



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**



**MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

**O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias  
como prática social no ensino de química: uma sequência de aulas  
fundamentada na abordagem CTSA e na pedagogia histórico-  
crítica**

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA



### **Título**

O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias  
como prática social no ensino de química: uma sequência de aulas fundamentadas na  
abordagem CTSA e na pedagogia histórico-crítica

### **Autora**

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA

### **Orientadora**

RUTH DO NASCIMENTO FIRME

### **Projeto gráfico e design**

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA

### **Revisão textual**

ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA

### **Créditos**

Produto educacional criado por ANGELA CECÍLIA SOARES GUERRA, via [canva.com](https://canva.com)



## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>PARTE 1:</b>	<b>5</b>
<b>FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DA SEQUÊNCIA DE AULAS</b>	
<b>Abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)</b>	<b>7</b>
<b>A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC)</b>	<b>8</b>
<b>O descarte incorreto de pilhas e baterias</b>	<b>12</b>
<b>Pilhas e baterias</b>	<b>13</b>
<b>PARTE 2:</b>	<b>17</b>
<b>SEQUÊNCIA DE AULAS FUNDAMENTADA NA ABORDAGEM CTSA E NA PHC</b>	
<b>CONSIDERAÇÕES PARA O PROFESSOR DE QUÍMICA</b>	<b>25</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>26</b>



## APRESENTAÇÃO

### **Caros professores,**

Este E-book é o produto educacional de uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI, da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Nele é proposta uma sequência de aulas, para o ensino de Eletroquímica, mais especificamente, do conteúdo de Pilhas, fundamentada na Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) e na Pedagogia Histórico-Crítica a partir do descarte incorreto de pilhas e baterias como prática social.

O respectivo E-book tem a finalidade de ser um material didático de apoio do professor de Química para as atividades de sala de aula no ensino médio. Nesse sentido, ele foi elaborado com duas partes: na parte 1 tem-se a discussão teórico-metodológica sobre Abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), descarte incorreto de pilhas e baterias e pilhas e baterias; na parte 2 é apresentada a sequência de aulas propriamente dita.

O intuito principal desse produto educacional é contribuir como uma sugestão pedagógica que articule as dimensões científica, tecnológica, social e ambiental com vistas à emancipação do indivíduo em seu meio social por meio do conhecimento, na abordagem do conteúdo de Eletroquímica com foco no conteúdo de Pilhas que, muitas vezes, parece complicado ao estudante.

Portanto, este E-book pode se constituir como um material didático que pode colaborar com professores de Química no desenvolvimento de práticas pedagógicas dinâmicas, bem como, cooperar para um ensino de Química mais atrativo e com resultados que geram conhecimento.



## **PARTE 1:**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICO-METODOLÓGICOS DA SEQUÊNCIA DE AULAS**

Os tempos modernos demandam cada vez mais a necessidade de cuidar, de preservar o meio em que se vive, buscando-se por uma qualidade de vida. Os problemas ambientais trazem graves danos para a população. Nesse sentido, busca-se através da Educação, dentre outras áreas, o desenvolvimento de estratégias que possam estimular e subsidiar os estudantes para preservarem o meio ambiente. Consideramos que a Educação pode contribuir significativamente para o entendimento das pessoas sobre a preservação ambiental como ações que buscam proteger e preservar os recursos naturais, por exemplo.

Partindo dessa compreensão, a temática do descarte de pilhas e baterias em locais não adequados, pode ser abordada por meio do ensino de Química. Isso porque o descarte de pilhas e baterias em locais não adequados é um problema social e ambiental devido, por exemplo, a possibilidades de contaminação do solo. Arrigo, Alexandre, Assai (2018) alertam, de modo geral, que o descarte de lixo eletrônico há décadas representa um grave problema ambiental, problemática esta que torna relevante a discussão nas aulas de Química.

No processo de ensino e aprendizagem, ao se correlacionar a Química com temáticas presentes no cotidiano dos estudantes, pode-se favorecer uma proximidade entre o conhecimento científico e o mundo real, promovendo a edificação de um saber entre conceito e contexto, entre ação e reação e, principalmente, provocando nestes indivíduos, uma crítica-reflexiva sobre seu papel na sociedade (Andrade; Zimmer, 2021).

É importante destacar a necessidade de, além de trabalhar com temáticas relevantes do dia-a-dia dos estudantes e articulá-las aos conteúdos químicos, contribuir para a formação crítica dos estudantes. Entendemos por formação crítica aquela que, para Oliveira e Simonetto (2017), dá condições aos estudantes para participarem ativamente na sociedade e analisarem seus contextos e as condições neles existentes. Isso porque, “o homem quando compreende sua realidade, pode levantar hipóteses sobre o desafio dessa realidade e procurar soluções. Assim, pode transformá-la e com seu trabalho pode criar um mundo próprio [...]”. (Freire, 1979, p. 30).





Assim, destaca-se a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) ou Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) para fundamentar teórica e metodologicamente as aulas de Química. Isso porque, segundo Vieira *et al.*, (2011, p. 16), esta abordagem “[...] permite ir mais além do que o mero conhecimento acadêmico da Ciência e da Tecnologia, preocupando-se com problemas sociais relacionados com questões de foro científico e tecnológico”, como é o caso do descarte de pilhas e baterias em locais não adequados.

Adotou-se o acrônimo CTSA considerando o descarte de pilhas e baterias na perspectiva da preservação ambiental. A abordagem CTSA corresponde a relação estabelecida entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, uma ligação que abre um amplo leque de oportunidades de conhecimentos, ao provocar no estudante a reflexão quanto ao seu papel na sociedade, uma percepção reflexiva que pode estimular o indivíduo a participar de modo ativo das mudanças à sua volta, contribuindo significativamente em seu meio social quanto às temáticas contemporâneas.

Na abordagem CTSA, a sequência de aulas foi voltada para o conteúdo da Eletroquímica que é “o ramo da Química que trata do uso de reações químicas espontâneas para produzir eletricidade e do uso da eletricidade para forçar as reações química não espontâneas acontecerem” (Atkins; Loretta, 2006, p. 539). Consideramos, dentro da Eletroquímica, o conteúdo de Pilhas e os conceitos químicos nele envolvidos, como, por exemplo, oxidação, redução, reações redox.

