



# Abordagem Investigativa sobre Pilhas e Baterias

## Inquiry-based approach about Batteries

MARCO ANTÔNIO RODRIGUES REZENDE<sup>1</sup>, OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO<sup>2</sup>, MARCELLO FERREIRA<sup>2</sup>, ANDRÉ LUÍS SILVA DA SILVA<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Escola Estadual Monte Alegre de Minas.

<sup>2</sup>Universidade de Brasília - UnB.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Pampa - Unipampa

---

### Resumo

*O trabalho apresentado é resultado da aplicação de um plano de aula adotando a metodologia investigativa e tendo por referencial teórico a Aprendizagem Significativa sobre a temática Eletroquímica, tendo como foco principal "pilhas e baterias". Para isso, foi elaborada uma questão problema, a partir da qual os alunos deveriam se engajar na resolução, refletindo, analisando e manipulando os objetos, trabalhando as variáveis, interpretando, elaborando e testando os dados e hipóteses, para chegar ao resultado final. O papel do professor nessa atividade foi o de mediar todo o processo investigativo, interferindo minimamente. Foram levantados os conhecimentos prévios dos alunos para se certificar da existência de subsunçores e reforçar conceitos indispensáveis ao aluno para participar da aplicação da atividade investigativa. Os conceitos foram organizados de forma hierárquica e gradual, de modo a induzir os aprendizes a obter novos conhecimentos a partir de conhecimentos pré-existentes na sua estrutura cognitiva. Participaram dessa atividade investigativa 30 alunos do Ensino Médio da Escola Estadual Monte Alegre de Minas, situada na cidade de Monte Alegre no estado de Minas Gerais. Com foco em obter uma melhor qualidade no ensino e melhor resultado no aprendizado, a atividade foi aplicada seguindo o modelo de ensino Híbrido estipulado pelo Governo do Estado de Minas Gerais, ou seja, as atividades foram desenvolvidas de modo presencial e remoto, alternadamente.*

**Palavras-chave:** *Aprendizagem Significativa, Ensino por investigação, Eletroquímica..*

---

### Abstract

*The work presented is the result of the application of a class plan adopting the investigative methodology and having as theoretical reference the Meaningful Learning on the Electrochemistry theme, having as main focus "batteries and batteries". For this, a problem question was elaborated, from which the students should engage in the solution by reflecting, analyzing, manipulating the objects, working the variables, interpreting, elaborating and testing the data and hypotheses, in order to reach the final result. The teacher's role in this activity was to mediate the entire investigative process, interfering minimally. Students' prior knowledge was surveyed to certify*

*the existence of subsumers and reinforce concepts indispensable to the student to participate in the application of the investigative activity. The concepts were organized in a hierarchical and gradual way in order to induce learners to obtain new knowledge from knowledge existing in their cognitive structure. Thirty high school students from the "School Estadual Monte Alegre de Minas" located in the city of Monte Alegre in the state of Minas Gerais participated in this investigative activity. Focused on obtaining better quality in teaching and better learning results, the activity was applied following the Hybrid teaching model stipulated by the Government of the State of Minas Gerais, that is, the activities were carried out in person and remotely, alternately.*

**Keywords:** *Meaningful Learning. Inquiry-based Teaching. Electrochemistry.*

---

## I. INTRODUÇÃO

Neste trabalho, abordamos temas associados à Eletroquímica. Tal tema pode servir facilmente como tema transversal, perpassado pelo concurso de inúmeras disciplinas, com a abertura de amplas possibilidades para abordagens reflexivas multi- e interdisciplinares. De acordo com John Dewey (1979b), pensar de forma reflexiva é pensar de uma forma mais elaborada, que se distancia do pensamento comum.

De fato, uma visão multi- ou interdisciplinar se justifica pela dinâmica na qual estão inseridos a tecnologia e os meios de comunicação atuais, bem como a realidade pela qual o mundo atravessa, altamente complexa, geralmente espraiando-se por elementos de ciências, tecnologia e sociedade. Ademais, o tema das fontes alternativas e limpas de energia, seu correto funcionamento, transformação e armazenagem envolvem questões ambientais importantes, atualmente em voga. A Eletroquímica, e temas como o das pilhas e baterias, constituem, assim, um tema que deve nortear muitos dos desenvolvimentos tecnológicos, atuais e futuros.

O modelo educacional brasileiro é lastreado nos moldes tradicionalistas; portanto, composto majoritariamente por aulas expositivas: a chamada educação bancária tão criticada por Paulo Freire. Nesse modelo, o educador não pode ser interpelado, questionado ou ser sequer alvo de dúvidas, afinal, o professor é detentor de todo conhecimento e verdade e ele irá "depositar" nos alunos "vazios" de conhecimento o que achar pertinente. Consequentemente, a educação passa a ser um mero treino, transferência de conteúdo, adaptação ao mundo (Freire, 2000, p. 101).

Na educação bancária o professor dita as regras, ela não busca conscientização por parte dos alunos; o docente diz aos alunos o que devem responder e fazer, sendo estes meros reprodutores de conteúdo. Para Freire (2001b), essa seria uma forma de os professores manterem seu *status quo*, tendo como subproduto uma alta taxa de analfabetismo, sobretudo nas populações latino-americanas.

Esse método expositivo não se mostra eficaz na educação dos estudantes; basta ver os vexatórios desempenhos no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), no qual o Brasil ocupa as últimas posições, e o que é pior, muito abaixo da "média" mundial. O PISA é considerado o maior estudo sobre educação do mundo e avalia a qualidade do ensino-aprendizagem nas áreas de Linguagens, Matemática e Ciências.

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), vinculado ao Ministério da Educação (MEC), é responsável pela aplicação do PISA no Brasil. O INEP revela que, além da proficiência nessas três áreas temáticas, o último exame, realizado em 2018 também apresentou o contexto no qual os discentes estão inseridos e de que maneira essa variável impactou nos resultados obtidos, que foram: 413 em Linguagens, 384 em Matemática e 404 em Ciências (INEP/MEC). Um fato a ser destacado é que as escolas particulares e federais possuem rendimentos acima da média nacional, superando, inclusive, a de muitos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), segundo o próprio Inep.

Observando esse contexto, neste trabalho, efetuou-se uma busca por artigos, materiais e metodologias utilizadas nas escolas particulares e federais que pudessem explicar o fracasso da educação básica, e ao confrontá-los com os materiais das escolas públicas notou-se que as instituições particulares e federais fazem uso cotidiano das mais variadas metodologias ativas e recursos didático-tecnológicos em detrimento da educação tradicionalista, envolvendo seus estudantes no protagonismo do conhecimento e no contato com a investigação e a alfabetização científica, desde os anos iniciais do ensino fundamental. Isso sugere uma mudança de postura na metodologia de ensino, no que diz respeito à educação básica, que há décadas vem dando sinais claros de que algo está muito errado.

Nessa direção, busca-se, através do plano de aula apresentado neste trabalho, a aplicação de uma atividade elaborada como uma amálgama entre os pressupostos do Ensino por Investigação, idealizado por John Dewey em meados do século XIX, revisados, atualizados e adaptados por Sasseron & Carvalho, com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, no intuito de reconduzir os alunos ao protagonismo do conhecimento, oportunizando-lhes: contato com a ciência, reflexão, discussão, elaboração e comunicação do conhecimento, considerando suas concepções prévias e seus contextos, políticos, sociais e filosóficos.

