

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FaE - Faculdade de Educação

CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais

ENCI – Especialização em Ciências por Investigação

Pilhas feitas com batatas ou limões:

Uma proposta de atividade prática de ensino de Ciências por investigação.

Otoniel Fernández Vidal

Belo Horizonte

Outubro de 2012

Otoniel Fernández Vidal

Pilhas feitas com batatas ou limões:

Uma proposta de atividade prática de ensino de Ciências por investigação.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFMG como requisito parcial para obtenção de título de Especialista em Ensino de Ciências por Investigação.

Orientador: Ronaldo Marchezini

DEDICATÓRIA

Dedico este poema a todos, especialmente ao professor Ronaldo Marchezini, que soube me guiar até o final, fazendo possível aperfeiçoar minha formação profissional e humana, ao Brasil todo

Agradecimento & Dedicção

AGRADECIMENTO é uma palavra chave.

Reflete significados surpreendentes,
humanizadores, simplificadores.

Afeição

Gratidão

Revolução

Aceitação

Devoção

Educação

Convergência

Imensidão

Magnífico

Edificante

Notável

Ternura

Onipotência

Sensibilidade

DEDICAÇÃO é mais essencial, ainda.

Decisão

Espontaneidade

Determinação

Inacabável

Coerência

Adaptabilidade

Ação

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais ao meu respeitável tutor, Ronaldo Marchezini, pela sua enorme paciência e inteligência, às professoras Nilma Soares da Silva e Maria Inês, à professora Ângela, aos professores do curso ENCI: Santer, Sabine e Iván, aos meus colegas, que, com sua participação e dedicação diária, colaboraram na minha formação intelectual e humana, à FAE, ao CECIMIG, à UFMG, instituição de prestígio internacional que dispõe enormes recursos humanos e materiais para os alunos do Brasil e de outros países se formarem e se desenvolverem.

Agradeço à minha adorada mãe, Milda, professora alfabetizadora e vencedora do sistema educacional cubano, ao meu amado filho, Otto David, à minha ex-mulher Maria Eduarda, pela sua ajuda no meu processo de desenvolvimento profissional e pessoal, ao povo do Brasil e de Cuba.

RESUMO

O presente trabalho baseou-se na metodologia de ensino de ciências por investigação, com o método de intervenção da pesquisa ação apoiada na teoria sócio-interacionista de Vigotsky, com ênfase na relação entre os conceitos espontâneos e os científicos, assim como no desenvolvimento da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDPr).

As atividades investigativas foram efetuadas em três turmas de segundo ano de Ensino Médio, no horário da manhã, numa escola da rede pública do Estado de Minas Gerais, em Belo Horizonte.

Verificou-se, ao longo de todo o processo da pesquisa, um aumento visível da motivação e interesse dos alunos assim como um incremento significativo na assimilação dos principais conceitos relativos às pilhas clássicas e das alternativas (as construídas com batata e limão). Atividades práticas investigativas compartilhadas pelo professor interventor com os alunos em debates, pesquisas bibliográficas e pela internet, um experimento investigativo em sala de aula, e exames de conteúdo sobre pilhas constituíram a intervenção; as atividades de pesquisa estiveram vinculadas ao cotidiano dos alunos, como uso de aparelhos eletrônicos (calculadoras, computadores, relógios digitais, rádios portáteis, etc.).

Palavras chave: pilha, sócio-interacionismo, oxi-redução, ensino por investigação, energias química e elétrica.

ABSTRAT

This study was based on the methodology of teaching science through research, the method of intervention action research supported the Vygotsky's theory of social interaction, with emphasis on the relationship between spontaneous and scientific concepts, as well as the development of the Proximal Development Zone (ZDP).

The investigative activities were performed in three groups of second year of high school, in the morning hours, in a public state school of Minas Gerais, Belo Horizonte.

There was, throughout the survey process, a visible increase the student motivation and interest as well as a significant increase in uptake of the key concepts concerning the classical and alternative battery (built with the potatoes and lemon). Activities investigative practices shared by intervening teacher with students in discussions, library research and the internet, an investigative experiment in class, exams and content on batteries formed the intervention; research activities were linked to students' daily lives, such as use electronic devices (calculators, computers, digital watches, portable radios, etc.).

Keywords: battery, socio-interactionism, oxidation-reduction, education for research, chemical and electrical energies.

Lista de ilustrações

LISTA DE FIGURAS

01 - Relação dos conceitos do senso comum e os científicos segundo Vigotsky.....	19
02 - Duas plaquinhas de alumínio (ou de cobre), acopladas a fios condutores de eletricidade de cobre; Multímetro medidor de voltagem.....	27
03 - Montagem de uma bateria a) de batata primária (metade), b) de uma de pilha de limão primária (inteiro) com eletrodos de Zn/Cu, acoplada a um multímetro.....	28
04 - Montagem de uma pilha com plaquinhas de Al/Cu e fios de cobre com a) duas metades de uma batata b) de uma batata dividida ao meio c) de um limão dividido ao meio.....	28
05 - Montagem de uma pilha de Al/Cu com a) uma batata dividida ao meio ligados em série b) dois limões divididos ao meio ligados em série.....	29
06 - Esquema de associação de pilhas em série e em paralelo.....	29
07 - Pilha de duas batatas divididas associadas em paralelo utilizando o par Zn/Cu.....	30
08 - Montagem de uma pilha de Al/Cu com a) uma batata dividida ao meio, b) duas batatas inteiras e c) dois limões inteiros ligados em paralelo.....	31

LISTA DE TABELAS

01 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas da pergunta 01.....	34
02 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 01.....	35
03 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 01.....	36
04 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 01.....	36
05 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas.....	37
06 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 02.....	37
07 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 02.....	39
08 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 02.....	40
09 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas.....	40
10 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 03.....	42
11 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 03.....	42
12 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 03.....	43
13 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas.....	44
14 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 04.....	45
15 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 04.....	46
16 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 04.....	46

17 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas.....	47
18 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 05.....	49
19 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 05.....	49
20 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 05.....	50
21 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas.....	51
22 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 06.....	52
23 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 06.....	52
24 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 06.....	53
25 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas.....	54
26 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 07.....	55
27 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 07.....	56
28 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 07.....	57
29 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas.....	57
30 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 08.....	59
31 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 08.....	59
32 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 08.....	60
33 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas.....	61
34 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 09.....	62

35 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 09.....	63
36 - Classificação e cômputo das avaliações das respostas.....	63
37 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 10.....	65
38 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 10.....	65
39 - Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 10.....	66
40 - Dados gerais do aluno participante.....	72
41 - Pré-teste – pilhas e baterias.....	72
42 - Classificação das categorias de avaliação utilizadas.....	73
43 - Pós-teste – pilhas e baterias.....	74

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO.....	14
2.1 Metodologia da Pesquisa: a Pesquisa – ação.....	14
2.2 A teoria sócio-interacionista de Vigotsky.....	16
2.2.1 Processo de formação de conceitos na visão de Vigotsky.....	18
2.2.2 Equivalência funcional entre o complexo e o conceito.....	18
2.2.3 Formação de conceitos espontâneos e conceitos científicos.....	19
2.3 Ensino por investigação.....	20
3 OBJETO DE ESTUDO.....	21
4 METODOLOGIA.....	22
4.1 Descrição da intervenção.....	22
4.2 Tarefas preliminares programadas e executadas.....	23
4.3 Temas investigados em casa e debatidos em sala de aula.....	25
4.4 Atividades práticas investigativas realizadas em sala de aula.....	26
4.5 Procedimento.....	27
4.5.1. Fazendo uma pilha com uma batata dividida ao meio (ou de uma inteira) ou de um limão dividido ao meio (ou de um inteiro).....	28
4.5.2. Pilhas montadas com duas metades de uma batata (e de duas batatas inteiras) e com de duas metades de um limão (e de dois limões inteiros) ligados em série.....	28
4.5.3. Montagem de uma pilha de duas metades de uma batata (e de duas batatas inteiras) e de duas metades de um limão (e de dois limões inteiros) ligados em paralelo.....	29
4.6. Aula 5: Aplicação do pós-teste.....	31
4.7. Análise dos resultados.....	31

4.8. Pré-testes e pós-testes. Turmas T01, T02 e T03.....	33
5 CONCLUSÃO.....	67
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
7 ANEXOS.....	72

1. INTRODUÇÃO

Consideramos que é necessário dar aulas diversificadas para favorecer o desenvolvimento, por parte dos alunos, de conceitos científicos, aulas estas que favoreçam sua participação. Uma participação que depende, entre outros aspectos, da metodologia seguida pelo professor em sala de aula, das orientações nas diferentes atividades escritas, orais, em grupos, individuais, etc.

Atualmente leciono na Escola Estadual Governador Milton Campos, na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerias, nos três níveis de ensino médio, fundamentalmente, no segundo ano, adquirindo uma boa experiência profissional e onde consegui fazer a totalidade da pesquisa apresentada.

A motivação para fazer a atual investigação, foi buscar um método simples de ensinar química, que realmente responda às exigências da sociedade atual relativo às atividades cotidianas dos alunos, que faça sentido através de uma aplicação social e humanística.

A forma mais coerente com meus anseios e que julguei ser capaz de atingir os objetivos propostos foi o ensino de ciências por investigação. Desenvolvi assim a presente pesquisa, tendo como premissa para o planejamento e implementação da intervenção o ensino por investigação e a teoria sócio interacionista de Vygotsky.

A pesquisa está baseada na metodologia pesquisa ação, a qual consiste, segundo estudos de Neto (2010), em encorajar a participação ativa dos indivíduos integrantes da investigação, permitindo o intercâmbio de respostas, de ideias, de interpretações adaptadas às situações de trabalho e de vida da comunidade, de forma tal que cada um deles se tornem em situação de investigador, estimulando a produção do seu próprio conhecimento.

Foi realizada a intervenção através de cinco aulas, com cinquenta minutos de duração cada, nas quais se utilizaram diferentes recursos didáticos para um melhor desenvolvimento dos alunos, tais como: pesquisas, debates, atividades práticas investigativas e exames de conteúdo do assunto tratado. A intervenção teve como particularidade a completa interação dialógica entre os participantes.

Nos debates se compartilharam os principais conceitos de pilhas e de baterias clássicas, comerciais, e das alternativas (as construídas de material opcional).

As atividades investigativas foram executadas em três turmas de segundo ano de Ensino Médio.

As atividades do professor-interventor seguiram o roteiro descrito na metodologia, cujo processo de escolha e elaboração foi antecedido de experimentos sob condições semelhantes e com os mesmos instrumentos em que foram executados com os alunos nas salas de aulas. Elaborou-se, por conseguinte, um roteiro de execução de atividades para os alunos, programando-as em concordância com os conhecimentos prévios dos alunos contemplados no Conteúdo de Base Curricular (CBC) da Secretaria de Educação do Estado de Minas Gerais para a disciplina de Química do primeiro e do segundo anos do ensino médio. Tais atividades contemplaram pesquisas bibliográficas, debates, atividades práticas investigativas em sala de aula e avaliações escritas e orais.

Foram averiguados os conhecimentos prévios dos alunos antes da realização dos debates das atividades práticas investigativas, através de um pré-teste. Após as atividades foi realizado um pós-teste, nos mesmos moldes do pré-teste.

Os temas, de forma geral, tratados ao longo das atividades, compreenderam eletrólitos, princípios de funcionamento de uma pilha e sua composição, diferença entre as pilhas e as baterias, construção de baterias com material alternativo, assim como sua comparação com as comerciais, influência dos meios ácidos e básicos no funcionamento das pilhas, sua durabilidade, utilização e descarte.

Os debates proporcionaram novos interesses e olhares sobre o tema pilhas, com a participação ativa e compartilhadora dos alunos e do professor-interventor.