Outra base teórica e metodológica que fundamentou a sequência de aulas proposta nesta cartilha foi a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) de Dermeval Saviani. A PHC apresenta como princípio fundamental a emancipação do indivíduo em seu meio social por meio do conhecimento. Trata-se de uma Pedagogia que provoca o ser humano a participar, contribuir com a construção social, considerada dentre alguns estudiosos da Educação como uma pedagogia revolucionária, justamente por ter como base, contribuições filosóficas do materialismo histórico e dialético, onde se busca compreender as transformações sociais a partir de uma realidade (Lopes, 2020).

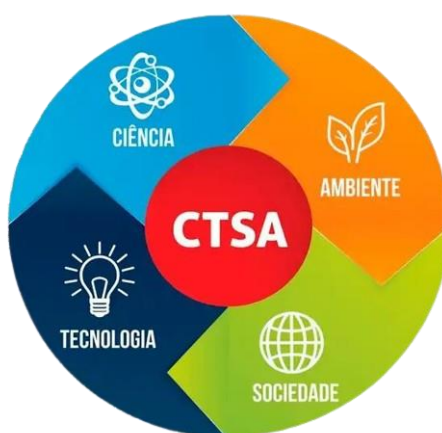
Dentro dessa conjuntura, entende-se a necessidade de os estudantes compreenderem os impactos do descarte incorreto das pilhas e baterias no meio ambiente e os conteúdos químicos envolvidos nesse processo, visando uma formação crítica, por meio da abordagem CTSA e da Pedagogia Histórico-Crítica.



## Abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)

A abordagem CTSA, cujas dimensões estão ilustradas na figura 1, está relacionada ao movimento CTS que emergiu nos países industrializados (Santiago, 2020). Mais precisamente, durante o período da Segunda Guerra Mundial, cuja principal tônica do momento era o avanço tecnológico, mola propulsora para o aumento do capital de todas as nações, gerando riquezas aos países (Chrispino, 2017).

**Figura 1.** Dimensões da abordagem CTSA



**Fonte:** [https://www.youtube.com/channel/UCt6f71dih\\_XOUim1ClpsNXQ](https://www.youtube.com/channel/UCt6f71dih_XOUim1ClpsNXQ)

Nesse contexto, o avanço científico e tecnológico ganhou um destaque diferente, dessa vez, não tão positivo. Foi observado que o poder de destruição alimentado por aquele avanço sem regras, poderia trazer diversos problemas para a sociedade e o seu habitat. Os estudos CTS foram intensificados na década de 1998 e teve como destaque, por meio da fala de Jane Lubchenco direcionada aos educadores e cientistas do século XXI, o olhar da ciência para questões ambientais, alertando quanto aos cuidados e quanto aos métodos e produtos desenvolvidos, priorizando-se, essencialmente, a condição da vida (Vilches; Pérez; Praia, 2011).

Segundo Firme e Silva (2011, p. 294), “é chamada de abordagem CTS para o ensino das ciências naturais todas as propostas que advogam o uso do conhecimento científico para intervenção no contexto social”. O objetivo da abordagem CTS de modo



amplo é viabilizar a partir da aquisição de conhecimento científicos, tecnológicos, sociais, uma melhor forma de se conviver em sociedade, dentro de uma perspectiva de promoção de qualidade de vida de forma democrática, “a partir de relações estabelecidas entre ciência, tecnologia e sociedade (Firme; Silva, 2024, p. 3).

Na sequência de aulas proposta nesta cartilha foi considerada a abordagem CTSA. Segundo Pedretti (2005) citada por Viches, Pérez e Praia (2011, p. 179), “a incorporação da letra ‘A’ de ambiente para a expressão CTS, tornando-se CTSA [...], responde ao anseio de dar uma maior ênfase às consequências ambientais dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos”.

Logo, a abordagem CTSA dialoga com a prática social do descarte incorreto das pilhas e baterias no ensino de Química numa perspectiva de preservação ambiental.

### **A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC)**

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) se fundamenta em uma proposta cuja principal premissa é a emancipação do indivíduo por meio da socialização dos conhecimentos ao longo dos anos. É um método pedagógico que provoca o ser humano a participar, contribuir com a construção social, sendo considerada uma pedagogia revolucionária, devido às suas contribuições filosóficas do materialismo histórico e dialético, onde se busca compreender as transformações sociais a partir de uma realidade (Lopes, 2020).

Essa perspectiva, não envolve somente o protagonismo do estudante, mas também do educador como uma ferramenta impulsionada a partir do momento que mostra como base uma concepção de pedagogia diferenciada, como cita Lopes (2020, p. 14):

A PHC contrapõe-se às concepções pedagógicas adotadas na atualidade denominadas por Duarte (2001) de pedagogias do aprender a aprender. Essas concepções pedagógicas perpassam o âmbito educacional e influenciam não somente a formação de professores como também dos alunos da educação básica (Lopes, 2020, p. 14).

Compreende-se que esse protagonismo dos educadores se mostra como um desafio, considerando que as escolas da educação básica passam por sérios problemas de





precarização. Lopes (2020, p. 15) pontua que a PHC trata de um “esforço coletivo” cujo intuito é o de “construir uma pedagogia marxista, que tenha condições de enfrentar os desafios colocados pela prática educativa alienada com a qual nos defrontamos no contexto atual” que foi se consolidando no país.

Essa pedagogia teve sua origem no período pós-ditadura do Brasil, momento em que a sociedade passava por grandes transformações, especialmente no campo da Educação, pois olhares mais críticos com relação aos métodos de ensino despertaram a necessidade de se considerarem teorias educacionais voltadas a reflexão crítica e terminantemente críticas, superando dessa maneira àquelas predominantes trazidas pela história, mas, pouco eficazes até então (Lagares; Almeida, 2021).

É nesse ambiente, que Dermeval Saviani destaca-se por implementar em seus discursos a necessidade da mudança educacional de caráter coletivo, por meio da construção de um campo conceitual da pedagogia crítica (Lagares; Almeida, 2021).

A PHC propõe um método didático que insere o indivíduo em um contexto onde ele reflete, debate, participa ativamente do seu contexto social, não que isso possa causar a ideologia da transformação do planeta, mas que a partir da educação, coisas relevantes possam acontecer na sociedade (Saviani, 2008). Na figura 2 ilustra-se ações que podem ser pensadas na perspectiva da preservação do meio ambiente, como, por exemplo, ações de coleta seletiva.