O ensino de Ciências nas escolas deve incluir noções de Química, Física e Biologia, conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Nessas aulas, os discentes deverão ser introduzidos aos conceitos sobre geração e transmissão de energia. Aulas de Ciências devem ser contextualizadas, atrativas o suficiente para engajar os alunos na resolução de questões, seus olhares deveriam ser orientados para observações críticas e criteriosas sobre os fenômenos do cotidiano.

Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela (BRASIL, 1996, p. 8).

Nesse sentido busca-se, no presente plano de aula que será apresentado, engajar os discentes dentro dessa temática sobre Eletroquímica, na perspectiva de caracterização de uma fonte alternativa de energia através de uma abordagem investigativa, trazendo o aluno como construtor do seu conhecimento, permitindo que ele reflita, discuta, elabore e desenvolva seus argumentos, solucione problemas de forma autônoma, passando a ser sujeito ativo no processo de aprendizagem (CARVALHO, 2013).

Paulo Freire (2009) nos ensina que as atividades investigativas devem ser encaradas como facilitadores da promoção de literacia científica e do desenvolvimento de competências e

das relações entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA. Para tanto é fulcral que o discente “reflita, discuta, explique e relate, o que dará ao seu trabalho a roupagem de uma investigação científica” (CARVALHO, 2004, p. 21).

[...] qualquer que seja o tipo de problema escolhido, este deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidades aos alunos de levantar e testar suas hipóteses, passar da ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor (CARVALHO, 2013, p. 10).

Embasado nesses princípios metodológicos e didáticos, o trabalho visa responder às seguintes questões, por ordem de relevância:

- Como funcionam as pilhas e baterias?
- Quais as peculiaridades constantes nos elementos que as compõem?
- Como esses elementos se relacionam entre si para desencadear esse fenômeno?
- Esse formato de atividade, alinhado à essa metodologia, trará melhorias à educação (em potencialidade e dadas às particularidades deste estudo)?

O objetivo desta abordagem é abrir um campo de reflexão sobre como se desencadeia o processo de geração e condução de energia, no sentido de ressignificar o aprendizado sobre os elementos envolvidos no conceito de pilhas e baterias, através do engajamento dos alunos na resolução de um problema ou “desafio”. Dentro dessa perspectiva investigativa, tal atividade possui os seguintes objetivos específicos:

- Criação de uma comunidade científica em sala e aproximação dos alunos à realidade científica e conceitos sobre geração de energia, visando uma alfabetização progressiva;
- Despertar um olhar crítico e investigativo sobre a natureza dos processos eletroquímicos e os fenômenos cotidianos que envolvem eletricidade;
- Engajamento dos alunos na busca de uma solução para o “desafio” de obtenção de uma fonte alternativa de energia;
- Instigar a elaboração e levantamento de hipóteses para solução do problema;
- Manipulação dos materiais e variáveis envolvidos na questão energética e teste das hipóteses levantadas;
- Discussão e troca de ideias entre os discentes, possibilitando a socialização do conhecimento;
- Validação e comunicação das hipóteses pela “comunidade científica” escolar;
- Provocar um entendimento argumentativamente consistente sobre o funcionamento de pilhas e baterias;

- Sistematização e avaliação do conhecimento produzido pelos alunos.

Portanto, o plano de aula desenvolvido neste trabalho visa envolver os discentes na resolução de problemas através da observação e reflexão, por ser um modelo que emprega metodologias ativas nesse processo, e contextualiza o aprendizado, buscando uma melhora significativa da qualidade do ensino e da aprendizagem.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

O tema abordado neste trabalho está em conformidade com as Bases Nacionais Comuns Curriculares (BNCC), que reitera a importância do envolvimento dos alunos no que concerne aos conceitos sobre geração e transmissão de energia, assim como na busca por fontes alternativas, sustentáveis e limpas (Brasil, 2018). Desse modo, o aprofundamento dos conceitos sobre pilhas e baterias, a partir de uma abordagem significativa e investigativa, pode contribuir para um melhor entendimento sobre o tema, outrossim sob uma mudança de olhar sobre o “fazer ciências”, tanto para os alunos quanto para os professores.

Neste trabalho, adotamos dois referenciais teóricos: a abordagem da Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, e o Ensino por Investigação.

### I. O Ensino por Investigação

Em contraposição ao modelo tradicionalista que ensina o aluno apenas a reproduzir conteúdos, o Ensino de Ciências por Investigação leva os alunos a uma profunda reflexão sobre os fenômenos envolvendo a natureza, pois o que importa são as questões levantadas na comunidade de investigação (Lipman, 1990).

A abordagem investigativa é uma tentativa de aproximação entre os conceitos científicos ensinados na escola e o modo como esses conceitos foram construídos pela comunidade científica, uma vez que, em geral, tais conceitos são apresentados de forma abstrata e descontextualizada na escola (Munford & Lima, 2007; Carvalho, 2013; Kelly, 2014; Sassseron & Duschl, 2016)

Nessa abordagem, os alunos devem se engajar na resolução de problemas, em que apenas o conhecimento não é o bastante, sendo também necessário que exista a vontade e desejo em aplicá-los (Dewey, 1979a). Dewey nos mostra três tipos de atitudes necessárias ao ensino e ao trabalho reflexivo: mentalidade aberta, responsabilidade e apreço ao que se está fazendo.

Paulo Freire, por sua vez, ressalta que ensinar exige pesquisa, pois esta é inerente tanto à prática educacional quanto ao ser. Desse modo, para o autor, pesquisar faz parte da própria definição de ensinar, de modo que aproximar os alunos do fazer científico é indispensável para a construção da autonomia do cidadão.

Além disso, o processo investigativo caracteriza o estudante como o sujeito do processo de ensino, dando-lhe condições de elaborar e testar hipóteses, comunicá-las aos demais colegas e aplicar os conhecimentos a situações contextualizadas.

A metodologia do Ensino de Ciências por Investigação pretende aproximar o ensino nas escolas ao modelo científico desenvolvido nas universidades, ou seja, procura reproduzir parcialmente o modelo científico, introduzindo os alunos na produção de conhecimento e

ampliando gradativamente sua cultura científica (SASSERON & CARVALHO, 2008). Vale lembrar que tal transposição didática não se dá com o mesmo critério e rigor, mas de forma aproximada (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000).

No ensino por investigação os aprendizes estão engajados na resolução de questões-problema levantadas pelo professor, e o discente desenvolverá a atividade através de ações, atitudes e valores científicos, apropriando-se em termos e noções científicas. Nessa metodologia, é oportunizada aos alunos a liberdade de refletir, elaborar, testar e relatar suas hipóteses; é o que confere ao seu trabalho o caráter de uma investigação científica. (CARVALHO, 2004, p.21).

Um estudo sobre os parâmetros curriculares norte americanos, intitulado “Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um Guia para Ensino e Aprendizagem” (Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning) propõe como essencial aos aprendizes, em uma atividade investigativa, que eles:

- Estejam engajados com questões de cunho científico;
- Respondam as questões à luz das evidências;
- Priorizem as evidências em suas formulações;
- Avaliem e comparem suas explicações à luz de outras alternativas, especialmente as que refletem o conhecimento científico;
- Comuniquem e justifiquem suas propostas.