Ao início dos debates, as três turmas encontraram obstáculos para entender o funcionamento das pilhas comerciais e clássicas, mas após as atividades práticas investigativas conseguiram, em grande medida, esclarecer muitos conceitos sobre os fenômenos químicos e físicos que as envolvem.

O cálculo da diferença de potencial das pilhas de batatas e de limões mostrou-se bastante complexo, pois mesmo com ajuda do professor-interventor e dos debates muitos alunos encontraram dificuldades em relacionar o fenômeno de

oxidação com o da redução, os quais estão unidos dialeticamente em um só: redução-oxidação. Outra dificuldade visível residiu no entendimento de que as reações químicas redox geram energia elétrica, e que esta é cedida ao multímetro.

As atividades práticas investigativas tiveram como base os trabalhos de Netto (1999), de Gouveia (2011), de Silva (2003) e de Filho (2011), que descrevem a montagem de pilhas de batatas e de limões de forma primária (apenas um item), em série e em paralelo, com materiais alternativos, de forma prática, simplificando a construção delas e, porém, aumentando a possibilidade de entendimento dos fenômenos estudados.

O presente trabalho trouxe resultados positivos, refletidos ao longo das atividades e no teste final, relacionado ao ensino aprendido dos alunos sobre a geração de energia elétrica a partir de reações químicas de oxidação (ceder elétrons) e de redução (ganhar elétrons), assim como despertou o interesse deles sobre a conscientização na exploração e descarte das pilhas e das baterias domésticas, permitindo a interação social entre os alunos, o professor-interventor, escola e comunidade escolar, incluindo os pais.

2- Fundamentação

2.1- Metodologia da Pesquisa: a Pesquisa – ação

A metodologia utilizada neste trabalho foi a de pesquisa ação. Por pesquisa ação adotou-se o significado proposto pelos investigadores Neto (2010), da Rocha e de AGUIAR (2003) e Monceau (2005).

Os estudos de Neto (2010) apontam que a pesquisa ação ou research action, em inglês, configura-se como uma metodologia que estimula a participação das pessoas envolvidas na pesquisa e abre o seu universo de respostas, passando pelas condições de trabalho e vida da comunidade. Nela buscam-se as justificativas dos próprios participantes que se situam, assim, em situação de investigador; o participante é conduzido à produção do próprio conhecimento e se torna em sujeito dessa produção.

Da Rocha e de AGUIAR (2003) e Monceau (2005) definem a pesquisa ação como um método potencializador na organização de espaços de participação coletiva, mostrando-se, principalmente, como um meio de formação e de mudança participativa, sendo uma alternativa metodológica e epistemológica, pois está em questão uma visão do mundo.

Os participantes numa pesquisa ação podem ser pesquisador(es), práticos, clientes, professores e alunos de uma escola, parceiros, atores, sujeitos, indivíduos ou pessoas, a própria população da cidade, políticos, grupos de negros, índios, brancos, camponeses, agentes de campo ou da cidade em uma reflexão comum e numa transformação das práticas individuais e coletivas. Os participantes da pesquisa ação do presente trabalho foram o pesquisador-professor e os alunos de três de suas turmas.

Os objetivos da pesquisa ação envolvem os objetivos dos participantes em si, e o mais importante deles é o de produzir conhecimentos que tenham alguma utilidade para a ação, a partir dos problemas colocados pela prática cotidiana ou, ainda, de um questionamento sobre a origem de certos dispositivos ou modos de pensamento próprios de certos estabelecimentos ou instituições.

O estudo do presente trabalho teve como requisito fundamental permitir aos alunos aumentar seu potencial cognitivo e científico através de atividades práticas e investigativas (ação) para construir conceitos científicos (produção de conhecimentos) a partir do cotidiano.

Da Rocha e de AGUIAR (2003) fazem alusão à Pesquisa-Ação Crítica (PAC) com características similares às de Paulo Freire, que reforça as bases da pesquisa apresentada, centrada no agir, através de uma metodologia exploratória, tendo seus objetivos definidos no campo de atuação pelo pesquisador (professor) e pelos participantes (alunos) com seus resultados vinculados à tomada de consciência dos fatores envolvidos nas situações de vida imediata e na participação coletiva (escola-sociedade) para a mudança da ordem social.

As etapas da pesquisa ação descritas no presente trabalho, estão em concordância com as descritas por Neto (2010). Essas etapas são:

- 1ª. Inicial: Desenvolvimento. Preparação do investigador.
- 2ª. Vinculação do investigador com a comunidade.

- 3ª: Sistematização das informações.
- 4ª: Análise e interpretação dos dados.
- 5ª: Final: Avaliação.

2.2 - A teoria sócio-interacionista de Vigotsky

Segundo Vigotsky (1994), a função primordial da linguagem é a comunicação ou intercâmbio social, constituindo o meio de contato psicológico com os seus semelhantes. Neste contexto é que o sentido da palavra adquire força e vida.

Em *Linguagem e Pensamento*, Vigotsky (1994) afirma que.

... a comunicação real exige o significado da palavra — isto é, a generalização — tanto quanto os signos (palavras, sons). (VIGOTSKY, 1994, pag. 9).

O mundo da experiência tem que ser extremamente simplificado e generalizado antes de poder ser traduzido em símbolos; só desta forma se torna possível a comunicação, pois a experiência pessoal habita exclusivamente na própria consciência do indivíduo e não é transmissível, estritamente falando, segundo Edward Sapir (VIGOTSKY, 1994, pag. 9)

As formas mais elevadas do intercâmbio humano só são possíveis porque o pensamento do homem reflete a atualidade conceitualizada. Certos pensamentos não podem ser comunicados às crianças mesmo quando estas se encontram familiarizadas com as palavras necessárias a tal comunicação. (VIGOTSKY, 1994, p.10).

A análise destas ideias permite entender o porquê da presente pesquisa ter despertado tanto o interesse dos alunos. Ao longo do processo de investigação, procuraram-se o significado de palavras como pilha e bateria, assim como a relação das suas definições com outros conceitos científicos, envolvendo o processo de geração de energia elétrica, através de reações químicas de oxidação e redução. Estes fenômenos iam sendo esclarecidos à medida que ocorriam intervenções dialógicas entre os alunos e o professor interventor, mediante debates, com intercâmbios orais e escritos, e as atividades práticas investigativas. Utilizou-se também durante as intervenções a exploração de cartazes, de imagens, de gravuras, de figuras desenhadas no quadro com o giz ou no caderno com uma caneta, a simbologia das reações oxidação-redução através de equações, etc., contando sempre com a imensa criatividade e curiosidade dos alunos.

Relacionando às ideias de Vigotsky com o tema abordado, poder-se-ia considerar que pilhas e baterias são termos conhecidos pelos alunos, tendo eles noções básicas sobre estas, pois são usadas em celulares, computadores,

lanternas, e em outros aparelhos eletrônicos, equipamentos que fazem parte do cotidiano deles, motivo pelo qual foi mais fácil tratar os conceitos científicos que as envolvem.

O trabalho compreendeu a participação dos alunos e do professor-pesquisador, numa participação coletiva e compartilhadora procurando em todo momento o sentido das palavras relativas aos processos analisados de redox, vinculados, no contexto social, ao descarte de pilhas e baterias na região de Belo Horizonte.

Conforme as ideias de Vigotsky a verdadeira trajetória de desenvolvimento do pensamento vai do pensamento socializado para o individual (Vigotsky, 1994, p. 19). Ele afirma que o significado das palavras só é um fenômeno de pensamento na medida em que é encarnado pela fala, é um fenômeno do pensamento verbal ou da fala significativa — uma união do pensamento e da linguagem (Vigotsky, 1994, p. 84).

Vigotsky aborda o tema da formação de conceitos como um todo, não por um problema isolado, não podendo ser apenas a causa do processo, embora seja um importante fator do pensamento conceitual. Sustenta ademais que sem novas exigências e estímulos às crianças, encorajando-as a enfrentar constantes desafios, os seus pensamentos não conseguirão atingir os máximos níveis de desenvolvimento, ou alcançá-los simplesmente com muito trabalho e atraso.

Considerando estas ideias e relacionando-as ao presente trabalho se organizou um conjunto de atividades experimentais investigativas que permitissem justamente a interação entre os estudantes e o professor-interventor. Surgiram, assim, em forma de perguntas, as seguintes questões que nortearam a elaboração das atividades com os alunos:

1. Será possível substituir alguns elementos de uma pilha ou de uma bateria convencionais por outros mais econômicos e, inclusive, domésticos?
2. Será que estes elementos substituintes perdurarão por um longo tempo?
3. No caso de serem realizáveis os itens anteriores e, sabendo a funcionalidade de cada um destes elementos, será factível a exploração ao longo ou curto prazo destas pilhas e baterias?

Portanto, certificou-se a existência de motivações suficientes para iniciar uma análise detalhada das atividades executadas do tema.

Buscou-se uma metodologia de intervenção que permitisse resolver os problemas anteriormente expostos. O ensino por investigação foi a metodologia que melhor se ajustou aos objetivos propostos.

2.2.1 - Processo de formação de conceitos na visão de Vigotsky.

Do ponto de vista de Vigotsky (1994), o processo de formação dos conceitos, está relacionado com duas fases importantes no pensamento infantil:

Vigotsky chamou à primeira fase de sincretismo ou “montes”, como um tipo de pensamento em que a criança reúne, sob o significado de uma palavra, certa quantidade de objetos, desorganizadamente, constituído por elementos sem relação entre si, a não ser pela posição de continuidade espacial ou temporal ou por pura subjetividade. Por exemplo: a criança agrupa um boneco, uma bola de gude e um livro como correspondendo a um conceito.

A segunda fase é o pensamento por complexos, que, segundo este autor, têm como principal função a de estabelecer ligações e relações; a criança une vários objetos em grupos sob a égide de um “nome de família” comum; este processo passa por várias etapas: associativo por contraste, complexo em cadeia, complexo difuso e complexo pseudo-conceitos. Este último guarda uma estreita relação com a formação dos conceitos espontâneo e científicos.

Vigotsky certifica que este complexo é dual por natureza, pois um complexo já traz em si a semente em germinação de um conceito; desempenha um papel predominante no pensamento da criança na vida real; é o elo de transição entre o pensamento por complexos e a verdadeira formação de conceitos.

2.2.2 - Equivalência funcional entre o complexo e o conceito

Vigotsky acredita que os pseudo-conceitos coincidem no seu conteúdo com os conceitos dos adultos, apontando que a formação de complexos é responsável pelo fenômeno peculiar de uma palavra poder, em diferentes situações, ter

significados diferentes ou até opostos. A condição para que isto ocorra é que haja algum nexos associativo entre esses significados; aponta que o principal estímulo para a formação de conceitos é intercâmbio social com os adultos.

2.2.3 - Formação de conceitos espontâneos e conceitos científicos.

No trabalho de Schroeder (2007) aparecem as ideias de Vygotsky relativas à formação destes dois tipos de conceitos:

Um conceito não é simplesmente um conjunto de conexões associativas que se assimila com a ajuda da memória, nem um hábito mental automático, mas um autêntico e completo ato do pensamento.

A atividade prática se constitui na unidade básica para se estudar os processos psicológicos e a aprendizagem é uma aquisição de habilidades especializadas para o pensamento. Este pensamento, não deve ser entendido apenas como sendo uma característica pessoal do estudante, mas sim como uma característica do estudante interagindo com outros e com seu professor, em atividades de instrução socialmente organizadas (SCHROEDER EDSON, 2007, p. 1).

Segundo Schroeder (2007), Vygotsky demonstra a existência de uma relação estreita entre os conceitos espontâneos e científicos, assim como a interação dinâmica entre estes dois termos, o qual acontece em dois sentidos: os conceitos científicos permitem realizações que não poderiam ser efetivadas pelo conceito espontâneo e vice-versa. Em outras palavras, os conceitos científicos não são assimilados de momento, mas apenas por um processo de desenvolvimento relacionado com a capacidade de formação conceitual dos alunos.

