



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E HISTÓRIA  
DAS CIÊNCIAS  
UFBA-UEFS

ANALUISE ALMEIDA DO PATROCÍNIO

**O ENSINO DE ELETROQUÍMICA A PARTIR DE UMA ABORDAGEM SÓCIO-  
HISTÓRICA**

SALVADOR-BA

2018

ANALUISE ALMEIDA DO PATROCÍNIO

**O ENSINO DE ELETROQUÍMICA A PARTIR DE UMA ABORDAGEM SÓCIO-  
HISTÓRICA**

Dissertação de mestrado elaborada junto ao programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito para obtenção do grau de mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Bárbara Carine Soares Pinheiro

Co-orientador: Prof. Dr. Edilson Fortuna de Moradillo

SALVADOR-BA

2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Universitário de Bibliotecas (SIBI/UFBA), com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Patrocínio, Analouise Almeida  
O ENSINO DE ELETROQUÍMICA A PARTIR DE UMA  
ABORDAGEM SÓCIO-HISTÓRICA / Analouise Almeida  
Patrocínio. -- Salvador, 2018.  
89 f.

Orientadora: Bárbara Carine Soares Pinheiro.  
Coorientador: Edilson Fortuna de Moradillo.  
Dissertação (Mestrado - Ensino, Filosofia e História  
das Ciências) -- Universidade Federal da Bahia,  
Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual  
de Feira de Santana, 2018.

1. Pedagogia Histórico-Crítica. 2. Ensino de  
eletroquímica. 3. Abordagem sócio-histórica. I.  
Pinheiro, Bárbara Carine Soares. II. Moradillo,  
Edilson Fortuna de . III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

**O ENSINO DE ELETROQUÍMICA A PARTIR DE UMA ABORDAGEM SÓCIO-  
HISTÓRICA**

Resultado da Banca: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Profª. Drª. Bárbara Carine Soares Pinheiro  
Universidade Federal da Bahia –UFBA

---

Prof. Dr. Edilson Fortuna de Moradillo  
Universidade Federal da Bahia -UFBA

---

Prof. Dr. José Euzébio Simões Neto  
Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE

---

Prof. Dr. Abraão Felix da Penha  
Universidade do Estado da Bahia – UNEB

---

Prof. Dr. José Luis de Paula Barros Silva  
Universidade Federal da Bahia –UFBA

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e meu irmão, por todo o apoio, paciência e amor nessa longa jornada.

Aos meus familiares, em especial minha tia Maria do Carmo e sua família que me acolheram desde minha chegada em Salvador. Aos meus tios Miguel e Salvador (*in memoriam*) e minhas tias Marilene, Alice e Ana pelo incentivo e carinho. Aos meus avós, em especial minha avó Adelina (*in memoriam*) pelo exemplo de força, amor e doçura apesar da vida difícil. Amo vocês!

Aos meus amigos, Daiane, Sandra, Letícia, Juliel, Lucilene, Fernanda, Paula Fernanda, Andrei, Gorete, Samilla, Mateus e Carlos por compartilhar a vida comigo. Amo vocês!

À professora Bárbara Carine, por suas orientações e paciência, ao Professor Edilson F. de Moradillo, pelo aprendizado e orientações.

Aos professores José Luís, Abraão e José Euzébio por aceitarem compor esta banca e contribuir com a finalização deste trabalho.

À professora Maria Bernadete, pelos ensinamentos.

Aos membros do Colégio Estadual Brigadeiro Gomes, Professor Andrei e Estudantes do 3ª ano (turmas A e B) por ter permitido que a pesquisa acontecesse e pelo carinho.

A CAPES, pela bolsa concedida.

Agradeço de coração a todos vocês!

## RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo investigar como se dá a apropriação dos conceitos relacionados a eletroquímica pelos estudantes do ensino médio, a partir de uma proposta didática baseada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Esta pesquisa é classificada como sendo de cunho qualitativo e de natureza empírica e aconteceu em duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio, em uma escola pública da cidade de Salvador-Ba. Para alcançar tal finalidade, esta pesquisa foi desenvolvida por meio da modalidade da ação pesquisada, tendo como técnicas de coleta de dados a observação das aulas com intuito de capturar os momentos de interação professor-aluno e a entrevista semi-estruturada. A análise dos dados ocorreu a partir das contribuições de Bardin. Os resultados foram analisados a partir das respostas obtidas através dos questionários e discursos dos estudantes durante todo o processo como forma de evidenciar a apropriação desses conceitos. A apropriação ocorreu a partir do domínio dos conceitos científicos pelos estudantes, através da sistematização da linguagem e signos específicos deste conceito e organização dos conceitos que envolvem o conceito de eletroquímica.

Palavras- chave: Pedagogia Histórico-crítica; Eletroquímica; Eletricidade;

## **ABSTRACT**

This research had as objective to investigate how the appropriation of concepts related to electrochemistry by high school students occurs, based on a didactic proposal based on Historical-Critical Pedagogy (HCP). This research is classified as qualitative and empirical in nature and happened in two classes of senior year of High School, in a public school in the city of Salvador-Ba. In order to achieve this goal, this research was developed through the researched action methodology, using as data collection techniques, class observation, with the purpose of capturing the moments of teacher-student interaction, and semi-structured interview. The data analysis took place by the contributions of Bardin. The results were analyzed from the answers obtained through the questionnaires and student discourses throughout the process as a way of evidencing the appropriation of these concepts. The appropriation took place from the domain of the scientific concepts by the students, through the systematization of the language and specific signs of this concept and organization of concepts involving the concept of electrochemistry.

Key-words: Historical-critical pedagogy; Electrochemistry; Electricity

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Representação do ciclo básico da investigação-ação	48
Figura 02: Resposta de Rafael	67
Figura 03: Resposta de Marina	67
Figura 04: Resposta de Davi	68
Figura 05: Resposta de Clarisse	69
Figura 06: Resposta de Bernardo	70
Figura 07: Resposta de Danilo	71

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01: Fala dos participantes	52
Quadro 02: Fala dos participantes	55
Quadro 03: Fala dos participantes	57
Quadro 04: Fala dos participantes	58
Quadro 05: Fala dos participantes	61
Quadro 06: Fala dos participantes	63
Quadro 07: Fala dos participantes	66
Quadro 08: Fala dos participantes	66
Quadro 09: Fala dos participantes	73

## SUMÁRIO

<b>1- Introdução</b>	11
<b>2- Referencial teórico</b>	14
2.1- Pressuposto filosófico	14
2.2- Pedagogia Histórico-Crítica	17
2.3- Alguns aspectos da Psicologia Histórico-Cultural	28
2.4- Aspectos sócio-histórico para o ensino de eletroquímica	31
<b>3- Metodologia</b>	45
3.1- Paradigma	45
3.2- O método da pesquisa	47
3.3- Coleta de dados	48
3.4- Análise dos dados	49
<b>4- Resultados e discussão</b>	51
<b>5- Conclusão</b>	77
Referências	80
<b>APÊNDICE A</b>	84
<b>APÊNDICE B</b>	85
<b>APÊNDICE C</b>	86

## 1- Introdução

O ensino de química vem passando por algumas transformações: as aulas, que eram predominantemente expositivas, resumidas a cálculos matemáticos e de forma memorística, somente com o intuito de responder determinadas questões de provas pelos estudantes, sem valorizar os aspectos conceituais, estão cada vez mais sendo questionadas (MORTIMER; MACHADO, 2000). Cada vez mais essa abordagem vem perdendo espaço no cenário da educação. Nesse processo de modificação busca-se tornar o ensino de química mais articulado com a prática social dos alunos, realçando os aspectos históricos, éticos, políticos e econômicos relacionados ao contexto de produção da ciência/química/conceitos. Essas novas tendências são uma alternativa para tornar o ensino de química mais articulado com a realidade social e, por consequência, mais reflexivo, dando sentido à aprendizagem dos conhecimentos científicos (MATTHEWS, 1995; MORADILLO, 2010; ANUNCIAÇÃO, 2012).

Sendo a ciência um saber construído historicamente pela humanidade, julgamos necessário estabelecer os vínculos e o contexto social que levaram à produção/criação do desenvolvimento da eletroquímica, assim como a incorporação da ciência moderna aos processos produtivos da sociedade capitalista (ANDERY et al.,2002). Neste sentido, elaboramos uma proposta para o ensino de eletroquímica, orientada pela Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), na busca do despertar do estudante para a apropriação de conceitos científicos relevantes e análise crítica da sociedade.

Ensinar ciência requer uma compreensão de sua construção por parte dos professores de como os conhecimentos ensinados por eles foram construídos ao longo da história. É necessário que os professores tenham em mente que o desenvolvimento da ciência é dependente das demandas socioeconômicas, pois não se pode pensar a ciência como algo distante da realidade econômica e social (SANTOS, 2005). A química, como parte das

ciências da natureza e da realidade social, precisa ser explicada a partir de sua relação com a totalidade social no seu movimento histórico, isto é, inserida na práxis humana. Dessa forma, nossa proposta para o ensino de eletroquímica está comprometida com a emancipação humana dos estudantes.

O objetivo desta pesquisa é investigar como se dá a apropriação dos conceitos de eletroquímica, pelos estudantes do ensino médio, a partir de uma sequência didática baseada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Este trabalho está estruturado da seguinte maneira:

No primeiro capítulo, apresentamos o nosso referencial teórico, que tem como pressuposto filosófico o materialismo histórico-dialético, estofo teórico desenvolvido por Karl Marx e Friedrich Engels. Em seguida, apresentamos a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), desenvolvida por Dermeval Saviani a partir das contribuições da concepção marxiana, e algumas contribuições da Psicologia Histórico-Cultural (PsiHC), desenvolvida por Vigotski e colaboradores, a fim de corroborar nossa proposta e análise.

No segundo capítulo, apresentamos uma abordagem sócio-histórica acerca do conteúdo de eletroquímica, baseado na natureza elétrica da matéria e na consolidação da eletroquímica enquanto conceito da química.

No terceiro capítulo, desenvolvemos nossa metodologia, na qual localizamos nossa pesquisa no paradigma da teoria crítica. Esta pesquisa é classificada como sendo de cunho qualitativo e de natureza empírica. Para alcançar nosso objetivo, desenvolvemos nossa pesquisa por meio da modalidade da ação pesquisada, tendo como técnicas de coleta de dados a observação e a entrevista semi-estruturada. A análise dos dados aconteceu baseada nas contribuições de Bardin acerca da análise de conteúdo.

No quarto capítulo, apresentamos os resultados obtidos na pesquisa e realizamos sua discussão a partir da PHC e algumas contribuições da PsiHC, tendo como premissa a apropriação dos conceitos através da linguagem e signos específicos pelos estudantes e o domínio dos conceitos científicos como possibilitador do desenvolvimento do pensamento.

No quinto capítulo, apresentamos nossas conclusões acerca da pesquisa realizada e apontamos a PHC como uma possibilidade para a emancipação dos indivíduos em suas potencialidades.

## 2- Referencial teórico

### 2.1- Pressuposto filosófico

O materialismo histórico-dialético é a base filosófica que orienta nossa pesquisa, aporte teórico proposto por Karl Heinrich Marx (1818-1883), juntamente com Friedrich Engels (1820-1895). A seguir apresentaremos alguns fundamentos desta teoria que são cruciais para a nossa pesquisa.

Marx estuda a sociedade capitalista num contexto pós Revolução Industrial (1776-1830) e Revolução Francesa (1789-1815), e propõe o materialismo histórico-dialético. Essa teoria tem como princípio que a realidade e todos os fenômenos que a circundam, é material. “A matéria é, portanto, o dado primário da existência e dela tudo depende, inclusive a consciência e o próprio pensamento humano” (MARTINS, 2008, p. 8). Porém essa realidade objetiva - material - não é estática, possui uma dinâmica e é produzida na e pela relação ativa do homem com a natureza, sendo, portanto, histórica. Para compreensão desse movimento histórico – o modo pelo qual os homens<sup>1</sup> se organizam e reproduzem sua própria existência ao longo do tempo -, Marx utiliza a lógica dialética como caminho para fundamentar sua análise. (MARTINS, 2008; MORADILLO, 2010; NETO, 2012; PINHEIRO, 2016; LAVOURA; MARTINS, 2017).

Para Marx, o mundo dos homens nem é pura ideia nem é só matéria, mas sim uma síntese de ideia e matéria que apenas poderia existir a partir da transformação da realidade (portanto, é material) conforme um projeto previamente ideado na consciência (portanto, possui um momento ideal). (LESSA; TONET, 2008, p. 43)

O materialismo histórico-dialético tem como base a dialética de Hegel e o materialismo de Feuerbach, portanto, é uma superação histórica tanto do materialismo mecanicista quanto do idealismo. Diante disto, tem-se a fundamentação do materialismo histórico-dialético:

---

<sup>1</sup> Os termos homens e/ou homem foram utilizados nesse trabalho no sentido de expressar um conjunto de indivíduos ou gênero humano. Porém, não significa que negligenciamos o discurso de gênero.

materialismo porque possui bases concretas, materiais. Histórico pelo fato de se utilizar destas bases para fundamentar o curso da História. E dialético porque fundamenta este movimento histórico por meio da tensão dialética destas bases concretas. (PINHEIRO, 2016, p. 31)

Na epistemologia marxiana, o trabalho é categoria fundante do ser social. Ou seja, para produzir e reproduzir sua existência, os homens necessitam transformar (atividade coletiva) constantemente a natureza. Através do trabalho, “o ser humano se faz diferente da natureza, se faz um autêntico ser social, com leis de desenvolvimento distintas das leis que regem os processos naturais” (LESSA;TONET; 2008, p.17). Portanto, por meio do trabalho, os indivíduos modificam a natureza e a si mesmos, a partir de um processo dinâmico entre apropriação e objetivação da realidade concreta. Nas palavras de Martins (2008, p. 13):

As objetivações representam o resultado de uma ampla prática social efetivada pela produção e utilização de instrumentos, da linguagem, da ciência, da arte, da moral, etc; fixando-se como produtos da história passada e esteio da história futura. As apropriações na direção das aquisições desse patrimônio humano-genérico e por esta via, promovem a formação em cada indivíduo particular das características, possibilidades e condições objetivas de desenvolvimento alicerçadas pelas objetivações já efetivadas.

De acordo com o materialismo histórico-dialético, as relações sociais são determinadas pelas relações de produção, que, por sua vez, são mediadas pelas forças produtivas. Compreende-se força produtiva como “os instrumentos (objetivos e subjetivos) por meio dos quais os homens produzem os bens materiais que lhes são necessários”, enquanto que “as relações de produção mostram na posse ou a serviço de quem se encontram os meios de produção” (MARTINS, 2008, p. 14). Diante disto, temos que uma alteração no modo de produção resultará em transformações nas relações sociais, isto é, no sistema econômico e político pelo qual a sociedade está estruturada.

No capitalismo, modo de produção em que a sociedade está estruturada atualmente, o trabalho perde seu sentido ontológico de fundante do ser social. Uma vez que, a tônica nesse modo de produção não é o desenvolvimento humano nas máximas potencialidades que o ato de trabalho pode proporcionar,

mas sim a acumulação de capital pelas mãos de poucos, da classe dominante – burgueses que detêm a propriedade privada dos meios de produção. Resta à classe dominada (proletariado) vender sua força de trabalho, tornando-se também mercadoria (LESSA; TONET, 2008; MORADILLO, 2010; NETO, 2012; MARTINS, 2008). Portanto, na sociedade burguesa o trabalho alienado prevalece.

A saber, a alienação tem fundamentação “na relação entre o indivíduo e o produto do seu trabalho”, pois as “objetivações do trabalhador não se constituem em objetos de suas apropriações”; “na relação entre o indivíduo e o processo de produção”, visto que o trabalhador é separado do processo de produção, isto é, suas ações são orientadas pelos proprietários dos meios de produção e não para o desenvolvimento humano; e, por último, “na relação entre o indivíduo e o gênero humano” como sequência das relações anteriores, uma vez que a objetivação do sujeito como ser genérico é empobrecida neste processo (MARTINS, 2008, p. 15). Portanto:

o homem deixa de ser sujeito de sua atividade vital convertendo-se em objeto dela. Nestas condições não são mais os autores do desenvolvimento de suas capacidades e de seu crescimento como pessoas, convertendo-se em mercadorias de um tipo especial, aptas à produção de outras mercadorias. (MARTINS, 2008, p. 15-16)

Marx, a partir de sua análise do movimento histórico, tendo como base as leis da dialética, fórmula um método que consiste em: i) Partir da realidade; ii) Considerar que existem aspectos contraditórios que compõem essa realidade; iii) Analisar tais aspectos contraditórios (leis do movimento); iv) Retornar a essa realidade por meio de uma síntese. (MORADILLO, 2010; NETO, 2012; PINHEIRO, 2016; LAVOURA; MARTINS, 2017)

## 2.2- Pedagogia Histórico-Crítica

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) foi proposta pelo filósofo e professor Dermeval Saviani e tem como princípio a emancipação humana a partir da socialização dos conhecimentos desenvolvidos pela humanidade ao longo do tempo. É uma pedagogia revolucionária e se baseia nas contribuições filosóficas do materialismo histórico e dialético.

A PHC surge num cenário social de fim de uma ditadura militar e de redemocratização política no Brasil. Analisando as teorias educacionais, Saviani propõe esta pedagogia como uma possibilidade de superação de tais teorias predominantes, as teorias da educação não críticas e as crítico-reprodutivistas.

As teorias não críticas, segundo Saviani (2009), admitem que os problemas sociais devem ser solucionados a partir da via educacional, ou seja, a educação possui uma dinâmica própria e autônoma frente à sociedade. Portanto, os problemas sociais e a construção de uma sociedade igualitária precisam ser resolvidos e organizados no âmbito educacional. Estas teorias só consideram a influência da escola na sociedade, perdem a visão de totalidade e negligenciam a influência socioeconômica na educação.

Por outro lado, as teorias crítico-reprodutivistas reconhecem que, para compreender a educação, não há outra forma senão a partir dos condicionantes sociais, por isso são denominadas de críticas. Porém, compreendem que a escola é uma massa de manobra do sistema, que funciona para legitimar e reforçar a estrutura de classes presentes na sociedade (SAVIANI, 2009; ANUNCIAÇÃO, 2012).

Estas teorias são críticas, uma vez que postulam não ser possível compreender a educação senão a partir de seus condicionantes sociais. Há, pois, nestas teorias uma cabal percepção da dependência da educação em relação à sociedade. Entretanto, como na análise que desenvolvem chegam invariavelmente à conclusão de que a função própria da educação consiste da reprodução da sociedade em que ela se insere, bem merecem a denominação de “teorias crítico-reprodutivistas” (SAVIANI, 2009, p. 14).