Seguindo esses conceitos, Carvalho (2013) propõe um conjunto organizado e coerente de aulas, que denominou de Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que geralmente se inicia com um “desafio” experimental ou teórico, responsável por introduzir os discentes na temática, possibilitando que os alunos trabalhem e relacionem as variáveis envolvidas no fenômeno em questão, elaborem, comuniquem e expliquem suas hipóteses.

Vencida essa primeira etapa, há a necessidade da sistematização do conhecimento levantado pelos aprendizes, abrindo um espaço para reflexão e debate entre os participantes da atividade (Comunidade Científica Escolar).

Por fim, a contextualização é responsável por atribuir significado àquele aprendizado, conectando-o ao cotidiano dos alunos, despertando-os para a importância da produção científica para o meio social (CARVALHO, 2013, p.7).

À tecnologia da educação, relativa ao ensino por investigação, pretendemos aduzir igualmente os preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

## II. A Teoria da Aprendizagem Significativa

Pressupostos emergentes da Teoria da Aprendizagem Significativa podem contribuir em grande vulto à melhoria na qualidade do ensino e aprendizado. A abordagem se baseia na aquisição de novos conceitos a partir da valorização dos conhecimentos prévios do indivíduo, ou seja, os novos conhecimentos devem se relacionar com os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva dos discentes (AUSUBEL, 1980).



Segundo David. P. Ausubel, a aprendizagem deve ser ampliada e reconfigurada, uma vez que o indivíduo não chega "vazio de conhecimento" na sala de aula; ele sempre traz consigo algum conhecimento "ao seu modo" sobre algum conteúdo. Nesse sentido, cabe ao professor conduzir o indivíduo para que ele desenvolva esse conhecimento ainda incipiente, ampliando-o de forma significativa, engajando os discentes na resolução de um problema (desafio).

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é uma teoria psicológica cognitivista e volta sua atenção para a noção de "estrutura cognitiva", que seria definida como um sistema que recebe, armazena e organiza, de forma hierárquica, conceitos gerais ou específicos que os indivíduos vão adquirindo ao longo da vida. Segundo o autor, os novos conhecimentos são recebidos e ligados exatamente a essas estruturas preexistentes (Conhecimentos Prévios) às quais chamou de subsunçores (Ausubel, 2000). Os subsunçores funcionam, portanto, como pontos de ancoragem, pois será nessas âncoras cognitivas que as novas informações irão se acomodar de forma não arbitrária, estabelecendo vínculos lógicos e coerentes com os conceitos-prévios existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Portanto, a Aprendizagem Significativa seria uma ampliação do conhecimento já existente através de técnicas específicas para identificação, separação por ordem de relevância e organização dos subsunçores, seguida da ampliação desses conceitos através de uma orientação direcionada e mediada pelo professor. Para tanto, o professor poderá utilizar-se da diferenciação progressiva e da conciliação integrativa.

O princípio da diferenciação progressiva propõe que, na programação de um material de aprendizagem, as idéias mais gerais e inclusivas sejam apresentadas em primeiro lugar, para depois serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhes e especificidades (RONCA e ESCOBAR, 1980, p. 94).

A reconciliação integrativa estabelece ligações entre ideias semelhantes e suas diferenças, possibilitando ao aluno uma visão global e interdisciplinar dos conceitos, guiando os docentes na elaboração das aulas expositivas (RONCA e ESCOBAR, 1980).

Para que todo esse processo ocorra de forma satisfatória, Ausubel define a necessidade do uso dos organizadores prévios (OP), que são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si, por entender que tais instrumentos/estratégias facilitam a absorção e potencializam a duração do aprendizado de duas maneiras: na medida em que os OP se acomodam em conceitos já existentes na estrutura cognitiva, tornando familiar o novo material e possibilitando a utilização integrada dos conceitos já existentes; e na medida em que oferecem uma boa base, através de uma elaboração adequada, priorizando a inclusividade e possibilitando sua subordinação, sob condições específicas e relevantes.

A principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta (AUSUBEL et al., 1980, p. 144).

As dificuldades de aprendizado podem ser resolvidas com a ajuda dos organizadores, estes podem adquirir papel mais relacional e importante para um determinado tema específico, por outro lado, nas ideias ancoradas por características mais gerais poderá desempenhar outro papel, atingindo através da repetição e simplificação melhores resultados (AUSUBEL, 2000).

### III. METODOLOGIA

Como dito anteriormente, o conteúdo do plano de aula do presente trabalho está amplamente arraigado nos pressupostos da aprendizagem significativa (AS) de David P. Ausubel (ampliação e reconfiguração) em conexão com a metodologia do Ensino de Ciências por Investigação em Sasseron & Carvalho, (Proposição de Sequências de Ensino Investigativas- SEIs).

Assim, em acordo com a AS, devemos inicialmente fazer um levantamento dos subsunçores, para, em seguida, realizar sua organização. A partir deste ponto, será introduzida uma SEI com o intuito de oportunizar aos aprendizes a reflexão, debate, elaboração, levantamento e teste de hipóteses, validação e comunicação de seus conhecimentos.

Por sua vez, aderindo aos pressupostos do Ensino por Investigação, a sequência didática que adotamos inicia-se com uma problematização contextualizada, passando pela etapa de sistematização e finalizando por uma retomada da contextualização do aprendizado.

No que concerne às metodologias Aprendizagem Significativa e a adesão aos pressupostos do Ensino por Investigação, serão utilizadas estratégias didáticas distribuídas em 5 aulas de 50 minutos cada. As estratégias didáticas são, essencialmente:

- Avaliação diagnóstica para levantamento dos subsunçores;
- Organizadores prévios com vias a fortalecer e direcionar os subsunçores levantados;
- Princípio da diferenciação progressiva, de modo a classificar as ideias mais gerais e inclusivas;
- Princípio da reconciliação integrativa, para estabelecer ligações entre ideias semelhantes e proporcionar uma visão globalizada dos conceitos na interdisciplinarização;
- Instalação de uma “Comunidade Científica” em sala de aula;
- Engajamento dos aprendizes na resolução da A.I na aplicação da SEI, problematização, sistematização e contextualização.

Neste sentido, apresentamos na Tabela 1 o conjunto das cinco aulas em que cada um dos principais elementos dos referenciais teóricos adotados estão explicitados.

Devido ao cenário pandêmico que se desencadeou no Brasil e no Mundo no atual período, as aulas presenciais foram suspensas temporariamente e houve um risco de afetar a aplicação presencial da Atividade Investigativa, uma vez que o ensino se encontrava alternado entre uma semana presencial e uma semana online, modelo denominado de “híbrido”. Foi necessário a criação de uma oficina de ciências em formato remoto através da plataforma do Moodle da UnB (Universidade de Brasília) para aplicação concomitante da SEI e para servir de suporte didático-tecnológico aos alunos.

