

## CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA EXPERIMENTAL BASEADA EM CONTEÚDOS SOBRE NATUREZA ELÉTRICA DA MATÉRIA

*Construction and application of experimental teaching sequence based on contents on electrical nature of matter*

**Sabrina Nunes Sales** (sabrinaufma@gmail.com)

**Joacy Batista de Lima** (joacylima@hotmail.com)

**Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques** (clara.marques@ufma.br)

**Paulo Roberto Brasil de Oliveira Marques** (paulo.brasil@ufma.br)

*Universidade Federal do Maranhão –UFMA, Campus VII, Avenida Dr. José Anselmo, nº 2008,  
Bairro São Benedito, Codó-MA*

*Recebido em: 27/02/2020*

*Aceito em: 15/10/2020*

### Resumo

Conteúdos relacionados à natureza elétrica da matéria estão entre os de maior dificuldade de entendimento nas aulas de ciências do nono ano. Este trabalho objetivou a construção e a aplicação de uma sequência didática experimental para alunos do nono ano de escola pública da cidade de Codó-MA. Para a sequência didática, foram propostos três momentos, sendo: microaula, experimentação e produção textual. Os dados foram avaliados a partir de questionário diagnóstico e análise de conteúdo. Os experimentos foram essenciais na discussão de temas e conteúdos sobre a natureza elétrica da matéria. Percebeu-se que os alunos associaram o tema ao cotidiano, porém, evidenciado mais os conteúdos da física do que da química, mesmo a experimentação estando voltada para processos e reações químicas.

**Palavras-chave:** Ensino de Ciências, Sequência Didática, Natureza elétrica da matéria.

### Abstract

Contents related to the electrical nature of the subject are among the most difficult to understand in ninth grade science classes. This work the construction and application of an experimental didactic sequence for students of the ninth grade of public school in Codó-MA. For the didactic sequence, three moments were proposed: micro class, experimentation and textual production. Data were evaluated from diagnostic questionnaire and content analysis. The experiments were essential in the discussion of themes and contents about the electric nature of matter. It was noticed that the students associated the theme with daily life, however, evidencing more the contents of physics than chemistry, even the experimentation being focused on processes and chemical reactions.

**Keywords:** Science teaching, Following teaching, Electric nature of matter.

## INTRODUÇÃO

A ciência é dinâmica, desenvolvendo-se na forma de ideias e descobertas, apresentando dependência do passado e das expectativas do futuro, sendo prática social e transformadora a partir do conhecimento (Prigogine, 2003). Nessa perspectiva, o Ensino de Ciências vem corroborar com uma educação que deve objetivar uma alfabetização e um letramento científico como prática social para além do senso comum, para que possam formar cidadãos capazes de avaliar conhecimentos em função de necessidades a partir de uma visão crítica social em que se inserem (Lorenzetti & Delizoicov, 2001). Para a formação do espírito científico a partir da dinâmica da escola deve-se priorizar atividades operativo-construtivas em conjunto com o ato de observar e aprender as relações entre os fenômenos apresentados (Nardi, 2009).

O contexto das pesquisas da área sugere uma reelaboração da prática docente na escola, bem como de seus instrumentos de ensino-aprendizagem (Tardiff, 2002; Pozo & Crespo, 2009). A inserção do Ensino de Ciências teve como fator determinante as modificações ocorrentes na sociedade no século XIX, sendo um momento histórico, marcado por grandes descobertas na comunidade científica da época (Luiz, 2007). As descobertas dos cientistas se tornaram aliadas do progresso social, conotando assim uma nova forma de olhar para o conhecimento científico (Krasilchick, 2000). Compreende-se atualmente que a ciência está intimamente relacionada com a sociedade, podendo refletir no desenvolvimento de vários âmbitos, desde o econômico até o cultural, e seu ensino na escola torna possível formar indivíduos que reconheçam seu papel ativo e crítico, bem como seu dever social (Chassot, 2001).

### Ensino de Ciências

Foi na década de 1930 que de fato o Ensino de Ciências foi inserido nos currículos, mas a priori, esse ensino se pontuou de forma tradicional, onde os conhecimentos eram transmitidos como algo pronto e acabado. Nas décadas subsequentes houve mudanças de concepções acerca do Ensino de Ciências, onde novas metodologias foram implementadas, sendo direcionadas para a formação de um cidadão crítico e ativo dentro da sociedade (Nascimento; Fernandes & Mendonça, 2010; Silva; Ferreira & Vieira, 2017).

As novas concepções da sociedade exigiram mudanças curriculares e, dessa forma, documentos educacionais visaram garantir uma formação de um indivíduo letrado. De acordo com o documento da educação brasileira vigente na nas últimas décadas, os Parâmetros Curriculares Nacionais da Educação–PCN, o aluno deveria ser capaz de compreender a realidade que esse está inserido e atuar sobre ela. A legislação atual recém implementada, que é a Base Nacional Curricular Comum da Educação–BNCC, embora menos expressiva, porém em conformidade com os PCN, demonstra que o aluno deve saber elaborar ideias por meios confiáveis, possuindo como argumentos conhecimentos científicos (Brasil, 1998, 2017).

Na sociedade atual, a ciência ainda não é entendida pelos indivíduos que a compõem como um campo de contribuição social, pois normalmente é considerada como algo distante e segregado da vida cotidiana do indivíduo e suas contribuições são percebidas associada a nomes de cientistas e acontecimentos da ciência (Auler & Bazzo, 2001). O não reconhecimento de significância da ciência na sociedade pelo sujeito pode ser justificado pelo fato de que os conhecimentos científicos e tecnológicos ainda não chegaram em uma grande parcela da população, evidenciado pela segregação e exclusão social predominante na sociedade brasileira, por exemplo (Bazzo; Von Linsingen & Pereira, 2003; Nascimento; Fernandes & Mendonça, 2010).

