irrupção do sentido. Só aquilo que responde a uma pergunta tem sentido. O sentido é, então, uma resposta a algo dito antes, e, é algo que pode ser respondido.[...] “O caráter de acontecimento que tem o ato-enunciado – é ato bilateral, de dupla autoria construtora de sentido – determina sua condição dialógica e sua inerente responsabilidade/responsividade: a alternante capacidade de tomar consciência de seu compromisso no ato por meio da capacidade de responder ao ato-enunciado anterior e prever uma futura resposta. (Bubnova, 2006, p. 4)

3.2.1 Atividades investigativas como estratégia potencializadora da comunicação professor-aluno e aluno-aluno

É comum ouvirmos os alunos dizerem que não entendem o que diz o professor, tanto quanto qualquer pessoa pode dizer não ter entendido outra. Contudo, se considerarmos a função social da escola, essa afirmação é, no mínimo, preocupante. A falta de êxito na comunicação entre professor e alunos assumiu uma posição de destaque na procura por um motivo para o fato de os alunos não aprenderem conceitos físicos na escola, como dito na introdução desse trabalho.

O fenômeno em questão é: temos um professor e seus alunos num mesmo lugar e não há entendimento entre eles. A primeira reação pode ser culpabilizar o professor porque ele fala em tom baixo, ou alto demais, muito devagar ou mesmo rápido demais. Também podemos apontar a desatenção ou o desinteresse dos alunos como a causa da comunicação insuficiente. Fato é que não haverá comunicação, a menos que o enunciador e o ouvinte atribuam o mesmo significado ao conceito.

Ao nos defrontarmos com palavras ou expressões novas, costumamos buscar relações com o mundo familiar na intenção de atribuir-lhes significado.

Quando eu digo a palavra “prancha” o leitor pode pensar em várias situações. Eu sou reportado à imagem de um pirata obrigando um clandestino ou um traidor a andar em uma tábua ligada ao navio em alto mar, até que caia no mar e assim receba a pena por sua infração. Talvez a mesma palavra tenha levado o leitor a buscar a imagem de um surfista manobrando sua “prancha” sobre as ondas ou uma cabeleireira habilidosa manuseando uma “prancha” alisadora em um salão de beleza.

A palavra “prancha” é um símbolo que representa um conceito associado a um objeto que apresente uma superfície plana. O sentido desse conceito vai depender do contexto no qual o leitor está inserido. Por isso imagens diferentes são formadas a partir de experiências diferentes.

Ainda que o leitor e eu consideremos o mesmo tipo de prancha, ainda assim podemos ter visualizado pranchas diferentes. Isso indica que um diálogo é sempre um espaço de negociação de sentidos, para que haja a mesma representação mental do conceito e com isso eu falo de construção de significado.

Uma vez que houve a construção do significado e assim uma convergência de representações do mesmo conceito, o significado mesmo sendo comum pode ter sentido diferente para ambos, o que enuncia e o que ouve.

Novamente o diálogo será necessário para que haja a atribuição de sentido da parte de ambos, pois ambos enunciam e ouvem, caso contrário não seria um diálogo.

A mesma palavra *enunciado*, que na comunicação discursiva é a unidade mínima do sentido (que pode ser respondida), em sua versão russa está ligada ao falar, articular, argumentar; em uma

palavra, trata-se de dar voz a alguém, tanto em seu processo como em seu resultado. O enunciado é, desta forma, a metáfora da oralidade codificada por escrito, é uma unidade mínima de sentido que pode ser respondida no processo da comunicação dialógica. (Bubnova 2006, p.3)

Nas atividades investigativas desenvolvidas em sala de aula foram enunciadas instruções aos alunos a fim de que pudessem resolver problemas que nunca haviam resolvido antes.

Então eles perguntavam o tempo todo como fazer, pois o professor enunciava sentenças que continham símbolos cujos significados eram diferentes até mesmo para integrantes do mesmo grupo e às vezes não faziam sentido algum para eles.

Nesse momento houve muita cautela, pois era preciso que soubessem mais que a decodificação do símbolo ou do signo usado, era preciso uma construção de significado e assim gerar sentido para o conceito científico em construção.

Esse processo precisava ser mediado de forma dialógica, sem que uma resposta por parte do professor encerrasse a ação investigativa por parte deles. Algumas vezes respondiam ao desafio com palavras. Em outras vezes, a resposta era o silêncio.

Nessa etapa foi possível identificar a aproximação dos conceitos científicos. Nas primeiras atividades a linguagem dos alunos era marcada com mais símbolos de conceitos não científicos.

3.2.2 As atividades investigativas e suas contribuições para a ampliação da linguagem científica

A linguagem é, ao mesmo tempo, o principal produto da cultura e o principal instrumento de sua transmissão. Nossas falas são elaboradas a partir das falas dos outros indivíduos. Atribuindo, incorporando e redefinindo significados, convertemos os enunciados dos outros em nossos próprios enunciados, numa espécie de acordo tácito, que leva cada grupo social a elaborar suas próprias formas ou gêneros discursivos.