Tais teorias pressupõem que a escola deve assumir um caráter de instrumento ideológico de reprodução das relações de produção, ou seja, a escola na sociedade capitalista deve conservar a dualidade estrutural (divisão de classes), mantendo, assim, a relação de dominação e exploração existente na sociedade. Os críticos-reprodutivistas, defendem que

“... a escola é determinada socialmente; a sociedade em que vivemos, fundada no modo de produção capitalista, é dividida em classes com interesses opostos; portanto, a escola sofre a determinação do conflito de interesses que caracteriza a sociedade.” (SAVIANI, 2009, p.28).

Em contrapartida, a PHC, que é uma pedagogia revolucionária, reconhece a influência da sociedade na educação, porém compreende que a escola é importante no processo para a superação da sociedade de classes, pois é a escola a responsável em garantir a disponibilidade dos conhecimentos científicos (escolares) desenvolvidos ao longo da humanidade para as futuras gerações. Então, uma pedagogia articulada com os interesses populares e a emancipação humana dos indivíduos estará empenhada no funcionamento da escola, interessada em sua valorização e nos métodos de ensino (SAVIANI, 2009). Para tanto, a PHC resgata a importância dos conteúdos escolares, do papel do professor, processo de ensino – concepções negligenciadas pelo método novo – e valoriza o conhecimento e a experiência que o estudante traz consigo, fatores relevantes no processo de apropriação dos conceitos científicos – fatores negligenciados pelo método tradicional -. Tais métodos, preconizados pela PHC, “situar-se-ão para além dos métodos tradicional e novo, superando por incorporação as contribuições de um e de outro” (SAVIANI, 2009, p. 62). Além disso, a PHC reconhece a relação reflexiva entre a educação e a sociedade e, partindo dessa premissa, compreende a

educação como instrumento (ideológico) potencializador na superação<sup>2</sup> da sociedade de classes.

Tanto no método tradicional quanto no novo, a relação entre a sociedade e educação é interpretada de um modo diferente. No primeiro, admite-se que a sociedade não exerce nenhuma influência sobre a educação. E no segundo, admite-se a influência da sociedade na educação, porém a educação é concebida como um instrumento para sua manutenção.

Para a PHC, a apropriação dos conhecimentos desenvolvidos pela humanidade é condição essencial no processo de humanização dos indivíduos. Diante disto, o trabalho educativo tem que ser realizado no sentido de “produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida historicamente e coletivamente pelo conjunto dos homens” (SAVIANI, 2011, p. 13). Para tanto, faz-se necessário identificar quais elementos culturais podem propiciar tal humanização e quais as formas para atingir tal objetivo (MORADILLO, 2010; SAVIANI, 2011; PINHEIRO, 2016; MORADILLO; MESSEDER NETO; MASSENA, 2017).

Segundo Santos (2005), cabe à pedagogia construir pontes entre o saber elaborado e sua apropriação pelas novas gerações. Portanto, faz-se necessário elaborar e estabelecer meios adequados para essa socialização do saber. Essa posição torna-se atraente quando se quer pensar o ensino como uma via para a emancipação popular<sup>3</sup> (SANTOS 2005; SAVIANI, 2009). A emancipação humana é uma forma de sociabilidade em que todos os indivíduos sejam plenamente livres e tem como fundamento o trabalho associado. Nas palavras de Tonet (2005, p. 477),

...nesta forma de sociabilidade há uma relação harmônica – embora não isenta de tensões – entre o indivíduo e a comunidade, ou seja, estão dadas as possibilidades para uma realização ampla das potencialidades humanas de todos os indivíduos; que já não há mais cisão entre o momento real e o momento formal, entre o público e o privado; que os homens já

---

<sup>2</sup> Nem Dermeval Saviani tampouco nós, acreditamos que a revolução da sociedade será feita através da educação, mas consideramos que a educação tem um papel importante e secundário no processo revolucionário.

<sup>3</sup> Neste trabalho utilizaremos os termos emancipação popular e emancipação humana como sinônimos.

não são dominados por forças estranhas, mas que eles são – porque estão dadas as condições objetivas e subjetivas – efetivamente senhores do seu destino.

Para alcançar essa forma de sociabilidade, os indivíduos precisam se apropriar dos conhecimentos desenvolvidos ao longo da história da humanidade para que se construam como membros do gênero humano, tornando-se aptos a realizar as mudanças necessárias para um tipo de sociedade em que o trabalho associado seja a atividade humana essencial. Destarte, é nessa apropriação que localizamos a importância da educação no processo revolucionário (TONET, 2005). Como consequência, a escola precisa ter como finalidade a transmissão do saber elaborado, metódico, científico às futuras gerações. Para tanto, é necessário organizar os processos educacionais e descobrir formas adequadas para propiciar tal finalidade seja realizada.

De acordo com Saviani (2012, p. 66):

É sobre a base da questão da socialização dos meios de produção que consideramos fundamental a socialização do saber elaborado. Isso porque o saber produzido socialmente é uma força produtiva, é um meio de produção. Na sociedade capitalista, a tendência é torná-lo propriedade exclusiva da classe dominante. Não se pode levar esta tendência às últimas consequências porque isso entraria em contradição com os próprios interesses do capital.

A educação é um fenômeno próprio dos seres humanos, portanto, para compreendê-la, faz-se necessário compreender a relação homem-natureza a partir do trabalho.

Para Marx, o trabalho<sup>4</sup> é uma atividade humana essencial, pois apenas os homens podem agir de forma intencional e deliberada sobre o mundo. Com isso, queremos afirmar que o que diferencia o homem dos outros animais é o trabalho (LESSA, TONET, 2008; SAVIANI, 2012).

---

<sup>4</sup> Para Marx, “o trabalho é o processo de produção da base material da sociedade pela transformação da natureza. É, sempre, a objetivação de uma prévia-ideação e a resposta a uma necessidade concreta” (LESSA; TONET, 2008, p. 21). Ver as notas 5 e 6.

Por meio do trabalho, os homens não apenas constroem materialmente a sociedade, mas também lançam as bases para que se construam como indivíduos. A partir do trabalho, o ser humano se faz diferente da natureza, se faz um autêntico ser social, com leis de desenvolvimento distintas das leis que regem os processos naturais (LESSA, TONET, 2008, p.17).

Desse modo, todo ato de trabalho é, em primeiro lugar, a realização de uma ação (objetivação<sup>5</sup>) de alguma atividade anteriormente projetada na consciência (prévia-ideação<sup>6</sup>). “É essa capacidade de idear (isto é, de criar ideias) antes de objetivar (isto é, de construir objetiva ou materialmente) que funda, para Marx, a diferença do homem em relação à natureza, a evolução humana” (LESSA, TONET, 2008, p. 18)

Todo ato de trabalho produz uma nova situação, pois é sempre um resultado de um processo de objetivação – transformação da realidade. Da mesma forma, o indivíduo não é mais o mesmo, pois aprendeu algo ao realizar aquela ação, isto é, adquiriu novos conhecimentos e habilidades. Então, essa nova situação potencializa o aparecimento de novas necessidades e novas possibilidades, pois o resultado dessa ação pode ser utilizado para um aperfeiçoamento do objeto frente a situações adversas (necessidade), assim como o objeto pode ser utilizado para realizar outro tipo de ação (possibilidade) uma vez que o indivíduo adquiriu conhecimentos e habilidades que antes não possuía (LESSA; TONET, 2008).

Diante disto, todo ato de trabalho possui uma dimensão social, uma vez que é resultado da história passada, ou seja, é resultado da expressão do desenvolvimento anterior de toda a sociedade. Além disso, outra dimensão social do trabalho é que o objeto produzido promove alterações na situação histórica e possibilita que os novos conhecimentos adquiridos tornem-se aplicáveis a diversas situações e transformem-se em patrimônio de toda humanidade à medida que os indivíduos começam a compartilhá-los (LESSA; TONET, 2008).

---

<sup>5</sup> A objetivação é a transformação da natureza no sentido desejado pelos homens (LESSA; TONET, 2008).

<sup>6</sup> “A prévia-ideação é sempre uma resposta, entre outras possíveis, a uma necessidade concreta” (LESSA; TONET, 2008, p. 20).

O processo de produção da existência humana implica em duas categorias. A primeira é a garantia da sua subsistência material com a produção em escalas cada vez mais amplas e complexas de bens materiais. Tal processo pode ser traduzido como “trabalho material”, que é a realização de algo previamente antecipado na mente e posteriormente realizado pela ação do homem. Essa objetivação, ação realizada pelo homem, inclui aspectos de conhecimentos das propriedades do mundo real (ciência, arte, filosofia), de valorização (ética) e de simbolização (arte e linguagem). Na medida em que esses aspectos são objetivos de preocupação explícita e direta, outra categoria do processo de produção aparece, o “trabalho não material”, que é a produção de ideias, conceitos, valores, símbolos, hábitos, atitudes, habilidades, na qual a educação está situada. Portanto, é a partir do trabalho que construímos um mundo humano, humanizando o homem e a natureza (SAVIANI, 2012).

Para a PHC, a escola é uma instituição cujo papel consiste na socialização do saber sistematizado. Com isso as atividades educacionais devem ser organizadas para propiciar a aquisição dos instrumentos que possibilitam o acesso ao saber elaborado (ciência, arte, filosofia, linguagem, ética). O papel de transformação social reivindicado pela PHC destaca a valorização do espaço escolar como o local de apropriação do conhecimento clássico, conhecimento construído ao longo da história. Tendo em vista que é através da apropriação da cultura erudita que o marginalizado dominará os saberes e os mecanismos de controle do dominador, isto é, a partir da tomada de consciência das classes que a educação assume seu papel transformador. Nas palavras de Saviani, “o dominado não se liberta se ele não vier a dominar aquilo que os dominantes dominam. Então, dominar o que os dominantes dominam é condição de libertação” (SAVIANI, 2009, p. 51).

No entanto, tem-se consciência das dificuldades encontradas ao longo do caminho e na relação dialética entre a educação e a sociedade é que situamos a educação como processo secundário na transformação da sociedade.

A pedagogia revolucionária é crítica. E, por ser crítica, sabe-se condicionada. Longe de entender a educação como determinante principal das transformações sociais, reconhece

ser ela elemento secundário e determinado. Entretanto, longe de pensar, como faz a concepção crítico-reprodutivista, que a educação é determinada unidirecionalmente pela estrutura social dissolvendo-se a sua especificidade, entende que a educação se relaciona dialeticamente com a sociedade. Nesse sentido, ainda que um elemento determinado, não deixa de influenciar o elemento determinante. Ainda que secundário, nem por isso deixa de ser instrumento importante e por vezes decisivo no processo de transformação da sociedade (SAVIANI, 2009, p. 59).

Na sociedade capitalista, o trabalho - categoria fundante do ser social, para Marx - tem outro sentido. O homem tem seu trabalho expropriado, vendido e comprado, ou seja, o trabalho torna-se algo contrário ao homem, algo que o oprime e o escraviza. Portanto, não se pode libertar o homem da condição de alienação apenas pela libertação de sua consciência (via educacional), mas sim pela práxis revolucionária (mudança da base social), que é a fusão entre pensamento e ação, teoria e prática, filosofia e revolução: “a práxis é justamente essa fusão da teoria que se limitava à interpretação e que agora fundamenta a prática social, sendo essa a medida ou critério para a teoria e prática se refazerem continuamente.” (SANTOS, 2005, p.21)

Segundo Marx, a teoria deve desenvolver uma interpretação adequada do mundo antes de modificá-lo, mas para transformar o real é necessária uma modificação na consciência dos indivíduos. O trabalhador precisa sair da condição de objeto, na produção capitalista, e se tornar sujeito (SARUP, 1986 apud SANTOS, 2005). Portanto, é na transformação dessa consciência “que situamos a escola e a atividade do professor histórico-crítico.” (SANTOS, 2005, p.22)

Nesse processo de transformação da consciência dos indivíduos é que compreendemos que o papel do professor é de grande importância, uma vez que a tomada de consciência está relacionada com o processo de desenvolvimento das funções psíquicas superiores<sup>7</sup>, e este depende da qualidade das mediações que são disponibilizadas para os indivíduos. Para

---

<sup>7</sup> (Atenção voluntária, memória voluntária e etc)

tanto, se a função da escola é transmitir às novas gerações os conhecimentos desenvolvidos pela humanidade ao longo do tempo, professores e professoras precisam planejar e orientar suas atividades docentes a fim de alcançar tais objetivos.

A PHC tem como premissa o ensino no contexto dialético. Para tanto, é necessário construir com o aluno as relações e mediações que levaram ao estabelecimento do real (sociedade atual), assim como mostrar a possibilidade de alterar o existente (superação da sociedade capitalista), uma vez que a sociedade não é algo imutável. Portanto, “trata-se da dialética como meio de apropriação do real, método capaz de dar conta do verdadeiro movimento social, econômico e político da vida humana.” (SANTOS, 2005, p. 30)

A fundamentação teórica do método proposto por Saviani está relacionada com o método materialista histórico-dialético e possui cinco momentos que estruturam o trabalho pedagógico: parte da realidade, reconhece que existe aspectos contraditórios que compõem esta realidade, os analisa a partir de uma fundamentação teórica, e por fim, retorna à realidade com uma alteração qualitativa por meio de uma síntese (MARTINS, 2013; MORADILLO; MASSENA; MESSEDER NETO, 2017).

É na relação entre sociedade e escola que o método de ensino utilizado pela PHC tem como ponto de partida a prática social (realidade) e que retornemos a ela com uma alteração qualitativa gerada pela instrumentalização (fundamentação teórica) e catarse (síntese). Nesse processo, faz-se também necessário alcançar avanços quantitativos, pois cada aluno que avança criticamente torna-se um elemento na superação do estado alienado e infeliz do homem (SANTOS, 2005; SAVIANI, 2009). Tendo em vista a apropriação das leis da dialética “é necessário que o aluno construa sínteses, que apreenda o processo pelo qual pode apropriar-se do real, entender seu mundo e seus mecanismos.” (SANTOS, 2005, p.30)

A saber, os momentos que estruturam a PHC são: a prática social como ponto de partida; a problematização a partir dos aspectos contraditórios desta realidade; a instrumentalização para a apropriação dos conhecimentos

científicos; a catarse como momento de síntese; e o retorno à prática social (SANTOS, 2005; SAVIANI, 2009; PINHEIRO, 2016; LAVOURA; MARTINS, 2017).

Esses momentos devem nortear o trabalho pedagógico, mas é importante lembrar que tais momentos não são exclusivamente procedimentos didáticos (PINHEIRO, 2016). Esse conjunto de ações destaca a natureza histórico-social da educação escolar. Portanto,

Seu cunho é filosófico e não procedimental, isto é, o que está em questão, a rigor, é o trabalho pedagógico como uma das formas de expressão da prática social, na base da qual residem as relações sociais de produção que geram, além de “coisas”, a própria subjetividade humana como intersubjetividade (MARTINS, 2013, p. 290).

O primeiro momento é a prática social, trata-se da primeira leitura da realidade, é a sociedade capitalista na qual estamos inseridos, uma sociedade de classes baseada na expropriação do trabalho da classe dominada. Neste momento, professor e aluno estão em níveis diferentes de compreensão da realidade. O professor tem uma compreensão mais elaborada dos conceitos científicos que os estudantes. Portanto, apresenta uma compreensão sintética dos conceitos com a experiência que detém. Porém, essa síntese é precária, uma vez que por mais articulada que seja sua prática pedagógica, seu planejamento requer uma antecipação das possibilidades em sala de aula. Uma vez que ele só pode conhecer o nível de compreensão dos alunos no ponto de partida, por isso, de forma precária, por outro lado, a compreensão dos alunos é sincrética, pois sua própria condição de aluno, neste momento, impossibilita a articulação da experiência pedagógica na prática social de que participam (GASPARIN, 2005; SAVIANI, 2009; PINHEIRO, 2016). Neste momento, o domínio dos conceitos espontâneos é relevante, porém, ao final do processo, é esperado que tais domínios sejam superados pelos conceitos científicos (MARTINS, 2013).

O segundo momento é a problematização, momento em que os problemas postos pela prática social serão identificados. “Trata-se de detectar

que questões precisam ser resolvidas no âmbito da prática social e, em consequência, que conhecimento é necessário dominar.” (SAVIANI, 2009, p. 64). Neste momento, é necessário questionar o conteúdo selecionado e demonstrar sua relevância para os alunos, tendo em vista que a apropriação dos conhecimentos científicos é também condição de humanização dos indivíduos.

O terceiro momento diz respeito à instrumentalização, ou seja, é a apropriação dos instrumentos teóricos e práticos necessários para resolução dos problemas identificados na prática social. Desse modo,

como tais instrumentos são produzidos socialmente e preservados historicamente, a sua apropriação pelos alunos está na dependência de sua transmissão direta ou indireta por parte do professor. Digo transmissão direta ou indireta porque o professor tanto pode transmiti-los diretamente como indicar os meios pelos quais a transmissão venha a se efetivar (SAVIANI, 2009, p.64).

As ações dos educandos e educadores, neste momento, estão voltadas para a elaboração interpessoal da apropriação dos conceitos. O professor apresenta de forma sistemática o conteúdo e o aluno, através de sua ação, busca se apropriar de tais conhecimentos. Nesse processo, a apropriação por parte dos alunos só é significativa, quando os educandos apreendem o objeto do conhecimento em suas múltiplas relações e determinações numerosas. A apropriação de tais conceitos acontece de maneira concomitante, a partir da continuidade e ruptura entre o conhecimento espontâneo e científico. Portanto,

a aquisição dos conhecimentos mais desenvolvidos no campo das ciências, das artes e da filosofia, tanto por parte dos professores quanto dos alunos, é fundamental para a formação de uma concepção de mundo que torne possível a compreensão de questões ontológicas fundamentais...” (LAVOURA; MARTINS, 2017, p. 534)

O quarto momento é a catarse, entendida na concepção gramsciana de “elaboração superior da estrutura em superestrutura na consciência dos homens” (GRAMSCI, 1987 apud SAVIANI, 2009, p.64). É neste momento que devem aparecer os primeiros indícios de apropriação dos instrumentos culturais necessários para a transformação social. É o momento de síntese a

partir da apropriação dos conceitos, isto é, de “...novas estruturas de generalização, tendo em vista atingir sua forma mais completa e complexa representada pelo pensamento abstrato, apto à captação dos fenômenos por meio de um sistema de conceitos”. (LAVOURA; MARTINS, 2017, p. 538)

O quinto momento é o retorno à prática social. O estudante deve apresentar um nível de elaboração do conhecimento em caráter sintético, visto que a compreensão da prática social passa por uma alteração qualitativa (SAVIANI, 2009). Dessa forma, após a instrumentalização, que é a apropriação dos conhecimentos científicos produzidos historicamente, os estudantes deverão sintetizá-los na catarse e incorporá-los na prática social. Assim é que

a prática social referida no ponto de partida (primeiro passo) e no ponto de chegada (quinto passo) é e não é a mesma. É a mesma, uma vez que é ela própria que constitui ao mesmo tempo o suporte e o contexto, o pressuposto e o alvo, o fundamento e a finalidade da prática pedagógica. E não é a mesma, se considerarmos que o modo de nos situarmos em seu interior se alterou qualitativamente pela mediação da ação pedagógica. (SAVIANI, 2009, p. 65).