O movimento mundial definido como Ciência, Tecnologia e Sociedade–CTS, que busca a transformação do ensino de ciências, surgiu com o propósito de demonstrar a relação e a influência que o conhecimento científico e a tecnologia possuem na vida do indivíduo dentro da sociedade. O questionamento que motivou a ocorrência dessa mobilização foram os impactos sociais ocasionados

por armas nucleares e químicas (Auler; Bazzo, 2001; Santos; Schnetzler, 2003). O letramento científico e tecnológico dos alunos nas aulas de ciências foi uma das principais preocupações desse movimento, além da contextualização nas aulas, o movimento CTS defende a interdisciplinaridade, ou seja, a relação das disciplinas do currículo, onde a maior superação desse movimento foi a modificação tradicional da abordagem do Ensino de Ciências dentro da escola, focando as práticas pedagógicas na contextualização da teoria e afastando os métodos de memorização mecânica dos alunos (Cachapuz *et.al.*, 2005; Pinheiro; Matos & Bazzo, 2007). O Ensino de Ciências assume um papel fundamental para a formação social de uma pessoa, pois, por meio dele podem ser mediados conhecimentos sistematizados produzido pela comunidade científica, todavia, essa mediação deve ser apresentada de forma contextualizada, para que o aluno compreenda a relação da teoria com o seu dia a dia (Mayer *et.al.*, 2013).

De acordo com Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010), quando o sujeito consegue reconhecer a ciência como um processo vivencial, ou seja, presente no cotidiano, é possível que esse compreenda a importância social desse campo de estudo, tornando-o, dessa forma, em um processo significativo. Esses autores defendem ainda que há uma necessidade de reorganização do Ensino de Ciências no Brasil direcionando suas práticas para uma perspectiva crítica, pois ainda existe exclusão de conhecimentos científicos e tecnológicos evidentes de uma parte da sociedade brasileira.

### **Sequência Didática**

O ensino tradicional aloca o professor como transmissor e o aluno como receptor e reproduzidor do conhecimento, impossibilitando que o professor diversifique suas práticas educativas, inserindo assim o aluno no contexto da aprendizagem mecânica. De acordo com as concepções de Zabala (1998) não é possível ensinar sem saber como os alunos aprendem, pois eles são diversificados e conseqüentemente aprendem de formas diferentes. Logo, o processo de ensino e aprendizagem deveria ocorrer de forma significativa, onde o professor inserisse o aluno de uma maneira direta nas práticas educativas elaboradas, levando em consideração atividades que estreitem o cotidiano do aluno com o conhecimento científico abordado (Delizoicov, Angotti & Pernanbuco, 2009). Segundo Zabala (1998), toda metodologia precisa de uma organização sistematizada para que a aprendizagem do aluno seja efetuada de maneira significativa.

Dentre as variadas abordagens de investigação da aprendizagem de conceitos químicos abstratos, as sequências didáticas vêm ganhando lugar de destaque na literatura especializada. Zabala (1998) define sequência didática (SD) como sendo “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Essa abordagem metodológica deve objetivar introduzir atividades que acarretem melhor atuação em sala de aula ou em espaços não formais, que colaborem com a aquisição de conceitos, conteúdos e competências dos alunos.

As atividades devem estar conectadas entre si, de forma organizada e objetiva, passível tanto da ação, quanto de reflexão. A construção de uma SD, portanto, torna-se uma ferramenta pedagógica indispensável ao professor, uma vez que o processo de mediação da construção do conhecimento pode ser acompanhado analiticamente durante sua implementação tendo por base os objetivos de ensino. Para tanto, essa construção deve ser amparada nas seguintes indagações: “para que educar?”, “para que ensinar?”, levando em consideração a prática reflexiva em cima desses dois pilares, pode-se ter o ponto de partida para o processo de aprendizagem significativa (Zabala, 1998).

A partir dos estudos de Oliveira (2013) surge uma nova denominação de SD chamada de sequência didática interativa (SDI), onde a autora propõe a construção de um novo conhecimento e de um novo saber, pois, na SDI são levados em consideração os conhecimentos iniciais dos alunos acerca do conteúdo delimitado, e a partir dos conceitos sintetizados sobre o tema inicia-se o embasamento teórico em cima do entendimento dos alunos. Pode se perceber através dos conceitos

de Zabala (1998) e de Oliveira (2013) que a SD deve ser pensada de uma maneira em que o professor exerça a prática reflexiva, por meio de objetivos bem estabelecidos e elucidados tanto para os educadores como para os educandos, para que ocorra o processo de ensino e aprendizagem

O uso das SD tem sido aplicado no Ensino de Ciências de maneira satisfatória a partir de inúmeras perspectivas. Muitas dessas têm tido direcionamento pela contextualização do conteúdo curricular tradicional, porém aplicado de uma forma interdisciplinar e abrangendo estratégias como a experimentação (Santos & Galembeck, 2018).

### **Níveis de Representação do Conhecimento: Macro, Micro e Simbólico**

De acordo com Johnstone (1982) as dificuldades vivenciadas pelos professores e alunos nos estudos de ciências, sobretudo quando se destacam os conteúdos de química e física, estão associadas as representações que esses conhecimentos adquirirem e que podem ser descritas em três níveis de representação do conhecimento, sendo eles: macroscópico, microscópico e simbólico. A representação macroscópica pode ser designada como aquela que é atribuída aos fenômenos que são notados no dia a dia, podendo ser adquirida pelos sentidos ou suas extensões e é o fenomenológico formado por propriedades empíricas e visíveis relacionadas aos sólidos, líquidos e gasosos, tais como: mudanças de colorações de substâncias e desaparecimento delas em reações químicas, mudanças de fase, viscosidade, densidade etc. (Raupp; Serrano & Moreira, 2009).

O nível microscópico é classificado de acordo com Talanquer (2011) como a representação dos fenômenos de partículas, átomos, moléculas, íons etc. Já o nível simbólico trata de como a ciência representa em símbolos os fenômenos observados, se utilizando de linguagens e código específicos. Na química, o nível simbólico está associado ao caráter qualitativo/quantitativo dado a fenômenos, como por exemplo: símbolos representativos para as reações entre átomos, íons ou moléculas, ou em equações químicas balanceadas que representam as reações químicas reais (Talanquer, 2011).

Johnstone (1993) estabeleceu um modelo para os níveis de representação específicos do conhecimento químico, definido na figura de um triângulo. Este modelo adjetiva as representações; i) macro, como o tangível, ii) micro, como molecular e invisível e iii) simbólico associado ao matemático. Ampliando essa abordagem, Mortimer, Machado e Romanelli (1999) acrescentam ainda, sobretudo quando se trata de imagens, as representações associadas ao fenomenológico (macroscópico), teórico-conceitual (microscópico) e representacional (simbólico).

É de grande relevância que os alunos transitem entre os três níveis representacionais para a compreensão dos fenômenos trazidos nos conteúdos e até mesmo sobre fenômenos que não são abordados nos livros, mas que são ocorrentes no dia a dia (Treagus; Chittleborough & Mamiala, 2003). Al-Balush (2013) discorre que os alunos têm dificuldade na compreensão do nível microscópico devido a uma pouca habilidade em transitarem do macroscópico para o microscópico, visto que este nível não está associado a visão, olfato ou tato e necessita de maior grau de abstração.