**Figura 2.** Ações de coleta seletiva



**Fonte:** ([https://br.freepik.com/vetores-premium/grupo-de-moradores-da-cidade-jogam-lixo-para-reciclar-lixeiros-para-vidro-metal-e-residuos-organicos-ilustracao-plana-dos-desenhos-animados\\_12929350.htm](https://br.freepik.com/vetores-premium/grupo-de-moradores-da-cidade-jogam-lixo-para-reciclar-lixeiros-para-vidro-metal-e-residuos-organicos-ilustracao-plana-dos-desenhos-animados_12929350.htm))

Em seus estudos, Saviani é bem enfático quanto a importância da PHC. Em 1991 foi publicado seu livro “Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações”, o qual



alcançou grande repercussão, composto por diversos artigos que exploravam essa questão no contexto educacional. Para o autor, essa obra foi a primeira aproximação do real significado da PHC, considerando que esta abordagem era cogitada por outros estudiosos.

A PHC preconiza a construção social a partir da humanização dos indivíduos, e nessa perspectiva, o trabalho educacional realizado nos estudantes visa produzir de forma direta e intencional um indivíduo singular, mas principalmente, despertar neste, sua humanização diante das situações vivenciadas em coletividade, ou seja, seu olhar acerca de determinado contexto e sua participação ativa nas resoluções de tal questão (Saviani, 2015).

Contudo, para a compreensão e a participação do indivíduo nos processos de coletividade apresentados pela PHC, Saviani (2015) propõe as seguintes categorias dialéticas, ou seja, momentos interdependentes e articulados, que perpassam o método didático da PHC: 1) prática social inicial; 2) problematização; 3) instrumentalização; 4) catarse e 5) prática social final. Destaca-se que as categorias constitutivas desse método não são consideradas como uma sequência de passos mecânica e linear. Pelo contrário, a catarse é prática social e vice versa, visto que “[...] a prática social só existe concretamente quando os indivíduos singulares a incorporam [...]”, isto é, quando atingem o processo catártico (Galvão et al., 2019, p. 114-115). Além disso, a problematização e a instrumentalização são catarses e são práticas sociais, pois elas, respectivamente, no âmbito do processo pedagógico, modificam a maneira de olhar para a prática social e são elementos constitutivos da prática social (Galvão et al., 2019, p. 115).

De acordo com Saviani (2015), a prática social inicial, corresponde ao ponto de partida no exercício educativo. Está ligada ao processo de conhecer cada aluno, sua experiência, sua vivência, sua memória, seu conhecimento prático acerca de determinada prática social, um conhecimento sincrético. Corresponde ao momento em que o educador toma conhecimento – de uma forma mais específica – da realidade dos alunos. Informações que servirão de fundamento para a abordagem do professor, onde ele construirá vínculos com a realidade dos estudantes.

No desenvolvimento da prática educativa, tem-se a problematização. A construção da problematização vem da prática social, onde são levantadas questões acerca da prática



social e avaliados os conteúdos escolares necessários, ou seja, o educador, identifica a necessidade de aplicação de determinados conhecimentos (Saviani, 2015).

Identificadas as questões para aplicação de conhecimentos, tem-se a instrumentalização, momento em que se apropria de instrumentos teóricos e práticos de modo que, sejam solucionadas as questões levantadas na problematização (Saviani, 2015). É justamente nesse momento que o conteúdo é explorado em todas as dimensões do conhecimento científico, formal e abstrato. O conteúdo é trabalhado por meio de atividades didáticas, afim de que os estudantes se apropriem mais eficazmente desse novo conhecimento.

De acordo com Saviani (2008), a instrumentalização está diretamente ligada a identificação dos problemas identificados na prática social. E através da transmissão desse conhecimento (direta ou indireta) é que os alunos poderão apropriarem-se do conteúdo. Conforme o autor, a forma de transmissão desse conhecimento utilizada pelo professor pode ser direta ou por outros meios indicados.

Outra categoria é a catarse, momento em que se exterioriza um entendimento da prática social e dos conteúdos. É o momento em que se rompe o senso comum e ele se “liberta” apropriando-se de novos conhecimentos (Silva, 2015). Segundo Saviani (2008) citado por Silva (2015, p. 3), é na catarse que ocorre a:

Efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social. [...]. Daí porque o momento catártico pode ser considerado como o ponto culminante do processo educativo, já que é aí que se realiza pela mediação da análise levada a cabo no processo de ensino, a passagem da síncrese à síntese; em consequência, manifesta-se nos alunos a capacidade de expressarem uma compreensão da prática em termos tão elaborados quanto era possível ao professor (Saviani, 2008 *apud* Silva, 2015, p. 3).

E, por último, a prática social final que, conforme Saviani (2015), é na prática social onde se revelam os saberes dos indivíduos, contudo, neste momento ela se apresenta de forma mais elaborada, melhor desenvolvida pelos alunos. Assim, a prática social final é e não é a mesma da prática social inicial (Saviani (2015). Os alunos estão apropriados de um conhecimento sintético, sendo capazes de demonstrar por meio de seu comportamento, de suas ações e atitudes, o que foi apreendido.



Em síntese, a PHC busca o desenvolvimento de conhecimentos como ferramenta de transformação social diante de práticas sociais. Nesse sentido, destaca-se, dentre outras, a prática social do descarte incorreto de pilhas e baterias, dado que esse descarte é um problema social e ambiental que causa diversos problemas, como por exemplo, possibilidades de contaminação do solo.

### **O descarte incorreto de pilhas e baterias**

O avanço industrial foi e é necessário. Contudo, suas consequências podem produzir um dano ao meio ambiente altamente prejudicial a todos os seres vivos. Nas últimas décadas destacam-se consideravelmente as inovações no campo tecnológico, voltados para todas as demandas sociais. Entretanto, sabemos que atrelado a esse avanço, vem a alta produção do lixo eletrônico, ou lixo tecnológico (e-lixo) ou ainda, Resíduos de Aparelhos Eletroeletrônicos (RAEE) e Resíduos de Equipamentos Eletro Eletrônicos (REEE) (Freitas, 2018).