Ao longo desse processo, professor e estudante, modificam qualitativamente suas concepções sobre o conteúdo de que se apropriaram, apresentando um estágio de maior compreensão científica da realidade. “Neste ponto de chegada, tanto o professor quanto o estudante são novos sujeitos no ponto de vista epistemológico” (ANUNCIAÇÃO, 2012, p. 34). É importante salientar que mesmo havendo a apropriação dos conceitos científicos no retorno à prática social, o senso comum, carregado de conceitos espontâneos, ainda continua presente tanto na racionalidade do estudante quanto na do educador.

Desta forma, o conjunto de ações para a realização do processo educativo proposto por Saviani (2009) mantém presente a relação sociedade e escola, a partir da tensão dialética entre saber elaborado/conceito científico e senso comum/conceito espontâneo, tendo em vista a apropriação dos conceitos científicos como balizador do desenvolvimento do pensamento

conceitual dos indivíduos. A seguir, apresentaremos os fundamentos que corroboram esta premissa.

### 2.3- Alguns aspectos da Psicologia Histórico-Cultural (PsiHC)

Assim como a PHC, a Psicologia Histórico-Cultural tem como pressuposto filosófico o materialismo histórico-dialético. Vigotski e colaboradores dedicaram seus estudos para desenvolver uma teoria do desenvolvimento humano que estivesse de acordo com tal filosofia. Tendo em vista as diversas contribuições desta teoria, apresentaremos apenas àquelas que julgamos primordiais para a nossa pesquisa.

Na obra *A construção do pensamento e da linguagem* (VIGOTSKI, 2000), o autor apontou as diversas falhas da psicologia tradicional acerca do pensamento e da linguagem, em especial acerca da relação do pensamento com a palavra. Este autor propõe um método de análise diferente da psicologia tradicional para o pensamento e a linguagem, o qual consiste em decompor a totalidade em unidades (partes) representativas. Neste processo, tem-se a palavra como unidade do pensamento e da linguagem.

A utilização e apropriação da palavra em diversas situações são de grande importância no processo de apropriação e desenvolvimento dos estudantes e são indícios da formação de conceitos.

A formação de conceitos, proposta por este autor, possui três níveis de desenvolvimento para o pensamento: o sincrético, o dos complexos e o conceitual. Esses níveis estão relacionados com a idade (base biológica) e a interação do indivíduo com o real (base social ou cultural). Para tanto, tal processo de desenvolvimento está intimamente articulado a uma série de funções psicológicas interfuncionais que devem ser modificadas: as funções psicológicas elementares (aquelas que estão relacionadas com a base biológica), que são (trans)formadas em funções psicológicas superiores

(aquelas que estão relacionadas a base social ou cultural) a exemplo da atenção voluntária, da memória lógica, da comparação, generalização, abstração etc” (MARTINS, 2013, p. 280).

Diante de processos tão complexos, a atividade escolar que vise tal desenvolvimento não pode ser simples, uma vez que a qualidade das mediações professor-estudante é de fundamental importância no processo de apropriação dos conceitos científico pelos estudantes. Portanto, quanto mais complexa e rica for a apropriação dos sujeitos sobre as objetivações humanas (material e/ ou teórica), maior será a sua chance de alcançar as potencialidades máximas das funções psicológicas superiores.

Destarte, o signo (expressão + conteúdo) tem papel fundamental no desenvolvimento do pensamento (elevação das potencialidades das funções psicológicas superiores), pois:

o conceito é impossível sem palavras, o pensamento em conceitos é impossível fora do pensamento verbal; em todo esse processo, o momento central, que tem todos os fundamentos para ser considerado causa decorrente do amadurecimento de conceitos, é o emprego específico da palavra, o emprego funcional do signo como meio de formação de conceitos” (VIGOTSKI, 2000, p. 170).

As qualidades das mediações estão relacionadas com o emprego dos signos pelos indivíduos, uma que o signo “opera como um estímulo de segunda ordem que, retroagindo sobre as funções psíquicas, transforma suas expressões espontâneas em expressões volitivas” (MARTINS, 2013, p. 133).

O processo de formação dos conceitos pode acontecer em duas vias: formação dos conceitos espontâneos e a dos conceitos científicos. Os conceitos espontâneos são aqueles que os indivíduos aprendem com a vivência em sociedade (social/cultural) de forma não sistematizada. Por outro lado, os conceitos científicos (escolares) requerem uma série de atividades cognitivas que mobilizam o desenvolvimento do pensamento. Portanto:

O fundamental na aprendizagem é justamente o fato de que a criança aprende o novo. Por isso a zona de desenvolvimento imediato, que determina esse campo das transições acessíveis à criança, é a que representa o momento mais determinante na

relação da aprendizagem com o desenvolvimento (VIGOTSKI, 2000, p. 331).

A zona de desenvolvimento imediato ou iminente pode ser compreendida como uma zona em que o indivíduo se encontra na iminência de se apropriar de algum conceito com a colaboração de alguém mais experiente, logo, refere-se às funções psicológicas que estão por se desenvolver. Ou seja:

tais conexões ainda não estão asseguradas,... eis o “espaço” de atuação do ensino. É nesse sentido que essa área se institui como iminência de aprendizagem e desenvolvimento, como algo que está pendente, inacabado, mas em vias de acontecer (MARTINS, 2013, p. 287).

Então, o trabalho pedagógico deve ser elaborado tendo como objetivo o fortalecimento dos elementos que podem propiciar os avanços na zona de desenvolvimento iminente. Para tanto, é necessário que o indivíduo compreenda as relações que envolvem tais conceitos, ou seja, generalizações, abstrações, sistematizações e hierarquizações. O professor deve estimular a mobilização de tais funções, por exemplo atenção arbitrária, memórias arbitrárias e etc, através de atividades problematizadoras que coloquem o pensamento em curso.

Apesar da diferença entre os conceitos espontâneos e os científicos, isto não quer dizer que os conceitos espontâneos não podem servir de base para o desenvolvimento dos conceitos científicos, pois os desenvolvimentos de tais conceitos convergem do mesmo processo: a formação de conceitos. Porém as condições internas e externas que se realizam são distintas, assim como são distintas as formas de expressão do pensamento em curso (MARTINS, 2013). Portanto, a assimilação do sistema de conceitos científicos pressupõe uma “... relação mediata com o mundo dos objetos, senão através de outros conceitos anteriormente elaborados” (VIGOTSKI, 2000, p.269). Contudo, a formação do conceito científico requer sistematização e orientação de um indivíduo mais capacitado, no nosso caso, um professor. Tal processo dificilmente ocorrerá sem intencionalidade de outrem. Diante disto é que afirmamos a importância da

educação escolar – ensino dos conhecimentos científicos – no processo de desenvolvimento do pensamento.

O pensamento conceitual consciente requer que o indivíduo estabeleça com o objeto em estudo: intencionalidade, sistematização e verbalização, pois, a “generalização significa ao mesmo tempo tomada de consciência e sistematização de conceitos” (VIGOSTKI, 2000, p.292). O desenvolvimento da capacidade de análise a partir do processo de generalização e abstração é “a maior conquista promovida pela apropriação dos conceitos científicos” (MARTINS, 2013, p.284). Dessa forma, o início da tomada de consciência de quaisquer fenômenos se relaciona com a apropriação dos conceitos científicos.

A apropriação dos conceitos – em especial os conceitos científicos, visto que requer sistematização, generalização, abstração – gera o desenvolvimento das funções psíquicas superiores e este processo, que é resultante da síntese de múltiplas determinações, propicia o desenvolvimento humano, isto é, o processo de humanização dos indivíduos (MARTINS, 2013).

Destarte, defendemos que o conjunto de ações propostas pela PHC pode possibilitar o processo de desenvolvimento das funções psicológicas, uma vez que compreendemos que para ensinar um conceito é necessário demonstrar a rede conceitual (sistematização) em que o conceito está inserido.

#### 2.4- Aspectos sócio-histórico para o ensino de eletroquímica

O termo abordagem contextual foi cunhado por Michael Matthews (1995) para determinar uma abordagem da educação em ciências amparada pela história e pela filosofia das ciências. Amparar o ensino de ciências a partir de aspectos históricos e filosóficos é, além de ensinar ciências, ensinar sobre a ciência. Para nós, além dos aspectos históricos e filosóficos, é necessário incluir a discussão sobre a atividade científica, sua complexidade, seu desenvolvimento a partir do contexto sócio-histórico, ético, filosófico, econômico, político, cultural e etc.

A relevância da inclusão da história e da filosofia no ensino de ciências é amplamente defendida na literatura (MATHEWS, 1995; FREIRE JR., 2002; MARTINS, 2007; OKI; MORADILLO, 2008; PORTO, 2010; MORADILLO, 2010). A seguir, citaremos algumas vantagens da abordagem contextual para o ensino de ciências:

- Maior compreensão da natureza do conhecimento científico;
- Humanização da ciência;
- Promove mudança na visão da ciência como um processo e não apenas como produto.
- Demonstra problemas internos à comunidade científica explicitando a importância dos debates científicos;
- Auxilia na compreensão do caráter dinâmico do conhecimento científico e a importância do papel da comunidade científica para os processos de obtenção e validação dos resultados empíricos;
- Ajuda a compreender a articulação de episódios em determinados períodos da história, evidenciando a contextualização das descobertas científicas.

Portanto, as vantagens supracitadas podem contribuir de maneira positiva para o ensino de ciências, uma vez que contribuem para a apropriação dos conteúdos, pois mostram elementos sobre a dinâmica na construção/produção do conhecimento, as contradições em seu desenvolvimento e as rupturas e continuidades. Além disso, a abordagem sócio-histórica auxilia na superação da fragmentação do real, pois considera a ciência como um complexo<sup>8</sup> da sociedade e por isso deve ser compreendida a partir da base material.

A abordagem sócio-histórica dos conceitos científicos viabiliza uma base consistente para o ensino de ciências, uma vez que a interação dialética entre estrutura (base material) e superestrutura (base ideológica) possibilita uma apropriação do real em suas múltiplas determinações pelos indivíduos, assim como possibilita a capacidade de influenciar e alterar o real. Portanto, advogamos por uma educação que cumpra com o seu papel: transmitir às novas gerações o conhecimento clássico desenvolvido pela humanidade ao longo do tempo, e uma relação entre ciência, educação e sociedade que possibilite a transformação do real. Sendo assim, a história que deve ser contemplada nessa pedagogia é a das lutas e das demandas socioeconômicas que levaram os homens de ciências a trabalhar determinados temas, ou seja, é necessário não somente reconstruir os conceitos, mas também as lutas sociais por trás desses temas. “Ao mergulharmos profundamente na história, alcançamos as contradições do real, os fatores que realmente determinaram as mudanças sociais e históricas e que construíram a ciência hoje.” (SANTOS, 2005, p.57).

Além da relevância dos aspectos históricos e filosóficos da produção do conhecimento científico para o ensino de ciências (MATTHEWS, 1995; FREIRE, JR., 2002; OKI; MORADILLO, 2008; MORADILLO, 2010), julgamos também necessário apresentar as relações existentes entre o desenvolvimento da ciência e os aspectos socioeconômicos.

---

<sup>8</sup> Trata-se de selecionar um tema fundamental que possua um valor real, e que depois possa ser associado sucessivamente aos temas dos outros complexos. O estudo de complexos só tem sentido na medida em que eles representam uma série de elos numa corrente, conduzindo à compreensão da realidade atual (PISTRAK, 2006, p. 14).

A história do desenvolvimento e consolidação da eletroquímica como conceito científico está intimamente relacionada com as necessidades humanas. Os homens, a fim de atender suas necessidades, transformaram a natureza criando objetos e desenvolvendo o conhecimento.

Dentro de uma perspectiva histórica, podemos dizer que o homem, ao longo do seu processo evolutivo, em um determinado momento, observou a natureza elétrica da matéria. Tales de Mileto (625-550 a.C.), a partir de experiências com o âmbar, percebeu que friccionando pedaços de âmbar em tecidos de seda, o âmbar atraía fragmentos de palha. Naquela época, pouco se conhecia sobre os fenômenos elétricos e as explicações para tais fenômenos eram baseadas em narrativas míticas ou forças sobrenaturais (OKI, 2000).

Durante muito tempo o fenômeno da eletricidade foi considerado como sendo de pouca relevância e não houve um aprofundamento nos estudos sobre a natureza elétrica da matéria. Somente no século XVI, tem-se um estudo de maior relevância sobre a eletricidade com o trabalho do físico inglês William Gilbert (1540-1603), que identificou o comportamento semelhante ao âmbar em materiais feitos de vidro e de enxofre. Para Gilbert,

a eletrização dos corpos resultava da liberação de um “effluvium material”<sup>9</sup> em consequência do aquecimento provocado pelo atrito. Para descrever suas observações, ele usou a denominação “elétricos” para os que se comportavam como o âmbar, diferenciando-os de outros “não-elétricos” como os metais. (OKI, 2000, p. 34-35)

Na sociedade feudal, em especial na primeira metade da Idade Média, a riqueza de uma pessoa era baseada na quantidade de terra. As relações sociais eram fundamentadas em dois tipos: o primeiro, na relação de vassalagem, através do qual acontecia o modo de apropriação da terra; e o segundo, na relação servil, em que o trabalhador possuía seus próprios instrumentos de produção e dele o senhor extraía um excedente de trabalho (ANDERY et al, 2002; NETO, 2009). Nesse período, as trocas de produtos

---

<sup>9</sup>Effluviu ou eflúvio significa emanação sutil que exala dos corpos organizados (OKI, 2000, p. 37).

praticamente não existiam e quando aconteciam, era dentro do próprio feudo e sem envolver dinheiro.

Na segunda metade da Idade Média, a situação começa a se modificar. Há um aumento na produção (excedente) agrícola e artesanal e a possibilidade de troca. Estes fatores contribuem para a ativação do comércio e tem como consequência a expansão marítima e territorial. Outra consequência é a libertação dos servos, uma vez que os custos referentes para manter os servos sobre a proteção dos senhores feudais não eram mais tão interessantes. Além disso, “o trabalho livre era mais produtivo para os senhores que o trabalho servil” (ANDERY et al, 2002, p. 160). No final do século XV, a expansão marítima e o sistema colonial geraram muitas riquezas, resultando em um maior desenvolvimento do comércio. As colônias passaram a constituir mercados consumidores das manufaturas metropolitanas e serem fontes de matéria-prima, por exemplo, metais preciosos, tais fatores contribuíram para o desenvolvimento do mercantilismo.

Os séculos XV, XVI e XVII são caracterizados como o período de transição entre o sistema feudal para o sistema capitalista. Na Europa, “a descentralização feudal é gradualmente substituída pela formação de estados nacionais e pela centralização do poder, com a formação das monarquias absolutas” (ANDERY et al, 2002, p. 157-158). Este período é também marcado pelo aumento das grandes navegações, expansão de territórios (colônias na América, na África e na Ásia), o renascimento do comércio e o crescimento das cidades.

O aumento do comércio proporcionou uma maior troca de experiência entre os povos de diferentes regiões. Com isso, houve um aumento na criação e inovação de ferramentas, bem como nas técnicas utilizadas na produção. Tem-se como resultado desse processo as inovações tecnológicas, assim como variados conhecimentos acerca da química, física, matemática, ótica, astronomia e etc. Grandes navegações eram realizadas, conquista e colonização de territórios, o conhecimento do mundo se ampliava, todos esses

fatores são fundamentais para compreender como o capital se concentrou nas mãos de poucos (ANDERY et al, 2002; ABREU; MORADILLO, 2012).

A burguesia emergente financiando e desenvolvendo cada vez mais o mercado mundial, o aumento da população nas grandes cidades, a organização dos artesãos de forma a aumentar sua produtividade, são elementos que, na sociedade capitalista, serão essenciais. Contudo essa evolução técnica não foi “natural”, inexorável, e não se deu sem graves conflitos. Muita violência no campo e nas cidades e luta pela tomada do poder, caracterizando as mudanças que marcam a passagem do sistema feudal ao sistema capitalista, com a burguesia sendo a classe revolucionária. Portanto, “o início da indústria moderna foi possível graças à presença de duas condições: a existência de capital acumulado e a existência de uma classe trabalhadora livre e sem propriedade” (ANDERY et al, 2002, p. 165).

O sistema capitalista tem como fundamento a propriedade privada, a divisão social do trabalho e a expropriação do trabalho alheio. O trabalhador vende sua força de trabalho para o capitalista, que é o dono dos meios de produção (matéria-prima, ferramentas etc), em troca de um salário para transformar a matéria-prima em produto.

A expansão do mercado e o sistema de corporações de artesãos não eram compatíveis com as crescentes exigências do comércio. Portanto, era necessário superar a subordinação da esfera produtiva ao capital mercantil. Nesse sistema, o artesão participava ativamente de toda a produção de bens materiais.

...o mestre artesão era cinco pessoas numa só: à medida que comprava matéria-prima, era um negociante ou mercador; quando trabalhava essa matéria-prima, era um fabricante; se tinha aprendizes, era empregador; enquanto supervisionava o trabalho desses aprendizes, era capataz; e, à medida que vendia ao consumidor o produto acabado, era um comerciante lojista (ANDERY et al, 2002, p. 171).

Com o surgimento do intermediário, o capitalista, as funções de negociante e comerciante lojista foram subtraídas do artesão. Portanto, o artesão não comprava mais a matéria-prima nem vendia ao consumidor o

produto acabado, tais funções eram realizadas pelo intermediário, que geralmente era um ex-artesão ou ex-camponês rico. Este novo sistema de produção é denominado de sistema doméstico. Então, o capitalista passou a ter importante papel neste sistema, pois o produto que era vendido no mercado com lucro, não pertencia mais ao artesão e sim, ao capitalista. O sistema doméstico é marcado por “uma reorganização da produção, uma modificação na forma de negociação das mercadorias” (ANDERY et al, 2002, p. 172).

A crescente expansão do comércio e o aumento dos trabalhadores sem propriedade foram decisivos para o surgimento de um novo sistema de produção, o sistema de manufatura.

O sistema de manufatura implica a reunião de um número relativamente grande de trabalhadores sob um mesmo teto, empregados pelo proprietário dos meios de produção, executando um trabalho coordenado, num mesmo processo produtivo ou em processos de produção que, embora diferentes, são encadeados, com auxílio de um plano. Nesse sistema, portanto, os trabalhadores perdem os meios de produção, que passam a ser de propriedade do capitalista, e passam a trabalhar em troca de um salário, vendendo sua força de trabalho. O proprietário dos meios de produção não realiza o trabalho manual; exerce apenas a função de orientar e vigiar a atividade de outros indivíduos, de cujo trabalho vive (ANDERY et al, 2002, p. 172).