A relação explicitada anteriormente é ilustrada na figura 01 por Rosa (2009).



Figura 01. Relação dos conceitos do senso comum e os científicos segundo Vygotsky.

Fonte: http://www.dfi.ccet.ufms.br/prrosa/Pedagogia/Capitulo_5.pdf

Vigotsky explica que os conceitos espontâneos são adquiridos no dia a dia do indivíduo, em família, em interação com a sociedade, sem níveis de abstração muito elevados e mais concretos. Já os científicos são adquiridos através da interação social das crianças com os adultos e o marco mais propício para adquiri-los é a escola, lugar onde acontece o ensino e o aprendizado dos alunos (SCHROEDER, 2007)

Schroeder aponta que os trabalhos de Vigotsky dão significativa importância à escola, pois constitui o lugar ideal de veiculação de conceitos organizados e estruturados em currículos, envolvendo as diferentes disciplinas e áreas do saber humano, modificando, porém, o pensamento e o raciocínio dos estudantes. (SCHROEDER, 2007).

A ideia de fazer, na metodologia do presente trabalho, dois testes, teve intenções de investigar, antes da intervenção, o nível dos conhecimentos prévios dos alunos e, depois dela, verificar as contribuições que teve para o aumento do conjunto de conceitos científicos relativos ao assunto tratado.

2.3 - Ensino por investigação

Driver et al. (1999) argumentam que:

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 (DRIVER ET AL., 1999, p.36).

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).

O método da intervenção baseou-se nas aulas experimentais investigativas, ligadas à citação anterior, assim como às ideias de Vigotsky. A utilização deste método pelo professor-interventor permitiu aos alunos, através do desafio de construir pilhas de batata e de limão, a apropriação de conceitos científicos que foram além de simples práticas experimentais de montagem de baterias. Os alunos se viram em situações de conflito cognitivo real e conseguiram o objetivo final com

indagações e discussões dos conceitos básicos sobre esta questão, interagindo constantemente com o professor e esclarecendo suas dúvidas.

Segundo os trabalhos de Munford et al. uma atividade experimental nem sempre apresenta características de investigação, podendo ser atividades não práticas até mais investigativas do que aquelas experimentais, em dependência do problema a resolver. (MUNFORD ET AL, 2007).

Tomando em conta o anteriormente descrito o professor-interventor planejou uma atividade prática por turma, vinculando-a a liberdade dos estudantes de investigar, mediante bibliografia impressa e digital, e debater, em sala de aula, sobre o assunto abordado, antes e depois da sua execução, refletindo sobre os fenômenos inerentes a uma pilha.

3. OBJETO DE ESTUDO

O objetivo principal deste trabalho foi investigar as contribuições que uma atividade experimental com caráter investigativo produz na motivação e no aprendizado dos alunos.

O tema de estudo foi sobre pilhas e baterias, por ser um assunto abrangente de conceitos relativos às reações oxi-redox, à produção, através delas, de energia elétrica, e às atividades cotidianas dos alunos participantes no uso destes dispositivos em seus aparelhos eletrônicos (gravadores, rádios, celulares, computadores, etc.).

4. METODOLOGIA

4.1 - Descrição da intervenção

Foi realizada inicialmente uma pesquisa bibliográfica onde se analisaram diversos artigos sobre pilhas e baterias.

A quantidade de informação obtida foi ampla e com ajuda dela conseguiu-se encontrar os principais conceitos de pilhas e de baterias, tanto das convencionais (as clássicas e comerciais), quanto das alternativas (as construídas de material opcional).

Na literatura estudada constatou-se o fato de existirem diferentes pontos de vista dos autores no que se refere à montagem, funcionamento e aplicação das pilhas e das baterias, optando-se, basicamente por utilizar os trabalhos de Netto (1999), Feltre (2004), Filho (2011) e Gouveia (2003).

O planejamento inicial foi trabalhar com cinco turmas, mas devido ao volume de dados, optou-se por três, quantidade suficiente para a análise dos objetivos propostos.

As investigações foram feitas em turmas de segundo ano do Ensino Médio numa escola da rede pública do Estado localizada na cidade de Belo Horizonte.

Codificaram-se as turmas escolhidas para o teste da forma seguinte: T01 (primeira), T02 (segunda), T03 (terceira). Os alunos foram codificados de forma numérica: 01, 02, 03, etc.

Total de participantes por turma: T01: 23, T02: 13, T03: 11

O tempo proposto para a execução das atividades foi de 50 minutos em cada aula, seguindo as regras básicas da escola. Foram utilizadas cinco (05) aulas para o desenvolvimento da atividade.

As atividades investigativas do professor-interventor seguiram o roteiro seguinte:

1. Revisão da bibliografia sobre pilhas e baterias.
2. Pesquisa sobre a metodologia investigativa mais adequada.

3. Verificação dos parâmetros mais adequados de experimentação para a investigação.

4. Verificação da influência, nos resultados da ddp da pilha, do tamanho do material usado como eletrólito (batata e limão), assim como do seu tempo de validade, mantendo sempre constante o tipo de material.

5. Verificação da influência, nos resultados da diferença de potencial (ddp) da pilha, dos parâmetros das plaquinhas usadas como eletrodos: volume, superfície (lisa, grossa), relativo à variação do valor da ddp da pilha.

6. Elaboração de um roteiro de aula prática reproduzível para professores e alunos.

4.2 - Tarefas preliminares programadas e executadas.

O professor-interventor:

1. Montou uma pilha de batata e uma de limão e verificou o seu tempo de duração.

2. Montou outra pilha de batata e de limão e verificou o valor da ddp em diferentes condições de medição, levando em conta as características principais das placas (ou dos fios e lâminas em lugar delas), verificando seu volume (espessura, altura e comprimento), tipo de material: alumínio, zinco, cobre ferro, etc., assim como lâminas de material alternativo como latinhas de cerveja, cliques, pregos, moedas, etc., alternando cada um destes materiais.

3. Fixou as condições das experiências reproduzíveis para os alunos, prevenindo-se de possíveis erros experimentais e de improvisações.

4. Montou um roteiro das aulas investigativas e práticas sobre pilhas e baterias.

As pesquisas práticas foram realizadas pelo professor-interventor fora das salas de aula, com os mesmos instrumentos e as condições em que foram executadas as atividades com os alunos nas salas de aulas. Com estas atividades obtiveram-se os seguintes resultados que foram importantes no planejamento da intervenção:

1- Observaram-se oscilações mais significativas nas medições com as pilhas de limões, sendo mais estável nas medições com as pilhas das batatas.

2- Observou-se a evolução da estrutura das pilhas no percurso do tempo e detectou-se que estas se degradavam com rapidez, tanto das pilhas de batatas quanto das dos limões, contradizendo os trabalhos de Netto (1999), tendo maior aceleração de decomposição nas pilhas de limão. Ao cabo de um mês já estavam virtualmente decompostas.

3- Foram medidos os valores da ddp das pilhas de batata e de limão modificando os parâmetros mais importantes das plaquinhas de cobre e de alumínio usadas como eletrodos: volume e superfície. Observou-se que a variação destes parâmetros não mudava os valores da ddp substancialmente.

Após escolher o método apropriado da pesquisa - a pesquisa-ação - de estabelecer a metodologia e ação corretas para a intervenção - práticas investigativas - e de ter verificado os parâmetros mais adequados de experimentação para a investigação, elaborou-se um roteiro das atividades dos alunos para sua execução.

Foram considerados os conhecimentos prévios dos alunos contemplados no CBC do curso de Química do primeiro ano do ensino médio, sobre matéria, átomo, molécula, substância simples e composta, partículas elementares (elétrons, prótons), configuração eletrônica dos átomos, formação de íons (cátions e ânions), reação química, meio ácido e básico, etc.

As aulas programadas foram desenvolvidas mediante as seguintes tarefas:

1. Pesquisa bibliográfica com o auxílio da literatura impressa e virtual.
2. Debate em sala de aula.
3. Atividade prática investigativa em sala de aula.
4. Avaliações escritas (mediante um pré-teste e um pós-teste) e orais (debates).

O professor dividiu a turma em grupos de no máximo quatro estudantes.

Na primeira aula foi aplicado o pré-teste por parte do professor-interventor para saber o grau de conhecimentos dos alunos nas turmas. Analisaram-se as respostas dos alunos, indicando o conteúdo de investigação a realizar relativo às perguntas do pré-teste de maior dificuldade.

O pré-teste teve como finalidade verificar o conhecimento prévio dos alunos para facilitar não só o entendimento, **assim** como também esclarecer o assunto a ser tratado.

O professor-interventor recomendou a utilização dos seguintes recursos complementares para a construção de uma pilha de limão primária, em série e em paralelo.

<http://www.youtube.com/watch?v=mGfi72fp1tg> - em português, duração de 46 segundos.

Descrição: montagem de uma pilha primária com um limão, uma placa de alumínio e outra de cobre, conectadas a um multímetro digital, mediante fios condutores de eletricidade. Observa-se como o ddp marca 0,76 volts.

<http://www.youtube.com/watch?v=y9JULJhCsXk&feature=related> - em inglês, duração de 2 minutos e 52 segundos.

Descrição: Montagem de uma pilha com um limão, um prego e uma moeda de cobre, conectados através de fios elétricos a um multímetro digital, dando como resultado a leitura de 1,012 - 1,013 V. Seguidamente se mostra uma bateria feita com quatro limões conectados em série e com um prego e uma moeda de cobre, ligados a um LED vermelho. Finalmente mostra-se uma bateria com dois limões inteiros ligados em série, usando eletrodos semelhantes ao experimento anterior conectados a uma calculadora digital simples e uma bateria com quatro partes iguais de um limão, ligadas em série, indicando uma ddp de 3,13 V.

Na segunda e terceira aula aconteceram os debates dos grupos anteriormente organizados, referentes às perguntas do pré-teste, cada grupo com um tema específico.

4.3 - Temas investigados em casa e debatidos em sala de aula:

01. Eletrólitos.
02. Funcionamento de uma pilha.
03. Composição das pilhas e das baterias.
04. Diferenças entre as pilhas e as baterias.

05. Conseguir-se-á construir uma bateria substituindo o material componente dela por outro, supostamente, mais econômico e acessível no mercado? Por quê?

06. Diferenças entre uma pilha comercial e uma feita de batata ou de limão.

07. O meio ácido, básico ou neutro influenciaria no funcionamento de uma pilha ou de uma bateria? Por que?

08. A durabilidade das pilhas depende do tempo de uso e dos componentes? Por quê?

09. Quando as pilhas e baterias usadas em sua casa acabam, em que local elas são descartadas?

O professor precisou aprofundar com os alunos, os conceitos científicos relacionados a fenômenos químicos e físicos, dada a complexidade de se relacionar os conceitos de pilha e de baterias do dia a dia com os científicos, mesmo depois da pesquisa orientada.

Os alunos organizaram-se em grupos de quatro ou de cinco para as atividades práticas em sala de aula, como planejado, com os materiais disponíveis para a montagem das pilhas e das baterias.

Os alunos das três turmas compartilharam com o professor os recursos necessários para esta atividade: materiais para as placas de alumínio e de cobre, os fios de condução de cobre de diferentes tamanhos e espessura, batatas e limões de diferentes tamanhos, e também alguns multímetros, inclusive o do professor e outros, cedidos por alguns pais de alunos.

O roteiro das atividades práticas investigativas foi elaborado com apoio dos trabalhos de Netto (1999), Gouveia (2011), Silva (2003) e Filho (2011).

4.4 - Atividades práticas investigativas realizadas em sala de aula:

01 – Montagem de uma pilha de batata primária, uma em série e outra em paralelo.

02 – Montagem de uma pilha de limão primária, uma em série e outra em paralelo.

Materiais utilizados:

01 - Três batatas: duas inteiras e uma para ser cortada pela metade.