De acordo com o relatório The Global E-waste Monitor, elaborado pela Universidade das Nações Unidas (<https://www.uol.com.br/eco/ultimas-noticias/2023/03/15/pilhas-e-baterias-como-fazer-o-descarte-correto.htm>, 2023):

Todos os anos mais de 53 milhões de toneladas de lixo eletrônico são descartadas em todo o mundo e o Brasil ocupa o quinto lugar no ranking de maior produtor de lixo no mundo, com 2,1 mil toneladas de eletrônicos descartados anualmente.

Esse é um fato que ganha força a cada ano. O consumo de aparelhos eletroeletrônicos e eletrodomésticos tem crescido sistematicamente. O método de produção de muitos desses produtos, logo em sua fase inicial, utiliza-se de material de vida útil consideradamente limitada, criando-se, então, a necessidade de novas aquisições em pouco tempo de uso, seja sob o ponto de vista de softwares ou de hardwares. Freitas (2018, p. 11) destaca que “um dos lados perversos da tecnologia é seu amplo impacto ambiental”.

O descarte inadequado desses fragmentos tecnológicos pode, de forma direta prejudicar assustadoramente a preservação da natureza por meio da contaminação causada ao meio ambiente, conforme se ilustra na figura 3.





**Figura 3.** Lixo eletrônico descartado no meio ambiente



**Fonte:** <https://blog.solucoesindustriais.com.br/industria/como-fazer-o-descarte-de-lixo-eletronico-corretamente/>

Não se pode ignorar que os riscos provocados por esses sistemas eletroquímicos também causam grandes danos à saúde humana, colocando-se inclusive como um problema de saúde pública. Dentro dessa conjuntura, levantaram-se vários debates e, em 30 de junho de 1999, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA publicou no Diário Oficial da União a Resolução nº 257, que aborda sobre o descarte e o gerenciamento adequados de pilhas e baterias e, em 2008, essa resolução foi revogada, sendo admitida então a Resolução CONAMA nº 401, que fortaleceu de forma mais abrangente a questão do descarte e do gerenciamento ambientalmente apropriados (coleta, reutilização, reciclagem, etc.).

### **Pilhas e baterias**

De acordo com a Resolução n. 401/2008, as baterias são “acumuladores recarregáveis ou conjuntos de pilhas, interligados em série ou em paralelo” e as pilhas são “geradores eletroquímicos de energia elétrica, mediante conversão de energia química, podendo ser do tipo primária (não recarregável) ou secundária (recarregável)” (Brasil, 2008).

Conforme Silva, Royer e Zanatta (2022, p. 4) a pilha configura-se como um “dispositivo constituído unicamente de dois eletrodos e um eletrólito, arranjos de maneira a produzir energia elétrica”. Esse eletrólito pode apresentar-se na forma líquida, sólida ou pastosa, contudo, ele sempre será um condutor iônico, e este ao ser conectado a um:





Aparelho elétrico, uma corrente flui pelo circuito, pois o material de um dos eletrodos se oxida espontaneamente liberando elétrons (anodo ou eletrodo negativo), enquanto o material do outro eletrodo reduz-se usando esses elétrons (catodo ou eletrodo positivo) (Silva; Royer; Zanatta, 2022, p. 4).

A nível de saúde humana, tanto na composição de pilhas como de baterias estão os metais pesados como mercúrio (Hg) que podem afetar diretamente o sistema nervoso; o zinco (Zn) que afeta drasticamente o sistema gastrointestinal e outros problemas; o chumbo (Pb) que prejudica a memória, provoca dores musculares e depressão; o cádmio (Cd) que aumenta a pressão arterial e causa danos ao sistema imunológico e o cobre (Cu) que causa grandes danos aos rins, dentre outros problemas provoca a anemia hemolítica (Silva; Royer; Zanatta, 2022). Na figura 4 estão ilustrados alguns metais que compõem as pilhas.

**Figura 4.** Composição de uma pilha

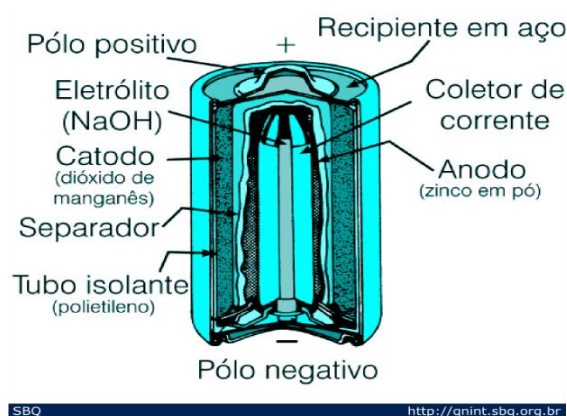


**Fonte:** Autora (2025).

São metais pesados que podem desencadear graves doenças como câncer, lesões no cérebro, disfunções pulmonares, entre outras. Elementos que prejudicam a saúde significativamente e têm alto potencial de contaminação do solo, vegetação e lençóis freáticos (Silva; Royer; Zanatta, 2022).

De acordo com Bocchi, Ferracin e Biaggio (2002, p. 4) uma pilha é composta da seguinte estrutura, de acordo com a figura 5:

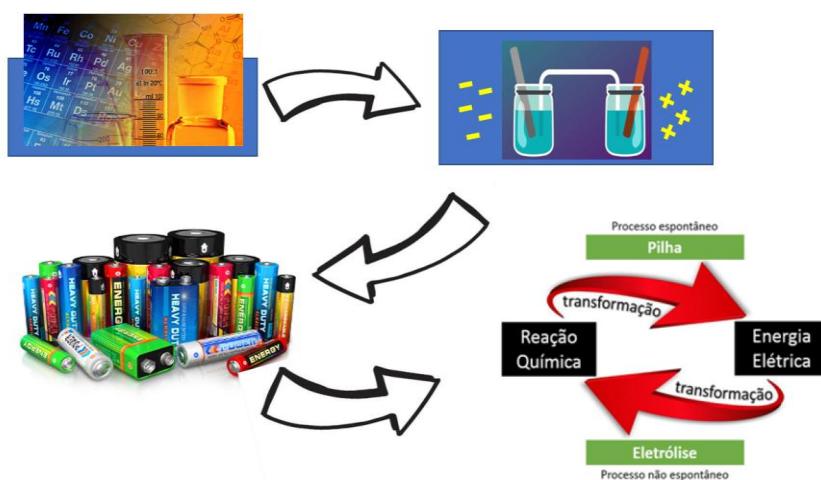


**Figura 5.** Estrutura de uma pilha

**Fonte:** Sociedade Brasileira de Química (<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>, 2024)

Na constituição das pilhas existem substâncias que reagem espontaneamente transferindo elétrons, são as reações de oxirredução. As pilhas são compostas por dois eletrodos metálicos, ânodo e cátodo. É no ânodo, polo negativo, que ocorre a oxidação e, no cátodo, polo positivo, ocorre a redução.