A divisão do trabalho tem como consequências: um aumento na produção e, conseqüentemente, uma maior valorização do capital, uma vez que o tempo de produção das mercadorias é reduzido; uma precarização do trabalhador, pois, como as tarefas são parceladas (cada indivíduo é responsável por uma parte na produção), não era necessário que o trabalhador tivesse uma qualificação ampla. Contudo, o tempo de produção de uma mercadoria ainda era subordinado à habilidade e rapidez deste trabalhador. Desse modo, tais consequências foram os principais entraves para o desenvolvimento do capital.

Como consequência dessas limitações, a manufatura não conseguiu eliminar o artesanato e o sistema doméstico, e teve de coexistir com eles em determinados setores da produção, contribuindo inclusive para fortalecê-los, na medida em que os instrumentos de produção empregados pela manufatura eram produzidos de forma artesanal (ANDERY et al, 2002, p. 173).

Posteriormente, com a inserção das máquinas na produção, intensifica-se a desqualificação do trabalhador, uma vez que este não precisa de uma longa aprendizagem para supervisionar o trabalho da máquina. Por outro lado, há um aumento na produção, pois a força motriz humana é substituída por novas fontes de energia (vapor, gás e eletricidade). Portanto, no sistema fabril:

...o trabalhador perde o controle do processo de trabalho. É ele quem se adapta ao processo de produção (e não mais o contrário, como acontecia na manufatura). A máquina determina o ritmo do trabalho e é responsável pela qualidade do produto. Também a quantidade de produtos e o tempo de trabalho necessário à elaboração de um produto deixam de ser determinados pelo trabalhador (ANDERY et al, 2002, p. 174).

No período de transição para o capitalismo, o surgimento e ascensão da burguesia e a possibilidade de aumento na produção impulsionaram o desenvolvimento e o progresso da ciência, ou seja, “na maior parte do período de transição, as inovações técnicas ocorreram em função de necessidades práticas e não como decorrência do desenvolvimento científico” (idem, p. 175).

Podemos dizer que o capital, influenciou não somente a esfera política, mas todas as esferas sociais, inclusive a ciência. A burguesia vai guiando a produção com intuito em aumentar seus interesses, “os cientistas vão utilizar de todos os processos empíricos já conhecidos até o momento, de forma a sistematizar e organizar o conhecimento fazendo com que a ciência interfira na produção de forma a avançá-la” (ABREU; MORADILLO, 2012, p. 7).

Na nova concepção de mundo, o homem burguês passa a ser a preocupação central. Cada vez mais, as relações deus-homem são substituídas pelas relações entre o homem e a natureza. As crescentes necessidades práticas, geradas pela ascensão da burguesia, aliadas ao desenvolvimento da crença na capacidade do conhecimento para transformar a realidade, foram responsáveis pelo interesse no desenvolvimento técnico (ANDERY et al, 2002). Portanto, a modernidade trará uma nova concepção de homem e natureza; uma nova forma de produzir bens; uma nova forma de

produzir valores; e uma nova forma de produzir conhecimento (MORADILLO, 2010).

Os séculos XVII e XVIII, período de transição do feudalismo para o capitalismo, foram de grande importância para o desenvolvimento da ciência e, no nosso caso, da eletroquímica. Este período também marcou a intensificação dos estudos e experimentos sobre a natureza da eletricidade.

No século XVII, o estudo do físico alemão Otto von Guericke (1602-1686) sobre a eletricidade resultou na invenção da primeira máquina ou geradores eletrostáticos para produzir eletricidade. Estas máquinas foram utilizadas para produzir cargas elétricas na forma de centelhas, possibilitando a utilização da eletricidade (estática) em variados experimentos. No século XVIII, Stephen Gray (1666-1736) descobriu o fenômeno da condução elétrica e classificou os corpos em: condutores de eletricidade e não-condutores ou isolantes, e o físico Charles François de Cisternay Du Fay (1692-1739), classificou a eletricidade em dois tipos: resinosa e vítrea<sup>10</sup>, levando em conta a natureza do material atritado. “As pesquisas de Du fay levaram à formulação da teoria dos dois fluidos que considerava como neutra a matéria formada por iguais quantidades dos fluidos vítreo e resinoso” (OKI, 2000, p. 35). Discordando dessa teoria, o cientista americano Benjamin Franklin (1706-1790) propôs outra teoria para a explicação do fluido único: um corpo não eletrificado deveria possuir uma quantidade normal de fluido elétrico.

De acordo com Oki (2000, p. 35),

Este período é fortemente influenciado pelo pensamento cartesiano e mecanicista, o que explica as propostas de generalização de modelos mecânicos para interpretação de fenômenos físicos. Numerosos conceitos de eletricidade foram formulados tendo como base a filosofia mecânico-corpúscular. As concepções de “fluidos sutis” foram muito utilizadas e a eletricidade era concebida como uma espécie de fluido invisível e sem peso, que podia passar de um corpo para outro.

---

<sup>10</sup> Eletricidade resinosa era atraída por outros portadores de eletricidade vítrea, enquanto corpos que possuíam um mesmo tipo de eletricidade se repeliavam quando aproximados (OKI, 2000).

Os estudos sobre o fenômeno da condução elétrica foram estimulados com as teorias que consideravam a eletricidade como um fluido capaz de circular entre os condutores. Além disso, a ideia dos fluidos imponderáveis foi utilizada para explicar fenômenos como o calor, a luz, magnetismo etc.

Na metade do século XVIII, alguns cientistas consideravam que a eletricidade tinha uma natureza material, daí muitas foram as tentativas de engarrafar o fluido elétrico. Para tanto, começaram a utilizar capacitores primitivos ou garrafas de Leyden para armazenar a eletricidade gerada por atrito. Além disso, as centelhas elétricas foram utilizadas para produzir reações químicas, como exemplo, tem-se “a síntese da água realizada pelo químico inglês Henry Cavendish (1731-1810) através da combinação dos gases hidrogênio e oxigênio após a passagem da centelha na mistura de reação” (OKI, 2000, p. 36). Apesar dos avanços experimentais com a utilização da eletricidade, algumas dificuldades permaneciam: a utilização de cargas elétricas em movimento por um longo período ainda era um grande desafio da época.

Os estudos pioneiros no campo da eletrofisiologia desenvolvidos pelo médico Luigi Galvani (1737-1798), a fim de encontrar uma relação entre a eletricidade e os organismos vivos, começam a apontar para um novo rumo sobre o problema das cargas elétricas em movimento. A partir de suas pesquisas, Galvani observou que descargas elétricas ocasionavam contrações musculares em rãs mortas.

O contato do animal com metais diferentes promovia o fechamento de um circuito de natureza elétrica, ocasionando a contração muscular. Galvani explicou os fenômenos observados usando um novo tipo de fluido invisível chamado eletricidade animal, considerando que a eletricidade era gerada nos tecidos do animal e que os metais atuavam apenas como condutores. (OKI, 2000, p. 26)

No ano de 1792, Volta repetiu a experiência de Galvani e propôs outra explicação para a origem da eletricidade. Volta começou a considerar a

possibilidade de que a eletricidade tivesse uma origem externa ao animal e decorresse da diferença dos metais usados; a rã reagiria a essa eletricidade metálica, como reagia a outras formas de eletricidade artificial externa.

Este pesquisador reconheceu que o animal morto agia meramente como condutor, mas de modo equivocado, achava que a eletricidade gerada era devido ao contato entre dois metais diferentes, propondo a “teoria da eletricidade por contato”, que foi aceita por muitos anos em virtude do prestígio que gozava o seu autor no meio científico (OKI, 2000, p. 36).

Em seus experimentos, empilhou discos de metais diferentes separados por pedaço de papel úmido ou em solução salgada e obtendo uma corrente elétrica.

...mesmo desconhecendo o papel que a água salgada desempenhava no experimento, estabeleceu evidências para a existência da eletricidade metálica através da construção da “pilha” voltaica. (OKI, 2000, p. 36)

Esse artefato construído por Volta, foi o primeiro gerador eletroquímico e era capaz de produzir uma corrente elétrica contínua. A intensidade dessa corrente variava com a natureza do metal utilizado, assim como com o tamanho e o número de chapas metálicas empilhadas. Porém, a compreensão do que acontecia neste equipamento só surgiu muito tempo depois: “estava ocorrendo uma reação química e que a energia liberada quando o processo químico acontecia se manifestava na forma de corrente elétrica” (OKI, 2000, p. 36).

Apesar das diferentes conclusões da origem da eletricidade, tanto Galvani quanto Volta, continuaram suas pesquisas a fim de obter resultados experimentais que comprovassem suas conclusões, chegando a prevalecer a ideia de Volta, como se pode encontrar neste artigo:

finalmente, considerando a presença de fluidos animais nos experimentos de Galvani, Volta empilhou seus pares de discos metálicos separados por um pedaço de papelão umedecido com água ou, melhor ainda, com solução salina. Notou, então, que as tensões elétricas se somavam; estava inventada a pilha elétrica (TOLENTINO, ROCHA-FILHO, 2000).

Após a publicação dos resultados de Volta sobre a pilha elétrica, vários cientistas começaram a utilizar a eletricidade como um novo meio de estudar a matéria. A decomposição da água, o aprimoramento de um novo método: eletrólise; a obtenção de diversos metais que ainda não tinham sido isolados, o sódio e o potássio em 1807; e cálcio, bário e estrôncio em 1808. Embora os estudos sobre eletricidade tivessem despertado o interesse de diversos cientistas, a natureza da eletricidade ainda era desconhecida (MARTINS, 2001; OKI, 2000).

Na transição do sistema feudal para o sistema capitalista, principalmente no ocidente, a classe dominante (burguesia) de forma revolucionária negou o modo de reprodução da vida baseado no modo de produção feudal e, para isso, alterou de forma profunda as formas de produzir conhecimento (novas bases ontológicas/epistemológicas vão eclodir a partir de uma outra concepção de natureza), de produzir bens materiais (aqui tem grande importância a teoria do valor-trabalho analisada por Marx) e de produzir valores sociais (MORADILLO, 2010).

O desenvolvimento da metalurgia, a criação de altos-fornos, os estudos das várias formas de energia (calor e eletricidade) e da máquina à vapor permitiram inovações tecnológicas e um grande avanço científico em um curto período de tempo. Reconhecendo o papel crucial da ciência na concretização das importantes mudanças nesse período, é que os historiadores chamaram os séculos XVII e XVIII de Idade da Revolução Científica, e esse papel foi importantíssimo no processo de construção da ciência moderna. Os cientistas vão utilizar de todos os processos analíticos já conhecidos até o momento, organizando o conhecimento, fazendo com que a ciência interfira diretamente na produção, de forma a avançá-la ainda mais. Portanto é nesse período, o da Revolução industrial, entre 1770-1830, que fica claro a integração total da ciência ao sistema produtivo (ABREU; MORADILLO, 2012), assim como é neste período, que vamos ter a consolidação do ponto de vista técnico-científico e político da sociabilidade burguesa (NETO, 2009).

É também nesse período que Alessandro Volta e Michael Faraday desenvolvem seus trabalhos sobre a eletricidade. Michael Faraday associou a eletricidade às fundições dos metais, e “esses estudos foram de grande importância para o desenvolvimento da eletroquímica, pois propagava a ideia de que as reações químicas eram resultados de fenômenos elétricos” (OKI, 2000, p. 37). Além disso, os estudos de Faraday contribuíram para a consolidação da teoria atômica sobre a natureza elétrica da matéria e a descoberta de partículas subatômicas (OKI, 2000).

Assim, reconhecendo que o contexto sócio-histórico é fundamental no processo de apropriação dos conceitos, é que se busca inserir o desenvolvimento da eletroquímica relacionado com a eletricidade. Para tanto, é necessário conectar a produção do conhecimento com a sociedade em que este foi desenvolvido, trabalhando os aspectos sociais, políticos, econômico e cultural. Então, concordando com Abreu e Moradillo (2012, p.12):

estamos afirmando que a ciência, e mais especificamente a química, não pode ser entendida sem sua base social, da forma histórica do homem produzir-se homem. Enfim, a ciência como um complexo social que é, deve ser estudada e compreendida na sua relação reflexiva com a totalidade social. Totalidade essa que é sempre histórica e que pode ser apreendida na sua dinâmica lógica (categorial) e histórica.

Com isso, o ensino de ciências a partir da perspectiva sócio-histórica, deve contemplar a relação das partes. Neste caso, a ciência/química com a totalidade social, seja como modo ou como eixo norteador para o ensino de ciências.

Atualmente, o ensino de eletroquímica vem sendo abordado a partir da experimentação com fenômenos cotidianos (PALMA; TIERA, 2003; MERÇON; GUIMARÃES; MAINIER, 2004; SOUZA et al, 2007; SANJUAN et al, 2009; MERÇON; GUIMARÃES; MAINIER, 2011; FRAGAL et al, 2011); de aspectos históricos, em especial a controvérsia entre Galvani e Volta sobre a invenção da pilha (TOLENTINO; ROCHA-FILHO, 2000); de impactos ambientais das

pilhas e baterias (BOCCHI; FERRACIN; BIAGGIO, 2000); de atividades lúdicas e recursos audiovisuais. Cada abordagem para o ensino de eletroquímica é de grande relevância na elaboração de material didático e/ou complementar para o Ensino Médio. Fundamentalmente, o que diferencia nosso trabalho dos demais encontrados na literatura é a discussão categórica dos conceitos científicos como aporte crucial no processo de desenvolvimento humano dos indivíduos, a partir da socialização dos conhecimentos clássicos. Além disso, há pouca referência na literatura de trabalhos que relacionem a eletroquímica ao conceito de energia elétrica. Destarte, nosso trabalho apresenta mais uma alternativa para o ensino de eletroquímica na Educação Básica e possui um caráter inovador, tanto no método utilizado quanto na proposta que relaciona o conceito de eletroquímica à eletricidade.

### **3- Metodologia**

#### 3.1- Paradigma

Delimitar a metodologia de uma pesquisa é de fundamental importância para o desenvolvimento e obtenção de resultados no processo investigativo. Para tanto, é necessário ter clareza sobre qual concepção de homem, de mundo e de conhecimento amparam o investigador no decorrer da pesquisa. Tais compreensões são de vital relevância no processo de investigação e norteiam elementos-chaves da pesquisa, como: objetivo, justificativa, modalidade, procedimentos de coletas e análise de dados, bem como a escolha do instrumento que será utilizado.

A pesquisa em destaque é de natureza qualitativa e possui como paradigma norteador a teoria crítica, que se baseia nas contribuições da teoria marxista. De acordo com Triviños (2007), os críticos mantêm como princípios básicos que a matéria antecede a consciência, ou seja, a realidade objetiva existe independente da consciência e a consciência é produto da evolução material. A transformação dessa realidade organizada se dá a partir de estruturas de classes por meio de macroestruturas de poder e o conhecimento é adquirido a partir da apropriação subjetiva das bases dialéticas<sup>11</sup> (CROTTY, 1998).

Ontologicamente, o paradigma crítico defende que o real existe, mas é influenciado por várias determinações e vive em constante mudança, logo, é histórico. Para Marx, a realidade está sempre se modificando, uma vez que o trabalho humano sempre remete a novas possibilidades e novas necessidades para a humanidade. Sendo assim, essas múltiplas determinações refletem numa epistemologia que desenvolve o conhecimento do real a partir de partes, mas sem perder sua relação com a totalidade, mesmo que essa totalidade seja

---

<sup>11</sup> Engels define dialética como a “ciência das leis gerais do movimento e desenvolvimento da natureza, da sociedade humana e do pensamento” (TRIVIÑOS, 2007, p. 53).

parcial, uma vez que é historicamente determinada (LESSA; TONET, 2008; MARTINS, 2008; MORADILLO, 2010).

A relação das partes com a totalidade é obtida através do método histórico e dialético. Esse método se baseia na articulação do lógico (o real) com o histórico (como a sociedade se desenvolveu para chegar à realidade atual). Portanto, a pesquisa fundamentada na teoria crítica precisa entender o movimento do todo com suas partes, ou seja, do fenômeno com as outras esferas da sociedade, assim como sua historicidade e não apenas o fenômeno isolado (TRIVIÑOS, 2007; LESSA; TONET, 2008)

A nossa pesquisa é de cunho qualitativo, é uma atividade com finalidade bem estabelecida e que localiza o observador no mundo. Para tanto, o pesquisador deve utilizar técnicas de coleta e de análise de dados para alcançar seus objetivos (DENZIN; LINCOLN, 2005). Os procedimentos de coleta de dados utilizados em nossa pesquisa envolveram entrevistas semiestruturadas e observação (registro escrito e áudio). Acreditamos que o referencial paradigmático está sustentando a pesquisa, uma vez que optamos por desenvolvê-la no contexto teórico da pedagogia histórico-crítica, uma teoria de ensino alicerçada no materialismo histórico e dialético, que tem como finalidade pedagógica a apropriação de conhecimentos científicos a partir da tensão dialética senso comum - saber elaborado, estabelecida em sala de aula emergindo de uma prática cotidiana (SAVIANI, 2012), assim tem-se como objetivo da pesquisa: investigar como se dá a apropriação dos conceitos de eletroquímica pelos estudantes do ensino médio a partir de uma sequência didática<sup>12</sup> (SD) baseada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) (APÊNDICES A e B).

O ambiente escolhido para a pesquisa foram as aulas de química em uma escola pública da rede básica de ensino da cidade de Salvador, Colégio

---

<sup>12</sup> Pode ser entendida como um conjunto de atividades pedagógicas organizadas de forma sistemática, com objetivos, metodologia, procedimentos e avaliação previamente definidos.

Estadual Brigadeiro Eduardo Gomes, no bairro de Matatu de Brotas. Os dados analisados foram extraídos a partir da aplicação da sequência didática em duas turmas de 3º ano do ensino médio. Os estudantes com maioria e os responsáveis legais assinaram o termo de consentimento livre e Esclarecido. Atuamos como pesquisadores durante o processo investigativo.

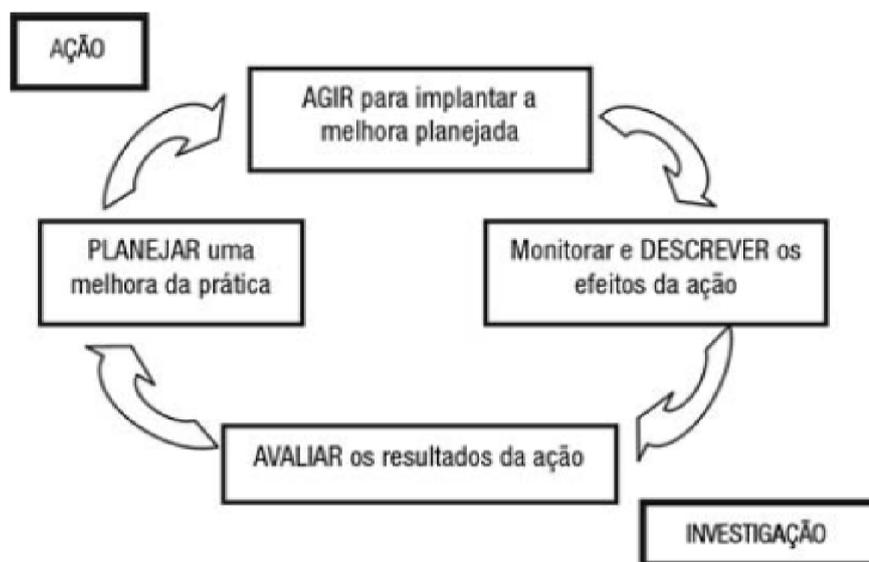
Para a aplicação da SD elaborada, preparamos um material complementar para a prática social e problematização (APÊNDICE C) baseado na PHC. Para os demais momentos, utilizamos o livro didático adotado pela escola e materiais alternativos. Para a capacitação do professor colaborador, planejamos uma formação básica sobre a PHC anterior à nossa intervenção.