02 - Três limões: dois inteiros e um para ser cortado pela metade.

03 - Fios condutores de eletricidade, preferentemente de cobre.

Seguindo recomendações de Netto (1999), prepararam-se os fios de cobre, condutores de eletricidade finos, de comprimento 40-50 cm e de 10 cm, aproximadamente. Embora tenham sido utilizados fios de cobre de diferentes tamanhos e espessuras obtendo-se os mesmos resultados do trabalho deste autor, o que facilitou a utilização de recursos alternativos.

04 - Duas placas de cobre (Cu) e duas de alumínio, Al, para formar o par de eletrodos de alumínio/cobre, Al/Cu, preparadas pelo professor-investigador e os alunos, e testadas depois pelo professor.

Netto (1999) recomenda preparar dois fios de cobre, com uma espessura de aproximadamente de 0,1 cm (10 mm), de comprimento aproximado de 7,5 – 8 cm, dobrá-los pela metade para aumentar mais a sua espessura (20 mm); embora tenham-se seguido estas indicações, foram testados pelo professor-pesquisador chapas de cobre e de alumínio de diferentes espessuras e tamanhos, com resultados semelhantes aos das plaquinhas dos metais.

05 - Um medidor de voltagem (multímetro ou voltímetro) por grupo.

06 - Uma faca, uma tesoura.

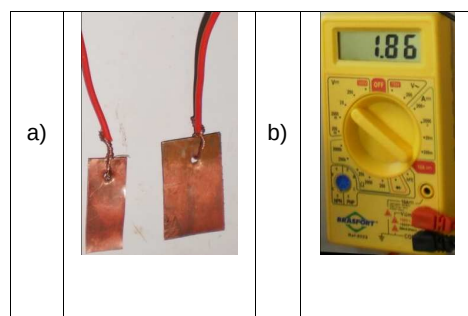


Figura 02. Duas plaquinhas de alumínio (ou de cobre), acopladas a fios condutores de eletricidade de cobre; Multímetro medidor de voltagem.

4.5 - Procedimento

4.5.1 - Fazendo uma pilha com uma batata dividida ao meio (ou de uma inteira) ou de um limão dividido ao meio (ou de um inteiro).

Baseando-se nos trabalhos descritos por Netto (1999) e Gouveia (2011), relacionado com a montagem de uma pilha de batata, e por Silva (2003), relacionado com a montagem de uma pilha de limão, para a construção de uma pilha de uma batata dividida ao meio (ou de uma inteira) ou de um limão dividido ao meio (ou de um limão inteiro), com eletrodos de Al/Cu, seguiu-se a mesma metodologia de construção com eletrodos de uma pilha de Zn/Cu, ilustrada nas figuras seguintes:

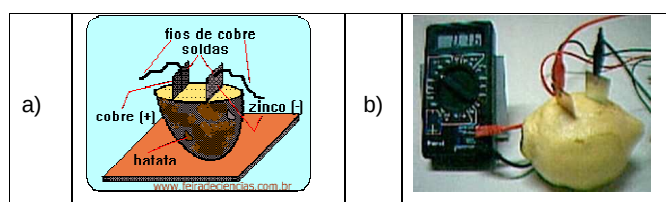


Figura 03. Montagem de uma bateria a) de batata primária (metade).

Fonte - NETTO (1999)

b) de uma de pilha de limão primária (inteiro) com eletrodos de Zn/Cu, acoplada a um multímetro.

Fonte - SILVA (2003).

As montagens ilustradas nas figuras anteriores foram reproduzidas pelos alunos das turmas T01, T02 e T03, guiadas pelo professor-interventor.

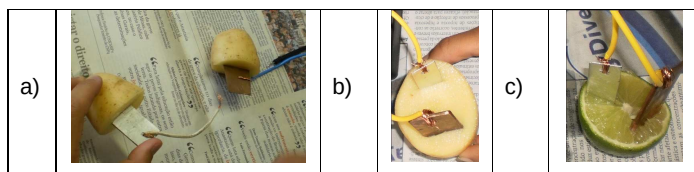


Figura 04. Montagem de uma pilha com plaquinhas de Al/Cu e fios de cobre com

a) duas metades de uma batata b) de uma batata dividida ao meio

c) de um limão dividido ao meio.

4.5.2 - Pilhas montadas com duas metades de uma batata (e de duas batatas inteiras) e com de duas metades de um limão (e de dois limões inteiros) ligados em série.

A metodologia de montagem destas pilhas seguiu as recomendações indicadas nos trabalhos de Netto (1999), onde a associação em série é feita pela ligação de uma placa de zinco (Zn) de uma das pilhas à placa de cobre (Cu) da outra; ele aponta que para aumentar a voltagem, por exemplo, até 1,4 V, suficiente para acionar uma calculadora ou relógio digital, deve-se construir uma bateria a partir de duas dessas pilhas primárias e associá-las em série, como ilustra a figura a seguir:

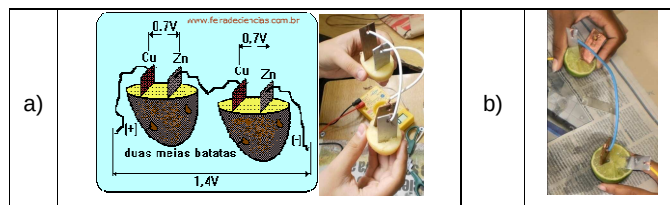


Figura 05. Montagem de uma pilha de Al/Cu com a) uma batata dividida ao meio ligados em série b) dois limões divididos ao meio ligados em série.

Fonte: NETTO (1999).

Porém, na montagem das pilhas semelhantes às de Netto (1999) foram utilizados os produtos cortados pela metade e inteiros, acoplados às plaquinhas de alumínio (Al) e às de cobre (Cu) como ilustram as figuras 07, 08 e 09:

4.5.3 - Montagem de uma pilha de duas metades de uma batata (e de duas batatas inteiras) e de duas metades de um limão (e de dois limões inteiros) ligados em paralelo.

As conexões de pilhas de batatas em paralelo são semelhantes às conexões das pilhas comerciais comuns ligadas em paralelo segundo a figura 07.



Figura 06. Esquema de associação de pilhas em série e em paralelo.
Fonte: Filho (2011).

Segundo Filho (2011), na conexão das pilhas em série, a ddp de cada pilha é somada. Na conexão em paralelo, cada pilha produz uma ddp de 0,7V. As pilhas associadas em paralelo formarão um conjunto que também produzirá 0,7V, mas esse mesmo conjunto pode, dependendo da demanda, disponibilizar uma corrente mais alta por um tempo mais longo, em comparação com o que pode fornecer, individualmente, cada pilha.

Os trabalhos de Gouveia (2011) apontam que a pilha de batata ligada em paralelo é como ilustra a figura 08.

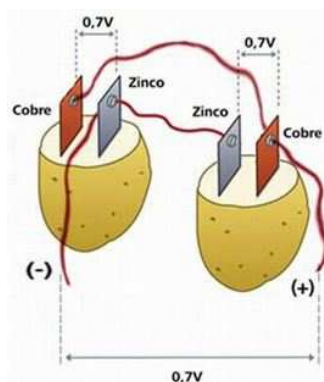


Figura 07. Pilha de duas batatas divididas associadas em paralelo utilizando o par Zn/Cu.
Fonte: Gouveia (2011).

Gouveia (2011) indica que cada pilha produz uma ddp de 0,7V. Associadas em paralelo formam um conjunto que também gera o mesmo valor de ddp, 0,7V; a associação em paralelo é feita pela ligação das placas de zinco (Zn) e de cobre (Cu) de uma das pilhas às respectivas placas de zinco (Zn) e de cobre (Cu) da outra.

Os procedimentos de montagem de uma pilha de duas batatas divididas ao meio (e de duas inteiras), e de dois limões divididos ao meio (e de dois inteiros) ligados em paralelo cumpriram os procedimentos de montagem similares aos anteriormente descritos, sendo ilustrados na figura 09:

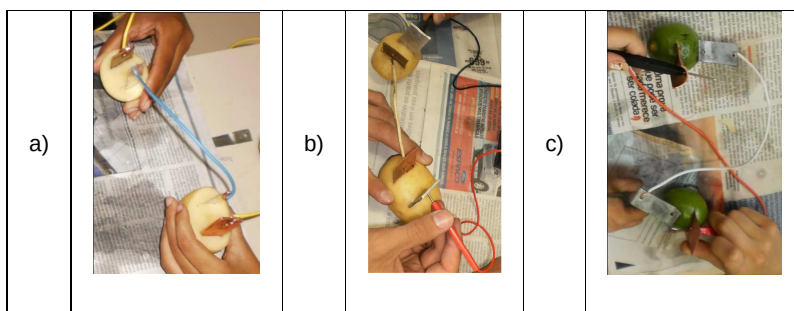


Figura 08. Montagem de uma pilha de Al/Cu com a) uma batata dividida ao meio, b) duas batatas inteiras e c) dois limões inteiros ligados em paralelo.

4.6 - Aula 5: Aplicação do pós-teste.

Na quinta aula teve lugar o pós-teste com o objetivo de identificar o conteúdo assimilado pelos alunos depois das atividades práticas investigativas.

Este teste final foi de dez perguntas semelhantes às do pré-teste com duas perguntas a mais e analisou o aumento qualitativo efetivo do ensino aprendido dos alunos sobre o tema tratado.

4.7 - Análise dos resultados.

Os debates foram muito proveitosos, explicativos, estimulando o interesse pelo assunto de pilhas. Verificou-se uma participação ativa e compartilhadora por parte dos alunos envolvidos no processo; estes permitiram que os alunos entendessem com maior facilidade os fenômenos que acontecem nas pilhas, fundamentalmente os das reações de redução-oxidação, relacionado-as com os termos eletrólito (meio básico, ácido e neutro), eletrodos (cátodo e ânodo), ponte salina (transportador de cargas positivas e negativas), etc.

Os alunos da turma T01 conseguiram expor os diferentes temas propostos com menor dificuldade do que os das turmas T02 e T03. De forma geral o professor teve que intervir para esclarecer o conteúdo por se tratar de termos novos, desconhecidos por eles. Esta intervenção justifica-se dentro da teoria de Vigotsky, uma vez que tal conhecimento situa-se na zona de desenvolvimento proximal dos

alunos. Desta forma fez-se necessária a colaboração do professor na resolução do problema.

Todas as turmas apresentaram dificuldades, principalmente no que diz respeito ao funcionamento das pilhas convencionais, pois neste momento se unem, praticamente, todos os conceitos fundamentais descritos até agora. Os alunos se deparam com termos desconhecidos sobre o funcionamento da pilha clássica de Daniell.

Na quarta aula, foram executadas as atividades prático-investigativas sobre a montagem e o funcionamento das pilhas de Al/Cu montadas com batatas e limões conectados de forma simples (com a metade do produto ou com uma unidade), em série e em paralelo.

Os alunos das três turmas não encontraram dificuldades na hora de montar as pilhas de batata e de limão, fazendo perguntas entre si e ao professor, já que de vez em quando os valores variavam com sinais positivos ou negativos. Descobriam que apenas invertendo os pólos, ou seja, mudando a conexão, variavam os sinais do potencial lido. Nem todos os multímetros marcavam os mesmos valores de ddp, provocando questionamentos entre eles e o professor. Após o debate entre os alunos, mediado pelo professor, concluiu-se que a degradação das placas poderia estar interferindo nos resultados. Os alunos então limpavam cuidadosamente as placas obtendo outros valores de ddp.

Os resultados das pilhas de batatas eram mais estáveis que os das pilhas de limão, pois o ácido decompõe mais fortemente o material dificultando a leitura do multímetro. Os alunos descobriram que nas pilhas de limão os valores variavam muito rápido, diminuindo visivelmente de minuto em minuto.