As reações químicas espontâneas que produzem energia compõem parte da Eletroquímica, bem como, o uso da eletricidade para provocar reações químicas não-espontâneas (Fragal *et al.*, 2011). Essas reações são responsáveis pela função das pilhas em transformar energia química em energia elétrica, fazendo funcionar vários dispositivos eletrônicos, conforme ilustrado na figura 6.

**Figura 6.** Pilhas e baterias

**Fonte:** Autora (2025).



Portanto, o ensino de Química pode contribuir para a compreensão de diversos problemas decorrentes do descarte incorreto de pilhas e baterias por meio, por exemplo, do ensino do conteúdo de Eletroquímica, mais especificamente, por meio do conteúdo de pilhas e baterias, bem como para a compreensão da necessidade do descarte correto destes dispositivos e como fazê-lo. E isso pode ser materializado na sala de aula de Química por meio da abordagem CTSA e da PHC.



## PARTE 2:

### SEQUÊNCIA DE AULAS FUNDAMENTADA NA ABORDAGEM CTSA E NA PHC

A sequência de aulas fundamentada na abordagem CTSA e na PHC, considerou as dimensões científica, tecnológica, social e ambiental, inerentes a este tipo de abordagem, e as categorias propostas por Saviani (2015), a saber: prática social inicial; problematização; instrumentalização; catarse e prática social final.

Na figura 7, são ilustradas as categorias da PHC:

**Figura 7.** Dinâmica da mediação educativa na PHC



**Fonte:** Lima e Hunguer (2019, p. 10).

De acordo com o entendimento de Saviani (2008), o processo educativo é fundamental, envolve práticas pedagógicas que inserem conjuntamente aluno e professor não apenas no contexto educacional, mas no contexto da prática social. Além disso, é esperado que o aluno construa uma visão mais elaborada, sintética, crítica, participativa e consolidada da prática social, e ambas as visões de professor e aluno sejam alteradas alcançando níveis de compreensão mais elevado, tanto para o ensino como para a aprendizagem.

A prática social contribui significativamente para a mediação do trabalho pedagógico, aliás, segundo Saviani (2015), o trabalho pedagógico está inserido na prática





social. Essa intercessão permite uma melhor qualidade quanto a lógica de interpretação, dando-lhe uma melhor dinâmica à PHC (Saviani, 2015).

No quadro 1 é ilustrada a organização da sequência de aulas fundamentada na abordagem CTSA e na PHC a partir da prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias”.

**Quadro 1:** Organização da sequência didática

Momentos didáticos	Objetivos de ensino	Conteúdos	Atividades	Dimensões CTSA
<p>Momento 1</p> <p>Introdução da prática social</p> <p>- O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias</p>	<p>Apresentar a prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias”.</p> <p>Identificar concepções prévias dos estudantes sobre: descarte incorreto de pilhas e baterias e sobre pilhas e baterias, para que servem, como funcionam, como são descartados esses dispositivos.</p>	<p>Pilhas e baterias, tipos de pilhas e baterias, descarte incorreto de pilhas e baterias.</p>	<p>Exibição de vídeo: “Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros” (disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=u56a5faG2Lg">https://www.youtube.com/watch?v=u56a5faG2Lg</a>).</p> <p>Debate sobre as formas de evitar os problemas ocasionados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias.</p> <p>Aplicação de questionário sobre descarte incorreto de pilhas e baterias, pilhas e baterias, para que servem, como funcionam, como são descartados esses dispositivos.</p>	<p>Científica Social Ambiental</p>
<p>Momento 2</p> <p>Problematização da prática social</p>	<p>Abordar sobre os efeitos nocivos que as pilhas e baterias causam ao meio ambiente quando descartadas incorretamente.</p> <p>Sensibilizar sobre os problemas ambientais causados pelo descarte incorreto dessas pilhas e baterias.</p> <p>Estimular a apropriação de conhecimentos para equacionar a problematização do descarte de pilhas e baterias.</p>	<p>Descarte de pilhas e baterias e os efeitos nocivos ao meio ambiente.</p>	<p>Retomada da exibição do vídeo.</p> <p>Debater sobre os efeitos nocivos ao meio ambiente do descarte incorreto das pilhas e baterias.</p>	<p>Social Ambiental</p>
<p>Momento 3</p> <p>Instrumentalização do conteúdo Pilhas</p>	<p>Abordar os conteúdos químicos relativos às pilhas e baterias.</p> <p>Propiciar a apropriação dos conteúdos químicos relativos às pilhas e baterias.</p>	<p>Eletroquímica</p> <p>Pilhas e baterias.</p>	<p>Aulas expositivas dialogadas.</p> <p>Atividade experimental.</p>	<p>Científica Tecnológica</p>





Momento 4 Retomada à prática social.	Promover o desenvolvimento de uma nova postura sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias.  Contribuir para a consolidação de uma compreensão mais ampla do descarte de pilhas e baterias a nível de coletividade e do papel de cada indivíduo nessa prática social.	Descarte adequado de pilhas e baterias. Descarte	Produção de uma carta às autoridades do poder público alertando sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias. Apresentação de seminários sobre o descarte de pilhas e baterias e ações que podem ser desenvolvidas, como o uso correto dos coletores e pilhas instalados na escola e a coleta de pilhas e baterias em suas residências  Aplicação do questionário 2.	Científica Tecnológica Social Ambiental
---	---	---	--	--

No momento 1 da sequência didática, é proposta a inserção da prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias”. Nesse sentido, pode-se lançar mão da exibição para os estudantes do vídeo “Meio Ambiente por Inteiro - Pilhas e baterias são jogadas em lixões brasileiros” (disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=u56a5faG2Lg>), publicado no Youtube – canalmeioambiente em 07 de maio de 2016. Na figura 8 ilustra-se a abertura do vídeo.