Enquanto que na linguagem cotidiana são predominantes as narrativas lineares de eventos, a linguagem científica nominaliza os processos, mantendo ausentes os agentes das ações, o que faz com que ela pareça sempre independente de um contexto.

As marcas de uma ciência a-temporal, a-histórica e supostamente neutra, imprimiram-se na linguagem científica, distinguindo-a da linguagem cotidiana. Tais características foram sendo estabelecidas ao longo da história, como forma de registrar e ampliar o conhecimento.

A linguagem cotidiana é muito mais próxima da fala. As pessoas não sentem a necessidade de estarem refletindo o tempo todo sobre o que vão dizer. A linguagem científica, por aproximar-se muito mais da linguagem escrita, exige uma reflexão consciente no seu uso. Mortimer (1998) emprega as metáforas do cristal e da chama para ilustrar a distinção entre linguagem científica e cotidiana:

A linguagem cotidiana apresenta um mundo dinâmico, em que as coisas estão sempre acontecendo, como numa chama ou numa onda. Já na linguagem científica, esses acontecimentos e processos foram congelados pelo processo de nominalização, pois o mais importante é coloca-los em estruturas, como num cristal ou numa partícula (...)

Não entender a ciência significa, muitas vezes, a recusa implícita em substituir esse mundo dinâmico, imprevisível, intrincado, mas ao mesmo tempo familiar, irrefletido, gostoso, por um mundo estático, atemporal, estruturado, previsível, mas ao mesmo tempo estranho, monótono e sem atrativos. Valerá a pena substituir a chama pelo cristal?... (MORTIMER, 1998, p.104; 107)

A linguagem científica é mais que o uso de termos científicos. Ela traz consigo todo um conjunto de símbolos, significados e sentidos, característicos de uma cultura científica. Decodificar os símbolos não implica necessariamente na apropriação da linguagem científica, principalmente quando fica evidente a falta de conexão entre as proposições conceituais construídas em discordância com o sentido e significado científico dos termos utilizados.

A figura abaixo mostra um trecho de um mapa conceitual construído após a primeira atividade.

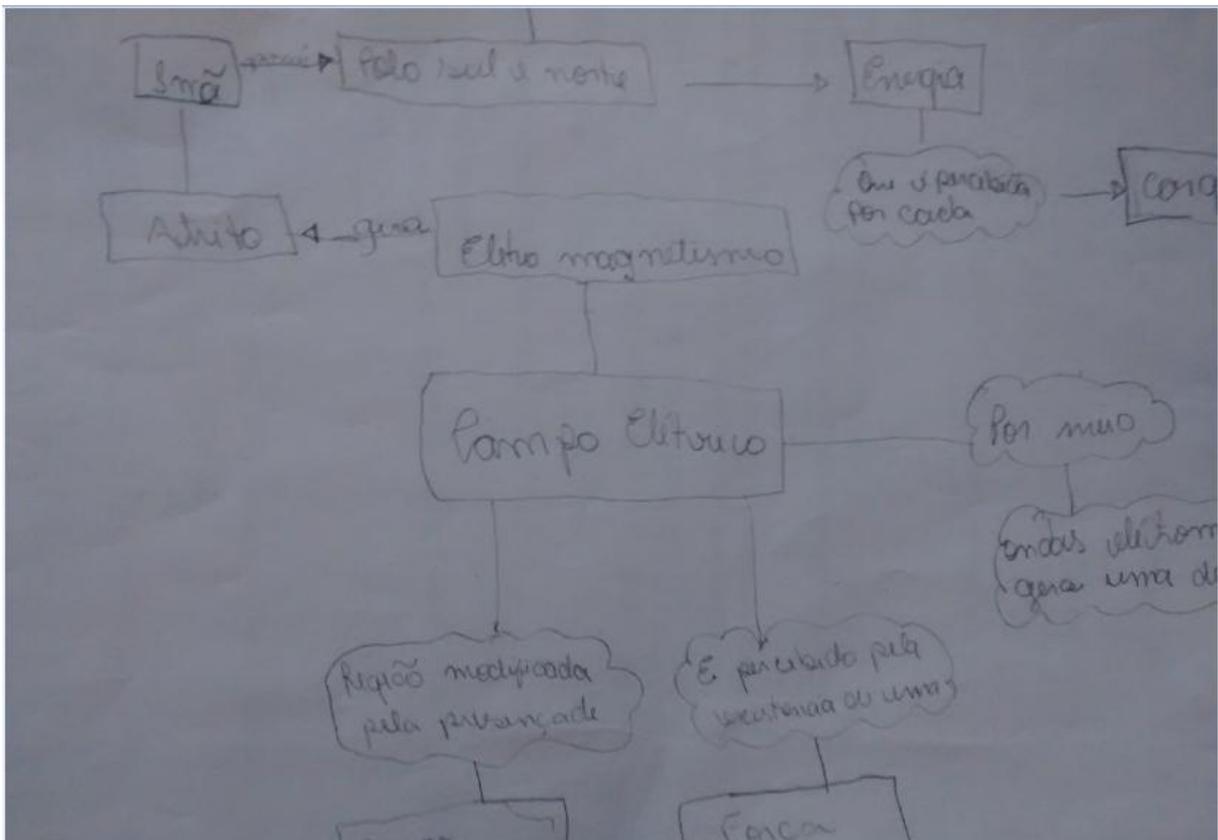


Figura 3 – Mapa conceitual da aluna articulando termos científicos equivocados.