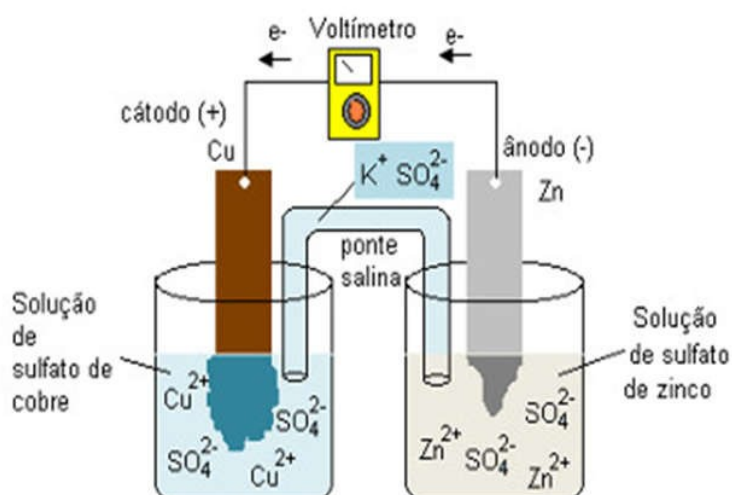
Nessa direção, antes da seleção dos alunos para o estudo (aplicação da A.I) foi elaborado um questionário sócioeconômico no sentido de desenhar um perfil e relacionar com os respectivos dados dos discentes, ou seja, entender as origens socioeconômicas dos participantes e tentar estabelecer relações entre estas e suas possíveis dificuldades ou facilidades no que



diz respeito ao ensino-aprendizagem, bem como suas limitações de acesso às tecnologias e suas ferramentas.

**Tabela 1:** *Aulas e relações com os referenciais teóricos adotados.*

<b>Aulas</b>	<b>Relação com os Referenciais Teóricos</b>
1: levantamento de subsunçores	Aplicação de um questionário. São abordadas questões de aspecto geral em torno da temática geração e transmissão de energia. Após as respostas os discentes assistirão ao vídeo motivador sobre eletricidade. O professor usará este momento para o introduzir, de maneira muito geral, elementos de eletricidade, já direcionando-os para a próxima aula em que será desenvolvida a organização prévia dos subsunçores levantados.
2: organização avançada	O professor deverá analisar as respostas e direcionar uma aula expositiva de acordo realizando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, para reforçar os pontos necessários e deficitários, identificados no levantamento dos subsunçores.
3: problematização e hipóteses	<p>Será feita a introdução à temática e fornecido o comando da Atividade Investigativa. Nesta, os alunos estarão engajados na resolução do problema passado pelo professor, em torno das seguintes questões:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como funcionam as pilhas e baterias?</li> <li>• Quais as peculiaridades constantes nos elementos que às compõem?</li> <li>• Como esses elementos se relacionam entre si para desencadear esse fenômeno?</li> <li>• Esse formato de atividade alinhado à essa metodologia trará melhorias à educação?</li> </ul> <p><b>Problema Geral:</b> - Como conseguir energia através de uma fonte alternativa, analisando o cenário e o contexto da atividade? Resposta Esperada: - Espera-se que após refletirem, debaterem, elaborar e testar suas hipóteses os discentes consigam fazer uma pilha com limões, inserindo os eletrodos (que serão constituídos de dois metais distintos) ligados em série por pedacinhos de fios de cobre e fazer a calculadora ou a lâmpada funcionar. Fazendo uma alusão ao modelo mostrado (Figura 1).</p> <p><b>Comando da Atividade (simplificado)</b> Você está em casa com alguns amigos de escola para fazerem algumas atividades escolares juntos. Quando vocês menos esperavam, uma aeronave cai no quintal de sua propriedade atingindo o gerador de energia. Ao chegarem no local observam se tratar de uma pequena aeronave com 4 pessoas a bordo, então vocês correm para socorrê-las. Como o avião atingiu os geradores de energia e com a queda houve um curto circuito nos equipamentos da aeronave, como vocês poderão chamar o resgate o mais rápido possível?" O equipamento de rádio transmissão do avião funciona em 12volts, mas a bateria está despedaçada pela queda, você olha em volta e só vê plantas e animais, árvores frutíferas e muitos pés de cítricos, corre até a despensa e não encontra nada. Em uma caixa de ferramentas do seu pai existe um rolo de fios de cobre, alicates, um multímetro, parafusos e muitas chaves de porta antigas e sem utilidade.</p>
4: sistematização	Será feita uma Sistematização dos conhecimentos levantados pelos aprendizes, com o uso da reconciliação integrativa, para explicitar a interdisciplinaridade dos conteúdos. Serão disponibilizados diversos recursos didático-tecnológicos para pesquisa dos alunos, tais como: (a) Acesso à artigos acadêmicos e científicos; (b) Periódicos; (c) Sites científicos; (d) Livros digitais; (e) Bibliotecas de recursos on-line; (f) Pdf's diversos com materiais sobre o tema.
5: recontextualização integrativa	Os alunos serão convidados a fazer um círculo e o professor fará a contextualização dos conhecimentos adquiridos na intenção de ressignificar o aprendizado, apresentando a inserção deste na vida cotidiana dos discentes.



**Figura 1:** Fontes: [canaldoensino.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/06/quimicaa.jpg](http://canaldoensino.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/06/quimicaa.jpg)

A partir dos resultados obtidos com a aplicação dos questionários socioeconômicos, conclui-se que a maioria dos participantes possui algum tipo de acesso à internet, seja por smartphone, tablet, notebook ou computador. Portanto, não teriam dificuldades de participar da oficina e das atividades remotas. infere-se ainda que a maioria possui uma condição econômica equânime e mais de 90% dos alunos pensam em fazer um curso superior, levando a crer que participariam ativamente da atividade.

A plataforma contou com fóruns de interação e reflexão, encontros via Google Meet, atividades interativas e banco de recursos didáticos e tecnológicos, os quais foram sendo disponibilizados a medida que a aplicação avançava em suas etapas, tanto no modo presencial quanto no remoto, de acordo com a sequência de aulas apresentadas na Tabela 1.

#### IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentaremos e analisaremos os resultados alcançados com a aplicação do plano de aula já mencionado, levando em conta aspectos tanto qualitativos quanto quantitativos. Importante ressaltar que a atividade foi aplicada seguindo o modelo híbrido de ensino, estipulado pelo governo do estado de Minas Gerais, sendo este desenvolvido de forma alternada entre uma semana presencial e outra semana remota (on-line).

Participaram da oficina e da aplicação da A.I (Atividade Investigativa) 30 alunos selecionados entre os 1º, 2º e 3º anos do ensino médio da Escola Estadual Monte Alegre de Minas, localizada na cidade de Monte Alegre de Minas, no estado de Minas Gerais. A todos foi disponibilizado o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), uma vez que se tratava de alunos menores de idade.

Foi elaborada uma oficina de ciências utilizando os recursos da plataforma Moodle da Universidade de Brasília (UnB), para ser utilizada como ferramenta interativa nas semanas de ensino remoto.

Foram apresentados aos alunos alguns vídeos motivadores de domínio público, indicados na Tabela 2.