**Figura 8.** Abertura do Vídeo



**Fonte:** <https://www.youtube.com/watch?v=u56a5faG2Lg>

O vídeo tem duração de 25 minutos e 55 segundos e mostra o grave cenário provocado pelo descarte incorreto de pilhas e baterias, evidenciando a grande preocupação do Programa de Meio Ambiente Nacional. Ele é um recurso didático que pode contribuir para a conscientização acerca dos problemas ambientais causados por esse tipo de descarte incorreto.



Após a exposição do vídeo, é proposto um debate com os estudantes sobre as formas de se evitar que esse cenário catastrófico, decorrente do descarte incorreto de pilhas e baterias, possa evoluir. Esse debate pode ter início a partir dos conhecimentos que eles têm sobre pilhas e baterias, para que servem, como funcionam, como são descartados esses dispositivos.

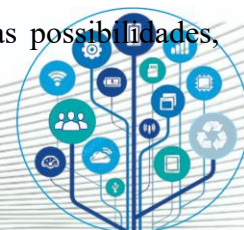
Para a identificação dos conhecimentos dos estudantes pode-se aplicar um questionário elaborado pela plataforma *Google Forms*, contendo questões sobre os aspectos citados no parágrafo anterior. O questionário eletrônico pode ser acessado em sala de aula pelos estudantes por meio de um *smartphone*, sob autorização prévia da direção da escola.

Nesse momento 1 da sequência de aulas, poderão se abordadas as seguintes dimensões CTSA: científica - ao serem apresentados à questões dos componentes químicos das pilhas e baterias que, lançados inadequadamente ao meio ambiente, sofrerão reações causando graves danos à saúde ambiental e humana, consequentemente; tecnológica - ao serem explorados assuntos relacionados às ações da indústria tecnológica para minimizar o problema por meio do desenvolvimento de materiais (pilhas e baterias) com um maior tempo para o descarte, bem como o a criação desses materiais com menos compostos químicos danosos ao meio ambiente; social - a partir das ações da sociedade, tanto sob o ponto de vista individual, como sob o ponto de vista coletivo, diante do descarte incorreto de pilhas e baterias; ambiental - considerando a problemática ambiental exibida no vídeo.

No momento 2 da sequência de aulas, a problematização da prática social pode ser realizada. Pode-se problematizar a prática social do “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias” a partir de efeitos nocivos que as pilhas e baterias causam ao meio ambiente quando descartadas incorretamente. A problematização pode ser realizada por meio de um debate a partir da retomada do vídeo exibido no momento 1.

Nesse momento da sequência de aulas poderão se abordadas as seguintes dimensões CTSA: social - com foco no que é necessário do ponto de vista da sociedade para minimizar, pelo menos, os problemas causados pelo descarte incorreto de pilhas e baterias; ambiental - enfatizando os problemas ambientais causados por esse descarte.

No momento 3, após ser realizada a problematização da prática social, pode-se conduzir os estudantes ao processo da instrumentalização. Entre diversas possibilidades,



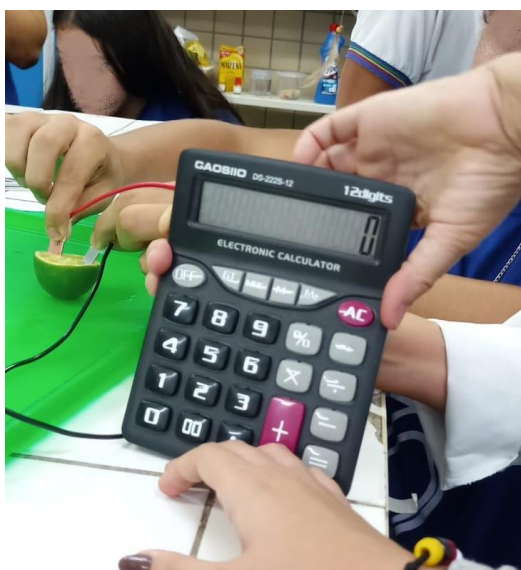
propõe-se que a instrumentalização ocorra por meio de aulas expositivas dialogadas e da experimentação sobre o conteúdo de Eletroquímica, mais especificamente, o conteúdo de Pilhas.

Na literatura da área de ensino de Química, diversos autores corroboram o entendimento da contribuição das atividades experimentais para a aprendizagem dos alunos. Para Guimarães (2009, p. 198), por exemplo, “no ensino de ciências, a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação”.

Vivenciar na prática experimentos sobre conteúdos químicos, manipular instrumentos para a experiência e participar ativamente de todo processo, desde a separação dos materiais até o seu desenvolvimento de fato, pode contribuir na aprendizagem dos estudantes.

A atividade experimental proposta na sequência de aulas é a seguinte: Construção de pilhas de limão, conforme ilustrada na figura 9.

**Figura 9.** Pilha de limão



**Fonte:** Autora (2025).

- **Objetivo** da atividade experimental: compreender os conceitos químicos relativos às pilhas e baterias.
- **Materiais utilizados:**



- Multímetro;
  - Lã de aço;
  - Limão cortado;
  - Placa de cobre;
  - Placa de zinco;
  - Baterias.
- **Organização dos estudantes:** organizados em grupos.
  - **Princípio teórico:** uma pilha é um dispositivo que apresenta reações que geram corrente elétrica, é onde se converte energia química em eletricidade. Ela é constituída por um conjunto de uma ou mais células galvânicas. Essa reação química é a transferência de elétrons (oxirredução) de forma espontânea produzindo a corrente elétrica. Quando os elétrons conduzidos por um fio metálico (condutor) se movem espontaneamente de pontos de menor potencial elétrico para pontos de maior potencial elétrico, os elétrons do polo negativo passam a fluir no polo positivo, o que chamamos de eletricidade (Amabis et. al., 2020).
  - A quantidade de energia gerada por pilhas ou baterias é chamada de tensão elétrica, sendo sua medida dada em volts. Esta medida pode ser calculada pela diferença de potencial (ddp ou  $\Delta E$ ) entre os eletrodos, utilizando-se o potencial de redução ( $E_{red}$ ) de cada meia célula:  $\Delta E = E_{red}(\text{maior}) - E_{red}(\text{menor})$  (Mundo Educação, 2025).
  - **Procedimentos:** construindo uma pilha de limão
    1. Pegue uma plaquinha de zinco e uma plaquinha de cobre. Se a plaquinha de cobre estiver oxidada (escura) esfregue com a lã de aço até que ela fique na cor de cobre.
    2. Conecte a placa de cobre à uma parte descoberta do fio vermelho. Use um pedaço de fita crepe para prender o fio. Faça o mesmo para a placa de zinco, mas prendendo ela a um fio preto.
    3. Ligue o multímetro, até ficar na posição de 20 V(branco).
    4. Teste o multímetro em algumas baterias conferidas pela professora para ver como ele funciona.
    5. Toque as pontas do multímetro nas plaquinhas. Anote o resultado: \_\_\_\_\_.
    6. Corte o limão no meio. Fique com uma metade e passe a outra metade para a outra equipe.