A aluna recorre a conceitos discutidos no primeiro trimestre de 2013, antes de iniciarmos as atividades investigativas. Esses termos aparecem sem muita articulação e os elementos conectivos são as palavras “gera” e “possui”, de modo que a única proposição produzida foi: “eletromagnetismo gera atrito” e “ímã possui polo sul e norte”.

Percebe-se que mesmo tendo se apropriado de alguns conceitos de eletrostática vistos no primeiro trimestre, o significado deles para ela não chega a se aproximar propriamente do contexto científico.

Um fato interessante ocorreu durante a atividade sobre propriedades magnéticas dos materiais (APÊNDICE A).

Ao entrar em sala, muitos alunos arrastaram as cadeiras para frente de modo a diminuir significativamente a distância entre eles e eu e iniciou-se o diálogo:

Aluno 1: “professor agora você vai ter de explicar por que o ímã não grudou naquela maçaneta na última aula”.

Professor: “Muito bem! Vamos então conversar sobre isso. O que vocês acham?”

Aluno 2: “Professor, eu procurei na internet e realmente não são todos os metais que são atraídos pelo ímã, tem um negócio de diamagnético, ferromagnético e paramagnético”.

Aluno 3: “Professor vi também uma coisa de micro ímãs

Aluno 4: “Professor o que é histerese?”.

Assim começamos a aula na qual eles tinham um objetivo: descobrir por que o ímã não grudou naquele tipo de metal.

Depois de uma discussão na qual eu trazia a voz dos alunos à tona, outros termos surgiam e então na etapa final da aula eu traçava uma linha esboçando o significado científico envolvido nos eventos observados, utilizando para isso, os termos trazidos pelos alunos, valorizando assim sua participação e desconsiderando os seus erros, agora entendidos como parte integrante do processo de construção do conhecimento.

Devido ao interesse e curiosidade esboçados pelos alunos foi possível organizar suas falas e em uma só aula construirmos uma explicação para o fenômeno observado utilizando conceitos científicos como: diamagnetismo, ferromagnetismo, paramagnetismo, dipolo elétrico, momento de dipolo, polos magnéticos, monopólos magnéticos, sítios, campo magnético, linhas de campo magnético, campo magnético da Terra, aurora boreal, tempestades solares e força magnética e histerese.

Assim foi possível não apenas discutir o conteúdo, mas, além disso, discutir a solução de um problema podendo para isso lançar mão de vários conceitos científicos a que recorríamos no momento certo, facilitando, portanto, sua definição e entendimento por parte dos alunos.

Os termos utilizados pelos alunos não pertencem ao seu cotidiano, à sua cultura comum. Talvez antes da interação com o professor e com os outros grupos, a maior parte dos termos não possuía para eles significado alinhado ao significado científico.

Contudo, durante a interação dialógica da segunda aula esses significados começaram a serem construídos, e um dos registros o grupo concluiu:

“Nem todos os metais são atraídos pelo ímã, e alguns objetos diferentes foram influenciados pelo ímã como a fita k7”.

(Aluno F)

Houve uma evolução no conceito relacionado à interação do ímã com os objetos. Desse modo, eles mesmos verificaram que a natureza não se comporta da maneira como eles previram.

Durante a sistematização dos conteúdos, eram sugeridas pequenas alterações na escrita. O diálogo foi a tônica do trabalho desde o início.

Ao final da aula, informei que na nossa próxima conversa iríamos entender a corrente elétrica.

Por mais que a discussão fosse aberta à contribuição de todos os alunos, há um compromisso com um conteúdo a ser trabalhado, então a visão científica precisa ser apresentada. Desse modo o aluno tem, durante as aulas, a oportunidade de se inserir em uma nova cultura, a qual possui também seus termos, signos e significados peculiares.

A explicação de porque a lâmpada acendeu registrada por um dos grupos foi a seguinte:

“[...] Houve luz porque houve um compartilhamento de **cargas** positivas e negativas com a ajuda do fio de **cobre** e o **metal**, que são bons **condutores elétricos**. Os fios ajudavam a conduzir **elétrons** e **prótons** da pilha e já que a lâmpada estava também **carregada**, pois suas “perninhas” estavam encostadas na parte positiva e negativa”.

(Aluno M)

Nesse texto foram grifados oito conceitos científicos coerentemente articulados para a explicação do fenômeno em questão.

Isso aponta no sentido de que ao tentar resolver o problema, formular hipóteses e construir argumentos que expliquem as suas relações causais, viram-se diante da

necessidade de utilizar conceitos oriundos da cultura científica, ainda que a compreensão desses conceitos fosse apenas parcial.

Não é típico dos adolescentes utilizarem esse tipo de linguagem, principalmente em uma atividade aberta em que apenas lhes foi solicitado apenas que relatassem como fizeram e por que funcionou. O fato de destacarem com aspas a expressão “perninhas” para se referirem aos terminais da lâmpada, indica que naquele momento estavam certos de que a expressão não era a mais adequada ao contexto cultural em que haviam sido inseridos.