**Tabela 2:** Vídeos usados para motivar os alunos.

Título do Vídeo	Duração	Fonte (Link de Acesso)
Energia- Universo além da matéria	2:05 min	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=cXNzsgkMj3s">www.youtube.com/watch?v=cXNzsgkMj3s</a>
A história da Eletricidade	8:00 min	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=6w7Z-pyiDFo">www.youtube.com/watch?v=6w7Z-pyiDFo</a>
A história do Elétron	5:55 min	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=HCiuZoZHDfQ">www.youtube.com/watch?v=HCiuZoZHDfQ</a>

Após assistirem aos vídeos, foram fornecidos aos participantes lápis e papel para que pudessem escrever em seus próprios termos acerca do que assistiram. O intuito era motivar os alunos inspirando-os com elementos científicos, engajá-los e introduzir alguns assuntos interessantes sobre o que é ciências, sobre ciências e sobre fazer ciências.

Conclui-se, a partir disso, que a maioria dos participantes conseguiu discorrer de forma mais natural e coerente a respeito de questões envolvendo eletricidade, energia elétrica e elétrons. Pôde-se perceber também que a maneira como eles se relacionavam mudou, pois estavam trocando ideias e opiniões sobre a atividade que acabaram de participar para satisfatoriamente a sistematizá-la.

## I. Perfil socioeconômico dos participantes

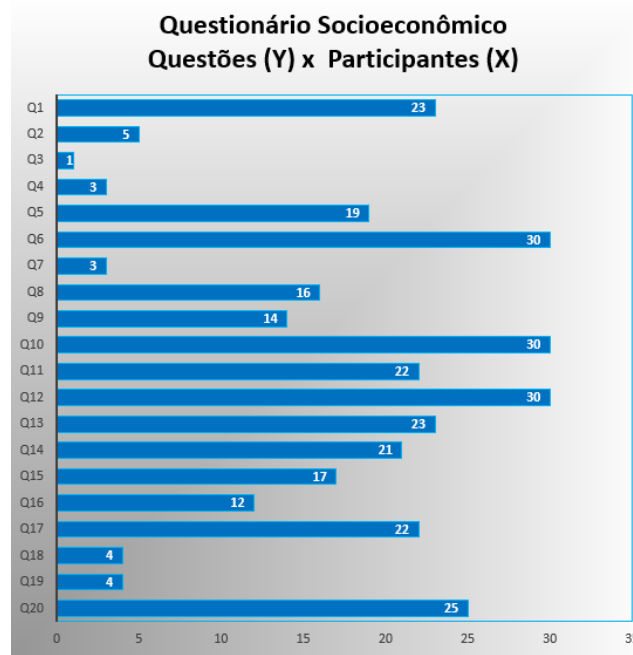
Foi disponibilizado um questionário socioeconômico (cf. Apêndice 1A) no sentido de desenhar um perfil e relacionar com os respectivos dados dos discentes, ou seja, entender as origens socioeconômicas dos participantes e tentar estabelecer relações entre estas e suas possíveis dificuldades ou facilidades no que diz respeito ao ensino-aprendizagem, bem como suas limitações de acesso às tecnologias e suas ferramentas.

Os resultados das respostas ao questionário socioeconômico estão apresentados na Figura 2.

Através dos resultados obtidos com a aplicação dos questionários socioeconômicos, conclui-se que a maioria dos participantes possui algum tipo de acesso à internet, seja por computador, smartphone, tablet, notebook ou computador, portanto não teriam dificuldades de participarem da oficina e das atividades remotas. Percebe-se ainda que a maioria possui uma condição econômica equivalente e mais de 90% cogitam fazer um curso superior, levando a crer que participariam ativamente da atividade.

Na primeira aula da sequência de ensino investigativa foi aplicado um questionário presencialmente e também disponibilizado na plataforma da oficina, para realizar o levantamento de conhecimentos prévios dos alunos. Este foi desenvolvido com base nos conhecimentos considerados necessários para que os alunos possam aprender o que se objetivava ensinar a partir da Atividade Investigativa.

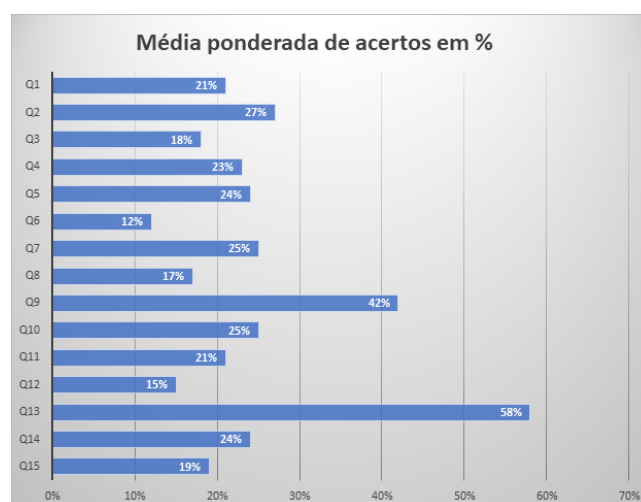
As questões desenvolvidas possuíam caráter generalista e superficial, e contemplavam o material didático dos 3 anos do ensino médio. Foram formuladas 15 questões com mais de uma resposta correta, cada uma das assertivas de cada questão possuía uma relevância em percentual diferente das outras e classificada pela sua relevância para a A.I. As questões serviram para aferir a gradação da presença do subsunçor na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, conhecer se o participante possuía algum conceito sobre energia e seus processos



**Figura 2:** Resultado do questionário socioeconômico aplicado aos alunos.

de obtenção, armazenagem e transmissão (cf. Apêndice 3A). As graduações vão de 0% a 100% e estão divididas entre a quantidade geral de assertivas por ordem de relevância R% e agrupadas nas seguintes categorias: Fontes de Energia, Limpas ou Poluentes, Atomística e Elétrons e, por último, Pilhas e Baterias.

As respostas das questões para levantamentos dos conceitos subsunçores foram submetidas a um cálculo matemático simples no intuito de aferir a média ponderada de acertos, levando em conta a relevância da questão em percentual (Gráfico 2) para aplicação da A.I. Os resultados podem ser vistos na Figura 3.



**Figura 3:** Médias das respostas do questionário para levantamento dos conhecimentos prévios.

Ao observarmos os dados que o gráfico nos fornece e cruzá-los com as questões agrupa-

das por assunto e relevância, temos o resultado mostrado na Tabela 3.

**Tabela 3:** Análise das questões agrupadas por assunto.

Questões	Assunto	Relevância (%)	Proficiência (%)	Média Ponderada (%)
1	Fontes de Energia	50	22	21
2	Fontes de Energia	20	22	27
3	Fontes de Energia	20	22	18
4	Poluentes ou limpas	50	21	23
5	Poluentes ou limpas	30	21	24
6	Poluentes ou limpas	20	21	12
7	Poluentes ou limpas	50	21	25
8	Atomística e elétrons	60	29,5	60
9	Atomística e elétrons	50	29,5	50
10	Pilhas e Baterias	100	27	25
11	Pilhas e Baterias	80	27	21
12	Pilhas e Baterias	100	27	15
13	Pilhas e Baterias	100	27	58
14	Pilhas e Baterias	100	27	24
15	Pilhas e Baterias	100	27	19

Podemos dizer após a análise dos dados que, no que diz respeito às fontes de energia, questões de 1 a 3, os alunos obtiveram uma proficiência média de 22%, que seria o somatório de acertos das questões de 1 a 3 dividido pelo número de questões relevantes para aplicação da A.I.  $R\% = 21\% + 27\% + 18\% / 3$ , totalizando 22% de acertos relevantes para A.I.