### 3.2- O método da pesquisa

A metodologia de pesquisa foi alicerçada na modalidade da ação pesquisada. A ação pesquisada é uma forma de investigação-ação, que pode ser entendida como um “termo genérico usado para qualquer processo que siga um ciclo no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela” (TRIPP, 2005, p. 445, 446). O termo ação pesquisada remete a outro termo amplamente utilizado em pesquisas na área de ciências sociais que é a pesquisa-ação. A pesquisa-ação é de fundamentação crítica, pois tem como premissa a transformação de uma dada realidade. De acordo com Tripp (2005), a diferenciação entre estas duas modalidades se dá pelo fato de que, na pesquisa-ação, a vivência do ciclo característico da investigação-ação é reiterada, enquanto que, na ação pesquisada, apenas um ciclo é vivenciado. É importante salientar que o caráter transformador da realidade também está presente na ação pesquisada, fato que está em harmonia com o paradigma adotado nesta pesquisa.

A seguir apresentaremos as quatro fases do ciclo básico da investigação-ação.

Figura 1: Representação em quatro fases do ciclo básico da Investigação-ação



Fonte: TRIPP, 2005.

A partir do ciclo básico supracitado, agimos para inserir a melhora planejada. Para tanto, elaboramos uma SD com dezesseis<sup>13</sup> aulas de 50 minutos, tendo duração de uma unidade de acordo com o calendário escolar do ensino básico do estado da Bahia do ano letivo de 2016. Posteriormente, monitoramos e descrevemos os efeitos da ação, tendo como base a técnica da observação.

### 3.3- Coleta de dados

Dentre as diversas técnicas para coleta de dados, a observação pode ser utilizada para capturar impressões e gestos fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa, uma vez que auxilia na compreensão do comportamento humano (LICHTMAN, 2010). Concomitante com a observação, fizemos a coleta através de entrevista semiestruturada, gravação de áudios e

<sup>13</sup> Destas dezesseis aulas, doze foram de 50 minutos e quatro foram de 30 minutos.

diário de bordo. Ouvimos a gravação dos áudios em conjunto com as anotações do diário de bordo e em seguida analisamos as entrevistas, com o intuito de observar uma “incorporação” dos episódios característicos dos momentos que orientam a PHC, identificando aqueles relevantes para a questão de pesquisa. Por fim, transcrevemos e analisamos tais episódios.

### 3.4- Análise dos dados

A análise, *a priori*, teve caráter descritivo e, *a posteriori*, foi feito um confronto com a literatura. A análise de conteúdo realizada foi baseada nas contribuições de Bardin (2001) que consiste em três fases: 1-pré-análise; 2-exploração do material; e 3- tratamento dos dados, inferência e interpretação.

A pré-análise consiste em organizar o material a ser analisado para torná-lo sistematizado. A partir dos dados coletados, organizamos o material com intuito de evidenciar os episódios característicos dos 5 momentos da PHC.

A exploração do material, segunda fase, corresponde à descrição analítica do *corpus* (material textual coletado). Tem-se como procedimentos básicos nessa fase

exploração do material com a definição de categorias (sistemas de codificação) e a identificação das unidades de registro (unidade de significação a codificar corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade base, visando à categorização e à contagem frequencial) e das unidades de contexto nos documentos (unidade de compreensão para codificar a unidade de registro que corresponde ao segmento da mensagem, a fim de compreender a significação exata da unidade de registro). (MOZZATO; GRZYBOVSKI, 2011, p. 735)

Para a segunda fase, estabelecemos duas categorias de análise: 1- Apropriação dos conceitos científicos sobre o conteúdo de eletroquímica; e 2- Adequação da linguagem e dos signos específicos do conceito de eletroquímica numa rede conceitual - sistematização dos conceitos acerca da eletroquímica -.

O tratamento dos dados, a inferência e interpretação, é a terceira fase. Essa etapa tem como finalidade extrair as informações a partir dos dados obtidos, culminando nas interpretações inferenciais. Para tanto, fizemos microanálises individuais e coletiva dos dados obtidos com intuito de capturar como os participantes estabeleceram os vínculos entre os conceitos que envolvem o conceito de eletroquímica, assim como as relações entre o conceito de eletroquímica com conceitos fundamentais da química.

#### 4- Resultados e discussão

Orientamos nosso ambiente de pesquisa para investigar como se dá a apropriação dos conceitos que envolvem o conteúdo de eletroquímica no contexto de energia elétrica, a partir de uma sequência didática baseada na PHC. A sequência didática foi aplicada em dezesseis aulas e dividida nos cinco momentos da PHC: prática social, problematização, instrumentalização, catarse e prática social (APÊNDICES A e B). Ao decorrer, apresentaremos e discutiremos os dados a partir da ordem temporal de coleta, a fim de investigar como ocorreu a apropriação dos conceitos científicos a partir deste método, tendo como fundamentais duas categorias de análises: sistematização dos conceitos acerca da eletroquímica e apropriação dos conceitos científicos.

##### 4.1- Prática social

O professor formou um círculo com os estudantes e fez um questionamento: *“É admissível, nos dias de hoje, que nem todos tenham acesso à energia elétrica?”*. Vale destacar que o professor utilizou o material complementar (APÊNDICE C), como norteador para a concretização da aula. A seguir, apresentaremos as falas dos estudantes:

**Quadro 01:** Fala dos participantes

Participante	O que foi dito
1.1 Clarisse	É admissível. Ôh! É inadmissível!
1.2 Antônio	É inaceitável, é obrigação do estado garantir os serviços básicos pra população.
1.3 Rafael	É uma pequena parte da população que não tem acesso à energia elétrica. É muito complicado dizer se é admissível ou não, por exemplo: tem comunidades muito isoladas, aí é difícil o acesso à energia elétrica
1.4 Luisa	Na minha opinião, não. Porque assim, a gente já tá num século tão evoluído, temos fundos pra fazer tantas coisas e é inadmissível que algumas residências como vários interiores, o povo tenha que viver em condições subumanas, sem energia, sem saneamento básico porque o governo não se importa em fornecer esses recursos pra eles.
1.5 Eduarda	Eu acho, inclusive, que tem outros modos, outros meios de energia, tipo: eólica, solar. Por mais que seja cara, mas talvez no interior, como tem bastante sol, não há energia solar seja essencial naquela região, mesmo que seja cara, vai poder ajudar.

Fonte: própria autora (2018)

Nota: Os nomes dos estudantes são pseudônimos.

Quando questionados sobre a acessibilidade à energia elétrica, apenas Rafael (fala 1.3) tentou justificar a falta de acessibilidade à energia elétrica para algumas comunidades, os demais estudantes acharam inaceitável que nem todos tenham acesso à eletricidade, como podemos verificar no quadro acima. Nas falas de 1.2 e 1.4, Antônio e Luisa, respectivamente, chamam atenção para o fato de que, o acesso à energia elétrica deve ser garantido pelo Estado. Rafael traz outra problemática para a prática social: a acessibilidade à energia elétrica em comunidades isoladas. Outras fontes para obtenção de energia elétrica são citadas na fala de Eduarda, a estudante aborda a possibilidade de

outras fontes para geração de energia elétrica através das quais a distribuição de eletricidade poderia alcançar todos os lugares.

Nesse primeiro momento, aparecem alguns elementos essenciais para o enriquecimento do debate acerca da acessibilidade à energia elétrica, como ausência do Estado e fontes de energia elétrica.

A maioria das atividades que desempenhamos diariamente estão relacionadas diretamente com a utilização da eletricidade. Os benefícios que a eletricidade proporcionou à humanidade são inúmeros, portanto, privar uma parcela da população ao acesso da eletricidade é, também, privá-la de benefícios que foram desenvolvidos ao longo do tempo. Portanto, nos dias atuais, é inadmissível que nem todos tenham acesso à energia elétrica.

Dando continuidade, o professor leu alguns dados do censo demográfico de 2010, referentes à distribuição de energia por domicílio e sinalizou que mais de 146 mil residências não possuem energia elétrica no estado da Bahia. Vale ressaltar, que esses dados não levaram em consideração algumas comunidades isoladas e de difícil acesso.

No ponto de partida, a prática social é comum ao professor e estudantes. Porém, a compreensão e relação desta para os indivíduos são diferenciadas. Como pode ser verificado na fala 1.3, o estudante justifica a ausência de energia elétrica baseada em suposições geográficas. Sendo assim, professor e estudantes se posicionam como seres sociais diferenciados. O professor confronta a fala de Rafael com a informação do Censo, uma vez que, todos os domicílios pesquisados do IBGE são em locais de fácil acessibilidade, portanto, a ausência do Estado<sup>14</sup> é o principal fator para a falta de energia elétrica para a população.

O professor se encontra em um de nível compreensão mais aprofundado sobre a prática social, porém essa compreensão é de síntese precária. Uma

---

<sup>14</sup> “O estado burguês é o comitê executivo da burguesia na manutenção da ordem capitalista” (LESSA;TONET, 2008, p. 90). Portanto, sua real finalidade é garantir a propriedade privada dos meios de produção pela classe dominante, ou através da violência com a repressão da classe trabalhadora ou através da forma democrática, por meio da ilusão da igualdade da democracia burguesa para todos. Sendo assim, não é do interesse real do Estado cuidar da população.

vez que o professor só saberá o que o estudante sabe, de fato, no momento da prática, ou seja, o professor também se forma no processo.

Os estudantes articulam seus conhecimentos para responder às questões colocadas pela prática social. Porém, em todas as respostas, o problema da acessibilidade à energia elétrica não é abordado como sendo uma questão de classe. Os estudantes mobilizam os conhecimentos adquiridos tanto do âmbito escolar quanto os conhecimentos adquiridos em sua vivência, mas não conseguem relacionar as partes que compõem a realidade, ou seja, o problema da acessibilidade da energia elétrica é um problema econômico, o qual atinge apenas a classe dominada. Saviani (2009) caracteriza esse estágio inicial dos estudantes como sincrético.

#### 4.2 – Problematização.

O segundo momento da metodologia da PHC é a problematização. De acordo com Saviani (2009), neste momento é necessário identificar os principais problemas postos pela prática social: ausência do serviço de eletricidade para a população de maior vulnerabilidade socioeconômica; qual conhecimento da ciência/química pode abordar os conceitos relacionados à energia elétrica?

Dando continuidade o professor pergunta aos estudantes *o que é o gato de energia?* Todos os estudantes respondem que sabem o que é. Então, o professor lança a próxima pergunta: *por que o gato de energia é feito?*

Quadro 02: fala dos participantes

Participante	O que foi dito
2.1 José	Pra reduzir o custo de energia. Por exemplo: a conta seria 200 aí com o gato vem 80 reais mais ou menos.
2.2 Antônio	Pra mim é um problema de corrupção. Acho que o gato é um ato ilegal. Quem faz está se corrompendo. As outras pessoas vão pagar pelo erro cometido por um.
2.3 Clarisse	Não acho que é um problema de corrupção, o gato é feito diretamente do poste, tipo assim: não precisa roubar a energia de ninguém.
2.4 Professor	<i>Mas você não acha que temos que pagar pelo o que consumimos?</i>
2.5 Clarisse	Não, mas a energia é muito cara. Os impostos são um absurdo...
2.6 Professor	<i>Você não acha que isso é uma prática ilegal?</i>
2.7 Clarisse	Ilegal é, com certeza. Mas isso não impede que as pessoas façam. Também acho que a gente não pode julgar quem faça o gato, porque a maioria das pessoas que fazem isso não tem dinheiro pra pagar. Agora quem tá roubando milhões a sociedade não julga.
2.8 Bernardo	O gato é ruim porque as pessoas que estão pagando os impostos em dia, tão pagando pelas pessoas que usam gatos. E, por outro lado, tão pagando impostos muito altos.

Fonte: própria autora (2018)

Os estudantes começaram a responder o questionamento feito pelo professor. Na fala 2.1, José explica qual o motivo da utilização da prática do gato de energia e aponta pra questão financeira, uma vez que a prática do gato de energia irá reduzir o valor pago pelo cliente. Entretanto, Antônio e Bernardo nas falas de 2.2 e 2.8, respectivamente, fazem um discurso contra a prática do gato de energia, principalmente em relação ao ato de praticar o gato, ato esse que vai de encontro com os valores éticos e morais da sociedade.

Por outro lado, nas falas 2,3, 2,5 e 2,7, podemos perceber que Clarisse defende a prática do gato de energia. A estudante justifica o ato, a partir da contradição entre o valor dos impostos e o serviço prestado pela distribuidora de energia, afirma que o serviço é muito caro e as pessoas que fazem o gato não tem dinheiro pra pagar. O professor pergunta a Clarisse se esta prática é ilegal, a estudante reconhece que a prática do gato de energia é ilegal, porém entende que quem recorre ao gato de energia é a parcela da população com maior vulnerabilidade socioeconômica.

O gato de energia, apesar de ser ilegal, é uma prática recorrente no Brasil. A opção por esta prática perpassa por questões do âmbito moral<sup>15</sup> e ético<sup>16</sup>. Portanto, a prática do gato de energia está também relacionada na forma como nós, indivíduos, estamos produzindo e reproduzindo nossa própria existência e a sociedade. Na sociedade capitalista, a dimensão coletiva da vida social está completamente perdida. “Enquanto nas sociedades menos desenvolvidas a existência individual se subordina à coletiva, no capitalismo essa relação se inverte e a sociedade se reduz a instrumento para enriquecimento privado dos burgueses” (LESSA; TONET, 2008, p. 83).

Portanto, trata-se de demonstrar os principais problemas da prática social e que não podem ser respondidos no âmbito do senso comum, carece de apropriação do saber elaborado – conceito científico.

Em seguida o professor levanta outro questionamento: *Qual a classe social que mais utiliza esta prática?*

---

<sup>15</sup> Utilizaremos o significado da palavra moral a partir dessa citação: “A essência da moral burguesa está em pregar a obediência às leis e aos costumes e, ao mesmo tempo, violá-los sempre que lucrativo” (LESSA; TONET, 2008, p. 82).

<sup>16</sup> A palavra ética será utilizada nesse sentido: “expressão mais explícita das necessidades humanas (coletivas e individuais). Enquanto expressão das necessidades humanas, a ética é importante para que os homens tomem consciência do que são, das suas reais necessidades como seres humanos” (LESSA:TONET, 2008, p. 82).

Quadro 03: Fala dos participantes

2.9 Clarisse	Pela minha vivência, é a população mais carente. Na minha rua mesmo, quase todo mundo tem gato em casa.
2.10 Antônio	O gato de luz é ilegal e não deve ser praticado.
2.11 Bernardo	Favela
2.12 Eduarda	Eu ainda continuo achando que o gato é errado, é contra a lei, então eu acho que você desconta em outra família, em outra casa, o que você deveria descontar no governo. Porque você puxa o gato do seu vizinho que também trabalha, então eu acho que isso é errado.

Fonte: própria autora (2018)

Nas falas de Clarisse e Bernardo, podemos perceber que estes estudantes relacionam a utilização do gato de energia com a população de maior vulnerabilidade socioeconômica. Porém, suas respostas não apresentam um discurso que proporcione um avanço sobre o porquê de este serviço ser negado para tal classe. Nas falas de Antônio e Eduarda aparece apenas o discurso sobre o plano moral<sup>17</sup> da prática do gato. Portanto, é preciso avançar tanto no estudo científico (escolar) como também na análise da realidade para compreender o motivo de majoritariamente, apenas uma classe – a classe trabalhadora-, ter os serviços básicos negados pelo Estado.

Dando continuidade à problematização, o professor faz um link entre energia elétrica e eletroquímica, e pergunta aos estudantes: *O tipo de energia presente nas pilhas é a energia elétrica?*

Os estudantes apresentam dificuldade para responder à pergunta. Então o professor, refaz a questão: *O que é energia elétrica?*

---

<sup>17</sup> Ver notas 14 e 15.

Quadro 04: Fala dos participantes

Participante	O que foi dito
2.13 Júlio	Tem carga.
2.14 Rafael	A energia elétrica tem a presença de cargas.
2.15 Professor	<i>Como podemos explicar a utilização de energia elétrica para o funcionamento dos aparelhos eletrônicos?</i>
	A turma fica em silêncio.
2.16 Professor	<i>O fenômeno da eletricidade remete a qual conceito da química?</i>
2.17 Carolina	Elétron.
2.18 Professor	<i>Certo. Então podemos associar a energia das pilhas e baterias a energia elétrica?</i>
	A turma volta a ficar em silêncio.

Fonte: própria autora (2018)

A partir do quadro acima, podemos perceber que os estudantes não conseguem associar de maneira clara a energia presente na pilha com a energia elétrica. Nas falas 2.13 e 2.14, os estudantes associam o conceito de energia elétrica à presença de carga, porém, não conseguem articular como a presença e mobilidade de cargas origina a energia elétrica. Após a pergunta do professor (na fala 2.16), Carolina (fala 2.17) associa o fenômeno da eletricidade à presença de elétron, porém não explica como o elétron (presença e mobilidade) é importante para a origem da energia elétrica. Portanto, mais uma vez, o professor chama a atenção para a importância da apropriação dos conceitos científicos para responder os problemas no âmbito da prática social. De acordo com Vigotski (2000, p. 334), “o ensino seria totalmente desnecessário se pudesse utilizar apenas o que já está maduro no desenvolvimento, se ele mesmo não fosse fonte de desenvolvimento e surgimento do novo”. Portanto, deve-se orientar o ensino para que os estudantes percebam a importância dos conceitos científicos para o

entendimento da realidade. Sendo assim, faz-se necessária a instrumentalização.

#### 4.3- Instrumentalização

Chegada a hora da instrumentalização, o professor seleciona os conteúdos socialmente desenvolvidos pela humanidade que são relevantes para o entendimento tanto da eletroquímica - que é o conteúdo escolar de química explicado para este trabalho - quanto para a parte da realidade (eletricidade) que estamos analisando em nosso trabalho. Então, a eletricidade é uma parte dessas múltiplas determinações que integram a realidade.