Muitos grupos conectavam os fios à lâmpada e à pilha e os seguravam com as mãos. Às vezes três pessoas eram necessárias para manter a lâmpada acesa. Independentemente dos métodos utilizados para a solução do problema, eu os parabenizava e os desafiava à etapa seguinte. Com um pouco menos de dificuldade conseguiam deixar a lâmpada acesa sobre o papelão. Entretanto a terceira etapa obrigava-os a pensar muito. Precisavam pensar num modo de apagar a lâmpada, num sistema que denominamos “Liga-desliga”.

A maioria dos grupos teve a ideia de desconectar um dos fios ligados à lâmpada ou à pilha e como isso não seria admitido como solução do problema, tentavam várias outras maneiras. Nenhum deles considerou de início a possibilidade de cortar um dos fios.

Alguns grupos perguntaram se a proposta era a construção de um interruptor. A função de ligar e desligar foi associada imediatamente ao uso cotidiano do termo “interruptor”, associado a um dispositivo que normalmente utilizamos para apagar lâmpadas em casa.

O significado do termo “interruptor” estava relacionado apenas à função de desligar. Percebi que não se tratava de levá-los apenas a compreender como construir e instalar um interruptor, mas sim, desafia-los a compreender os conceitos envolvidos no evento observado, levando-os a compreender, inclusive, os termos utilizados para nominalizar as etapas do processo estudado.

O ensino por investigação, ou a postura investigativa, cooperou com esse processo. Ao notar que os modelos de interruptor propostos pelos alunos esquentavam muito,

passei a interagir com eles utilizando perguntas como: “você têm interruptor em casa?” “Quanto tempo ele fica desligado por dia?” “Fica mais tempo ligado ou desligado?” “Ele aquece como esse que vocês fizeram?” Ao que eles respondiam: “Não, ele não esquenta, professor! Então o nosso está errado?”

O motivo pelo qual o interruptor deles não funcionava como esperado foi discutido no momento destinado à sistematização e enquanto discutíamos alguns poucos grupos que ainda estavam com os materiais em mãos iam modificando seus projetos até torna-los funcionais.

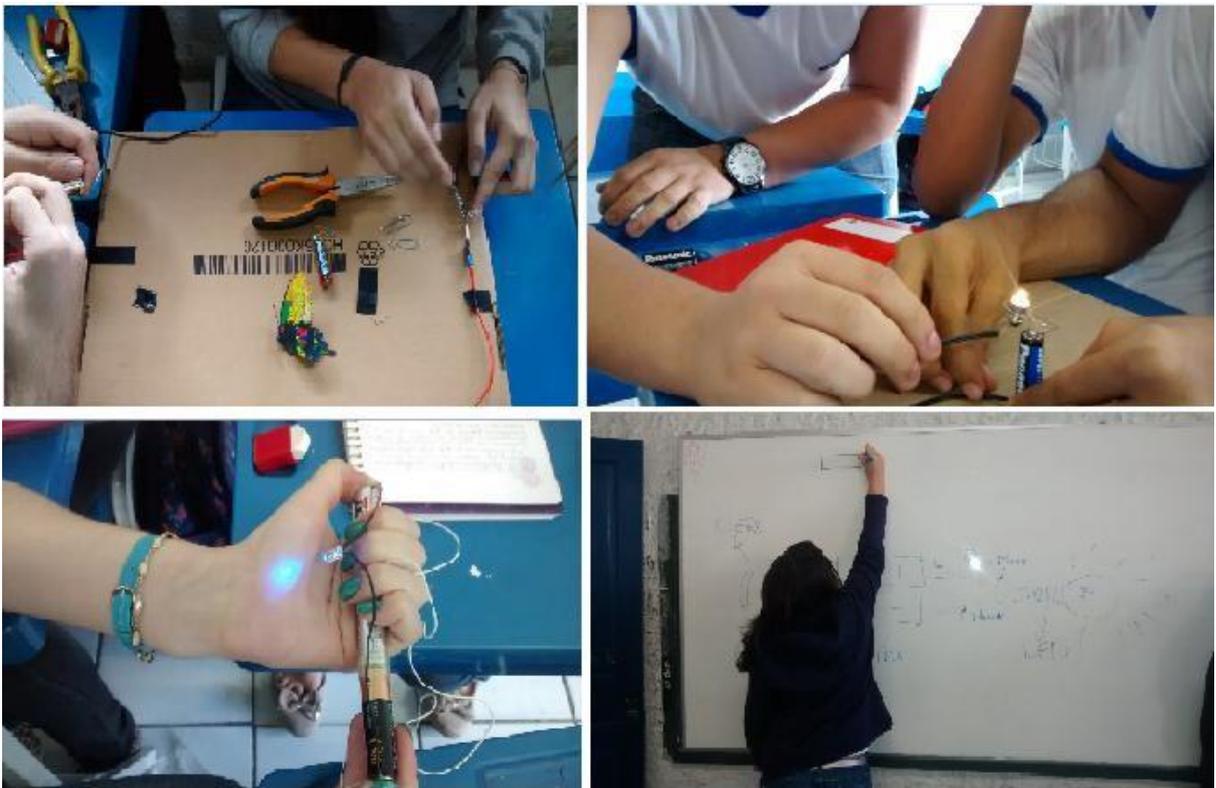


Figura 4 – Alunos construindo, modificando e explicando seus projetos investigativos.