Já nas questões de 4 a 7 sobre fontes poluentes ou limpas de energia pôde ser aferida uma proficiência de 21%, o que seria o somatório de acertos das questões de 4 a 7 dividido pelo número de questões relevantes para aplicação da A.I.  $R\% = 23\% + 24\% + 12\% + 25\% / 4$ , totalizando 21% de acertos relevantes para A.I.

Sobre as questões 8 e 9 envolvendo atomística e elétrons podemos inferir que foram as questões com melhores desempenhos no que concerne aos conhecimentos prévios dos alunos, alcançando uma proficiência média de 29,5%, que seria o somatório de acertos das questões 8 e 9 dividido pelo número de questões relevantes para aplicação da A.I.  $R\% = 60\% + 50\% / 2$ , totalizando 29,5% de acertos relevantes para A.I.

Finalmente, as questões sobre pilhas e baterias possuíam maior índice de relevância para a aplicação da A.I, nestas, a proficiência média alcançou 27%, sendo o somatório de acertos das questões de 10 a 15 dividido pelo número de questões relevantes para aplicação da A.I.  $R\% = 25\% + 21\% + 15\% + 58\% + 24\% + 19\% / 5$ , totalizando 27% de acertos relevantes para A.I.

A partir do estudo destes dados, pode-se afirmar que há a presença de subsunçores na estrutura cognitiva dos aprendizes. Contudo, tal presença se dá de forma bastante insipiente. Considerando-se que “o valor pedagógico dos organizadores avançados depende, obviamente, em parte, do ponto até onde o próprio material de aprendizagem está bem organizado” (Ausubel, 2000, p.152). Mostrou-se necessário fazer a organização avançada dos conhecimentos prévios no sentido de conduzir os alunos a pensar de uma forma mais elaborada, em termos de conteúdos mais específicos, como aprofundamento daqueles mais genéricos apresentados.



## II. Organização avançada dos subsunçores

A aula 2 iniciou-se com a apresentação do vídeo “Energia limpa e o Futuro que Queremos” (Tabela 3) e utilizando a diferenciação progressiva foi elaborada uma aula conceitual expositiva sobre fontes renováveis e limpas de energia, transmissão e fluxo energético, obedecendo de forma hierárquica a ordem com que os conceitos a serem reforçados seriam ensinados, respeitando assim sua generalização, abstração e abrangência, encaminhando-os com maior efetividade e preparo para introduzir a atividade investigativa. A ordem natural de aprendizado das coisas pelos seres humanos seria aprender conceitos mais gerais e depois conceitos mais específicos, ou seja, das ideias menos inclusivas para as ideias mais inclusivas (RONCA e ESCOBAR, 1980).

Foram utilizados como complemento na organização avançada a apresentação de mais dois vídeos: “Como Funciona a Energia Solar e Como Funciona a Energia Eólica” (Tabela 4), ambos de domínio público.

**Tabela 4:** Vídeos utilizados na etapa de organização avançada.

Título do Vídeo	Duração	Fonte (Link de Acesso)
Energia limpa e o futuro que queremos	5:08 min	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=t_4zeA_P_dU">www.youtube.com/watch?v=t_4zeA_P_dU</a>
Como funciona a energia solar	1:02 min	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=Cmr9Zmkp-k4">www.youtube.com/watch?v=Cmr9Zmkp-k4</a>
Como funciona a energia eólica	2:56 min	<a href="http://www.youtube.com/watch?v=ekfFM-uWh5k">www.youtube.com/watch?v=ekfFM-uWh5k</a>

A aula dois foi integralmente desenvolvida presencialmente e, posteriormente, postada na plataforma da oficina. Foi aberto também na oficina um fórum para interação entre os discentes. Na intenção de socializar o aprendizado foi criada uma comunidade científica na escola integrada com a oficina, onde, por meio de um fórum os alunos podiam se apresentar, trocar experiências e comentar sobre os trabalhos desenvolvidos durante a aplicação da A.I.

## III. Problematização

Na terceira aula foi disponibilizado aos aprendizes, em papel impresso, na plataforma da oficina, o problema (Desafio) a ser resolvido de forma reflexiva e em conjunto. O desafio é autoral e foi construído levando em conta os conceitos estudados pelos participantes no 1º ano do ensino médio (Ácidos, Sais e Bases), 2º ano (Conceitos sobre Nox, Metais e Oxirredução) e 3º ano (Eletricidade, Pilhas e Baterias).

### Desafio

Você é um jovem e promissor estudante do ensino médio, mora em uma propriedade rural com seus pais, é feriado e o dia está maravilhoso e muito convidativo. Seus pais foram até a cidade mais próxima, que fica acerca de duas horas da sua casa fazer compras para repor a despensa, você ficou sozinho em casa e convidou alguns amigos de escola do povoado vizinho para fazerem algumas atividades juntos.

Seus amigos chegam, vocês estão ali na sala conversando e quando vocês menos esperavam um acidente aéreo acontece, uma aeronave cai no quintal de sua propriedade atingindo o gerador de energia e provocando o maior susto. Primeiro, sem entender nada, vocês apenas observam de longe, depois, vendo que não há fogo e nem explosões, tomam coragem de se aproximar para ver o ocorrido mais de perto.

Ao chegarem no local observam se tratar de uma pequena aeronave com 4 pessoas a bordo, então, vocês correm para socorrê-las. Três delas estão conscientes e orientadas, porém, sem condições de se movimentar, pois estão presas às ferragens e com sinais de hemorragia, e o piloto encontra-se inconsciente.

Como o avião atingiu os geradores de energia e com a queda houve um curto circuito nos equipamentos da aeronave, “Como vocês poderão chamar o resgate o mais rápido possível?” O equipamento de rádio-transmissão do avião funciona em 12 volts (V), mas a bateria está despedaçada pela queda. Você olha em volta e só vê plantas e animais, árvores frutíferas e muitos pés de cítricos, corre até a despensa e não encontra nada considerado útil. Em uma caixa de ferramentas do seu pai existe um rolo de fios de cobre, alicates, um multímetro, parafusos e muitas chaves de portas antigas e sem utilidade.

Você e seus amigos precisam pensar rápido! A vida dos acidentados depende da sua perspicácia e seus conhecimentos nas aulas de ciências. Precisam rapidamente fazer o rádio funcionar e chamar o resgate aéreo, pois cada minuto é fundamental para a sobrevivência dos tripulantes.

O problema proposto, além de exigir foco nos detalhes, muita interpretação e abstração, levava os aprendizes a debaterem entre si, elaborarem hipóteses e conceitos em conjunto, respondendo às seguintes questões, por ordem de relevância, para alcançar o resultado esperado:

- Como funcionam as pilhas e baterias?
- Quais são as peculiaridades constantes nos elementos que as compõem?
- Como esses elementos se relacionam entre si para desencadear tais fenômenos?