7. Insira as pontas do multímetro no limão e veja se há alguma medida. Anote o resultado: \_\_\_\_\_
8. Insira as placas no limão, de forma que elas fiquem separadas (não se toquem).
9. Limpe o multímetro e repita o procedimento de aferição. Se for preciso, prenda o multímetro com uma Fita. Anote o resultado: \_\_\_\_\_
10. Escolham uma das pilhas montadas e tentem ligar a calculadora, prendendo o polo positivo no lado positivo e o polo negativo no lado negativo de onde vai a pilha.
11. Faça uma pilha em série, conectando duas pilhas de limão. Conecte a sua placa de zinco na placa de cobre da equipe ao lado. Meça novamente a voltagem e anote o resultado: \_\_\_\_\_
12. Tente novamente ligar a calculadora.

Nesse momento 3 da sequência de aulas, poderão se abordadas as seguintes dimensões CTSA: científica - a partir dos conceitos químicos abordados na atividade experimental; tecnológica - por meio dos instrumentos como multímetro, calculadoras, etc. e dos processos desenvolvidos.

Por fim, no momento 4 da sequência de aulas, é proposta a retomada da prática social com os objetivos de promover o desenvolvimento de uma nova postura sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e contribuir para a consolidação de uma compreensão mais ampla do descarte de pilhas e baterias a nível de coletividade e do papel de cada indivíduo nessa prática social.

Nesse sentido, essa retomada pode ser realizada por meio de algumas atividades. Nesta sequência de aulas são propostas atividade de produção de uma carta pelos estudantes às autoridades do poder público alertando sobre o descarte incorreto de pilhas e baterias e apresentação de seminários sobre o descarte de pilhas e baterias e ações que podem ser desenvolvidas para solucionar ou minimizar as consequências deste descarte.

Ressalta-se que a catarse pode acontecer nos estudantes desde o momento 1 da sequência de aulas, mas pode-se considerar que no momento 4 o processo catártico poderá se tornar mais explícito.

Nesse 4 momento da sequência de aulas poderão se abordadas as seguintes dimensões CTSA: científica - por meio dos componentes químicos das pilhas que





degradam ao meio ambiente ao serem descartados de forma irregular; tecnológica - acerca de processos ou produtos que podem ser desenvolvidos para minimizar as consequências do descarte incorretos de pilhas e baterias; social - na abordagem, por exemplo, de como as empresas podem contribuir nesse sentido, da adoção de novas posturas que precisam ser assumidas pelas pessoas; e ambiental - ao reforçar a importância dos cuidados com o meio ambiente diante desse descarte incorreto.



## CONSIDERAÇÕES PARA O PROFESSOR DE QUÍMICA

Espera-se que este E-book possa contribuir para a inserção da abordagem CTSA e da PHC no ensino de Química, considerando “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias” como prática social.

Nessa perspectiva, destaca-se que tanto a abordagem CTSA como a PHC buscam a formação para a cidadania em uma perspectiva de transformação social por meio do processo de ensino e aprendizagem dos instrumentos culturais desenvolvidos historicamente pela humanidade.

Mas, vale ressaltar que a sequência de aulas proposta neste E-book não pode ser concebida como algo engessado, visto que ela precisa se adequar à realidade de cada escola. Portanto, professor, você pode utilizar outros vídeos, outras atividades e outros recursos que atendam a inserção da prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias” no ensino de Química.

Uma sugestão, por exemplo, é o uso do vídeo disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=l4Q6XshUfDo&t=80s>, do canal do youtube Mundo da Elétrica. Nesse vídeo é exibida a produção de uma pilha de limão, com os seguintes materiais utilizados: limão (solução ácida), uma moeda (cobre) e um parafuso (zinco) que formarão uma pilha com potencial de gerar energia elétrica e ligar o multímetro e uma calculadora conforme o vídeo. Trata-se de procedimento simples, com materiais de fácil acesso. Isso não quer dizer que esse recurso não tenha potencial didático no processo de ensino e aprendizagem de Química.

A discussão da prática social “O uso e o descarte incorreto de pilhas e baterias”, a partir da abordagem CTSA e da PHC, pode favorecer consideravelmente a formação de um ser humano mais reflexivo e com senso crítico quanto às suas responsabilidades individuais e suas ações de forma coletiva.



## REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano et al. **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. São Paulo: Editora Moderna, 2020.

ANDRADE, Letícia V.; ZIMMER, Cinthia G. Galvanização: uma proposta para o ensino de eletroquímica. **Quím. nova esc.** São Paulo-SP, v. 43, n. 3, p. 298-304, agosto, 2021.

ARRIGO, Viviane; ALEXANDRE, Maria Cristina Lalli; Assai, Natany Dayani Souza. O Ensino de Química e a Educação Ambiental: Uma Proposta para Trabalhar Conteúdos de Pilhas e Baterias. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n.5, 306-325, 2018.

ATKINS, P.W.; JONES, Loretta. **Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BOSCHI Nerilso; Ferracin, Luiz Carlos; Biaggio, Sonia Regina. **Pilhas e Baterias: Funcionamento e Impacto Ambiental**. Sociedade Brasileira de Química, n. 11, 2000. Disponível em: [https://qnint.sbq.org.br/qni/popup\\_visualizarConceito.php?idConceito=45&semFrame=1](https://qnint.sbq.org.br/qni/popup_visualizarConceito.php?idConceito=45&semFrame=1). Acesso em: fev. 2024.

BRASIL. Resolução Conama nº 401, de 4 de novembro de 2008. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, no 215, p. 108-109, 5 nov. 2008.