Por meio de perguntas do tipo: “foi assim que vocês fizeram?” “Alguém fez diferente?” Os grupos explicitavam verbalmente os seus procedimentos e ao fazê-lo precisavam tornar claras as ideias a fim de serem compreendidos pelos colegas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi produzido com o compromisso de investigar as potencialidades pedagógicas das atividades investigativas na construção de conceitos físicos, mediada pelas interações sociais na sala de aula.

Assumindo uma metodologia narrativa, em consonância com a construção da estrutura dessa dissertação, chego à etapa na qual os achados discutidos à luz do referencial adotado, propiciam um olhar direcionado a cada parte do objetivo proposto.

Início por discutir a contribuição das atividades investigativas para a inserção dos estudantes na cultura científica.

A constatação da utilização de termos científicos em sala de aula, de modo coerente com os modelos cientificamente aceitos, leva-me a inferir de que a investigação contribuiu efetivamente para um dos aspectos do processo que Aikenhead denomina enculturação científica.

A ciência possui um vocabulário próprio, com termos que às vezes pertencem a outro contexto, portanto seu significado e sentido costumam ser confundidos pelos alunos na transposição que fazem do uso cotidiano desses termos para o contexto escolar.

As atividades investigativas conferiram aos alunos um ganho de autonomia, expressa através da autoconfiança e iniciativa que passaram a demonstrar no transcorrer das investigações. Na medida em que eram desafiados, dependiam menos do direcionamento do professor para identificar novas fontes de informações, recorrendo muitas vezes a recursos externos à sala de aula.

Nesse sentido, o papel mediador do professor mostrou-se fundamental, pois a negociação de significados que envolvia as atividades possibilitava, segundo Bakhtin, a construção de significado e a atribuição de sentidos, não só aos termos científicos empregados nas atividades, mas principalmente às experiências vividas.

Inserir os alunos na prática investigativa implica cruzar as fronteiras entre esses dois contextos e as atividades investigativas contribuíram substancialmente para esse fim, embora não tenham sido as únicas responsáveis pelo crescimento e amadurecimento que professor e estudantes tiveram ao longo desse percurso.

Sua contribuição se deu em parte por dar voz aos alunos para formularem suas hipóteses e discutir os resultados com o professor e em grande parte do tempo, com os próprios colegas.

Nas discussões em que havia a sistematização dos conhecimentos, todas as falas eram valorizadas e quando havia pontos de vistas diferentes, esses eram explorados de modo que pudessem exercitar a argumentação e a negociação de consensos, nem sempre possíveis, como também nem sempre desejáveis. O mais importante era que a turma se posicionasse em relação às explicações propostas e expusesse seus argumentos.

Nesse momento os alunos sentiam a necessidade de um vocabulário específico que expressasse o que pretendiam dizer. Esses foram momentos muito enriquecedores, pois a discussão sempre englobava novas aprendizagens, oportunizando que palavras, ideias e experiências fossem ressignificadas.

A função do professor, na perspectiva do ensino por investigação, passa por mediar a experiência de aprendizagem do aluno. A problematização nas atividades investigativas contribuiu para despertar nos alunos a curiosidade e a disposição para investigar. As interações que ocorreram foram inicialmente direcionadas, mas na medida em que foram relativizando o erro e superando a intimidação que a expectativa do erro provoca, puderam ousar em suas previsões e explicações e eu pude desfrutar da experiência de mediar sua aprendizagem de conceitos físicos, contemplando sua curiosidade e criatividade sendo aguçada em cada atividade que se seguia.

Durante a fase final da execução desse trabalho, a educação brasileira sofreu perdas significativas e uma delas foi a do escritor, pensador, professor e mestre Rubem Alves. Não poderia deixar de lembrá-lo, num trecho² no qual me espelho:

“Estou pensando há muito tempo em propor um novo tipo de professor.

É um professor que não ensina nada, ele não é professor de matemática, de história, de geografia... É um professor de espantos. O objetivo da educação não é ensinar coisas porque as coisas já estão na internet, estão por todos os lugares, estão nos livros. É ensinar a pensar, criar na criança essa curiosidade.

Para mim esse é o objetivo da educação: criar a alegria de pensar.”

Com sua partida, Rubem Alves deixou um legado para a educação, com sua visão ousada ao mesmo tempo singela, faz arder a esperança naqueles que, a despeito

² Trecho extraído de vídeo disponível em <http://goo.gl/Vvp824>

dos entraves e percalços do caminho, nunca desistiram de transformar vidas pela educação.

Mais que uma homenagem ao mestre, essas palavras me enchem de esperança, pois me vejo, a essa altura do processo, mais professor de espanto que de física, ao contrário de como me via no início dele, quando era apenas um elogiado professor de física.