Outro ponto polêmico na experiência foi relacionar o potencial medido com o fluxo de cargas positivas e negativas e a produção de energia elétrica, surgindo questionamentos sobre estes termos entre os alunos e o professor.

Verificou-se que a conexão em série das pilhas indicam valores maiores que a conexão em paralelo. Os valores da conexão em série aumentam cada vez que adicionar um item na pilha, já na conexão em paralelo, mesmo com a adição de novos itens, os valores permanecem constantes.

No presente trabalho, na conexão em série, os valores oscilaram entre 1,56 V e 2,04 V, no caso das pilhas com duas metades de uma batata (ou de duas inteiras) e de um limão dividido ao meio (ou de dois inteiros), superiores aos das pilhas com conexão em paralelo, que oscilaram entre 0,80 V e 0,90 V, para a mesma quantidade de itens de batatas e de limões.

Especialmente interessante foi o momento das montagens das pilhas em série de três limões e de três batatas, nas turmas investigadas, indicando valores aproximados de 2,66 V, pois a ideia partiu dos alunos e não do planejamento da aula.

Os alunos tiveram interesse em descobrir o porquê os valores da ddp nas pilhas de limão foram superiores aos das pilhas de batata, acreditando que no meio ácido a energia elétrica produzida na pilha de limão deveria ser maior, associando o meio eletrolítico com o resultado.

Verificou-se, antes da experiência, pelo professor-interventor, que em ambos meios (ácido e básico) os valores da ddp são semelhantes, oscilando entre 1,56 V e 2,04 V, para as conexões em série.

Para analisar a participação das turmas T01, T02, T03, no pré-teste e no pós-teste, foram organizadas em tabelas as perguntas, as respostas e as avaliações dos alunos. Computou-se o nível de assimilação dos alunos depois do pós-teste, para examinar se estes conhecimentos sobre o assunto tratado foram significativos.

Embora se busque em um processo de ensino aprendizagem que os alunos construam os conceitos científicos trabalhados e demonstrem isto dando respostas corretas e bem fundamentadas. Percebeu-se, baseado nas próprias referências adotadas, que isto dificilmente acontece ao utilizar uma única intervenção. Mas este movimento de respostas corretas e bem fundamentadas dos alunos com a prática espera-se que seja cada vez mais satisfatório.

4.8 - Pré-testes e pós-testes. Turmas T01, T02 e T03.

Nas tabelas a seguir, na coluna avaliação são colocadas as classificações das respostas apresentadas na tabela 45 (vide anexos), com o número de alunos

participantes e seu percentual correspondente, referentes ao pré-teste e ao pós-teste.

01. O que é eletrólito? Mencione, ao menos, um exemplo.

TABELA 01

Classificação e cômputo das avaliações das respostas da pergunta 01.

Turma 01				
Avaliação	Pré-teste	%	Pós-teste	%
Nº	Participantes		Participantes	
01	08	17,4	01	4,3
02	11	47,8	01	4,3
03	-	-	02	8,7
04	08	34,8	19	82,6
Total	23	100	23	100
Turma 02				
Avaliação	Pré-teste	%	Pós-teste	%
	Participantes		Participantes	
01	08	61,5	01	7,7
02	05	38,5	02	15,4
03	-	-	03	23,1
04	-	-	07	53,9
Total	13	100	13	100
Turma 03				
	Pré-Teste	%	Pós-Teste	%
Avaliação	Participantes		Participantes	
01	06	54,5	04	36,4
02	05	45,45	05	45,5
Total	11	100	11	100

Segundo os resultados obtidos anteriormente a porcentagem de alunos da turma T01 que deu resposta parcialmente certa e com pouca fundamentação

aumentou de 0,0% a 8,7%; já a porcentagem de alunos que deu resposta correta e com fundamentação aumentou o dobro, de 34,8% a 82,6%, demonstrando que a maioria dos alunos conseguiu construir o conceito de eletrólito.

TABELA 02

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 01.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T01-16 É uma energia.	T01-03 Não sei.
02	T01 – 17 Capacidade de um objeto reter carga elétrica.	T01 – 05 É uma substância condutora de eletricidade.
03	-	T01 – 04 Eletrólito é todo a substância que desenvolve ou coisa origina bons positivos e negativos ex: cloreto de sólido.
04	T01 – 20 Toda substância que dissociada ou ionizada, origina ânions, e cátions pela adição de um solvente ou sendo aquecida originando dessa um condutor de eletricidade. Substância que, ionizada, formam íons positivos e negativos, são condutores de energia.	T01-10 Eletrólito é toda substância que dissociada ou ionizada, origina íons positivos (cátions) e íons negativos (ânions), pela adição de um solvente ou aquecimento. Desta forma se um condutor de eletricidade. $AB \rightarrow A^+ + B^-$

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T02, que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação aumentou de 0,0% a 23,1%; já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação variou de 0,0% para 53,9%, representando mais da metade da turma que contestou de forma correta e com fundamentação.

TABELA 03

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 01.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T02-06 Não sei	T02-29 Não sei
02	T02-04 Tudo aquilo que tem elétrons.	T02 – 25 Elemento que conduz energia.
03	T02 – 25 Produto químico com cargas elétricas.	T02 – 08 Eletrolítico, e uma substancia de íons positivos e negativos.
04	-	T02 – 12, T02-19, T02-21 Substância de íons positivos e negativos; exemplo: cátions e ânions.

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T03 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação diminuiu de 27,3% para 18,2%; nenhum aluno respondeu corretamente com fundamentação, sendo que o resto respondeu errado e sem fundamentação, demonstrando a complexidade de distinguir, por parte do aluno, que eletrólito é uma substância transportadora de cargas positivas e negativas, mesmo com a intervenção do professor.

TABELA 04

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 01.

(Continua)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T03 – 03, T03 – 07, T03 – 09 Não sei.	T03 – 15 Medição de energia.
02	T03 – 04 Água com sal.	T03 – 20 Que conduz energia.

TABELA 04

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 01.

(Conclusão)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
03	T03 – 25 Quando pegamos água (não pura) e adicionamos sal, colocamos em um recipiente. Em cima do recipiente colocamos uma pilha e do lado do recipiente uma lâmpada, isso irá conduzir energia; ou seja, são condutores elétricos: água + sal.	T03 – 25 Quando pegamos água (não pura) e adicionamos sal, colocamos em um recipiente. Em cima do recipiente colocamos uma pilha e do lado do recipiente uma lâmpada, isso irá conduzir energia; ou seja, são condutores elétricos: água + sal.
04	-	-

02. Qual o sentido da palavra pilha?

TABELA 05

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Continua)

Turma 01				
	Pré-Teste		Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	03	13,0	-	-
02	06	26,1	-	-
03	05	21,7	10	43,5
04	09	39,1	13	56,5
Total	23	100	23	100
Turma 02				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%

01	01	7,7	-	-
02	12	92,3	12	92,3

TABELA 05

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Conclusão)

	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
03	-	-	01	7,7
Total	13	100	13	100
Turma 03				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	06	54,5	04	36,4
02	05	45,5	07	63,6
Total	11	100	11	100

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T01 que respondeu parcialmente correto com pouca fundamentação aumentou de 21,7% a 43,5%, representando o dobro dos alunos. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou de 39,1% a 56,5%, indicando que mais da metade dos estudantes conseguiram explicar corretamente o conceito científico de pilha.

TABELA 06

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 02.

(Continua)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T01- 06 De algum material tóxico.	Aluno T01 – 03 Energia.
02	T01 – 04 Pilha, tem o sentido de algo que tem energia.	T01 – 05, T01-19 Gerador de energia.

TABELA 06

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 02.

(Conclusão)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
03	T01-15 O sentido de um aparelho que transforma em corrente elétrica a energia.	T01-18 É um dispositivo que utiliza reações de óxidos redutores para converter energia química em energia elétrica, que será sempre espontânea.
04	T01 – 25 Dispositivo que utiliza reações de óxido-redução para converter energia química em energia elétrica.	T01-09 A palavra pilha tem o sentido de transforma energia química em energia elétrica.

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T02 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação se manteve constante com 92,3%, apenas um aluno respondeu corretamente e com pouca fundamentação, indicando que muitos alunos tinham noções da resposta certa sem muita fundamentação científica.

TABELA 07

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 02.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T02 – 17 Dá vida às coisas, ex.: controle remoto, etc.	-
02	T02 – 06 Transformação de energia.	T02 – 06 e T02 – 25 Condução de energia.
03	-	T02-01 Transformar energia química em energia elétrica.
04	-	-

Segundo os resultados obtidos, o número de alunos da turma T03 que demonstrou ter noções sobre o conceito de pilha depois do pós-teste aumentou de 45,5% a 63,6%, embora nenhum deles conseguiu conceituar corretamente este termo.

TABELA 08

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 02.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T03 – 03, T03 – 15 Energia.	-
02	T03 – 19 Pensamos em energia, carga.	Aluno T03 – 17 Algo carregado, eletricamente.
03	-	-
04	-	-

03. De que ela está composta?

TABELA 09

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Continua)

Turma 01				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	04	17,4	-	-
02	09	39,1	08	34,8
03	10	43,5	15	65,2
Total	23	100	23	100

TABELA 09

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.
(Conclusão)

Turma 02				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	06	46,2	-	-
02	07	53,8	13	100
Total	13	100	13	100
Turma 03				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	05	45,5	01	9,1
02	06	54,5	10	91,9
Total	11	100	11	100

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T01 que respondeu parcialmente correto com pouca fundamentação aumentou de 43,5% a 65,2%. Já, demonstrando que a maioria dos alunos tinham noções científicas da composição das pilhas, embora poucos sabiam com rigorosidade que as pilhas estão compostas por dois eletrodos, um eletrólito, fios condutores de eletricidade, substâncias transportadoras de cargas negativas e positiva, e um medidor de voltagem ou de corrente elétrica (led ou lâmpada).

TABELA 10

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 03.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	Aluno T01 – 02 Composta de ácidos e neutro.	Aluno T01 – 20 Possui dois elétrons que são geralmente constituídos de metais diferentes.
02	Aluno T01 – 05 Prótons, elétrons, nêutrons. Cargas negativas e positivas.	T01 – 04, T01- 06 e T01-14 De cobre, zinco e carbono.
03	Aluno T01-18 A pilha tem um ponto positivo, por onde sai cargas negativas e um negativo, por onde entram; só converte a energia química em elétrica.	T01-07 Possui dois eletrodos que são constituídos geralmente de metais diferentes.
04	-	-

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T02 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação aumentou quase o dobro, de 46,2% a 84,6%; nenhum aluno respondeu corretamente e com fundamentação, indicando que os alunos possuem apenas noções sobre os compostos de uma pilha, confundindo os conceitos de energia, matéria, cargas elétricas na hora de associá-los.

TABELA 11

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 03.

(Continua)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T02-04 De substâncias.	
02	T02 – 21 De prótons e elétrons (cátions e ânions).	T02-04 Composta de cobre e zinco.

TABELA 11

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 03.

(Conclusão)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
03	-	-
04	-	-

Segundo os resultados obtidos, a percentagem de alunos da turma T03 que respondeu com alguma noção sobre a composição da pilha aumentou de 54,5% a 91,9%, significando que muitos dos alunos adquiriram noções do conceito, mas não conseguiram chegar a uma maior fundamentação.