Autores indicam que essa transição é uma tarefa um tanto quanto difícil, pois essa tríade (macro, micro e simbólico) não é algo linear e que a forma de aprendizado do aluno tem reflexo direto nessa transição de níveis representacionais e no aprendizado e associação de conceitos e conteúdos da ciência, sobretudo de conceitos relativos à química (Chittleborough & Treagust, 2008).

### **Natureza Elétrica da Matéria**

A matéria normalmente é conceituada como sendo tudo aquilo que possui massa e ocupa lugar no espaço, e assim, a física clássica tem utilizado os termos massa e matéria como sendo sinônimos, entretanto, essa definição requer cuidado ao ser utilizada na atualidade, pois as teorias modernas abrangem uma grande diversidade de matéria no universo (Brady & Huminston, 1995). O conceito de energia é difundido como sendo a capacidade que determinado sistema possui de realizar

trabalho, possuindo várias formas de manifestações, tais como calor, luz, eletricidade etc. Esse conceito não é exclusivo de uma ciência, mas sim transcendente, pois transita entre a física, a biologia e a química (Mota; Rosenbach Junior & Pinto, 2010).

O uso controlado da energia é um processo de grande relevância social para o desenvolvimento científico e tecnológico (Bucussi, 2006). Um dos principais acontecimentos históricos que aproximou a ciência do campo produtivo foi a revolução industrial, sendo *a priori* a energia utilizada por máquinas a vapor e *a posteriori* pela eletricidade. A configuração da sociedade atual é literalmente dependente da energia para seu funcionamento e sendo esse processo utilizado principalmente como energia elétrica, ressalta-se que existem outras formas de utilização da energia, tais como: energia nuclear, eólica, térmica e química. Todas essas formas de energia atravessam processos a fim de dispor de sua energia para o consumo e bem comum (Carvalho, 2014).

Em termos de energia elétrica, merece destaque a discussão sobre a relação matéria e energia e como esse enlace foi entendido pela humanidade. Hoje sabe-se que toda matéria é composta de partículas unitárias denominadas de átomos. Os conceitos atômicos sofreram grandes mudanças ao longo do tempo, uma vez que muitos pesquisadores começaram a estudar sobre a composição da matéria. O termo átomo foi cunhado pelos filósofos Demócrito e Leucipo, alguns séculos antes de Cristo, onde esses defenderam a ideia de que a matéria tinha composição de pequenas partículas, os átomos, sendo essa parte da matéria a sua menor partícula, não podendo ser mais divisível (Caruso & Oguri, 1997).

O primeiro estudo baseado em métodos científicos foi o que descreveu o modelo atômico de Dalton, que demonstrou que o átomo constituía qualquer matéria, sendo indivisível, maciço, indestrutíveis e esférico (Brady & Huminston, 1995). Embora Dalton tenha realizado suas explicações com métodos científicos, posteriormente foi descoberto que sua teoria atômica continha equívocos. Experimentalmente, a primeira evidência da divisibilidade do átomo foi demonstrada pelo físico-químico inglês Michael Faraday que em seus estudos sobre eletrólise evidenciou que a passagem de corrente elétrica entre soluções de certas substâncias em estudo ocasionava reações químicas e a quantidade de corrente elétrica e de substâncias eletrolisadas eram proporcionais entre si.

Os estudos de Faraday foram prontamente analisados pelo estudioso George Johnstone Stoney, propondo o elétron como sendo uma partícula portadora de eletricidade presente na matéria, esses resultados estariam de encontro com o modelo proposto por Thompson uma vez que o ficou comprovado a existência de partículas negativas e positivas no átomo (Brady & Huminston, 1995; Oliveira & Fernandes, 2006). O Físico J. J. Thompson propôs um modelo atômico onde postulou que um átomo possuía uma camada de partículas negativas aderidas a ele. Já o físico Ernest Rutherford postulou o modelo onde o átomo possuía núcleo, concentrando cargas positivas e a maior parte da massa atômica, e em torno do núcleo as partículas negativas circundavam, sendo o vazio a grande maioria desse átomo, (Caruso & Oguri, 1997).

O modelo atômico de Niels Borh foi postulado a fim de completar o modelo proposto por Rutherford, sendo que esse modelo apresentava as ideias de que os elétrons presentes no átomo absorvem energia saltando de uma órbita de menor energia para uma de maior energia, regressando a sua órbita original posteriormente, irradiando a energia recebida (Brady & Huminston, 1995; Oliveira & Fernandes, 2006). Embora o termo elétron tenha sido cunhado por Stoney e que outros experimentos foram realizados por outros cientistas, apenas Thompson conseguiu alcançar sucesso em seu estudo de comprovação e modelagem do átomo divisível e carregado, comprovando a existência da partícula subatômica (Oliveira & Fernandes, 2006).

## Experimentação e o Ensino de Ciências

O tradicionalismo no processo de ensino e aprendizagem não tem respondido aos anseios da atual sociedade definida de “sociedade do conhecimento e da informação”. Como resposta, tem sido observada uma falta de interesse por parte dos alunos no que diz respeito aos conteúdos de ciências, em especificidade para a química (Krasilchick, 2000). Sabe-se que há uma grande complexidade de raciocínio para uma compreensão de conceitos químicos e a repulsa a essa complexidade pode se tornar um grande impasse no processo de ensino e aprendizagem e isso enfatiza a necessidade da utilização de diversos recursos metodológicos, para uma diversificação didática, tendo a finalidade do resgate do interesse do aluno no Ensino de Ciências (Delizoicov, Angotti & Pernambuco, 2009).

Algumas formas de diminuir os entraves encontrados pelos professores tem sido: trabalhar os conteúdos de ciências utilizando materiais que façam parte do dia a dia do aluno, incentivando a reflexão durante as aulas, considerando a bagagem cognitiva de determinados conceitos adquiridos pelos alunos, labutando em suas aulas de uma maneira organizada e explícita, falando da importância e da finalidade de cada aula, para que facilite o entendimento dos mesmos, despertando a curiosidade e o interesse dos alunos (Santos & Schnetzler, 1996).