A ciência é repleta de descobertas intrigantes e curiosas e por vezes, nós os professores, tornamos o ensino dessas descobertas em algo cansativo e enfadonho. Começo a perceber que a direção tomada está produzindo resultados quando os alunos tecem comentários³ como esse:

“[...] o professor trouxe ou pelo menos tentou trazer de volta algo que foi anestesiado em mim e na maioria dos alunos que conheço que é a curiosidade, que nos leva a produzir dúvidas e a partir das dúvidas buscamos respostas.”

Não apenas os alunos começaram a revelar indícios de uma possível inserção na cultura científica, mas posso dizer que, ao final dessa etapa do processo, o mesmo fenômeno ocorreu comigo.

Devido à proximidade do *eu-professor* com o *eu-pesquisador*, foi muito difícil separar os objetivos acadêmicos da pesquisa dos objetivos pedagógicos das atividades investigativas.

Tanto quanto meus alunos, eu também fui me apropriando aos poucos das ideias dos teóricos, das reflexões provocadas pelos professores e colegas de turma no curso de mestrado, das experiências compartilhadas com os colegas de trabalho e, sobretudo, com os meus alunos, com os quais aprendi a dialogar ainda mais ao longo desse percurso formativo.

Esse aprendizado se deu de forma investigativa, tendo na mediação da paciente da minha orientadora um elemento fundamental. Vejo agora indícios da minha própria inserção na cultura acadêmica, de modo que posso afirmar com segurança que eu também vivi uma experiência de enculturação científica.

³ Transcrição da fala de um dos alunos já mencionada nesse trabalho

Por isso, embora tenha chegado a esta etapa final do curso, considero este projeto inconcluso. Antes, encerro essa etapa vislumbrando novos horizontes a serem explorados e apenas iniciados nos apontamentos presentes nesse trabalho e que poderão se desdobrar em novas possibilidades de reflexões e estudos futuros.

A título de produto final, deixo uma contribuição para o professor que, assim como eu, quer se aventurar na busca por tornar-se mais um “professor de espanto” do que de qualquer outra coisa. Trata-se de um DVD, onde relato a trajetória de produção deste estudo, compartilho alguns roteiros de atividades investigativas desenvolvidas em sala de aula e alguns relatórios dos alunos. Nesse material é possível identificar os objetivos das atividades, a intencionalidade em cada etapa e a narração de parte das interações vivenciadas pelos envolvidos na execução das atividades investigativas.

Estou convencido de que o produto nunca será maior nem mais significativo que o processo vivido. Considero-o um subproduto da minha pesquisa, que deriva do verdadeiro produto: a reinvenção de mim mesmo. Nesse vídeo eu compartilho também um pouco da experiência vivida ao desfrutar os momentos de interação com meus alunos, por meio da realização das sequências de ensino investigativas. O entusiasmo flagrado nas fotografias de alguns desses momentos de produção do conhecimento são a maior constatação do espanto, da curiosidade e da alegria eternizada não apenas nos registros fotográficos, mas principalmente naqueles corações adolescentes e no meu próprio, que realizamos experimentos, enquanto compartilhávamos experiências.

6 REFERÊNCIAS

BORDA, O. F. Aspectos teóricos da pesquisa participante: considerações sobre o significado do papel da ciência na participação popular. In: BRANDÃO, C. R. (Org.). **Pesquisa Participante**. 7 ed. São Paulo: Brasiliense, 1988.

CARUSO, Francisco. Desafios da alfabetização científica. **Ciência & Sociedade**, v. 10, 2003.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, 2006.

PENHA, S. P.; CARVALHO, A. M. P.; Vianna, D. M.; **A utilização de atividades investigativas em uma proposta de enculturação científica: novos indicadores para análise do processo**. In: VII ENPEC, 2009, Santa Catarina. VII ENPEC - Encontro de Pesquisadores de Ensino de Ciências. Florianópolis, 2009.

AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. **Ensino de Ciências-unindo a pesquisa e a prática**, p. 19, 2004.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Habilidades de professores para promover a enculturação científica. **Revista Contexto & Educação**, v. 22, n. 77, p. 25-49, 2013.

SÁ, Eliane Ferreira; DE CASTRO LIMA, Maria Emília Caixeta; DE AGUIAR, Orlando Gomes. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.

DOS SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 475, 2007.

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cadernos de Pesquisa** mar. 2002, nº.115, p.139-154.

DUTRA, Elza. A narrativa como uma técnica de pesquisa fenomenológica. **Estudos de Psicologia**, v. 7, n. 2, p. 371-378, 2002.

GOMES, Alessandro DT; BORGES, A. Tarciso; JUSTI, Rosária. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa. **Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre**, v. 13, n. 2, p. 187-207, 2008.

HALLIDAY, David et al. **Fundamentos de física**. Rio de Janeiro: LTC, 1996

LARROSA, Jorge. Notas sobre a experiência eo saber de experiência. **Revista brasileira de educação**, v. 19, n. 1, 2002.

LIMA, M. E. C. C.; DAVID, Marciana A.; MAGALHÃES, W. F. Ensinar ciências por investigação: um desafio para os formadores. **Química Nova na Escola**, n. 29, p. 24-29, 2008.