TABELA 12

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 03.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T03 – 10, T03 – 25 Não sei.	T03 – 17 Composta de íons e litros.
02	T03 – 20 Prótons, íons, nêutrons, elétrons.	T03 – 15 De zinco, ferro, alumínio e cobre.
03	-	-
04	-	-

04. Existe alguma diferença entre uma pilha e uma bateria?

TABELA 13

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

Turma 01				
	Pré-Teste		Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	03	13,0	-	-
02	04	17,4	02	8,7
03	15	65,2	15	65,2
04	01	4,3	06	26,1
Total	23	100	23	100
Turma 02				
	Pré-teste	%	Pós-teste	%
Avaliação	Participantes		Participantes	
01	01	7,7	01	7,7
02	10	76,9	08	61,5
03	02	15,4	-	-
04	-	-	04	30,8
Total	13	100	13	100
Turma 03				
	Pré-teste	%	Pós-teste	%
Avaliações	Participantes		Participantes	
01	01	9,1	02	18,2
02	08	72,7	01	9,1
03	02	18,2	05	45,5
04	-	-	03	27,3
Total	11	100	11	100

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T01 que respondeu parcialmente correto com pouca fundamentação não variou, se mantendo constante em 65,2%; já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou de 4,3% a 26,1%, indicando uma pequena melhora nas explicações finais do conceito científico.

TABELA 14

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 04.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T01 – 29 Não há diferença.	T01-16 Existe energia química em elétrica.
02	T01 – 03 Sim, alguns compostos químicos são diferentes.	T01 – 21 Sim, a bateria pode ser recarregada e a pilha não.
03	T01-19 Existe apenas na proporção ou porcentagem de cargas elétricas.	T01 – 20 A duração da bateria é maior, pois a pilha converte energia química em elétrica; ela por 03 ou mais pilhas.
04	-	T01 – 03 Sim, a bateria é um conjunto de pilhas.

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T02 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação diminuiu de 15,4% a 0,0%. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou de 0,0% a 30,8%, dando reflexo de um pequeno aumento do aprendizado dos alunos da turma.

TABELA 15

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 04.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T02-12 Elas não funcionam do mesmo jeito.	-
02	T02 – 19 Sim, a bateria normalmente é recarregável e a pilha geralmente não.	T02 – 26 Sim, pilha é a união de várias células e bateria é uma célula.
03	-	-
04	T02-04 As duas podem ser recarregáveis mais a bateria tem mais tempo de duração e mais carga elétrica do que a pilha.	T02-04 Sim, pois uma bateria é a ligação de várias pilhas.

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T03 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação aumentou de 18,2% a 45,5%. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou de 0,0% a 27,3%, mostrando que alguns alunos tinham noção de que bateria é apenas a soma de mais de uma pilha.

TABELA 16

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 04.

(Continua)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T03 – 04, T03 – 15 Sim.	T03 – 15, T03 – 16, T03 – 17, T03 – 20 Sim.
02	T03 – 25 A bateria é recarregável e a pilha não.	T03 – 10 Não, a única diferença é a quantidade de

		energia.
03	-	T03 – 19 A bateria pode ser recarregada e a pilha não, e a bateria são várias pilhas e a pilha é apenas uma.

TABELA 16

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 04.

(Conclusão)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
04	-	T03 – 03 Sim, a pilha é uma só, já a bateria é constituída de varias pilhas junta.

05. Você conseguiria construir uma bateria substituindo o material componente dela por outro, supostamente, mais econômico e acessível no mercado? Argumente a sua resposta.

TABELA 17

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Continuação)

Turma 01				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	08	34,8	02	8,7
02	04	17,4	01	4,3
03	02	8,7	05	21,7
04	09	39,1	15	65,2
Total	23	100	23	100

TABELA 17

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Conclusão)

Turma 02				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	06	46,2	02	15,4
02	03	23,1	-	-
03	03	23,1	01	7,7
04	01	7,7	10	76,9
Total	13	100	13	100
Turma 03				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	08	72,7	04	36,4
02	02	18,2	01	9,1
03	-	-	03	27,3
04	01	9,1	03	27,3
Total	11	100	11	100

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T01 que respondeu m parcialmente correto e com pouca fundamentação aumentou de 8,7% a 21,7%. Já para a quantidade dos alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou quase duas vezes, de 39,1% a 65,2%. Isto significa que mais da metade da turma consegue associar corretamente a construção de uma pilha comercial comum com uma de material alternativo.

TABELA 18

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 05.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T01 – 04 Não porque eu não sei mexer com essas coisas.	T01-16 Sim, pois fizemos isso em sala.
02	T01 – 21 Sim, muitos materiais podem ser substituídos.	-
03	T01-16 Sim, mas a durabilidade dela seria mínima.	T01-08 Sim, porque é possível construir baterias usando limão ou batata.
04	-	-

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T02 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação diminuiu de 23,1% a 7,7%. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou significativamente de 7,7% a 76,9%, mostrando que mais da metade dos alunos desta turma conseguiram explicar a pergunta corretamente.

TABELA 19

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 05.

(Continua)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T02-12 Não, porque não dá para substituir o material.	T02 – 01 e T02 – 29 Sem resposta.

TABELA 19

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 05.

(Conclusão)

02	T02 – 26 Sim, há componentes compatíveis mais econômicos; componentes naturais e recicláveis são mais acessíveis.	T02 – 06 Sim, como baterias: batata, lençóis em grande quantidade.
03	T02 – 06 Sim, mas não teríamos os mesmos resultados, a energia transmitida a outro corpo seria bem menor.	T02 – 26 Sim, porque é feito de batata e limão.
04	-	-

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T03 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação aumentou de 0,0% a 27,3%. Já a quantidade de alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou de 9,1% a 27,3%, mostrando que poucos alunos puderam associar as pilhas comuns com as feitas de material alternativo.

TABELA 20

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 05.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T03 – 15 Não conseguiria.	T03 – 15 Sim, o cobre, por exemplo, é mais barato.
02	T03 – 10 Sim, usaria limão, manteiga, fios, conseguiriam acender uma lâmpada.	T03 – 10 Sim, pois conseguimos tirar energia de matérias orgânica.
03	-	T03 – 09 Sim, pois conseguimos fazer isso com o limão e a batata.
04	-	-

06. Quais as diferenças entre uma pilha comercial e uma feita de batata ou de limão? Conseguir-se-ia substituir materiais de construção de uma pilha (bateria) comum, por outros mais acessíveis e de simples manipulação? Comente com esquemas.

TABELA 21

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

Turma 01				
	Pré-Teste		Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	19	82,6	-	-
02	01	4,3	03	13,0
03	02	8,7	09	39,1
04	01	4,3	11	47,8
Total	23	100	23	100
Turma 02				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	11	84,6	01	7,7
02	01	7,7	-	-
04	01	7,7	12	92,3
Total	13	100	13	100
Turma 03				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	10	90,9	01	9,1
02	-	-	01	9,1
03	-	-	02	18,2
04	01	9,1	07	63,6
Total	11	100	11	100

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T01 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação aumentou de 8,7% a 39,1%. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação

aumentou de 4,3% a 47,8%. Estes resultados significam que quase a metade dos alunos da turma concordou que a substituição de pilhas comerciais por pilhas feitas de material alternativo seria mais econômico sem deixar de ser proveitoso.

TABELA 22

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 06.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T01- 06 Acredito que sim.	T01 – 05 Sem resposta.
02	T0-107 A comercial tem mais concentração de energia.	T01 – 03 A pilha comum é feita de metais químicos fortes.
03	T01-08 Sim, porque há outras substâncias que são boas condutoras e são capazes de sofrer oxidação.	T01 – 02 A diferença e a durabilidade que a pilha comercial dura mais sim pode substituir com batata e limão.
04	-	T01-19 A pilha comercial é mais industrializada e tecnológica do que a feita de limão e batata.

Excluído: ¶

Segundo os resultados obtidos a porcentagem de alunos da turma T02 que respondeu que respondeu corretamente e com fundamentação aumentou significativamente de 7,7% para 92,3%, mostrando que a maioria dos alunos acertou com uma explicação razoável da relação econômica de pilhas com materiais alternativos.

TABELA 23

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 06.

(Continua)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T02 – 17 Não sei.	T02 – 29 Sem resposta

TABELA 23

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 06.

(Conclusão)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
02	T02 – 08 Não, pois o outro material que substituiria não teria a durabilidade ou até ser recarregável, com composto diferente.	T02 – 21 A pilha comercial tem mais energia do que a batata ou limão.
03	-	T02-10 A pilha comercial tem mais volts e é mais poluente que a feita com batata e limão, a pilha comercial que a de batata e limão.
04	-	T02 – 01 A pilha comercial é retornável e o “artificial” de batata e limão se decompõem ao meio ambiente perdendo sua estrutura, apesar de que produz energia normalmente não é eficaz como a comercial.

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T03 que respondeu que responderam parcialmente correto e com pouca fundamentação praticamente não aumentou, de 0,0% a 18,2%. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou significativamente de 9,1% para 63,6%, representando mais da metade dos alunos que responderam corretamente.

TABELA 24

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 06.

(Continua)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T03 – 09 O meio neutro, sim, mas acho que o ácido não.	T03 – 19 Sem resposta.
02	-	T03 – 10 A pilha contém maior energia.
03	-	T03 – 07 A que é feita de limão é caseira, já a pilha comercial é feita com outros materiais.

TABELA 24

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 06.

(Conclusão)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
04	-	T03 – 04 A comercial é mais potente do que feito de batata e limão ela também pode ser reutilizada, mas a de batata e limão não.

07. Você acredita que o meio ácido, básico ou neutro influenciaria no funcionamento de uma pilha ou de uma bateria?

TABELA 25

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Continua)

Turma 01				
	Pré-Teste		Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
02	23	100	15	65,2
03	-	-	08	34,8
Total	23	100	23	100
Turma 02				
	Pré-Teste		Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	05	38,5	-	-
02	08	61,5	06	-
04	-	-	07	-
Total	13	100	13	100

TABELA 25

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Conclusão)

Turma 03				
	Pré-teste	%	Pós-teste	%
Avaliação	Participantes		Participantes	
01	04	36,4	03	27,3
02	06	54,5	08	72,7
03	01	9,1	-	-
Total	11	100	11	100

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T01 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação aumentou de 0,0% a 34,8%; nenhum aluno respondeu corretamente com fundamentação, pois a grande maioria confundiu o termo meio ácido e básico com energia e carga elétrica, sendo que o ácido é o meio que transporta mais energia e mais cargas do que o meio básico, sendo conceitualmente incorreto, pois ambos transportam a mesma quantidade de cargas negativas e positivas.

TABELA 26

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 07

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T01-15, T01 – 21 Sim, acredito.	T01- 06 Não sei.
02	T01 – 27 Sim, pois cada meio (ácido ou básico) contém cargas diferentes.	T0-107 No meio básico melhoraria e no meio ácido quase nada.
03	-	-

04	-	-
----	---	---

Segundo os resultados obtidos a porcentagem de alunos da turma T02 que respondeu corretamente e com fundamentação aumentou de 0,0% a 53,8%, significando que mais da metade dos alunos conseguiram responder adequadamente.

TABELA 27

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 07.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T02 – 17 Sim.	-
02	T02-12 Não, depende do ácido.	T02-04 Sim, meio ácido tem mais energia, no meio básico a energia não altera.
03	-	-
04	-	T02 – 08, T02-12 e T02 – 17 Não faz diferença no meio básico e no ácido porque dá o mesmo resultado.

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T03 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação diminuiu de 9,1% a 0,0%. Nenhum aluno conseguiu responder corretamente e com fundamentação, mostrando que nenhum aluno entendeu a questão dada, fazendo confusão com o termo de energia e o meio ácido, básico e neutro, imaginando a toda hora que, como o ácido (limão) é mais corrosivo que o meio básico (batata), o primeiro deveria liberar e transportar mais cargas do que no meio básico.