BRASIL. Conama. **Resolução n. 428, de 17 de dezembro de 2010**. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000 [...]. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/licenciamentoambiental/wp-content/uploads/sites/32/2019/05/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CONAMA-n%C2%BA-428-2010.pdf>. Acesso em: out. 2023.

BRASIL. Conama. **Resolução nº 257, de 30 de junho de 1999**; e nº 263, de 12 de novembro de 1999.

BRASIL. Conama. **Resolução nº 275, de 25 de abril de 2001** e **DOU** nº 117, de 19 de junho de 2001.

BRASIL. Conama. **Resolução nº 401, de 04 de novembro de 2008**; e nº 215, de 05 novembro de 2008.



CHRISPINO, Álvaro. **Introdução aos enfoques CTS: ciência, tecnologia e sociedade na educação e no ensino**. 1. ed. Madrid: OEI, 2017.

FERREIRA, Adryele da Silva; GONÇALVES, A. M.; SALGADO, Jeisa Tainara Schaefer. Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 4, p. 1707-1720, 2021.

FIRME, Ruth do Nascimento; SILVA, Thais Soares da. O discurso argumentativo de uma professora de química na vivência de uma abordagem CTS em sua sala de aula. In: SANTOS, W. L. P dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

FRAGAL, V. H. *et al.* Uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica sobre reatividade de metais. **Química Nova na Escola**, vol. 33, nº 4, 2011, p. 216-222.

FREIRE, Paulo. **Educação e Mudança**. Tradução de Moacir Gadotti e Lillian Lopes Martin. – Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

FREITAS, Marcelo Batista de. **Resíduos eletroeletrônicos como tema de educação ambiental no ensino médio**. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. [recurso eletrônico]. 2018.

GALVÃO, A. C.; LAVOURA, T. N.; MARTINS, L. M. **Fundamentos da didática histórico-crítica**. Campinas, SP: Autores Associados, 2019.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, ago. 2009.

LAGARES, R.; Almeida, G. Q. M. Pedagogia Histórico-Crítica: Um Projeto de Educação Pública. **Holos**, Ano 37, v.8, e13164, 2021.

LAGARES, Rosilene; ALMEIDA, Greice Quele Mesquita. Pedagogia Histórico- Crítica: um projeto de educação pública. **HOLOS**, [S. l.], v. 8, p. 1–13, 2021. DOI: 10.15628/holos.2021.13164. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/13164>. Acesso em: 25 jul. 2023

LOPES, Silmara A. **Introdução à pedagogia histórico-crítica (PHC)**. São Paulo: Pimenta Cultural, 2020. 162p.

OLIVEIRA, Andira Drielli; SIMONETTO, Kátia Cardoso Campos. A formação crítica por meio de práticas pedagógicas que estimulem a autonomia. **Revista Eletrônica Científica Inovação Tecnologia**, v. 8, n .16, 2017



MUNDO EDUCAÇÃO. Física. Eletricidade: Tensão elétrica. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/tensao-eletrica.htm>. Acesso em: jul. 2025.

SANTIAGO, Debora Dalila da Silva Almeida. **Letramento científico através da abordagem CTSA para um curso de pedagogia**. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, Universidade Federal Rural do Semiárido, 2020.

SAVIANI, Demerval. A pedagogia histórico-crítica, as lutas de classe e a educação escolar. *Germinal: Marxismo e Educação em Debate*, v.5, n.2, 25-46. 2013. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/revistagerminal/article/view/9697/7085>. Acesso em: set.2023.

SAVIANI, Demerval. Conferência: Crise estrutural, conjuntura nacional, coronavírus e educação – o desmonte da educação nacional. *Revista Exitus, Santarém/PA*, Vol. 10, p. 01-25, 2020.

SAVIANI, Demerval. **Escola e democracia**. 40ed. Campinas, SP: Autores Associados. 2008.

SAVIANI, Demerval. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. 12ed. Campinas, SP: Autores Associados. 2011.

SAVIANI, Demerval. **Pedagogia Histórico-crítica, Quadragésimo ano**: Novas Aproximações. Campinas, SP: Autores Associados. 2019

SAVIANI, Demerval. **Pedagogia histórico-crítica**: primeiras aproximações, 12 ed. Campinas, SP: Autores Associados. 2012

SILVA, Eliane Giselle; ROYER, Marcia Regina; ZANATTA, Shalimar Calegari. Educação Ambiental no ensino de química: revisão de práticas didático-pedagógicas sobre pilhas e baterias no Ensino Médio. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 8, n. 1, 56-71. 2022.

SILVA, Elio de Angeles Nicole da; Jesus, Christiany Pratisoli Fernandes de; Mendes, Ana Nery Furlan; Rocha, Sandra Mara Santana. Jogando com a química: um instrumento de aprendizagem no ensino da eletroquímica. *Educitec, Manaus*, v. 05, n. 10, p. 39-54, mar. 2019. Edição especial.

SILVA, Leandro Pereira da. Metodologia da Pedagogia Histórico-Crítica: da prática social à prática social. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires - Año 20 - N° 205 - junho de 2015. Disponível em:





<https://www.efdeportes.com/efd205/metodologia-da-pedagogia-historico-critica.htm>. Acesso em: 25 maio, 2023

UNIVERSIDADE DAS NAÇÕES UNIDAS. The Global E-wasteMonitor. Relatório. **Brasil é o quinto maior produtor de lixo eletrônico**. Março, 2023. Disponível em: ><https://www.uol.com.br/ecoa/ultimas-noticias/2023/03/15/pilhas-e-baterias-como-fazer-o-descarte-correto.htm>, Acesso em: set. 2023.

VIEIRA; Danielle de Oliveira; BRAGA, Marcel Bruno Pereira; PASSOS, Raimundo Ribeiro; Farias, Sidilene de Aquino. Estudos sobre o ensino e aprendizagem de conceitos em eletroquímica: uma revisão. **ENCITEC**, Santo Ângelo, v. 11, n. 1, p. 172-188, jan./abr. 2021.

VILCHES, Amparo; PÉREZ, Daniel Gil; PRAIA, João. **De CTS a CTSA: Educação por um futuro sustentável**. CTS e Educação científica, desafio, tendências e resultados de pesquisa (pp.161-184). Cap. 6. São Paulo: Editora: Editora Universidade de Brasília, 2011.