MARIM, Manoel; VIANNA, Deise. **Propostas de atividades investigativas abordando conceitos básicos de física ondulatória**. XX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2013 – São Paulo, SP

MERCADO, Luis Paulo Leopoldo.; SILVA, Ivanderson Pereira; COSTA NEVES, Yara Pereira. Objetos Virtuais de Aprendizagem na Formação de Professores do Ensino Médio. In: MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. **Práticas de formação de professores na educação a distância**. Maceió: Edufal, 2008.

MUNFORD, Danusa et al. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2007.

NUSSENZVEIG, Herch Moysés. **Curso de física básica**. E. Blucher, 1996.

PERRENOUD, Ph. **Ensinar: agir na urgência, decidir na incerteza**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999

SÁ, E. F. et al. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências**. In: Atas do VI ENPEC-Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, p. 67, 2011.

CARVALHO, A. M. P.; **Ensino de ciências por investigação: condição para implementações em sala de aula**. Cengage Learning, 2013.

DRIVER, Rosalind et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química nova na escola**, v. 9, n. 5, 1999.

PEREIRA, Alexsandro Pereira de; OSTERMANN, Fernanda. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & educação**. Bauru. Vol. 18, n. 1 (2012), p. 23-39, 2012.

DUARTE, Rosália. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. **Cadernos de pesquisa**, v. 115, n. 1, p. 139-54, 2002.

APÊNDICES

Apêndice A: Roteiro didático da atividade investigativa 1 - Oficina de magnetismo

Objetivo da atividade:

Levar os alunos a:

- perceberem a importância dos conhecimentos científicos sobre o magnetismo para solucionar as questões oriundas da observação.
- adquirirem noções acerca do conceito de campo magnético.
- elaborarem uma modelagem tridimensional das linhas de campo magnético.
- identificarem a influência de um campo magnético no funcionamento de uma bússola.
- construir um instrumento que reproduza o funcionamento de uma bússola.

Materiais:

- Ímã
- Bússola
- Clips
- Fita K-7
- Borracha (usada para apagar a escrita)

Descrição da atividade:

A atividade será dividida em quatro etapas e as conclusões de cada etapa serão fundamentais para o lançamento das bases para os assuntos que virão a seguir.

A cada etapa será proposto um novo problema, que dá continuidade à atividade investigativa.

As etapas da atividade de magnetismo:

A. Atrai ou não atrai

Aproxime o ímã de determinados objetos para verificar se eles serão atraídos pelo ou não.

Antes da execução, registrem suas hipóteses. Você pode experimentar: a porta (madeira), a base da cadeira (metal), a borracha do material escolar e a maçaneta da porta (alumínio).

A. Fitas dançantes

Picote as fitas k-7 e espalhe-as sobre uma folha de caderno, movimentando o ímã por baixo. Observe o que acontece, discutindo o resultado no grupo e registrando os resultados.

B. Usando a bússola

Discuta como e por que se utiliza uma bússola e o que ela indica. Em seguida passe o ímã por perto dela e observem o que acontece. Registrem os resultados e as discussões do grupo, procurando elaborar uma explicação coerente com os fenômenos observados.

C. Sistematização e registro de conteúdos

De posse dos registros das observações, vamos entender:

- Atrai e não atrai: A estrutura interna dos ímãs? (orientação dos momentos de dipolos elétricos) e o campo magnético.
- Fitas dançantes: Linhas de campo magnético.
- Usando a bússola: Campo magnético da Terra, tempestades solares, aurora boreal, campo magnético da bússola.

As atividades não têm um fim em si mesmas de modo que na próxima atividade investigativa, você deverá ter em mente o que aprendeu nesta atividade, pois certamente esses conhecimentos serão relevantes para a continuidade das investigações.

Apêndice B: Roteiro didático da atividade investigativa 2 - A interação da eletricidade com o magnetismo

Objetivo da atividade:

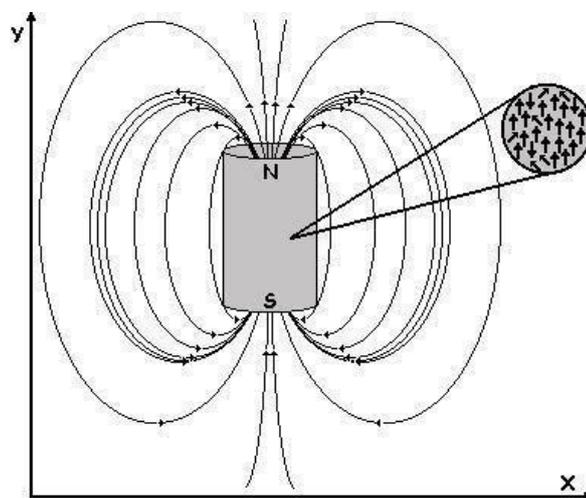
Discutir a LEI DE OESTERD, segunda a qual uma corrente elétrica percorrendo um condutor gera um campo magnético em torno do mesmo.

RELEMBRANDO AS ATIVIDADES ANTERIORES...

Nas atividades sobre magnetismo, além de muitas coisas curiosas, aprendemos que...