TABELA 28

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 07.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T03 – 04, T03 – 07, T03 – 15, Sim.	T03 – 03 Não sei
02	T03 – 10 Sim, são as reações químicas que produzem a energia.	T03 – 07 O meio ácido tem mais energia do que o meio básico.
03	-	-
04	-	-

08. A durabilidade de uma pilha depende do tempo de uso, dos componentes? Por quê?

TABELA 29

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Continua)

Turma 01				
	Pré-Teste		Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
03	01	4,3	04	17,4
04	22	95,7	19	82,6
Total	23	100	23	100

TABELA 29

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Conclusão)

Turma 02				
	Pré-Teste		Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
02	01	7,7	-	-
03	05	38,5	02	15,4
04	07	53,8	11	84,6
Total	13	100	13	100
Turma 03				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	05	45,5	-	-
02	02	18,2	04	36,4
03	02	18,2	07	63,6
04	02	18,2	-	-
Total	11	100	11	100

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T01 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação aumentou de 4,3% a 17,4%. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação diminuiu de 95,7% para 82,6%. Mesmo assim, os resultados demonstram que a maioria dos alunos conseguiu entender que o tempo é essencial para a vida dos componentes da pilha, dependendo de sua natureza, de suas propriedades físicas e químicas, etc.

TABELA 30

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 08.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T01- 06, T0-107, T01-09 Sem resposta.	-
02	T01-15 Sim, se você usar muito, ela vai acabar mais rápido.	T01 – 04 Sim, pois quanto mais usamos mais ira gastar.
03	T01 – 22 Sim, porque seus componentes vão se desgastando com o tempo de uso.	T01 – 02 Sim, pois quanto mais usamos mais vai gastando liberando energia.
04	T01-18 Sim, porque a carga da pilha tem uma durabilidade específica, não há uma fonte contínua; os componentes influenciam porque quanto melhor for a qualidade deles, maior será sua durabilidade.	T01-10 Sim, porque ao longo do tempo de uso de uma pilha ela vai perdendo carga.

Excluído:

Segundo os resultados obtidos a porcentagem de alunos da turma T02 que respondeu corretamente e com fundamentação aumentou significativamente de 7,7% a 92,3%, mostrando que a maioria dos alunos da turma possui pleno domínio desta pergunta.

TABELA 31

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 08.

(Continua)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	-	-
02	T02 – 06 Sim, porque a energia transmitida se esgota.	T02-10 Sim, quanto mais usar menos dura.

TABELA 31

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 08.

(Conclusão)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
03	T02 – 19 Porque as cargas das pilhas acabam ficando gastas e não cumprem sua função.	T02 – 01 Sim, porque se for concentrado em sua massa um número maior de cargas a tornará com mais durabilidade.
04	-	-

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T03 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação aumentou significativamente de 18,2% a 63,6%. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação diminuiu de 18,2% para 0,0%, predominando o número de alunos que acertaram a pergunta com poucos argumentos.

TABELA 32

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 08.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T03 – 15 Sim, não sei o porquê.	-
02	T03 – 20 Não, depende do tempo de uso dela.	T03 – 17 Sim, quanto mais usado, mais desgasta.
03	T03 – 22 Porque depende da fonte de energia, quando acaba tem pilhas que podem ser carregadas numa fonte de energia e os que não forem são descartadas.	-
04	T03 – 07 Depende, porque há pilhas que com o uso diário acaba com sua carga (+ e -), e também há pilhas recarregáveis, que	-

	podem ser usadas mais vezes.	
--	------------------------------	--

09. Calcular o DDP (diferença de potencial) de uma pilha, sabendo sua interpretação básica e utilizando padrões de referências ou tabelas? Exemplificar usando como eletrodos Cu/Al, Cu/Zn. Dica: consultar as tabelas de potencial eletroquímico (redução/oxidação) para deduzir sobre a ocorrência das transformações químicas; utilizar o caderno didático do curso de ensino médio de segundo ano ou literatura complementar.

TABELA 33

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

Turma 01		
	Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%
01	13	56,5
03	08	34,8
04	02	8,7
Total	23	100
Turma 02		
	Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%
01	13	100
Turma 03		
	Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%
01	09	81,8
03	01	9,1
04	01	9,1
Total	11	100

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T01 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação foi de 34,8%. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação foi de 8,7%. Não se

tinha um padrão comparativo inicial, pois tinha-se a noção de que os alunos não possuíam nenhum conhecimento prévio sobre cálculo das ddp.

Os alunos tiveram dificuldades de calcular a ddp da pilha, porém a maioria deles, mais de 56,5% não conseguiu, mesmo montando a pilha, calcular seu valor e compreender o processo de redox a plenitude.

TABELA 34

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 09.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T01-09 Depende do tempo de uso, pois os componentes da pilha perdem durabilidade com o passar do tempo e do uso.	T01-11 Sim, pois são eles que compõem a pilha.
02	-	-
03	-	T01 – 05 Redução $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$ $E_{\text{red}} = -1,64 \text{ V}$ $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ $E_{\text{red}} = 0,34 \text{ V}$
04	-	T01 – 21 $2\text{Al}_{(\text{s})} = 2\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 6\text{e}^-$ $E_{\text{red}} = -1,68 \text{ V}$ $3\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 6\text{e}^- = 3\text{Cu}_{(\text{s})}$ $E_{\text{red}} = -0,34 \text{ v}$ $\Delta E = 0,34 - (-1,68) = 0,34 + 1,68$ $\Delta E = +2,02 \text{ v}$ $2\text{Al}^{3+}_{(\text{s})} + 3\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} = 2\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{Cu}_{(\text{s})}$

Segundo os resultados obtidos, nenhum aluno da turma T02 conseguiu responder, indicando que os estudantes tiveram dificuldade de calcular a ddp da pilha e de analisar a equação de oxidação e de redução que dá lugar à equação global de redox.

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 09.

Pré-teste e pós-teste

T02 – 01, T02-04, T02 – 06, T02 – 08, T02-10, T02-12, T02 – 19, T02 – 21, T02 – 24, T02 – 25, T02 – 26, T02 – 29

Sem resposta

Segundo os resultados obtidos, tanto o número de alunos que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação e quanto o que respondeu corretamente e com fundamentação foi de 9,1%, indicando o alto grau de dificuldade desta pergunta para os alunos, mesmo com o debate, a pesquisa e as explicações do professor-interventor.

TABELA 35

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 09.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	-	-
02	-	T03 – 10 O Cu oxida primeiro que o Al e o Zn.
03	-	-
04	-	T03 – 07 $2\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}_{(\text{s})}$ $E^0_{\text{red}} = -1,68\text{V}$ $3\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})}$ $E^0_{\text{red}} = -0,34\text{V}$ $2\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})} + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Al}_{(\text{s})}$ $E^0_{\text{red}} = -1,68\text{V}$ $3\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 6\text{e}^- \rightarrow 3\text{Cu}_{(\text{s})}$ $E^0_{\text{red}} = -0,34\text{V}$ $\text{Al}^{3+} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})} + 2\text{Al}^{3+}_{(\text{aq})}$ $\Delta E^0 = (0,34) - (-1,68)\text{V}$ $\Delta E^0 = 0,34 + 1,68 = 2,02\text{V}$

10. Quando as pilhas e baterias usadas em sua casa acabam, em que local elas são descartadas?

TABELA 36

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Continua)

Turma 01				
	Pré-Teste		Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%

01	04	17,4	01	4,3
02	08	34,8	03	13,0
04	11	47,8	19	82,6

TABELA 36

Classificação e cômputo das avaliações das respostas.

(Conclusão)

Turma 01				
	Pré-Teste		Pós-Teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
Total	23	100	23	100
Turma 02				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
02	04	30,8	01	7,7
03	04	30,8	02	15,4
04	05	38,5	10	76,9
Total	13	100	13	100
Turma 03				
	Pré-teste		Pós-teste	
Avaliação	Participantes	%	Participantes	%
01	01	9,1	-	-
02	07	63,6	05	45,5
03	01	9,1	01	9,1
04	02	18,2	05	45,5
Total	11	100	11	100

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T01 que respondeu corretamente e com fundamentação aumentou significativamente de 47,8% a 82,6%. O nível de independência desta pergunta é maior que o resto, pois ela depende do ponto de vista crítico do estudante, dando liberdade, em certa medida, de contestar com as suas próprias palavras, incluindo a relação entre a sociedade (postos de coleta de lixo) e a família dele, indica as suas atitudes sociais relacionado ao descarte de pilhas e material eletrônico.

TABELA 37

Exemplos de respostas dos alunos da turma T01 relativos à pergunta 10.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T01 – 04 Eu não sei, porque quem joga as pilhas fora são meus pais.	
02	T01 – 02 Elas descartadas no lixo.	T01 – 03 No lixo mais este errado porque contamina o solo.
03	-	-
04	-	-

Segundo os resultados obtidos, o número de alunos da turma T02 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação diminuiu de 30,8% a 15,4%. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou visivelmente de 38,5% a 76,9%, indicando que a maioria dos alunos tinha no final total domínio da pergunta.

TABELA 38

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 10.

(Continua)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	-	-
02	T02 – 08 Em um lugar, separado dos demais lixos.	T02 – 21 Quando as pilhas e baterias acabam em minha casa jogamos no lixo.
03	T02 – 06 Existe um lixo especial, aonde	T02 – 08 Devemos jogar em lugar adequado.

	depositamos chamado lixo radioativo.	
--	--------------------------------------	--

TABELA 38

Exemplos de respostas dos alunos da turma T02 relativos à pergunta 10.

(Conclusão)

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
04	T02 – 17 São levadas a drogaria Araújo, que tem perto de casa e descartadas corretamente no próprio lugar onde todos aconselham.	T02-04 Jogo em locais próprios, em postos de recolhimento.

Segundo os resultados obtidos, a porcentagem de alunos da turma T03 que respondeu parcialmente correto e com pouca fundamentação se manteve constante. Já para os alunos que responderam corretamente e com fundamentação aumentou de 18,2% a 45,5%, refletindo um grau razoável de consciência de descarte de pilhas e de baterias.

TABELA 39

Exemplos de respostas dos alunos da turma T03 relativos à pergunta 10.

Categoria	Pré-teste	Pós-teste
01	T03 – 19 Descartadas em um lixo.	-
02	-	T03 – 09 São descartadas no lixo (metal)
03	-	T03 – 15 Em uma lixeira especial.
04	T03 – 10 No local apropriado, pois elas não devem ir parar ao aterro sanitário.	T03 – 10 Em um local apropriado, para não poluir o meio ambiente.

CONCLUSÃO

O atual trabalho de investigação teve como objetivo buscar um método simples de ensinar química, que realmente respondesse às exigências da sociedade atual relativo às atividades do dia a dia dos estudantes, fazendo sentido na aplicação social e humana.

O ensino de ciências por investigação, a teoria sócio interacionista de Vygotsky e a metodologia pesquisa ação constituíram os pilares teóricos e práticos da pesquisa realizada.

A intervenção nas investigações foi realizada em salas de aula, utilizando diferentes recursos didáticos para um melhor desenvolvimento dos alunos: pesquisas, debates, atividades práticas investigativas, assim como exames de conteúdo do assunto tratado. O alvo da pesquisa foram os alunos de segundo ano do ensino médio, das turmas T01, T02 e T03 da Unidade II, numa escola pública do estado, no turno da manhã.

Constatou-se, depois de vários testes experimentais do professor-interventor, que os valores da ddp (diferença de potencial) das pilhas de batata e de limão primárias (apenas um item), em série e em paralelo, mesmo cortados pela metade indicavam valores similares aos obtidos com os produtos inteiros. Verificou-se também que as pilhas construídas de limão tinham menor tempo de duração do que as construídas com batata. Demonstrou-se que a variação dos parâmetros como largura, espessura altura das plaquinhas utilizadas como eletrodos positivo (cátodo) e negativo (ânodo) da pilha, assim como o tamanho dos produtos utilizados como eletrólitos, não mudavam significativamente os valores da ddp da pilha.

Os resultados demonstram que os valores das ddp das pilhas de Al/Cu construídas com batata e com limão, sob as mesmas condições de experimentação, são bastante próximos, como era de esperar, pois tanto a batata (meio básico) quanto o limão (meio ácido) têm apenas a função de transportar as cargas positivas e negativas numa pilha, ou seja, cumprem a função de eletrólitos, tanto nas conexões dos produtos em série, quanto em paralelo, sendo os resultados das conexões em paralelo menores que os valores das ddp das conexões em série, com

igual quantidade de itens. Ditos resultados não contradizem os resultados esperados, descritos por Netto (1999), Silva (2003), Filho (2011) e Gouveia (2003).