Um dos recursos metodológicos que tem sido apontado como o mais importante para o Ensino de Ciências é a atividade experimental. O uso da experimentação é de grande importância no processo de ensino e aprendizagem, tendo como finalidade desvencilhar o tradicionalismo das aulas. Ela pode facilitar a mediação das aulas pelos professores e a compreensão dos conteúdos pelos alunos (Bernardo, Gonçalves & Werner, 2018) A experimentação desperta um forte interesse entre os estudantes por conteúdos específicos, o que possibilita uma melhor compreensão com os temas trabalhados (Giordan, 1999). As atividades experimentais permitem o teste de hipóteses e comprovar teorias, despertando nos alunos a curiosidade e o interesse de solucionar problemas (Amauro, Souza & Mori, 2015).

A experimentação pode ser de grande relevância para uma aprendizagem efetiva e significativa dos alunos, pois através dos experimentos é possível exercer reflexão, desse modo os alunos são instigados a analisar, indagar, argumentar e concretizar as suas próprias ideias sobre determinada teoria e até mesmo sobre questões vivenciadas no dia a dia (Bernardo, Gonçalves & Werner, 2018). A experimentação permite que o aluno investigue cada etapa, enxergue o problema e apresente explicações acerca das suas próprias conclusões, propiciando aos alunos a construção do senso crítico. Para Catelan e Rinaldi (2018) o uso da experimentação afunila a relação entre aluno e aluno, aluno e professor e as interações deles dentro da sala de aula para com determinada atividade, uma vez que ela promove a introdução do cotidiano dos alunos com os conteúdos abordados na sala de aula. Entretanto, as escolas públicas são afetadas por problemas, muitas vezes estruturais, dificultando a execução das aulas experimentais por conta também de altos gastos para manter um espaço de experimentação e para aquisição dos materiais e reagentes (Gonçalves & Marques, 2006; Benite & Benite, 2009).

No contexto exposto, a presente pesquisa teve como objetivo geral construir e aplicar uma SD para alunos do nono ano do Ensino Fundamental, com base em experimentos que tratam dos conteúdos relacionados à natureza elétrica da matéria, visto que esse conteúdo carece de uma abordagem que envolva as representações do conhecimento químico de forma prática. A partir desta etapa foi construída uma SD, iniciada pelo reconhecimento das ideias prévias dos alunos, seguida por seleção, teste, validação e aplicação de experimentos, finalizando-se com uma produção textual. Os dados relativos as repostas dos alunos foram analisados por análise de conteúdo e apresentados a partir de redes sistêmicas a fim de verificar a viabilidade de implementar uma SD que aumentasse a possibilidade de discussão do tema na perspectiva de contribuir com a aproximação dos segmentos de representações do conhecimento químico adquirido no nono ano do ensino fundamental.

## PERCURSO METODOLÓGICO

A metodologia adotada para realização deste trabalho foi com base na pesquisa qualitativa, que, de acordo com Minayo (1998) e Bardin (2016), passa por três fases, sendo: i) fase exploratória, na qual se amadurece o objeto de estudo e se delimita o problema de investigação; ii) fase de coleta de dados, em que se recolhem informações que respondam ao problema; e iii) fase de análise de dados, na qual se faz o tratamento, por inferências e interpretações dos dados coletados.

A fase exploratória focou no tema “natureza elétrica da matéria” como objeto de estudo, a partir da construção de uma sequência didática de natureza experimental na qual abordasse o tema no nível do ensino fundamental. A escola campo de pesquisa pertence a rede pública do município de Codó-MA (Escola Municipal João Ribeiro) e os sujeitos da pesquisa foram trinta discentes do 9º ano. Seguidamente foi aplicado um questionário aberto com oito questões sobre o tema, para verificação das ideias prévias desses discentes. Na literatura, o entendimento sobre ideias prévias é vasto. Segundo Leão e Kalhil (2015), as ideias prévias, também chamadas de concepções alternativas, são fundamentais para o planejamento e aplicação de atividades de ensino e aprendizagem, sobretudo quando se trata de aplicação de SD. Os questionários seguiram a regra do anonimato, sendo designados posteriormente pela sigla AL (aluno) e um código numérico relacionado a quantidade de questionários.

A partir do diagnóstico do material didático utilizado pelos alunos e das ideias prévias deles, partiu-se para a construção da SD baseada em experimentos que abordassem o tema proposto no estudo. Os experimentos foram então selecionados, sendo planejados, montados, testados e validados em laboratório, objetivando efetuar os ajustes e adaptações necessárias. Buscou-se trabalhar com materiais simples, contextualizados e do cotidiano do aluno. A SD foi idealizada em três momentos, sendo: i) microaula sobre o tema, ii) aplicação de experimentos e iii) produção textual. A microaula abordou conceitos de: átomos, moléculas, íons, elétrons, reação de oxidação e redução, agente oxidante, agente redutor e número de oxidação.

A experimentação foi dividida em três experimentos, a saber: i) ferrugem do prego, ii) pilha de limão e iii) pilha de batata, aplicados em semanas sequenciais. Na semana seguinte aos experimentos, a SD foi finalizada com a aplicação de uma produção textual onde os alunos foram convidados a produzir um texto dissertativo intitulado “Matéria e energia em nossas vidas”.

Para a fase final de tratamento dos dados foram efetuadas análises de conteúdo dos textos produzidos pelos alunos. A organização dos dados pela perspectiva da análise de conteúdos é tradicionalmente conduzida por meio da classificação de unidades de significados (categorização) vinda do conjunto de mensagens verificadas que se moldam com critérios previamente definidos (Bardin; 2016). Assim, os dados foram sistematizados a partir de dois blocos de análise estruturados em redes sistêmicas (MARQUES, 2016), sendo definidos como: bloco I-Matéria e bloco II-energia.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Introdução no Ambiente Escolar

Inicialmente a gestão escolar foi contactada por meio de requerimento, onde se explicitou a pesquisa e se solicitou a permissão para aplicação da pesquisa no âmbito escolar. A proposta foi prontamente recebida e autorizada, sendo designado um professor de ciências para acompanhamento das atividades. A pesquisa foi apresentada e discutida com o professor, que participou ativamente em todas as etapas do trabalho na escola.

## Análise das Ideias Prévias dos Alunos

Foi preparado um questionário aberto com oito questões relativas ao tema em estudo, sendo aplicado aos 30 discentes. O objetivo foi efetuar um diagnóstico das ideias prévias com base na relação matéria e energia, focando sobre carga elétrica e matéria e suas associações, cotidiano, usos e conceitos.