Para o ensino de eletroquímica, elaboramos uma sequência didática a partir das recomendações dos documentos oficiais (PCN, PCN+ e OCN), consultamos os livros didáticos aprovados no PNL 2015- 2017 e fizemos uma busca em artigos que abordavam o ensino de eletroquímica.

A instrumentalização, que é o terceiro momento da PHC, foi dividida em três partes: na primeira parte, abordamos o conceito de reações de oxirredução e cálculo do número de oxidação (nox); na segunda parte, abordamos alguns aspectos históricos e sociais sobre a “descoberta”<sup>18</sup> da eletricidade e a célebre controvérsia entre Galvani e Volta sobre o conceito de pilha no final do século XVIII; por fim, na terceira parte, abordamos o conceito de pilha, baterias e eletrólise, o cálculo do potencial padrão de redução e a importância do descarte adequado das pilhas e baterias.

Dando continuidade à SD elaborada para a pesquisa, o professor inicia a instrumentalização. Para tanto, faz-se necessário retomar alguns conceitos fundamentais da química como elétron, átomo, reações químicas e outros. No fim deste momento, é esperado que os estudantes compreendam que o

---

<sup>18</sup> Descoberta no sentido que é o primeiro indício datado da natureza elétrica da matéria.

funcionamento da pilha está diretamente relacionado com um fluxo de corrente elétrica, proveniente da transferência de elétrons entre espécies químicas em um tipo específico de reações químicas, que são as reações oxirredução.

Na primeira parte da instrumentalização, o professor retomou os conceitos fundamentais da química e posteriormente, ensinou o conceito de reações redox e como calcular o nox. Neste instante, o professor tem um papel importante por ser o “sujeito mais experiente” no processo de apropriação dos conceitos pelos estudantes, portanto seleciona previamente quais os métodos que podem possibilitar o desenvolvimento conceitual dos estudantes. Para tanto, iniciamos o estudo da eletroquímica com a finalidade de responder as questões levantadas na problematização. Nossa intenção nessa primeira parte era que os estudantes compreendessem que um tipo específico de reação química – a reação redox – acontece a partir de uma transferência de elétrons entre espécies químicas.

As reações redox são reações em que ocorre transferência de elétrons entre as espécies químicas envolvidas. Neste tipo de reação, uma espécie química perde elétron(s), é oxidada, e a outra ganha elétron(s), é reduzida. A oxidação e a redução ocorrem simultaneamente neste tipo de reação. A espécie química que oxida é chamada de agente redutor, pois promove a redução de outra espécie química e a espécie que reduz é chamada de agente oxidante, pois promove a oxidação de outra espécie química.

Para fins didáticos, podemos subdividir a reação global redox em duas semirreações: a semirreação de oxidação; e a semirreação de redução. A determinação da quantidade de elétrons envolvidos na reação redox e a identificação do agente oxidante e redutor é feita pela análise do nox.

Em seguida, o professor solicita que os alunos observem a reação:  $\text{Zn(s)} + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu(s)} + \text{ZnSO}_4(\text{aq})$  e pergunta:

Quadro 05: Fala dos participantes

Participante	O que foi dito
3.1- Professor	<i>Existe alguma substância simples na equação acima?</i>
3.2- Clarisse	Sim, o zinco e o cobre são substâncias simples!
3.3- Professor	<i>O zinco e o cobre na forma metálica ou iônica?</i>
	A turma faz silêncio. Então o professor refaz a pergunta e aponta para as substâncias químicas representadas nas formas metálicas e iônicas.
3.4- Clarisse	Metálica.
3.5- Professor	<i>Por que o zinco e o cobre na forma metálica são substância simples? Qual o valor do nox para substâncias simples?</i>
3.6- Clarisse	Porque tá sozinho. O nox é zero.
3.7- Bernardo	O nox é +1.
3.8- Carolina	Não Bernardo, o nox é zero. O professor colocou uma tabela para o nox fixo.
3.9- Professor	<i>Nessa reação há alguma outra espécie química que possui o nox fixo?</i>
3.10- Davi	O zinco no produto, professor?
3.11- Professor	<i>Isso. Qual o valor do zinco iônico? E das demais espécies químicas?</i>
3.12- Rafael	+2 pro zinco, -2 pro oxigênio os outros eu não sei.
3.13- Fernando	Isso, e +2 pro cobre e +6 pro enxofre.
3.14- Professor	<i>Fernando, como você determinou o nox dessas espécies?</i>
3.15- Fernando	Como o senhor explicou (risos).
3.16- Clarisse	Professor, eu não sei calcular os outros.
3.17- Rafael	Professor, explica de novo.

Fonte: própria autoria (2018)

Esta atividade inicial foi proposta com intuito de analisar o desenvolvimento inicial dos estudantes acerca dos conteúdos envolvidos.

Na fala 3.7, podemos perceber que o estudante teve dificuldade para identificar o nox das substâncias simples. Para as espécies químicas que possuem mais um de valor para o nox, os estudantes demonstraram uma maior dificuldade em identificar/calcular o nox, como pode ser observado nas falas 3.16 e 3.17. Apenas Fernando na fala 3.13, soube identificar/calcular o nox de todas as espécies químicas. Devido à dificuldade apresentada pelos estudantes, o professor explica novamente como identificar/calcular o nox. Para calcular o nox, os estudantes precisam utilizar conceitos fundamentais da química, por exemplo, o elétron, tem carga negativa e o próton, carga positiva. Além disso, faz-se necessária a utilização de operações básicas da matemática. A partir da fala 3.13, podemos perceber que o estudante demonstra indícios de apropriação dos conceitos.

Na instrumentalização é necessário que os estudantes se apropriem dos conhecimentos científicos para que compreendam as questões abordadas na problematização. Para tanto, é indispensável que estes mobilizem suas funções psíquicas superiores, como: a memória e atenção voluntária, por exemplo, para que ocorra apropriação dos conceitos científicos. Porém, reconhecemos que, para haver uma compreensão das questões postas na problematização, apenas a apropriação dos conceitos científicos não é suficiente. Faz-se necessário também uma compreensão da realidade na qual estamos inseridos. E, para nós, compreender a realidade é analisar o desenvolvimento da sociedade ao longo do tempo, assim como analisar o tipo de sociedade atual – a sociedade capitalista.

Na continuidade, o professor retoma a reação do zinco metálico na solução de sulfato de cobre e pergunta:

Quadro 06: Fala dos participantes

Participante	O que foi dito
3.18- Professor	<i>Analisando os valores dos nox, houve mudanças nos valores?</i>
	Os estudantes afirmam que sim.
3.19- Professor	<i>Quem aumentou o nox? E quem diminuiu?</i>
3.20- Clarisse	O zinco aumentou e o cobre diminuiu.
3.21- Professor	<i>Quem aumenta o nox, ganha ou perde elétron?</i>
3.22- Fernando	Perde.
3.23- Bernardo	Ganha.
3.24- Professor	<i>Lembre-se que elétron é carga negativa! Então, quem ganha elétron diminui o nox e quem perde elétron, aumenta o nox. Se há uma transferência de elétrons, essa reação é uma reação redox. Quem oxidou? E quem reduziu?</i>
	A turma ficou em silêncio. O professor pergunta novamente: <i>Quem oxida, ganha ou perde elétron? E quem reduz?</i>
3.25- Clarisse	Quem reduz perde elétron e quem oxida ganha.
3.26- Rafael	Não, quem oxida perde elétron e quem reduz ganha.
3.27- Professor	<i>Isso, Rafael está correto.</i>
3.28- Carolina	Professor, eu pensei como Clarisse falou. Porque reduzir é perder.

Fonte: própria autoria (2018)

Na fala 3.23, podemos perceber que Bernardo não demonstrou uma apropriação do conceito de elétron, uma vez que utiliza tal conceito de forma equivocada para analisar o nox. Com isso, a dificuldade inicial desse estudante para se apropriar dos conceitos relevantes na instrumentalização poderá ser maior que a dos demais estudantes. A polissemia da palavra reduzir foi outra dificuldade apresentada pelos estudantes nesse momento inicial, o conceito espontâneo de reduzir está relacionado com diminuir algo, logo, contrário ao sentido de reduzir na eletroquímica, fato que pode ser observado na fala 3.25,

de Clarisse. O ato de instrumentalizar não é uma tarefa trivial, é necessário que os estudantes mobilizem os instrumentos do pensamento para que haja uma apropriação dos conceitos científicos. Isto é, é necessário um esforço intelectual por parte dos estudantes, para que ocorra um desenvolvimento do pensamento em direção ao nível do pensamento conceitual.

É importante salientar que nessa primeira parte da instrumentalização os estudantes utilizaram todo o material de consulta disponível, anotações e livro didático. Porém, o professor chamou atenção para a importância da memorização dos conceitos científicos no processo de desenvolvimento do pensamento. O ato de memorizar pode ser entendido como uma distinção entre a memória imediata, involuntária, e a memória mediata, voluntária. A memória imediata é a forma inicial de registro de algo, nela não há presença de um planejamento intencional que possibilite o ato futuro de recordar no indivíduo. Por outro lado, para o desenvolvimento da memória mediata é necessário que o indivíduo compreenda a relevância em reter determinado conteúdo, ou seja, requer um ato consciente, “isto é, a “tarefa” de recordar e, para tanto, recursos auxiliares são conclamados” (MARTINS, 2011, p. 127). Portanto, a memorização é de vital importância na apropriação de conceitos e o professor precisa planejar seu ensino com atividades que proporcionem o desenvolvimento da memória mediata dos estudantes.

Dando continuidade, o professor aplicou outras atividades sobre o conceito de reações redox, a fim de estimular o desenvolvimento da memória voluntária e das outras funções psíquicas superiores.

Na segunda parte da instrumentalização, o professor abordou alguns aspectos históricos e sociais sobre a eletricidade e a invenção da pilha com enfoque no período dos séculos XVI até o início do século XIX. Para tanto, foi necessário abordar a problemática em torno da origem da eletricidade, diversos conceitos foram formulados para explicar o conceito de eletricidade e a dificuldade em manipular cargas elétricas em movimento por um longo período;

a célebre controvérsia científica entre Galvani e Volta sobre a invenção da pilha; e a total integração da ciência ao sistema produtivo capitalista a partir da revolução industrial. Nesta parte, o essencial para o professor foi demonstrar aos estudantes que a ciência não é neutra: como parte da sociedade capitalista, é influenciada direta e indiretamente pela lógica do capital. Outro enfoque abordado está relacionado com a não linearidade no desenvolvimento e produção do conhecimento científico, tendo como base as diversas explicações para o fenômeno elétrico, assim como a controvérsia na invenção da pilha. Os aspectos econômicos ficaram em segundo plano, mas sem prejudicar nossa intervenção, devido às dificuldades encontradas no caminho, principalmente quanto à rede conceitual que estrutura o conceito de eletroquímica. Nesta segunda parte da instrumentalização nos deparamos com uma tensão dialética proveniente da práxis pedagógica: como nosso objetivo foi investigar a apropriação dos conceitos que envolvem o conteúdo de eletroquímica, como realizar a continuidade da SD a fim de atingir tais objetivos. Além disso, o conhecimento apreendido na escola não está subordinado à nossa pesquisa, ou seja, mesmo a escola cedendo o espaço para realização de nossa pesquisa, tem-se que o ensino dos conceitos científicos no âmbito escolar é condição primordial. Portanto, apesar da práxis pedagógica ter imposto uma abordagem em segundo plano dos aspectos econômicos frente aos conceitos de eletroquímica - devido às inúmeras dificuldades apresentadas sobre a apropriação dos conceitos que envolvem o conteúdo de eletroquímica, por exemplo, conceito do elétron, cálculo do  $\Delta G$ , nesse momento da instrumentalização – tal abordagem foi realizada a partir das condições mínimas estabelecidas para que a SD proposta não ficasse comprometida em termos fundamentais.

Por fim, na terceira parte da instrumentalização, foram abordados os conceitos de pilha, eletrólise, bateria, assim como, o cálculo do potencial padrão de redução e a importância do descarte adequado das pilhas e

baterias. O professor aplicou inúmeras atividades a fim de verificar se houve apropriação dos conceitos ensinados.

Uma das atividades propostas pelo professor foi: 1- Monte uma pilha a partir dos dados a seguir:

Quadro 07: Esquema para a turma A

Semirreação	$E^\circ$ (V)
$\text{Cu}^{+2} + 2\bar{e} \rightarrow \text{Cu}$	+0,52
$\text{Ag}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{Ag}$	+ 0,82

Fonte: própria autoria (2018)

Quadro 08: Esquema para a turma B

Semirreação	$E^\circ$ (V)
$\text{Al}^{+3} + 3\bar{e} \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Ag}^+ + \bar{e} \rightarrow \text{Ag}$	+ 0,82

Fonte: própria autoria (2018)

- Identifique os polos no esquema montado;
  - Qual espécie química oxidou? E qual espécie química reagiu?
  - Identifique o cátodo e o ânodo;
- 2- Calcule a diferença de potencial padrão (ddp)
- 3- Qual a função da ponte salina.

A seguir, analisaremos as respostas de alguns estudantes:

Figura 02: Resposta de Rafael

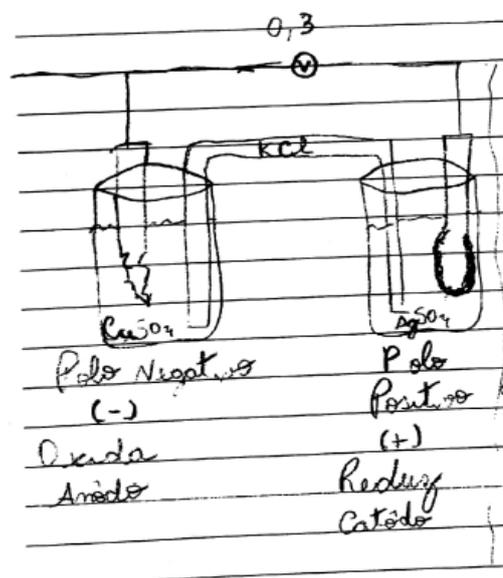


Figura 03: Resposta de Marina

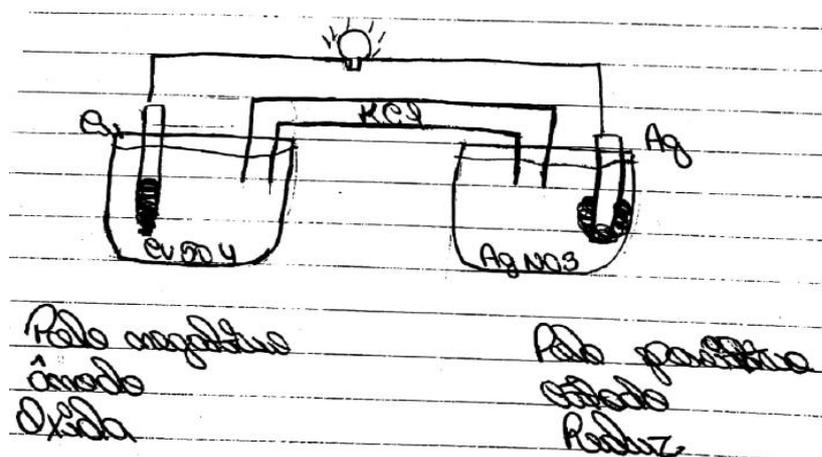
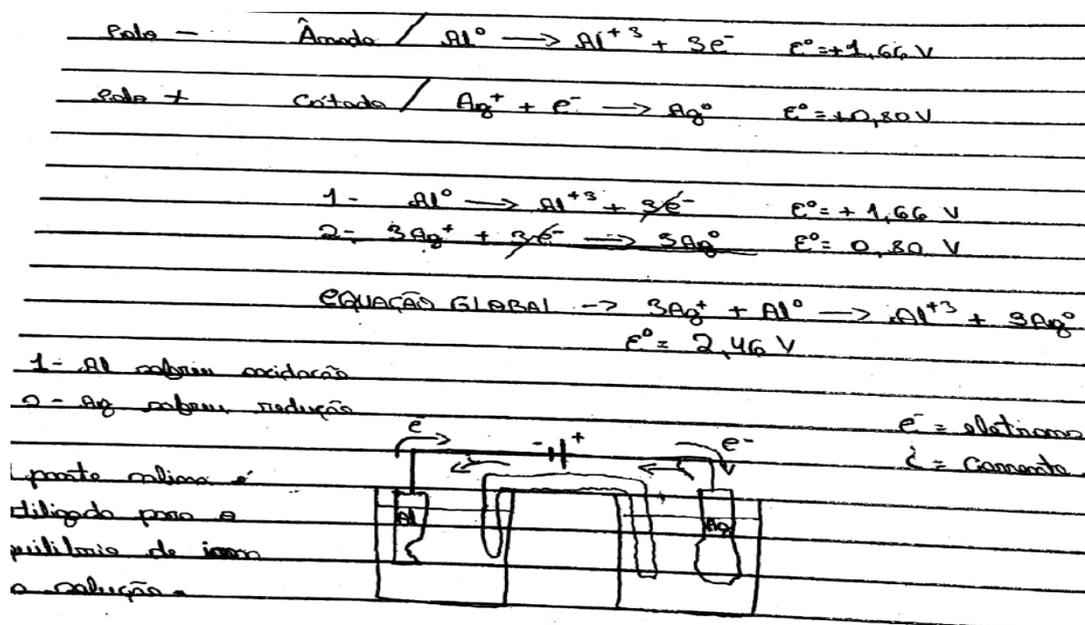


Figura 04: Resposta de Davi<sup>19</sup>

Analisando as respostas dos estudantes, pode-se perceber que Rafael, Marina e Davi representam a pilha corretamente. Davi não indica a ponte salina no esquema montado. Para os itens a), b) e c) da 1ª questão os estudantes responderam de maneira correta as questões, identificando o pólo negativo/ânodo/oxidação como sendo  $Cu(s)/Cu^{2+}(aq)$  e para a turma B: pólo negativo/ânodo/oxidação como sendo  $Al(s)/Al^{3+}(aq)$ , para o pólo positivo/cátodo/redução sendo  $Ag^+(aq)/Ag(s)$ , para ambas as turmas.