Buscou-se, entretanto, estabelecer uma relação apropriada entre o desafio e o trabalho dos estudantes, pois

Não basta que ao professor apresentar um enunciado bem elaborado. É preciso que a situação-problema seja entendida como tal pelo estudante. Para que isso seja possível, deve-se percorrer todo um processo de construção de significados, desde a apresentação de um problema inicial, que seja motivador, até a identificação de questões científicas envolvidas em sua solução e a identificação de ferramentas necessárias para investigá-las. Esse processo, como discutido anteriormente, envolve não somente a aplicação de ferramentas prontas, mas a inserção dos estudantes em um universo novo, o que depende muito das intervenções do professor (CAPECCHI, 2013, p. 25-26)

Foi preparada uma bancada com todos os itens constantes no desafio: a caixa de ferramentas, o multímetro, os limões, os fios, as chaves de portas e os parafusos, a fim de que os alunos pudessem manipular os materiais, discutirem entre si, elaborar e testar suas hipóteses, bem como validá-las e comunicá-las.

Os alunos, paulatinamente, foram elaborando conceitos, aprendendo a manipular o multímetro, trocando algumas sugestões, melhorando-as, o professor apenas mediava o processo o tempo todo sem entregar nenhuma resposta. Eles ainda liam e reliam, com bastante atenção aos detalhes, chegando a mencionar a caixa de ferramentas e os pés de cítricos como pontos-chave na resolução do desafio.

Pensavam e discutiam, testavam os metais até que chegaram em uma ideia que se parecia muito com a solução. Todavia, estava faltando a eles polarizarem os eletrodos, pois estavam usando metais iguais para os dois polos. Um dos alunos deu a ideia de trocarem uma das chaves por “Aquela amarelinha” fazendo menção à uma chave de latão e cobre que havia na bancada, “Vamos espetar os parafusos e as chaves nos limões para produzir energia”. Foram obtidos resultados interessantes, como se pode depreender de algumas hipóteses levantadas pelos alunos, mostradas a seguir:

Aluno 1... “utilizando os objetos encontrados criaria um circuito para gerar energia ao equipamento de rádio transmissão do avião, para assim chamar o resgate. Colocaria as chaves nos fios de cobre, intercalando as chaves de zinco e cobre, criando os polos negativos e positivos. Por fim usaria o multímetro pra medir as grandezas elétricas, até atingir 12 volts. Esse circuito faria o papel da bateria sendo possível ligar o rádio e chamar o resgate.”

Aluno 2... “analisando o cenário e o contexto da atividade, talvez eles possam conseguir energia através de um limão. Eles vão precisar de um limão, um parafuso, um fio de cobre, dois pedaços de fio e um multímetro, todos esses materiais eles têm.”

Aluno 3... “a fazenda tem árvores de frutas cítricas e ele achou a caixa de ferramentas do pai dele. Inicialmente eles vão ter que descascar as pontas dos fios e enrolar a ponta de cada um no parafuso e no fio de aço e depois cravar o parafuso e o fio de cobre no limão assim a nova bateria estará pronta.”

Como podemos observar nos relatos dos estudantes, a metodologia ajudou na obtenção dos resultados. Os alunos se engajaram na atividade, refletiram sobre o problema, levantaram e refutaram hipóteses até elaborarem um modelo único e de consentimento de todos os participantes. Os aprendizes utilizaram as chaves e criaram os polos positivos e negativos introduzindo-as nos limões, aferiram com o multímetro e notaram que um limão fornecia em média 0,45 V. Desse modo, decidiram ligar limões em série o suficiente para conseguirem, aproximadamente, os 12 V necessários para validar sua hipótese.

Na plataforma foi deixado um espaço para um fórum de socialização e discussão. Para a validação das hipóteses levantadas pelos discentes. Pode-se perceber que, nesse modelo de atividade, o aluno participa mais, sente-se mais seguro, mais confiante, dá opiniões sem medo, testa e defende suas hipóteses, fortalecendo suas habilidades argumentativas e seu senso crítico, entendendo assim o papel social da ciência.

O objetivo da atividade seria que os alunos chegassem à conclusão que deveriam desenvolver uma pilha utilizando os cítricos, ou seja, de limões. Nesta, as chaves da caixa de ferramentas seriam utilizadas como eletrodos, ou seja, os polos positivo e negativo, e os fios de cobre seriam utilizados para interligar, em série ou paralelo, os limões, para acumular carga elétrica suficiente para fazer o rádio funcionar em 12 V, como mostra a Figura 1A (Apêndice).

#### IV. Sistematização

Passada a etapa de validação iniciou-se a quarta aula da SEI, na qual foi proposta mais uma rodada de conversas. Os alunos foram dispostos em um círculo e o professor promoveu a reconciliação integrativa a partir da sistematização da hipótese validada pelos alunos. Para

tanto, foi ministrada uma aula expositiva explicando e interrelacionando os conceitos de eletroquímica e os processos de oxirredução nos quais as pilhas e baterias estão envolvidos, promovendo assim a interdisciplinaridade dos conteúdos. Como as hipóteses dos aprendizes estavam no adequadas, os alunos se mostraram satisfeitos com elas e seus resultados e, à medida que o professor sistematizava os conceitos levantados por eles, era notável seu engajamento e satisfação.

Toda essa etapa foi colocada na plataforma, juntamente foi aberto um fórum de discussões para troca de ideias e experiências entre todos os participantes à cerca da sistematização.

Os aprendizes foram convidados a voltar até a bancada e alguns deles foram selecionados para explicar o experimento e repetir todo o processo, apresentando suas considerações para os colegas. As expressões a seguir mostram o efeito da atividade sobre eles:

Aluno 1... “viu? eu não disse? (sic)”

Aluno 2... “eu sabia... tinha certeza disso!! (sic)”

Aluno 3... “eu acertei!! Ciência é muito legal... essa aula não é chata!!(sic)”

Aluno 4... “consegui aprender de forma divertida!!(sic)”

A aplicação de aulas com subsídios na Teoria da Aprendizagem Significativa e Ensino por Investigação ajudam na melhoria dos resultados atingidos pelos alunos, envolvendo-os na resolução de atividades bem elaboradas, criativas e diferenciadas, dando-lhes oportunidade de pensar de forma reflexiva, discutir suas hipóteses com os colegas, ouvindo e participando da construção social de um conhecimento sobre determinado assunto. Através do levantamento dos conhecimentos prévios o professor pode conduzir melhor o processo de aprendizagem, uma vez que, ao organizar categoricamente e de forma hierárquica os conhecimentos e separá-los entre o que se quer ensinar e o que é necessário saber antes de ensinar, torna-se mais eficiente a correção e reforço dos conceitos-chave, potencialmente levando o aluno a chegar ao resultado esperado na elaboração da atividade.

## V. Recontextualização integrativa

Na quinta e última aula da SEI, aproveitou-se da roda de discussões para fazer a contextualização desses conhecimentos levantados pelos alunos. O professor mediador pediu para que cada aprendiz citasse uma situação na qual estariam envolvidos alguns dos conceitos trabalhados por eles, que tivesse alguma ligação e/ou utilidade em seu dia a dia e qual seria a importância deste para a sociedade. Algumas considerações feitas por eles estão mostradas a seguir:

Aluno 1... “é importante para compreendermos os processos de obtenção de fontes limpas e alternativas de energia”

Aluno 2... “saber como tudo se encaixa e funciona lá dentro das pilhas e baterias é muito interessante, saber como tudo é feito e a energia é gerada é bacana”

Aluno 3... “saber dessas coisas nos faz mais curiosos, querendo mais, deveriam sempre ter aulas assim, nos faz ver o mundo com outros olhos”

Aluno 4... “todo esse tempo que participei da oficina achei o máximo, darei mais atenção sobre economizar energia e cuidar da natureza”

A recontextualização integrativa trouxe uma utilidade cotidiana para o aprendizado que o aluno acabara de criar, apontando situações nas conhecer saber sobre pilhas e baterias é importante no dia a dia do aluno e na sociedade, criando, assim, uma consciência de que é preciso reduzir os impactos ambientais através do uso de fontes limpas e renováveis, além de maior zelo e economia com os recursos energéticos. Também contribui para criar no indivíduo certo grau de “autonomia” para a reflexão, tendo este uma visão holística do mundo que o cerca, sendo capaz de argumentar e defender suas ideias, além de compreender a importância da Ciência para a sociedade.