Evidenciou-se que 100% dos alunos afirmaram usar algum tipo de energia no seu dia a dia, e desses, 67% citaram o uso da energia elétrica, sendo que os outros 33% alunos citaram outros tipos de energia, tais como: hidráulica, solar, luz provinda das lâmpadas e até mesmo do próprio corpo, o que destaca um conhecimento sobre energia no sistema orgânico corporal humano. 87% dos alunos responderam que sabiam de onde vinham as energias utilizadas por eles. Desses, 30% responderam que a energia vem da companhia energética estadual, 20% responderam que seria oriunda da água, 17% que seria de usinas elétricas, 10% responderam que seria dos fios, 7% que seria do sol e 3%, que seria a energia dos elétrons dos átomos.

Quando arguidos sobre o destino da energia após uso, 70% não souberam responder, 20% responderam que a energia voltava para as usinas elétricas, 10% citaram que voltaria para o ar ou continuaria correndo dentro das tomadas. Esses dados evidenciam uma associação do conteúdo energia com o cotidiano do aluno, porém de forma simplista, superficial e exemplificada, sendo a forma mais básica de contextualização pois, segundo Leite e Radetzke (2017), a relação da contextualização com o conteúdo pode ainda ter base no entendimento crítico e na intervenção social, que são os outros dois níveis de contextualização, o que não foi observado nos dados desse estudo. Rodrigues et al (2019), trabalhando o tema eletroquímica a partir de oficinas temáticas e temas geradores evidenciaram que essas estratégias metodológicas podem estabelecer relações concretas com o cotidiano ao associar o cotidiano do aluno com suas experiências diárias e sociais.

Após diagnóstico sobre energia no cotidiano foi perguntado aos discentes o conceito de corrente elétrica, sendo que 60% não souberam responder e 40% citaram respostas associadas a própria palavra “corrente”, como por exemplo: corrente negativa de um átomo e corrente de eletricidade. Já quando arguidos sobre o conceito de elétron, 50% dos alunos responderam dizendo que seriam cargas negativas presentes em um átomo ou na eletrosfera, 30% das pessoas responderam que seriam cargas positivas e unidades formadoras de átomos e 20% não souberam responder à questão. Detectou-se que mais da metade da sala apresenta noção do tema pelos princípios tradicionalmente presentes nos livros didáticos de ciências, porém, aproximadamente um terço deles carregam equívocos conceituais.

Em relação a indagação referente a localização dos elétrons 50% indicaram que seria nos átomos; 10% deram respostas como: das fontes de energias e da matéria. 37% alunos não souberam responder de onde esses elétrons viriam. Observa-se aqui uma fragmentação nos conceitos básicos de corrente elétrica e elétron, bem como da relação carga elétrica/matéria.

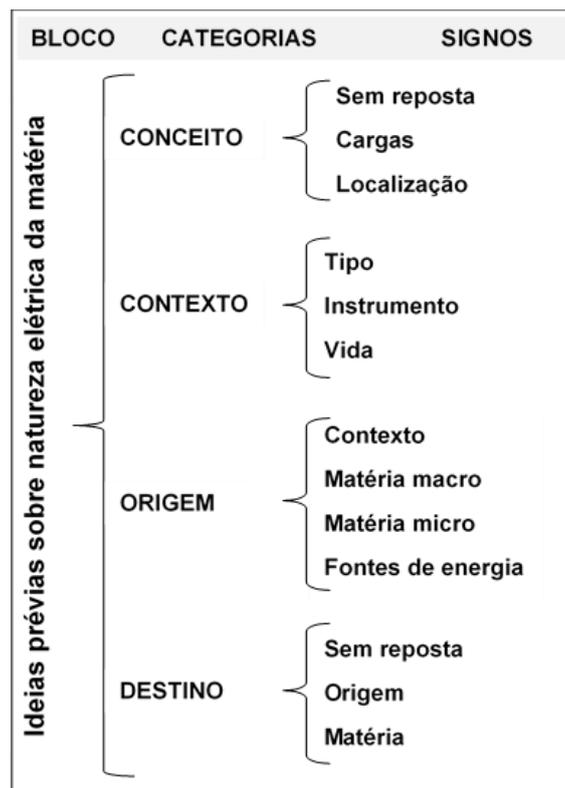
Ao serem questionados se já haviam estudado o tema e/ou os conteúdos de matéria e energia, 100% dos alunos responderam que sim, fato esse também relatado pelo próprio professor de ciências, mas percebeu-se através dos questionários que muitos alunos não conseguiram desenvolver respostas às questões referentes ao assunto.

No geral, o diagnóstico sobre a energia e o cotidiano demonstrou que os alunos conhecem o uso da energia no seu dia a dia, onde foram selecionadas as categorias: Tipo (elétrica, hidráulica e solar), Instrumentos (lâmpada) e Vida (corpo humano). Para a origem da energia, foram evidenciadas três subcategorias, sendo: Contextual (usinas, empresas fornecedoras e fios), Matéria Macroscópica (água e sol) e Matéria Microscópica (elétrons). O destino da energia após uso ficou sem resposta para a maioria dos questionários, tendo como outras categorias: Origem (usinas, tomadas e fios) e Matéria (ar).

Para a questão conceitual, a maioria não expressou conceitos sobre corrente elétrica, sendo que a minoria associou o conceito à denominação. Para a definição de elétrons, as categorias foram: Cargas (positiva e negativa) e Localização (eletrosfera e átomo). Para a origem dos elétrons, as categorias foram: matéria microscópica (átomos) e fontes de energia (usinas, tomadas). A partir desse diagnóstico das ideias prévias dos alunos sobre a natureza elétrica da matéria, os dados foram compilados em uma rede sistêmica, como descrito na Figura 1.

O diagnóstico indicou que existe um conhecimento consciente do uso e da importância da energia no cotidiano do aluno, que essa energia está associada a fontes, processos e instrumentos, sendo originada macro/microscopicamente, mas que o aluno não sabe o destino da energia após o uso. Os conceitos microscópicos de energia e elétrons e a associação da energia com a matéria foram considerados fragmentados, apesar de já terem sido trabalhados em sala de aula. O uso da energia é algo presente e definido nas ideias dos alunos, mas a origem e o destino após uso, não. Os conceitos microscópicos também se encontram fragmentados.

Essas ideias prévias, revelaram as concepções que os alunos detêm sobre fenômenos naturais que descrevem o mundo ao seu redor e que muitas vezes podem estar equivocadas ou fragmentadas (Hoffmann, Nahirne & Strieder, 2017). Leão e Kalhil (2015) comentam que o objetivo de se trabalhar os conceitos dados pelos alunos está na proposta de mudança conceitual, que se processa a partir da insatisfação com as ideias existentes e busca por uma nova concepção clara.