Os estudantes demonstram apropriação da linguagem e signos correspondentes ao conceito de pilhas, assim como demonstram uma esquematização desses conceitos, como podemos verificar nas figuras 02, 03 e 04. Tais figuras representam o esquema correto para as pilhas propostas, em que o pólo negativo será sempre o ânodo e a espécie química presente neste pólo será oxidada e o pólo positivo será sempre o cátodo e a espécie química presente neste pólo será reduzida. Portanto, podemos afirmar que esses

<sup>19</sup> A pilha utilizada foi Ag/Al

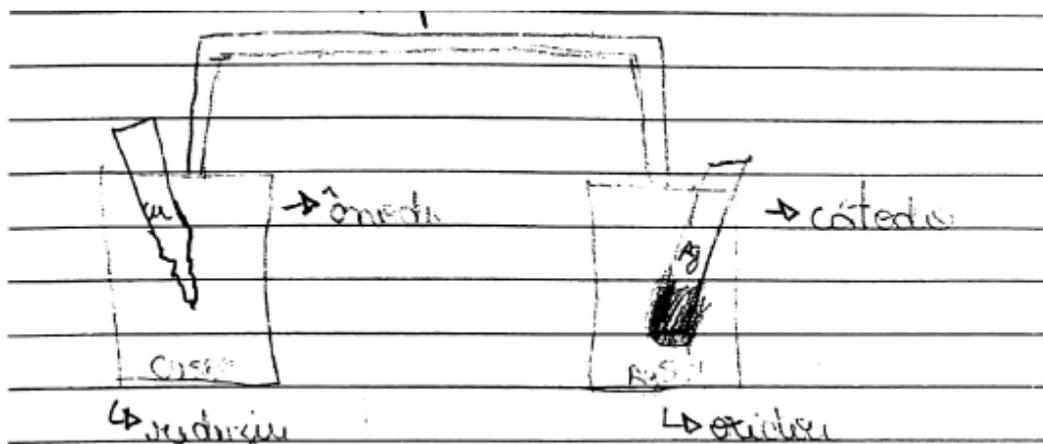
estudantes demonstram um início de apropriação dos conceitos relevantes para o conteúdo das pilhas, assim como formulam uma sistematização adequada para tais conceitos.

Para a 2ª questão, os estudantes Rafael e Davi calculam corretamente a ddp. Marina utiliza a equação para o cálculo correta, substitui os valores corretamente, mas encontra um valor incorreto. A estudante apresenta algumas dificuldades em operações matemáticas básicas.

Para a 3ª questão, os estudantes Rafael e Davi associaram a função da ponte salina com a manutenção da migração dos íons na solução. A estudante Marina troca a função da ponte salina com a do fio condutor e responde que, a ponte salina é usada para a manutenção do fluxo de elétrons.

A seguir, analisaremos as respostas dos estudantes separadamente, a fim de contemplar todas as peculiaridades.

Figura 05: Resposta de Clarisse

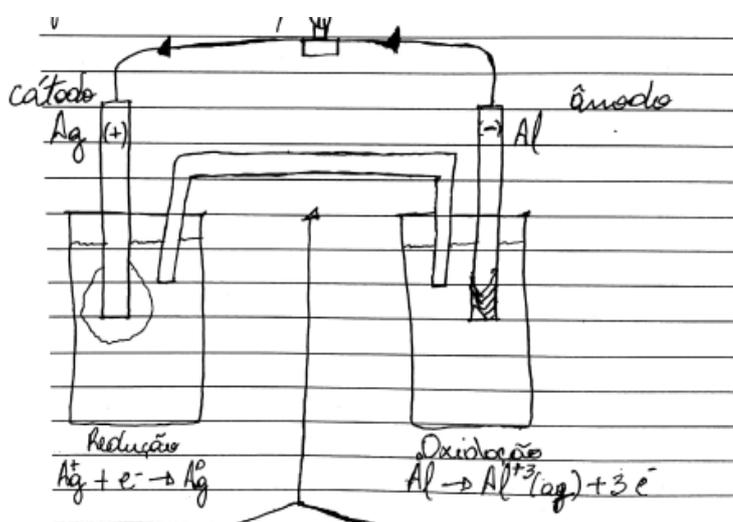


Clarisse representa o esquema da pilha de maneira correta, mas não identifica a ponte salina nem o fio condutor no esquema. Para a letra a), a estudante não responde a questão. Para a letra b), a estudante respondeu de maneira correta e para a letra c), a estudante respondeu de maneira incorreta. Analisando o esquema montado por Clarisse e suas respostas, pode-se perceber que os conceitos não estão esquematizados corretamente, uma vez

que, para pilhas, o ânodo sempre será o pólo negativo e a espécie química será oxidada. Portanto, a estudante não apresentou indícios de apropriação nem tampouco uma sistematização adequada para os conceitos.

Para a 2ª questão, a estudante não respondeu e para a 3ª questão, a estudante associou corretamente a função salina com a manutenção dos íons.

Figura 06: Resposta de Bernardo<sup>20</sup>

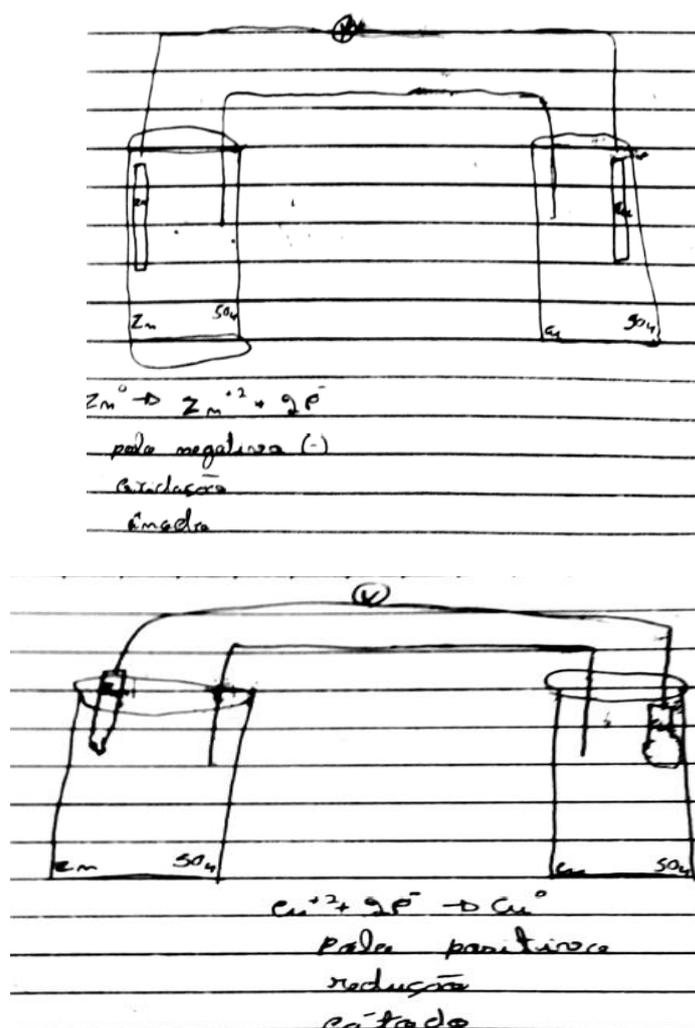


Bernardo identifica todos os elementos do esquema, mas faz uma inversão na identificação convencional dos pólos. Por convenção, o ânodo, pólo negativo, é identificado no lado esquerdo quando representamos o esquema de uma pilha. O estudante foi o único a inverter os pólos na representação. Analisando a imagem supracitada, podemos perceber que o estudante relaciona de maneira correta o ânodo/pólo negativo/oxidação e o cátodo/pólo positivo/redução, além disso, o fluxo de elétrons na pilha montada está representado de forma correta. A identificação da espécie química, a prata (Ag), que reduz e alumínio (Al), que oxida são coerentes, tendo como base os valores dos potenciais de redução. O estudante representa uma seta no fio condutor da direita pra esquerda, porém não sinaliza se a seta indica o fluxo de elétron ou a corrente elétrica.

<sup>20</sup>ver nota 19.

Posteriormente, o professor pergunta a Bernardo o porquê de ele ter invertido os pólos. Ele afirma que não lembrava em qual lado ficava o cátodo e o ânodo, e que achava não fazia diferença. Sobre a representação das setas no fio condutor, o estudante afirmou que se tratava do fluxo de elétrons. Analisando a representação de Bernardo e sua explicação para a inversão dos pólos, podemos concluir que o estudante apresentou indícios de apropriação dos conceitos e sistematização adequada.

Figura 07: Resposta de Danilo



Analisando as imagens da resposta de Danilo, podemos verificar que o estudante substituiu as espécies químicas cobre e prata, por zinco e prata.

Posteriormente, o professor perguntou ao estudante o motivo da troca. Danilo respondeu: *fiquei com esse sistema na cabeça, aí não olhei os dados da questão direito, fui fazendo logo o que lembrava*. Apesar de o estudante ter respondido à questão de maneira errada - não respondeu o que foi solicitado -, achamos relevante fazer algumas inferências a partir sua resposta. O zinco é oxidado, portanto, é o ânodo e o pólo negativo do sistema, enquanto que o cobre é reduzido, portanto, é o cátodo e o pólo positivo do sistema. O sistema representado pelo estudante está adequado para o conceito de pilha. Na tentativa de inferir sobre tal resposta, podemos deduzir que o estudante se prendeu ao exemplo da pilha de Daniell, ou seja, não conseguiu generalizar, abstrair o sistema de conceitos que estruturam o conceito de pilha. Isso nos leva a acreditar em duas hipóteses: 1- Ou a sequência didática tenha contribuído para reforçar a memorização da pilha de Daniell; 2- ou o livro didático (LD) o tenha feito, uma vez que o principal exemplo do LD é a pilha de Daniell. Portanto, podemos inferir que Danilo apresentou uma memorização da linguagem e dos signos apenas para a pilha de Daniell, não conseguindo abstrair e generalizar para os demais sistemas propostos.

O estudante não respondeu às questões 2ª e 3ª.

No geral, a maioria dos estudantes analisados demonstrou uma apropriação da linguagem e dos signos relevantes e uma sistematização coerente para o conceito de pilha, portanto uma apropriação dos conceitos científicos. Porém, vale ressaltar que compreendemos essa apropriação como inicial, ou seja, os estudantes estão começando a aprender (VIGOTSKI, 2000).

#### 4.4- Catarse e prática social

Para efeitos didáticos, optamos por realizar a análise dos momentos de catarse e prática social em conjunto, uma vez que a prática social é compreendida como sendo a realidade na qual os indivíduos estão inseridos, sendo assim, compreendemos que somente o âmbito escolar não é suficiente para inferir sobre as potencialidades que os indivíduos desenvolveram ao longo

do processo. Desta maneira, nossa análise será realizada a partir dos episódios selecionados em sala de aula, uma vez que nos faltam instrumentos para captar as máximas subjetividades alcançadas pelos indivíduos.

No momento da catarse, espera-se que os estudantes apresentem a “primeira” síntese dos conceitos científicos abordados em seus discursos. Para tanto, o professor retomou a discussão sobre o conceito de bateria dando continuidade à SD planejada. A seguir, apresentaremos um episódio que caracteriza bem esse momento.

Quadro 09: Fala dos participantes

Participante	O que foi dito
4.1- Professor	<i>O que é uma bateria?</i>
4.2- Rafael	São várias pilhas.
4.3- Professor	<i>Sim, e essas pilhas estão dispostas de qualquer maneira ou precisam estar conectadas?</i>
4.4- Rafael	Conectadas.
4.5- Davi	Conectadas. Em série ou em paralelo.
4.6- Professor	<i>Certo. A bateria é um sistema que contém várias pilhas associadas em série ou em paralelo. Em seguida o professor pergunta: Por que a pilha ou bateria acaba?</i>
4.7-Carolina	Porque descarrega.
4.8- Clarisse	É, descarrega.
4.9- Julio	Porque tem muitos aplicativos no celular, aí descarrega a bateria.
4.10- Professor	<i>O único aparelho eletrodoméstico que utiliza bateria é o celular?</i>
Todos	Não
4.11- Professor	<i>Então, por que a bateria descarrega?</i>
4.12- Bernardo	Por causa do consumo.

4.13- Professor	<i>Consumo do quê? Como a pilha ou bateria funciona?</i>
4.14- Bernardo	Acontece um processo de oxirredução.
4.15-Davi	É por causa do consumo dos reagentes na reação.
4.16- Professor	<i>Isso. Pessoal, o que é uma pilha?</i>
4.17- Rafael	Professor, pilhas são reações químicas que geram energia elétrica.
4.18- Professor	<i>Qualquer reação química ou tem um tipo de reação particular?</i>
4.19-Clarisse	Reações de oxirredução.
4.20- Professor	<i>Toda reação redox é uma pilha?</i>
4.21- Clarisse	É.
4.22- Davi	Não
4.23- Professor	<i>Por que não, Davi?</i>
4.24- Davi	Professor, na pilha não precisa ter um fluxo de elétrons contínuo? Eu acho que nem toda reação de oxirredução vai ter esse fluxo contínuo.
4.25- Professor	<i>E você Clarisse, por quê acha que toda reação redox é uma pilha.</i>
4.26- Clarisse	Não sei, agora fiquei na dúvida.
4.27- Professor	<i>Mais alguém quer falar?</i>
	A turma fica em silêncio. O professor solicita aos alunos que relembrem como é um esquema de uma pilha e por que é necessário que os reagentes possuam uma diferença de potencial.

Fonte: própria autoria (2018)

Analisando este episódio, podemos perceber que, inicialmente, os estudantes relacionam o não funcionamento das pilhas e baterias ao consumo das mesmas. A relação feita por alguns estudantes, como pode ser verificada nas falas 4.7, 4.8 e 4.9, apresentam o conceito espontâneo sobre pilhas e baterias, uma vez que suas respostas no primeiro momento estão relacionadas

a questões de ordem prática: utilização de aparelhos eletrônicos. Após a intervenção do professor, fala 4.13, os estudantes associam o funcionamento das pilhas e baterias a reações de oxirredução e conseqüentemente ao fluxo de elétrons, como pode ser verificado nas falas 4.14, 4.15, 4.17 e 4.19. A partir das falas 4.14, 4.15, 4.17 e 4.19, verificamos a importância do professor no processo de apropriação dos conceitos, uma vez que

o caráter consciente e volitivo da formação dos conceitos científicos, propriedades insuficientemente mobilizadas pelos conceitos espontâneos, institui-se, segundo Vigotski, na completa dependência da colaboração participativa do pensamento do adulto – conformando-se, pois, na zona de desenvolvimento iminente (MARTINS, 2013, p. 176)

No momento da catarse, era esperado que os estudantes demonstrassem a apropriação dos conceitos científicos. Porém, isso não significa que os conceitos espontâneos deixarão de estar presente nas subjetividades dos estudantes. Podemos notar mediante as falas 4.14, 4.15, 4.17 e 4.19 que, após o auxílio do professor, os estudantes começam a apresentar uma estrutura lógica dos conceitos que envolvem o conteúdo de eletroquímica, ou seja, caminham em direção à síntese e desenvolvimento do pensamento conceitual. Entretanto, temos a consciência que, entre “o curso lógico da instrução e a lógica interna dos processos psíquicos do aprendiz não existe correspondência absoluta – isto é, o desenvolvimento tem sua lógica própria, não subordinada ao programa escolar” (MARTINS, 2013, p. 285).

Destarte, os resultados obtidos no quadro 09, corroboram a importância da mediação do professor no processo de apropriação dos conceitos científicos pelos estudantes. O papel do professor nos processos de ensino e apropriação dos conceitos científicos é de grande relevância para a PHC, portanto, os resultados estão em ressonância com a teoria.

No momento da prática social, retomamos a questão da energia elétrica – parte da realidade escolhida para nortear nosso processo de ensino. Os estudantes apresentaram as pesquisas sobre o funcionamento do gato de

energia e impostos na conta de energia elétrica. Esta pesquisa foi solicitada com o intuito de potencializar a síntese dos estudantes acerca da realidade, pois a falta de acesso à energia elétrica e a prática do gato de energia é, majoritariamente, uma questão de classe no Brasil. Outro fato potencializador deste momento foi a pesquisa do estudante Bernardo sobre a controvérsia acerca da invenção da pilha. A partir de outras fontes, o estudante relata que o mérito da invenção da pilha foi atribuído somente a Volta e comenta a relevância de ter visto em sala de aula que a pesquisa de Galvani foi essencial para o trabalho de Volta.

Esse retorno às questões que orientaram a prática social é a vida dos sujeitos após um processo crítico de análise sobre a realidade, tendo como base os conceitos científicos. Esperamos que ao final/início deste processo os estudantes utilizem a rede de conceitos apresentada na SD para analisar e intervir na realidade mediante as diversas determinações e relações na qual estão inseridos, em especial as questões relacionadas ao gato, consumo de energia e a crítica aos poderes públicos.

## 5-Conclusão

A educação deve proporcionar ao indivíduo uma formação que contemple as relações e a complexidade existente entre as diferentes partes que compõem a realidade, proporcionando a emancipação do indivíduo. Para isso é necessário que a educação proporcione ao homem a apropriação dos conhecimentos desenvolvidos pela humanidade ao longo do tempo. Sendo assim, pensamos que a educação também é uma atividade emancipadora e pode contribuir de forma secundária e determinada para a superação deste tipo de sociedade.

Tendo em vista a educação como uma das várias mediações que possibilitam a emancipação dos indivíduos – dentro dos limites da sociedade capitalista – é que realizamos nossa pesquisa para o ensino de eletroquímica a partir da PHC. Tal emancipação está subordinada à tomada de consciência dos indivíduos pela via do desenvolvimento do pensamento conceitual. Diante disto – o desenvolvimento do pensamento conceitual – a partir da Pedagogia Histórico-Crítica é considerada uma excelente alternativa para o ensino de ciências a fim de possibilitar tal desenvolvimento, pois permite que os estudantes se apropriem dos conhecimentos desenvolvidos pela humanidade. Além disso, os estudantes podem perceber que a ciência é construída por homens históricos e datados e, portanto, não pode ser neutra. Sendo assim, os aspectos sociais, econômicos e políticos também orientam e influenciam o desenvolvimento do conhecimento científico.

Esta pesquisa buscou investigar como se dá a apropriação dos conceitos de eletroquímica pelos estudantes do ensino médio a partir de uma sequência didática baseada na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC). Para tanto, utilizamos a eletricidade como temática a fim de discutir questões no âmbito da realidade na qual estamos inseridos. A sequência didática baseada na PHC para o ensino de eletroquímica proporcionou uma reflexão sobre a importância do desenvolvimento da eletricidade e surgimento da pilha para o desenvolvimento

da ciência e da sociedade. Além disso, possibilitou uma discussão acerca da negligência do Estado na garantia da eletricidade para todos os indivíduos. A partir dos nossos resultados, podemos inferir que houve apropriação dos conceitos científicos abordados. Afirmamos essa apropriação dos estudantes com base na aplicação da linguagem e signos característicos deste conceito científico.

Nossos resultados apontam para reflexões acerca de como o ensino de eletroquímica vem sendo trabalhado no Ensino Médio, assim como sua relevância para a sedimentação de conceitos estruturantes da Química. Além disso, faz-se necessário uma análise crítica sobre a formação de professores de ciências/química em nosso país, uma vez que esta formação, no geral, vem sendo cada vez mais esvaziada das relações sociais e econômicas do desenvolvimento dos conceitos científico, tal abordagem pode reforçar a concepção de neutralidade e linearidade do desenvolvimento científico. Majoritariamente, apenas os aspectos históricos, filosóficos e epistemológicos são contemplados no ensino de eletroquímica. Pretendemos avançar nessa perspectiva em pesquisas futuras, assim como elaborar material didático e/ou complementar sobre a abordagem sócio-histórica do conceito de eletroquímica.