Ao final da aplicação da A.I foi pedido aos alunos que discorressem, em seus termos, acerca de suas reflexões gerais sobre a atividade, como entendem o processo de obtenção de uma fonte alternativa de energia e como entende o processo de composição e funcionamento de uma pilha, tendo em vista o objetivo geral da atividade, que consistia na resolução do problema (Desafio). Também foi aberto um fórum de contextualização na oficina. Apresentamos, a seguir, algumas considerações feitas pelos discentes:

Aluno 1... “é importante para compreendermos os processos de obtenção de fontes limpas e alternativas de energia”

Aluno 2... “saber como tudo se encaixa e funciona lá dentro das pilhas e baterias é muito interessante, saber como tudo é feito e a energia é gerada é bacana”

Aluno 3... “saber dessas coisas nos faz mais curiosos, querendo mais, deveriam sempre ter aulas assim, nos faz ver o mundo com outros olhos”

Aluno 4... “todo esse tempo que participei da oficina achei o máximo, darei mais atenção sobre economizar energia e cuidar da natureza”

Conclui-se, portanto, que o Ensino de Ciências por Investigação, atrelado à Teoria da Aprendizagem Significativa, pode fortalecer o aprendizado sobre pilhas e baterias. Uma atividade bem elaborada, levando em conta os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, organizados de forma hierárquica e concisa, e reforçados de forma orientada e criteriosa, pode facilitar a aprendizagem dos novos conhecimentos.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em detrimento da educação tradicional e expositiva, buscou-se nessa pesquisa a apresentação de um plano de aula fundado na perspectiva investigativa sobre a temática das pilhas e baterias, uma vez que trabalhar um assunto que está intimamente ligado aos ditames tecnológicos atuais e futuros mostra-se de grande relevância, tanto no espectro científico, tecnológico e social. O Ensino por Investigação mostrou-se muito importante para o processo de ensino, pois oportunizou ao aluno aproximar a maneira como se faz ciência em sala de aula da ciência que é feita nas Universidades. Neste formato, o aprendiz pode pensar de forma reflexiva, participar de uma comunidade científica desenvolvida na escola, apropriar-se de termos utilizados no dia a dia de um cientista, elaborar e trocar hipóteses, debater, defender e refutar outras, e construir conhecimento com protagonismo.

A utilização de pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa enriquece o processo pedagógico em uma via de mão dupla: de um lado, o professor ganha por valorizar os conhecimentos que o discente traz consigo, pois este o guiará para uma forma mais efetiva de ensino. Por outro lado, o aluno ganha, pois o professor poderá

conduzir os ensinamentos em conformidade com a sua realidade, aferida através de recursos cientificamente desenvolvidos.

Para que haja uma mudança na qualidade do ensino, deverá necessariamente existir uma mudança de postura por parte dos profissionais da educação, os quais devem estar envolvidos intimamente com a formação continuada e com a pesquisa na área da Educação, buscando meios para melhorar os processos de ensino-aprendizagem, uma vez que é este professor o real conhecedor das necessidades do nosso sistema educacional público.

Foi esclarecida a questão sobre o funcionamento das pilhas e baterias, os estudantes detalharam, ao seu modo, as particularidades de cada componente de sua pilha de limões criada ao final da atividade investigativa, e qual a relação existe entre esses componentes para desencadear os fenômenos elétricos.

A despeito do cenário pandêmico, maior desafio enfrentado para a aplicação desta atividade, foi possível obter grandes avanços no estudo e aprofundamento do tema abordado, de forma investigativa e significativa.

Os resultados obtidos com a aplicação desta atividade investigativa mostram-se como de grande importância para as disciplinas de Ciências e Química, pois podem mostrar, tangentes a dados concretos, que o Ensino de Ciências por Investigação, alinhado com a Teoria da Aprendizagem Significativa, pode auxiliar desde o engajamento dos alunos até a didática dos profissionais da educação.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D., NOVAK, J., & HANESIAN, H. *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.

AUSUBEL, D. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton, 1963.

AZEVEDO, M. C. P. S. *Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula*. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004,

CACHAPUZ, António et al. *A necessária renovação do ensino das ciências*. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHINN, C; MALHOTRA, B.A. Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *New Brunswick: Science Education*, v.86, p.175-218, 2002.

DEWEY, J. *Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição*. Tradução de Haydée Camargo Campos. São Paulo: Editora Nacional, 1979a. *Atualidades Pedagógicas*; Vol. 2.

FREIRE, Paulo. *A importância do ato de ler*. São Paulo: Vozes, 1985.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.



LIPMAN, M. A filosofia vai à escola. Tradução de Maria Elice de Brzezinski Prestes e Lucia maria Silva Kremer. São Paulo/SP: Summus, 1990.

Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO ESPORTO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997, 136p.

MUNFORD, D e LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? Ensaio pesquisa em educação em ciências. v.9, n.1, Dez; 2007

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. v.2, n.2, dez., 2002

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. Investigação em Ensino de Ciências, v.16, n.1, p.59-77, 2011.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. Atkins, física-química. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. Atkins, física-química. Rio de Janeiro: LTC, 2008 . v. 2.

ATKINS, Peter. Princípios de Química. Porto Alegre: Bookman, 2001.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004,

CHINN, C; MALHOTRA, B.A. Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. New Brunswick:Science Education, v.86, p.175-218, 2002.

FELTRE, Ricardo. Fundamentos de Química: vol. 1. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FELTRE, Ricardo. Fundamentos de Química: vol. 2. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FELTRE, Ricardo. Fundamentos de Química: vol. 3. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FLECK, L. Gênesis and Development of a Scientific Fact. Chicago: The University of Chicago Press, 1979,

FREIRE, Paulo. A importância do ato de ler. São Paulo: Vozes, 1985.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HALL, Nina e colaboradores. Neoquímica: A química moderna e suas aplicações. Porto Alegre: Bookman, 2004.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 1;

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 2;

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 3;

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. Fundamentos de Metodologia Científica. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEHNINGER AL, N. D. L. & COX, M.M. Principios de Bioquímica. 6a. Ed. Artmed. 2014

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997, 136p.

MUNFORD, D e LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? Ensaio pesquisa em educação em ciências. v.9, n.1, Dez; 2007

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. v.2, n.2, dez., 2002

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009 vol 3;

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, set./dez., 2011. Disponível em: < <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/309/715> >. Acesso em: 01 mar. 2015.

BARUTEAU et al. (2014) in: Protoplanetary Disks and Stars VI, University of Arizona Press, 667.