**Figura 1.** Rede sistêmica dos signos mais recorrentes relativa as ideias prévias dos alunos sobre natureza elétrica da matéria. **Fonte:** própria autora.

### Construção e Aplicação da Sequência Didática Experimental-SDE

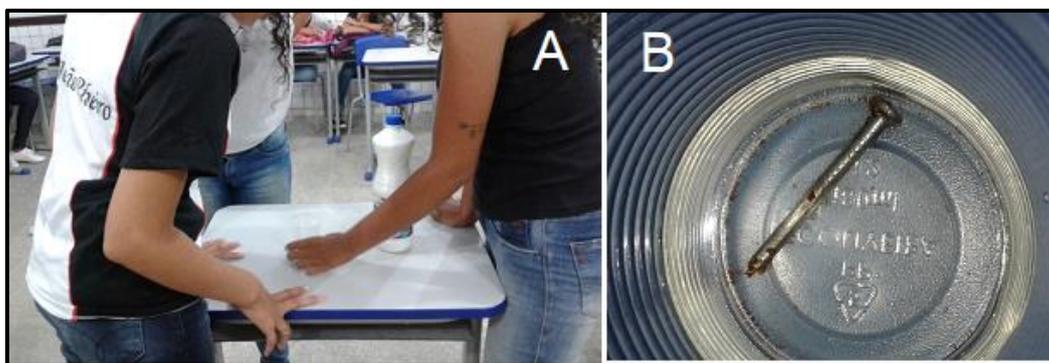
Os experimentos inicialmente selecionados foram pesquisados a partir dos conteúdos e propostas experimentais no livro didático de ciências do 9º ano. Foram utilizadas também plataformas

e repositórios virtuais da internet. Foram selecionados seis experimentos para serem testados e validados, sendo eles: A) Pilha de limão, B) Pilha de batata, C) Variação na cor e superfície do prego, D) Eletrólise por cinco centavos, E) Oxirredução do ferro, e F) Indicador de polaridade.

Após os testes iniciais, foram escolhidos os experimentos A, B e E para a etapa de validação. Esta etapa aconteceu no laboratório de química da universidade, onde os experimentos foram ajustados e adaptados, quando necessário e possível, à realidade local, de forma contextualizada. Como materiais buscou-se trabalhar com os alternativos, visto que existe uma carência de espaços e materiais adequados à prática experimental nas escolas do município. Entre esses, apresentam-se como exemplos de materiais utilizados: prego, copo descartável, moedas, água sanitária, limão e batata. A partir da seleção dos três experimentos a serem trabalhados construiu-se a SDE. É importante frisar que a sequência foi apresentada ao professor de ciências da escola, que efetuou suas considerações e ajustes necessários à realidade escolar. Assim, a SDE foi aplicada em três momentos, iniciando pela microaula exploratória, que teve por objetivo retomar, de forma superficial, os conteúdos específicos já trabalhados pelos alunos em sala de aula. A microaula teve duração de vinte minutos.

Em seguida, o segundo momento da SDE foi a aplicação dos experimentos, que foram trabalhados em três semanas sequenciais. Foi utilizado o espaço da sala de aula da escola. A atividade foi aplicada de forma demonstrativa/interativa, com auxílio do professor. Antes de cada experimento, o processo roteirizado foi lido para melhor compreensão e em seguida os roteiros foram entregues aos alunos. O primeiro experimento efetuado foi o da oxidação do prego (E). Consistiu em colocar um prego em um copo descartável e adicionar um volume de água sanitária que pudesse cobri-lo e em seguida se observou o que aconteceu com o sistema após o repouso de trinta minutos.

Inicialmente os alunos demonstraram suas curiosidades arguindo sobre o que iria acontecer com o sistema. Após o tempo transcorrido foi possível observar o início do processo de ferrugem pela mudança de coloração em partes do prego, porém, os alunos não souberam explicar o que aconteceu ou que processo causou a ferrugem do prego. A Figura 2 apresenta imagens da primeira experimentação.

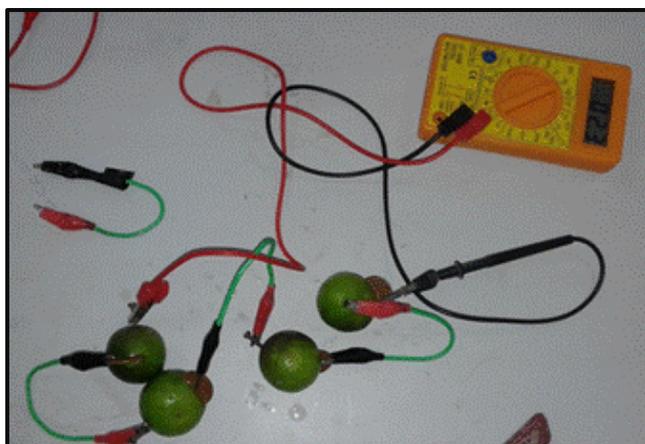


**Figura 2.** Aplicação da primeira atividade experimental na sequência didática. A) preparo da experimentação. B) prego enferrujado. **Fonte:** própria autora.

Sanjuan et al. (2009) efetuaram estudos de construção e implementação de sequência didática sobre eletroquímica, utilizando o fenômeno maresia como tema central. Os autores trabalharam, entre outros questionamentos, o conceito de ferrugem e observaram a partir das ideias prévias dos alunos e de experimentos aplicados que 75% destes associavam a corrosão ao processo de degradação de metais.

O segundo experimento, denominado de Pilha de limão (A), foi aplicado na semana seguinte ao primeiro. Esse experimento constou da montagem de uma pilha eletroquímica com base na corrente elétrica gerada por vários limões associados em série, sendo a corrente final medida por

auxílio de um multímetro. Fez-se uso de pregos e moedas conectados por cabos e conexões eletrônicas do tipo “jacaré”. A pilha foi proposta para ligar uma lâmpada de LED. Foi comentado que seria necessário um valor de 1,8 V para que a pilha pudesse acender o LED. Após montada a pilha efetuou-se a medida com o multímetro, onde foi observado o valor de 2,30 V para a diferença de potencial (DDP) do sistema. A Figura 3 apresenta a montagem do sistema.



**Figura 3.** Aplicação da segunda atividade experimental na sequência didática. Pilha de limão construída. **Fonte:** própria autora.