Tendo em vista o momento da instrumentalização, em particular a primeira parte, que interfere diretamente na segunda parte deste momento, a dinâmica imposta pela práxis pedagógica nos relembra que o domínio dos conceitos científicos, precisa ser apreendido em sua rede conceitual, ou seja, nos nexos e relações que estruturam tais conceitos. Se essa rede é estabelecida a partir de conexões fragmentadas e frágeis, o avanço na formação do conceito – desenvolvimento do pensamento conceitual – é comprometido.

Essa fragmentação da rede conceitual tem suas raízes mais profundas no modo em que estamos produzindo nossa existência, que reflete direta e intencionalmente como concebemos a educação na sociedade capitalista. A

educação não é concebida como uma atividade que propicie a emancipação humana em suas máximas potencialidades e determinações numerosas, mas sim como um instrumento ideológico que legitima a ordem social. Para tanto, a educação da classe dominada é ofertada em doses homeopáticas e esvaziadas de suas relações históricas, filosóficas, sociais e econômicas. Em contrapartida, a PHC é uma pedagogia contra-hegemônica que visa socializar os conhecimentos em suas máximas potencialidade e relações numerosas, com o intuito de promover o desenvolvimento do pensamento dos sujeitos a partir da tomada de consciência.

Em tempos atuais, orientar o trabalho pedagógico a partir do método da PHC – ou seja, concebido a partir das contribuições do materialismo histórico-dialético – é de suma importância para superar esse modo de sociabilidade. Para tanto, é um esforço coletivo na direção da emancipação humana. Além disso, a PHC defende a importância da mediação do professor nos processos de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos. Tal mediação foi essencial para obtenção de nossos resultados, como podemos verificar nas respostas dos estudantes: em especial no quadro 09, que o momento de apresentação da “primeira” síntese pelos estudantes. O professor orientou os estudantes na organização da rede conceitual que envolve os conceitos de eletroquímica, potencializando o desenvolvimento do pensamento conceitual dos estudantes.

## Referências

ABREU, H. V.; MORADILLO, E. F. Alguns aspectos do desenvolvimento do ser social no contexto da metalurgia: análise sócio-histórica. In: **XVI ENEQ e X EDUQUI**, Salvador. Jul., 2012. Anais... Salvador: UFBA, 2012, p.

ANDERY, M. A. P.A.; MICHELETTO, N.; SÉRIO, T. M. A. P.; RUBANO, D. R.; MOROZ, M.; PEREIRA, M. A. M.; GIOIA, S. C.; GIANFALDONI, M. H. T. A.; SAVIOLI, M. R.; ZANOTTO, M. L. B. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Espaço e Tempo; São Paulo: EDUC, 2002.

ANUNCIÇÃO, B. C. P. **Ensino de Química na perspectiva Histórico-Crítica: análise de uma proposta de mediação didática contextual na Educação do Campo**. 2012. 119f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

BOCCHI, N.; FERRACIN, L. C.; BIAGGIO, S. R. Pilhas e Baterias: funcionamento e impacto ambiental. **Química Nova na Escola**. N. 11, mai., 2000. p. 3-9

CROTTY, M. **The foundations of social research: meaning and perspective in the research process**. London: Sage, 1998. p. 66-111.

DENZIN, N.K; LINCOLN. Introduction. In: DENZIN, N.K; LINCOLN. Y.S. (Ed.) **Handbook of qualitative research**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage; 2005. p. 1-29.

FRAGAL, V. H.; RODRIGUES, M. A.; MAEDA, S. M. PALMA, E. P.; BUZATTO, M. B. P.; SILVA, E. L. Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre a reatividade dos metais. **Química Nova na Escola**. V.33, N. 4, nov., 2011. p. 216-222.

FREIRE, JR. O. A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências. In: SILVA FILHO, W. J. (Org.). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador: Arcádia, 2002. p. 13-30.

GASPARIN, J. L. **Uma Didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

LESSA, S.; TONET, I. **Introdução à filosofia de Marx**. 1.ed. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

LICHTMAN, M. **Qualitative research in education: a user's guide**. Thousand Oaks: Sage, 2010.

MARTINS, R. de A. O contexto da invenção e divulgação da pilha elétrica por Alessandro Volta., In: GOLDFARB, José Luiz & FERRAZ, Márcia Helena Mendes (eds.). **Anais do VII Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia e da VII Reunião da Rede de Intercâmbios para a História e a Epistemologia das Ciências Químicas e Biológicas**. São Paulo: Sociedade Brasileira de História da Ciência / EDUSP, 2001. p. 285-290.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Cad. Cat. Ens. Física**, vol. 24, n. 11, abr. 2007. p. 112-131.

MARTINS, L. M. **O desenvolvimento do psiquismo e a educação escolar: contribuições à luz da psicologia histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica**. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2013.

MARTINS, L. M. Introdução aos fundamentos epistemológicos da Psicologia Sócio-Histórica. In: Lígia Márcia Martins. (Org.). **Sociedade, educação e subjetividade: reflexões temáticas à luz da Psicologia Sócio-Histórica**. 1ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008, v. , p. 33-60.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cad. Cat. Ens. Física**, vol. 12, n 13., dez. 1995. p. 164-214.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. **Química Nova na Escola**. N. 19, mai., 2004. p. 11-14.

MERÇON, F.; GUIMARÃES, P. I. C.; MAINIER, F. B. Sistemas experimentais para o estudo da corrosão em metais. **Química Nova na Escola**. V. 33, N. 1, fev., 2011. p. 57-60.

MORADILLO, E. F. **A dimensão prática na licenciatura em química da UFBA: possibilidades para além da formação empírico-analítica**. 2010. 264f. Tese (Doutorado em Ensino, História e Filosofia da Ciência) – Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.

MORADILLO, E. F.; NETO, H. S. M.; MASSENA, E. P. Ciências da Natureza na Educação do Campo: em defesa de uma abordagem sócio-histórica. **Rev. Bras. Educ. Camp.**, Tocantinópolis, v. 2, n. 3, p. 991-1019, 2017.

MORTIMER, E. F; MACHADO, A. H. A proposta curricular do estado de Minas Gerais: Fundamentos e pressupostos. **Química Nova**. Vol. 23, N. 2, mar-abr., 2000, p. 273-183.

- MOZZATTO, A. R.; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados no campo da administração: Potencial e Desafios. **Anpad**.v. 15, n. 4, Jul/Ago, 2011, p. 731-747.
- NETTO, J. P.; BRAZ, M. **Economia política: uma introdução crítica**. 5ªed. São Paulo: Cortez, 2009.
- NETO, J. P. **O leitor de Marx**. 1ªed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2012.
- OKI, M. C. M. A eletricidade e a química. **Química Nova na Escola**. N. 2, nov., 2000, p. 34-37.
- OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O Ensino da História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v. 14, n.1,2008, p. 67-88.
- PALMA, M. H.C.; TIERA, V. A. P. Oxidação dos metais. **Química Nova na Escola**. N.18, nov., 2003. p. 52-54
- PORTO, P. A. Um debate seiscentista: A transmutação do ferro em cobre. **Química Nova na Escola**. N. 19, mai., 2004. p. 24-26.
- SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V.; MAIA, J. O.; SILVA, A. F. A.; WHARTA, E. J. Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Química Nova na Escola**. V.31, N. 3, ago., 2009. p. 190- 197.
- PINHEIRO, B.C.S. **Pedagogia Histórico-Crítica na Formação de professores de Ciências**.1 ed. Curitiba: Appris, 2016.
- PORTO, P. A. **História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade**. In: Wildson Luiz Pereira dos Santos; Otavio Aloisio Maldaner. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí, RS: Editora Unijuí, 2010.
- SANTOS, César. **Ensino de ciências: Abordagem Histórico-Crítica**. São Paulo: Autores Associados, 2005.
- SAVIANI, Dermeval. **Escola e Democracia**. Coleção Polêmicas do Nosso Tempo. 41 ed. São Paulo: Cortez e Autores Associados, 2009.
- \_\_\_\_\_. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. 10. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

SOUZA, E. T.; SOUZA, C. A.; MAINIER, F. B.; GUIMARES, P. I. C.; MERÇON, F. Corrosão de metais por produtos de limpeza. **Química Nova na Escola**. N. 26, nov., 2007. p. 44-46.

WHARTA, E. J.; REIS, M. S.; SILVEIRA, M. P. A maresia no ensino de química. **Química Nova na Escola**. N. 26, nov., 2007. p. 17-20

TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O bicentenário da invenção da pilha elétrica. **Química Nova na Escola**. N. 11, mai., 2000. p. 35-39.

TONET, I. Educar para a cidadania ou para a liberdade? *Perspectiva*. N. 02, V. 23, jul/dez., 2005. p. 469-494.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, set./dez. 2005, p. 443-466.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

## APÊNDICE A

### Sequência didática para o ensino de eletroquímica a partir de uma abordagem sócio-Histórica

Prática social	Todas as pessoas têm acesso a energia elétrica?
Problematização	1-É admissível, nos dias de hoje, que nem todos tenham acesso à energia elétrica?2- O que é o “gato” de energia? a) Qual a classe social que mais utiliza esta prática? Por quê? 3- O tipo de energia presente nas pilhas é a energia elétrica?
Instrumentalização	Estudo dos conceitos científicos do conteúdo de eletroquímica
Catarse	Por quê a bateria acaba?
Prática social	Pesquisa sobre o funcionamento do gato de energia e impostos na conta de energia elétrica

## APÊNDICE B

### Cronograma

Aula 1:	Prática social e problematização
Aula 2:	Problematização e instrumentalização =reação redox, nox, oxidante, redutor
Aula 3:	Instrumentalização =lista de exercício
Aula 4:	Instrumentalização =lista de exercício
Aula 5:	Instrumentalização =resolução da lista e atividade
Aula 6:	Instrumentalização = Pilhas
Aula 7:	Instrumentalização =abordagem sócio-histórica do conceito de eletroquímica
Aula 8:	Instrumentalização =abordagem sócio-histórica do conceito de eletroquímica
Aula 9:	Instrumentalização =pilhas-comparação entre um esquema de uma pilha e de uma reação redox
Aula 10:	Instrumentalização= resolução de exercício do livro didático
Aula 11:	Instrumentalização =potencial padrão de redução
Aula 12:	Instrumentalização= eletrólise
Aula 13:	Instrumentalização= exercício de revisão em grupo
Aula 14:	Instrumentalização =exercício de revisão individual
Aula 15:	Instrumentalização =baterias, descarte e lixo potencialmente tóxico
Aula 16:	Catarse e prática social

## APÊNDICE C

### Roteiro para a aula 1

#### PRÁTICA SOCIAL E PROBLEMATIZAÇÃO

No primeiro momento, o professor deverá perguntar aos estudantes se ***Todas as pessoas têm acesso a energia elétrica?*** A partir das respostas e argumentação dos estudantes, o professor deverá orientar o debate para as questões de cunho socioeconômico que envolvem a acessibilidade da energia elétrica para as classes sociais.

O Ano Internacional da Luz, criado pela Organização das Nações Unidas (ONU) para sensibilizar os governos do mundo para um fato grave, será comemorado ao longo de 2015. De acordo com a ONU, apesar de todos os avanços científicos da humanidade, 1,5 bilhão de pessoas ainda vivem sem energia elétrica no mundo.

Os desdobramentos do problema são muitos, entre eles a impossibilidade de estudar à noite, dificuldade de acesso à informação, desperdício de comida por falta de geladeira e insegurança. Segundo a Unesco, a prática cultural no continente africano de usar querosene como combustível para lâmpadas mata 1,5 milhões de pessoas por ano e é uma das principais causas de problemas respiratórios em milhões de moradores da região.

No Brasil, há 12 anos o governo tenta universalizar o acesso à energia elétrica por meio do programa Luz para Todos. Entretanto, boa parte da população continua sem luz. Segundo o diretor do programa, Aurélio Pavão, do Ministério de Minas e Energia, cerca de 190 mil famílias brasileiras ainda vivem sem energia, a maior parte na zona rural.

Segundo Aurélio Pavão, nas regiões Sul e Sudeste e parte do Nordeste o acesso à luz já está universalizado. “A partir de agora, nosso maior desafio são alguns estados do Nordeste, principalmente Bahia, Piauí, Maranhão e

Alagoas, além de Goiás, no Centro-oeste, e toda a região Norte."O novo prazo para universalização de energia no país é 2018.

Além das 190 mil residências mapeadas pelo ministério, Aurélio Pavão destacou a existência de comunidades isoladas na Amazônia. Elas não estão contabilizadas, mas não têm energia. Pavão explicou que o problema de levar energia para a região são as dificuldades de logística e obstáculos naturais.

Figura 01: Domicílios particulares, por existência de energia elétrica, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação-2010.

Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2010

Tabela 13 - Domicílios particulares permanentes, por existência de energia elétrica, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação - 2010

Região	Grandes Regiões e Unidades da Federação	Domicílios particulares permanentes	Existência de energia elétrica Total	Existência de energia elétrica De companhia distribuidora	Existência de energia elétrica De outra fonte	Existência de energia elétrica Não tinham
	Brasil	57.324.185	56.595.007	56.044.395	550.612	728.512
N	Região Norte	3.975.533	3.724.295	3.547.426	176.869	251.207
NE	Região Nordeste	14.922.901	14.583.662	14.460.942	122.720	339.087
SE	Região Sudeste	25.199.799	25.133.234	24.937.720	195.514	66.211
S	Região Sul	8.891.279	8.859.224	8.829.870	29.354	31.979
CO	Região Centro-Oeste	4.334.673	4.294.592	4.268.437	26.155	40.028
N	Rorônia	455.599	442.296	438.920	3.376	13.300
N	Acre	190.645	177.844	173.751	4.093	12.796
N	Amazonas	799.629	746.336	691.828	54.508	53.290
N	Roraima	115.844	106.779	103.942	2.837	9.065
N	Pará	1.859.165	1.720.875	1.615.055	105.820	138.270
N	Amapá	156.284	153.643	149.306	4.337	2.641
N	Tocantins	398.367	376.522	374.624	1.898	21.845
NE	Maranhão	1.653.701	1.590.020	1.578.969	11.051	63.673
NE	Piauí	848.263	789.771	784.509	5.262	58.491
NE	Ceará	2.365.276	2.340.224	2.331.412	8.812	25.045
NE	Rio Grande do Norte	899.513	892.561	888.123	4.438	6.952
NE	Paraíba	1.080.672	1.072.541	1.068.728	3.813	8.121
NE	Pernambuco	2.546.872	2.531.369	2.511.190	20.179	15.495
NE	Alagoas	842.884	833.428	825.550	7.878	9.456
NE	Sergipe	591.315	585.501	582.223	3.278	5.807
NE	Bahia	4.094.405	3.948.247	3.890.238	58.009	146.047

Fonte: Censo 2010.

No segundo momento, o professor deverá problematizar as questões provenientes da prática social (1º momento). A partir das informações supracitadas, discutir com os alunos as seguintes questões: **1-É admissível, nos dias de hoje, que nem todos tenham acesso à energia elétrica? 2- O que é o "gato" de energia? a) Qual a classe social que mais utiliza esta**

**prática? Por quê? 3- O tipo de energia presente nas pilhas é a energia elétrica?**

Neste momento é necessário que o professor faça uma análise a partir das respostas dos alunos sobre qual classe social não tem acesso à energia elétrica, assim como os riscos e prejuízos para a prática do “gato” de energia.

Em seguida, o professor deverá relacionar o conteúdo de eletroquímica com a energia elétrica a partir do conceito de pilha. No final do momento, o professor precisa demonstrar aos estudantes que o conhecimento que eles possuem não é suficiente para responder ao questionamento. É importante salientar que por hora, os conceitos relevantes para o ensino de eletroquímica não devem ainda ser abordados.

Figura 02: Gato de energia na Bahia



(71) 3322-7266 | Manaus

CANALS | COLUNISTAS | MAIS TRIBUNA | MUNICÍPIOS | RAIOS LASER | AGENDA CULT

## Com a crise, gatos de energia se expandem

Furto também em grandes propriedades

por Adilson Fonsêca | Publicada em 04/07/2016 08:50:29

Tweetar | Recomendar | Compartilhar 4 | G+1 0

Nos caminhos entre as casas das encostas que ligam os bairros de Castelo Branco (Creche) a Sete de Abril, na periferia de Salvador, os fios em cores diversas, indicam claramente a existência de “gatos” na rede elétrica, abastecendo centenas de casas ao longo das encostas. A prática, apesar de arriscada e ilegal, é tão comum na região que é feita à luz do dia, abastecendo não apenas residências, mas lavadores de carros e até alguns estabelecimentos comerciais.

O furto de energia no ano passado em todo o Estado consumiu o equivalente a 980 Gigawatt/hora, ou o equivalente ao consumo anual das cidades de Feira de Santana e Candeias juntas. Feira de Santana é a segunda maior cidade da Bahia, com 620 mil habitantes, segundo projeções do IBGE, e Candeias, na Região Metropolitana de Salvador, tem aproximadamente 88 mil habitantes.

Fonte: Tribuna da Bahia, 2016.

Figura 03: Gato de energia na Bahia

assinatura da  
Tribuna da Bahia  
(71) 3322-7266

Destinos.com.br

Salvador -  
Manaus R\$

CANAIS COLUNISTAS MAIS TRIBUNA MUNICÍPIOS RAIOS LASER AGENDA CULTURAL

do custo geral da energia fornecida a população, uma vez que a Agência Nacional de Energia Elétrica prevê que perdas comerciais decorrentes do gato também sejam repassadas para a tarifa de energia.

**Furto também em grandes propriedades**

Não só de pequenas residências, localizadas em áreas mais pobres na cidade e no Estado praticam o furto de energia elétrica. Consumidores de grande porte, de residências de alto luxo a estabelecimentos comerciais e agrícolas também cometem o crime, previsto em lei e que pode resultar em detenção de até quatro anos. Este ano, além da intensificação da fiscalização em Salvador, a Coelba resolveu investigar o furto em larga escala de energia na região oeste do estado, nos municípios de Barreiras, São Desidério e Luís Eduardo Magalhães, onde se localizam grandes propriedades rurais que utilizam sistema de irrigação na agricultura.

**Prejuízos**

Durante 15 dias de maio, 10 equipes de fiscais da empresa realizaram vistoria em grandes fazendas e empresas nas cidades e zonas rurais de Barreiras, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério. A operação resultou na identificação de 75 irregularidades em propriedades de grande porte, que juntas, geraram um prejuízo de cerca de 2,5 Gigawatts de energia, o que equivale ao consumo de um mês de 25 mil residências baianas.

Nesta operação, três casos de reincidência foram informados à delegacia

Fonte: Tribuna da Bahia, 2016