Foram medidos conhecimentos prévios dos alunos antes e depois da realização dos debates e das atividades práticas investigativas, na base das ideias de Vigotsky (1994), permitindo obter uma visão mais clara sobre os conhecimentos adquiridos dos estudantes, pelo professor-interventor, das atividades realizadas. Ditos testes permitiram comprovar que estas atividades, ao longo do processo, permitiram um aumento gradual na compreensão e familiarização dos conceitos científicos relacionados às pilhas, às baterias comuns e àquelas construídas com material alternativo, relativo à sua composição, durabilidade, utilização e descarte, ainda com as dificuldades de entendimento confrontadas ao início destas, tomando em conta os conceitos do dia a dia dos alunos sobre estes dispositivos eletrônicos.

A maior dificuldade dos estudantes foi na realização do cálculo da ddp (diferença de potencial) das pilhas de batatas e de limões, em relacionar o fenômeno de oxidação com o da redução, os quais estão unidos em um, redução-oxidação, em entender com clareza que as reações químicas redox geram energia elétrica, e que esta é cedida ao meio. As atividades práticas investigativas permitiram aumentar o esclarecimento destes fenômenos significativamente, embora o cálculo da ddp resultasse ainda infrutífero.

Constituíram como desafios a construção de pilhas de batata e de limão, a apropriação de conceitos científicos que foram além de simples práticas experimentais de montagem de baterias, pois eles se viram em situações de conflito cognitivo real. O objetivo foi alcançado através de indagações e discussões dos conceitos básicos sobre esta questão, havendo uma constante interação com o professor para o esclarecimento de dúvidas. Considerou-se, na hora de abordar os conceitos de pilhas e de baterias, os conhecimentos espontâneos dos alunos sobre o assunto, os quais, como é de supor, utilizam as pilhas em celulares, computadores, lanternas, e em outros aparelhos eletrônicos, equipamentos que fazem parte do cotidiano da sociedade toda.

Para evitar erros no planejamento e implementação das atividades, o professor-interventor planejou as atividades práticas investigativas de forma a propiciar aos estudantes a liberdade de investigar, debater, perguntar, explicar sobre

o assunto, experimentar, interagir entre eles e com ele, refletir e aprofundar em detalhes relacionados aos fenômenos inerentes a uma pilha.

As atividades citadas anteriormente permitiram aos alunos se relacionar com temas de construção das pilhas com materiais alternativos, como limões, batatas, plaquinhas feitas em casa de alumínio (Al) e de cobre (Cu), fios de condução de diferentes tamanhos e espessuras.

O professor-interventor manteve o controle de execução da atividade experimental investigativa, segundo o programado, com liberdade para os alunos de construir as pilhas e de manipular as medições da ddp (diferença de potencial), auxiliando-os em todo momento a adquirir as habilidades e conhecimentos necessários.

Considera-se que o presente trabalho foi bem sucedido, tendo em vista a participação ativa e interativa dos alunos e do professor-interventor, o alcance, mesmo que parcial, dos objetivos propostos. Os resultados em detalhe estão reproduzidos nos anexos.

Entende-se, portanto, que os alunos desenvolveram capacidade de pesquisar, questionar e aprofundar, de maneira independente e interativa, sobre conceitos científicos, ligados à geração de energia elétrica, por meio de reações químicas redox – redução (fenômeno em que um átomo ganha elétrons), oxidação (fenômeno em que um átomo cede elétrons), por intermédio das experiências do cotidiano deles, das do professor-interventor e do resultado da interatividade entre eles e do professor nas atividades realizadas. Os alunos apreenderam a construir de forma coletiva e individual, assim como com a ajuda do professor interventor, as pilhas e as baterias com material alternativo.

Os estudantes conseguiram, no final das atividades, segundo os resultados obtidos, tomar maior consciência sobre a exploração e descarte de pilhas e baterias, representando suas vantagens sociais e a necessidade existente da proteção do meio ambiente. Constatou-se, ao longo da execução do trabalho, que a construção do conhecimento não só depende dos recursos disponíveis, mas também da manipulação racional e criativa deles, o qual justificou o uso de vias alternativas na montagem destas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FELTRE, Ricardo. *Química. Volume Único*. São Paulo: Saraiva. Nova Edição. 2007.

USBERCO, J.; SALVADOR, E. *Química. Volume único*. 5ª ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

DOS SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. de S. *PEQUIS – Projeto de Ensino de Química e Sociedade*. Química e Sociedade: volume único, ensino médio – São Paulo: Nova Geração, 2005.

FILHO, J. H. D.; NUNES, E. L.; VENTURA, D. R.; DE FARIA, J. A. *Construção de pilhas – eletroquímica*, Universidade Estadual de Montes Claros. MONTES CLAROS–MG, 2011. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=33527>> Acesso em: 04 set. 2011.

CBC de Química do Ensino Médio, 2008. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/banco_objetos_crv/{B4E56C19-D8C8-4DAA-A3D4-2668F6312CDE}_LIVRO%20DE%20QUIMICA.pdf> Acesso em: 20 jul. 2009.

NETTO, L. F. *Batateria (Uma bateria elétrica de batatas)*, 1999. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala12/12_21.asp> Acesso em: 06 jun. 2011.

SCHIEL, D., *Apoio ao estudo de físico-química no ensino fundamental e médio*. CDCC–São Carlos–USP. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/quimapoio>> Acesso em: 24 set. 2011.

Pilha - Tomate, limão e batata? Disponível em: <<http://br.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090527145006AADB5Ju>> Acesso em: 27 maio 2012.

Falando sobre as pilhas em geral, pilha convencional ou de Daniell. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Pilha>> Acesso em: 25 maio 2012.

Experimentos. Pilha de Daniell. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentosinterna.php?experimento=195&PILHA+DE+DANIELL#top>> Acesso em: 08 jun. 2012.

VASCO, S. C. F. S. *Ciência em Casa*, 2003. Disponível em: <http://cienciaemcasa.cienciaviva.pt/pilha_limao.html> Acesso em: 20 maio 2012.

GOUVEIA, F. A. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/mundo-movido-ions-530207.shtml>> Acesso em: 20 maio 2012.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH J.; MORTIMER E.; SCOTT P.; Tradução: MORTIMER, E. *Construindo Conhecimento Científico*, QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, 1999, N°9. Disponível em: < <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/aluno.pdf>> Acesso em: 20 jun.2011.

COUTINHO, M. T. da C. e outros. *Psicologia da Educação*, 10ª edição, Formato, Saraiva S.A., 2006.

DA ROCHA, L.M. e DE AGUIAR, F. K. *Pesquisa-intervenção e a produção de novas análises*. Educação e Pesquisa, São Paulo, 2005, v. 31, n. 3, p. 467-482. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S14148932003000400010&script=sci_arttext> Acesso em: 20 abr. 2012.

NETO, J.F. de Melo. *Pesquisa-ação (aspectos práticos da pesquisa-ação nos movimentos sociais populares e em extensão popular)*, 2001, p.1-9. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/copac/extelar/producao_academica/artigos/pa_a_pesquisa_acao.pdf> Acesso em: 22 abr. 2012.

SCHROEDER, E. *Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky, Atos de pesquisa em educação – PPGE/ME FURB* ISSN 1809–0354, 2007, v. 2, nº 2, p. 293-318. Disponível em: <<http://proxy.furbr.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/569/517>> Acesso em: 20 abr. 2012.

SZYMANSKY, H.; CURY V. E. *Estudos de Psicologia. A pesquisa intervenção em psicologia da educação e clínica: Pesquisa e prática psicológica*. 2004, 9(2), p. 355-364. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=26190218>> Acesso em: 24 set. 2011.

VIGOTSKY, L. S. *Pensamento e linguagem*: (texto integral, traduzido do russo pensamento e linguagem). São Paulo: Martins Fontes, 2001, p. 1-112. Disponível em: <<http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/vigo.html>> Acesso em: 24 set. 2009.

VIGOTSKY, L. S. *Formação Social da Mente*. São Paulo-SP, 1991, 4ª edição brasileira, p. 1-162. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/bpp>> Acesso em: 24 set. 2009.

MUNFORD, D.; CAIXETA DE CASTRO E LIMA, M.E. *Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 2007, vol. 9, Nº 1, p. 1-24. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=129516644007>> Acesso em: 24 out. 2011.

ANEXOS

Modelos do pré-teste e do pós-teste. Escola Estadual Gov. Milton campos

Atividade investigativa - avaliativa - 2 pontos

TABELA 40

Dados gerais do aluno participante.

Nome do aluno						
Turma		Nº		Horário		Data

Observação: Responder este questionário em sala de aula.

Devolver ao professor aplicador, para analisar os resultados em sala de aula.

TABELA 41

Pré-teste – pilhas e baterias

Nº	Pergunta
01	O que é eletrólito? Mencione, ao menos, um exemplo.
02	Qual o sentido da palavra pilha?
03	De que ela está composta?
04	Existe alguma diferença entre uma pilha e uma bateria?
05	Você conseguiria construir uma bateria substituindo o material componente dela por outro, supostamente, mais econômico e acessível no mercado? Argumente a sua resposta.
06	Você acredita que o meio ácido, básico ou neutro influenciaria no funcionamento de uma pilha ou de uma bateria?
07	A durabilidade de uma pilha depende do tempo de uso, dos componentes? Por quê?
08	Quando as pilhas e baterias usadas em sua casa acabam, em que local elas são descartadas?

TABELA 42
Classificação das categorias de avaliação utilizadas.

Nº	Descrição	Significado
01	Totalmente errada ou sem nenhuma fundamentação ou não sabe.	Resposta que muito se afastava do esperado, que não tinha nexos ou nenhum embasamento científico.
02	Errada ou com pouca fundamentação.	Resposta que embora em desacordo com o esperado já apresentava nexos ou algum embasamento científico.
03	Parcialmente correta e com pouca fundamentação.	Resposta que se aproximava do esperado, utilizando-se muitas vezes de outra terminologia que não a científica, mas com nexos e com algum embasamento científico.
04	Correta ou bem fundamentada.	Resposta coerente com a esperada e com boa fundamentação científica.

TABELA 43
Pós-teste – pilhas e baterias

Excluído:

Nº	Pergunta
01	O que é eletrólito? Mencione, ao menos, um exemplo.
02	Qual o sentido da palavra pilha?
03	De que ela está composta?
04	Existe alguma diferença entre uma pilha e uma bateria?
05	Conseguir-se-ia construir uma bateria substituindo o material componente dela por outro, supostamente, mais econômico e acessível no mercado? Argumente a sua resposta.
06	Quais as diferenças entre uma pilha comercial e uma feita de batata ou de limão? Se conseguiria substituir materiais de construção de uma pilha (bateria) comum, por outros mais acessíveis e de simples manipulação? Comente com esquemas.
07	O meio ácido, básico ou neutro influenciaria no funcionamento de uma pilha ou de uma bateria? Explique as possíveis diferenças entre os resultados das medições na pilha de batata (meio básico) e de limão (meio ácido)
08	A durabilidade das pilhas depende do tempo de uso e dos componentes? Por quê?
09	Calcular o ddp (diferença de potencial) de uma pilha, sabendo sua interpretação básica e utilizando padrões de referências ou tabelas? Exemplificar usando como eletrodos Cu/Al, Cu/Zn. Dica: consultar as tabelas de potencial eletroquímico (redução/oxidação) para deduzir sobre a ocorrência das transformações químicas; utilizar o caderno didático do curso de ensino médio de segundo ano ou literatura complementar.
10	Quando as pilhas e baterias usadas em sua casa acabam, em que local elas são descartadas?