- O ímã gera em torno de si um campo magnético que pode ser percebido pelos pedaços de fitas sobre a folha.
- Esse campo magnético do ímã interage com o campo magnético da agulha da bússola, o que é percebido pelo alinhamento da bússola com as linhas de campo magnético do ímã.
- A bússola por sua vez interage com a Terra, o que sugeriu que de algum modo a Terra se comporte como um ímã, ou seja, que ela possui um campo Magnético.
- Então podemos identificar um ímã por meio do seu campo magnético.

MODELO REPRESENTATIVO DA ESTRUTURA INTERNA E LINHAS DE CAMPO MAGNÉTICO DE UM ÍMÃ



INICIANDO A ATIVIDADE INVESTIGATIVA 2:

Materiais:

- Bússola
- Fios de cobre (aprox. 40 cm)
- Pilhas
- Clips (ou prego novo)
- Alicates

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL: O QUE ACONTECE COM UM FIO QUANDO PERCORRIDO POR UMA CORRENTE ELÉTRICA?

Já investigamos as relações entre resistência, queda de tensão, potência e outras grandezas quando se estabelece uma corrente elétrica em um condutor (fio) ou o que pode causar tal corrente elétrica.

Então, o que aconteceria se fizéssemos passar uma corrente elétrica por um fio (ou outro condutor qualquer) e depois o aproximássemos de uma bússola.

Para responder a esta questão você pode utilizar linguagem textual, gráfica ou a que for mais conveniente para o grupo, desde que consigam comunicar a ideia.

RESOLVENDO E DISCUTINDO O PROBLEMA

- Formule a Hipótese
- Monte o experimento e faça os testes
- Descreva e justifique as dificuldades no procedimento
- Registre o resultado obtido
- Explique o resultado
- Amplie a discussão em sala assentados em semicírculo

Apêndice C: Roteiro didático da atividade investigativa 3

A Lanterna de Faraday

Objetivo da atividade:

Verificar a variação do fluxo do campo magnético induzindo uma corrente elétrica em um condutor expressa na equação:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} \text{ sendo que } i = \frac{\varepsilon}{r}$$

RELEMBRANDO AS ATIVIDADES ANTERIORES...

Nas atividades sobre vimos que...

- Uma corrente elétrica percorrendo um condutor gera um campo magnético

INICIANDO A ATIVIDADE INVESTIGATIVA DEMONSTRATIVA 3: LEI DE FARADAY

Materiais:

- Tubo de pvc de aproximadamente 2m com de comprimento
- Fio esmaltado de cobre o suficiente para 400 espiras
- Ímã para se mover no interior do tubo
- Tampão para as laterais do tubo
- Um LED de 1,5 V que seja de cor

Montagem

- Enrole o fio de cobre no tubo de pvc deixando as duas extremidades soltas
- Coloque o ímã no interior do tubo
- Feche o tubo com os tampões
- Faça dois furos de aproximadamente 3 mm de diâmetro em cada tampão
- Conecte uma extremidade do LED a uma ponta solta do fio de cobre. Repita o procedimento na outra extremidade.

Como fazer

- Segure com uma das mãos o LED, para tentar deixá-lo parado o quanto puder.
- Segure o experimento com a outra mão e agite-o de modo que o ímã fique oscilando entre as duas extremidades.
- Observe o que acontece com o LED.

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL: O que acontece quando aproximamos lentamente um conjunto de ímãs de uma bobina feita de fio de cobre?

RESOLVENDO E DISCUTINDO O PROBLEMA

- Formule a Hipótese
- Monte o experimento e faça os testes
- Descreva e justifique as dificuldades no procedimento
- Registre o resultado obtido
- Explique o resultado
- Amplie a discussão em sala assentados em semicírculo

APÊNDICE D: Roteiro didático da atividade investigativa 4

Compreendendo os fenômenos eletromagnéticos

Objetivo:

Levar os alunos a:

- Formularem novos problemas, enquanto interagem livremente com os materiais utilizados nas atividades anteriores.
- Consolidarem os conhecimentos físicos adquiridos nos experimentos propostos durante as atividades anteriores.

APÊNDICE E: Roteiro didático da atividade investigativa 5

Circuito elétrico

Objetivos

- Desenvolver habilidades manipulativas necessárias às atividades investigativas que envolvam experimentos físicos.
- Construir um circuito elétrico
- Identificar no circuito elétrico a fonte, a recepção e a transmissão de energia elétrica.
- Relacionar o funcionamento da lâmpada à transformação de energia.
- Enunciar e operar com a primeira lei de Ohm.

Materiais

- Fio de cobre
- Clips de metal
- Alicates
- Pilhas
- Lâmpadas (ou leds)
- Papelão

PROBLEMATIZAÇÃO INICIAL: Como acender a lâmpada utilizando apenas o material disponível, mantendo-a acesa e fixa ao papelão sem o auxílio das mãos? Descubra, em seguida, um mecanismo para desligá-la sem tocar na lâmpada nem na pilha.

RESOLVENDO E DISCUTINDO O PROBLEMA

- Formule a Hipótese
- Monte o experimento e faça os testes
- Descreva e justifique as dificuldades no procedimento
- Registre o resultado obtido
- Explique o resultado
- Amplie a discussão em sala assentados em semicírculo