Foi questionado pelos alunos se esse valor obtido acima do necessário para a pilha poderia não acender a lâmpada. Em seguida foi efetuada a conexão e foi observado que a energia da pilha foi suficiente para acender a lâmpada. Dentre as indagações dos alunos, destacaram-se os seguintes questionamentos:

*“...se botar mais limão, a lâmpada fica mais forte?” (AL2)*

*“...se o limão for maior/menor podemos obter mais energia?” (AL11)*

*“...o tamanho da LED influencia?” (AL23)*

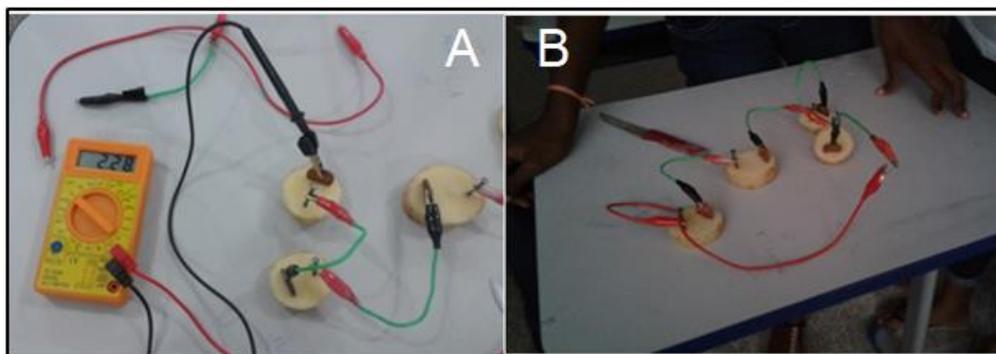
Destaca-se que os questionamentos foram efetuados já com as possíveis alterações no sistema e com suas possíveis variações, o que indicou um nova proposta de experimentação baseada na resposta da primeira, sendo que a curiosidade do experimento, a cerca de acender ou não acender uma lâmpada foi satisfeita pela experimentação, assim, o aluno passa para um novo nível, refletindo e propondo alteração na montagem do sistema, na busca de variação da resposta do sistema. Talvez por ser uma prática em que se pode observar uma lâmpada acendendo, sem estar associada a uma fonte cotidiana de energia (tomada ou pilha comercial), contrapondo as ideias iniciais apresentadas por eles, tenha despertado mais a curiosidade do que um prego enferrujando, que é algo mais cotidiano do aluno (experimento 1).

Ao debater sobre o tipo de energia gerada pela pilha, alguns alunos responderam que seria elétrica e outros que seria hidráulica, justificando que o limão contém água e que ela seria a responsável pela carga da pilha alternativa de limão. Mesmo os que responderam que a energia seria elétrica, não souberam justificar suas respostas. Observou-se aqui a fragmentação dos conceitos, que corrobora com a avaliação notada nas ideias prévias dos alunos.

Em relação a discussão teórica sobre representações do conhecimento, notou-se que o nível macroscópico não está satisfatoriamente associado ao microscópico, indicando que os alunos não estão efetuando essa transição entre os níveis representacionais da química. Locatelli e Arroio (2017) em estudo de experimentação com alunos do ensino médio observaram que repensar o nível macroscópico de representação pode auxiliar o aluno a efetuar a transição do macro para o

microscópico. Os autores informam que esta transição é multifatorial, apresentando dependência do tipo de experimento, duração, materiais e da sustentação do nível simbólico.

Para o terceiro experimento (Pilha de batata-B), executado na terceira semana de atividades experimentais, foi montado um sistema como descrito anteriormente, sendo que, no lugar do limão, foram utilizadas batatas cortadas ao meio (Figura 4).



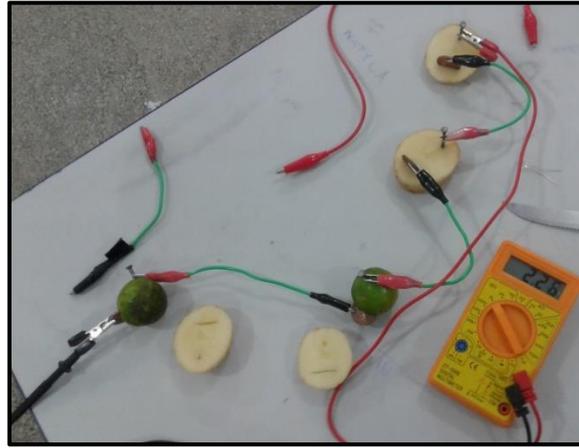
**Figura 4.** Aplicação da terceira atividade experimental na sequência didática. A) Pilha de batata construída com multímetro marcando a diferença de potencial. B) lâmpada de LED acesa na pilha de batata. **Fonte:** própria autora.

Sabendo-se que seria necessário atingir uma diferença de potencial - DDP acima de 1,8 V para que fosse possível acender o LED, os alunos montaram a pilha, com auxílio do professor, e efetuaram a medida com o multímetro, onde foi observado o valor de DDP de 2,28 V, logo, concluíram que o LED seria aceso, o que foi constatado posteriormente quando o LED foi conectado ao sistema. Santos et al. (2013) trabalharam os conteúdos de eletroquímica apoiados na construção de pilhas alternativas a partir de limão, banana e laranja, com materiais metálicos de cobre e zinco. As pilhas em estudo obtiveram voltagem abaixo de 1,0 V, onde foi observado um debate sobre a composição da pilha e a voltagem obtida. Os alunos indicaram que a pilha de limão obteve maior voltagem por conter ácido cítrico.

Para as pilhas trabalhadas no presente estudo, um grupo de alunos concluiu que mesmo a batata sendo um vegetal maior que o limão, a lâmpada de LED não acendeu com intensidade de luz maior do que quando a pilha foi construída com limão. Esse fato indica a construção de um argumento conclusivo obtido a partir da comparação experimental. A partir da segunda pilha, os alunos ainda fizeram a seguinte indagação:

*“...e se fizermos uma pilha juntando o limão e a batata? O que acontece?” (AL5)*

Novamente eles efetuaram uma nova proposta de experimentação, ou seja, propuseram variar o sistema experimental e observar a resposta do sistema. Assim, uma terceira pilha montada a partir das percepções dos alunos foi construída de forma mista, tanto com batatas, quanto com limões, como apresentada na Figura 5 que segue.



**Figura 5.** Pilha proposta pelos alunos a partir da experimentação planejada. Pilha mista de batata e limão.  
**Fonte:** própria autora.

Foi possível observar que a pilha apresentou valor de DDP de 2,26 V. Então os alunos, antes de adicionarem o LED, puderam comparar as voltagens das pilhas de batata e da pilha mista. Ao ser conectado o LED, foi observado que a luz acendeu, mas que a intensidade não foi maior do que as pilhas simples. Costa et al. (2019) utilizaram o suco de açaí como fonte geradora de eletricidade, montando uma pilha com cinco frascos de suco de açaí e acendendo lâmpadas de LED. Foram utilizados também materiais alternativos, tais como: clips, copos descartáveis e fios de cobre. O foco do trabalho esteve na questão social do açaí, porém os alunos investigaram variações no sistema e determinaram que o suco mais diluído gerou uma diferença de potencial mais elevada, que também virou com o número de recipiente envolvidos no processo.

Após a etapa de experimentação foi então aplicada a produção textual, que foi efetuada na semana seguinte aos experimentos. Constou de um texto a partir do tema da “Energia em nossas vidas”. A produção foi efetuada com trinta alunos, sendo então recolhidos e analisados a partir da análise de conteúdo para extração dos signos mais recorrentes relativos ao tema natureza elétrica da matéria. Os textos dos alunos foram codificados a partir da letra AL, sendo enumerados de 1 a 30. No Quadro 1 que segue são apresentados recortes de textos dos alunos relativos a discussão traçada no Bloco de Análise I-Matéria.

**Quadro 1.** Recortes de textos analisados a partir do bloco I-Matéria. Categorias: conceitual, argumentativa e descritiva.

Bloco I – MATÉRIA	
CATEGORIA	Recortes de textos
CONCEITUAL	“Matéria é tudo aquilo que ocupa lugar no espaço, ou seja, tem volume”. (AL8)
	“Matéria é tudo que podemos ver e tocar porque quer dizer que tudo que podemos ver e tocar é matéria e se não podemos ver e nem tocar é energia”. (AL2)
	“Matéria se apresenta em três estados: sólido, líquido e gasoso. Cada estado físico apresenta características que permite diferenciar um do outro”. (AL17)
ARGUMENTATIVA	“Se afirmamos que matéria é tudo que podemos ver, estamos errados, pois não podemos ver o ar, mas ele é uma matéria”. (AL 20)

DESCRITIVA	“Algumas matérias são comestíveis, isto é, podem fazer parte da nossa alimentação”. (AL5)
------------	---

As categorias aqui dispostas foram construídas a partir da análise do conteúdo dos textos dos alunos pela evidência das unidades de significados mais recorrentes. A categoria CONCEITUAL indicou a presença de conceitos sobre matéria, associados a conceitos tradicionalmente presentes nos livros de ciências da série em questão, ou seja, abordou dimensões macroscópicas dos sentidos e classificações tradicionais. A categoria ARGUMENTATIVA revelou que os alunos conseguem trabalhar argumentos em seus textos para discutir e diferenciar matéria e energia. Já para a categoria DESCRITIVA, os alunos descreveram matéria, mas não associaram a conceitos.

No Quadro 2 que segue são apresentados recortes de textos dos alunos relativos ao Bloco de Análise II-Energia. Percebeu-se que, quando se extraíram unidades de significados para esse bloco, a categoria CONCEITUAL foi associada a processos de geração de energia, medidas e uso.

**Quadro 2.** Recortes de textos analisados a partir do bloco II-Energia. Categorias: conceitual, descritiva e associativa.

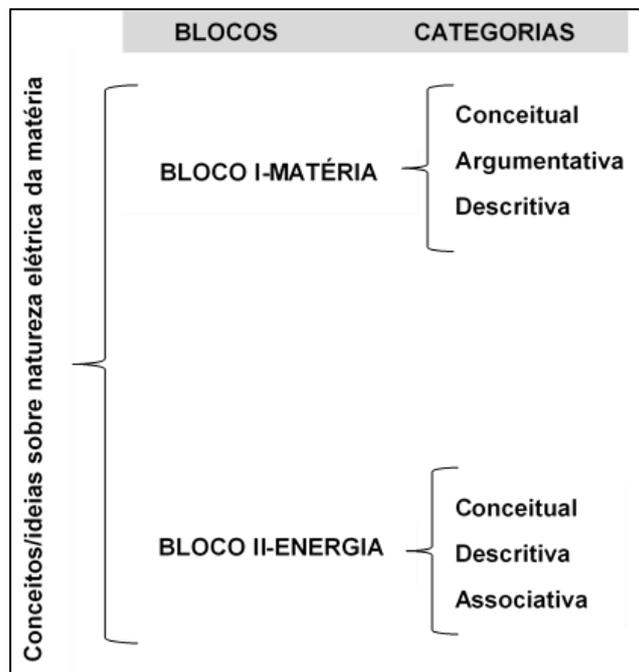
<b>Bloco II – ENERGIA</b>	
<b>CATEGORIA</b>	<b>Recortes de textos</b>
CONCEITUAL	<p>“Energia é gerada graças ao excesso de energia dada ao elétron que é lançado para longe e que volta e libera energia ou podemos dizer luz”. (AL20)</p> <p>“Energia é a medida de uma força ao longo de um deslocamento, tudo que formos fazer tem um pouco de energia”. (A14)</p> <p>“Energia é tudo aquilo capaz de realizar o seu trabalho”. (AL28)</p>
DESCRITIVA	“Energia é utilizada para luz, som, TV e outras coisas. Pude ver com o experimento passado que podemos tirar energia química das frutas e transformar em energia elétrica”. (A15)
ASSOCIATIVA	“Alguns experimentos variáveis mostram de onde tiramos a energia como no limão e até mesmo de uma batata”. (AL20)

A categoria DESCRITIVA apresentou uso da energia para o contexto de vivência do aluno, porém, também foi citado o experimento aplicado como forma de entendimento de que existe energia nas frutas. A categoria ASSOCIATIVA descreveu o experimento como forma de retirar energia de um sistema.

De uma maneira geral, percebeu-se pela produção textual dos alunos que os conceitos de matéria e de energia construídos equivalem aos contidos em livros didáticos, logo, suas explicações não expandiram para além do convencional presente em material de apoio para estudos. Percebeu-se também que poucos relacionaram os conceitos dados aos experimentos que foram aplicados em sala de aula. Ressalta-se porém, que alguns alunos chegaram a associar, ainda que timidamente, seus conceitos ao cotidiano, quando por exemplo, citaram matéria e suas fases, bem como tipos de energia encontradas e utilizadas no dia a dia, ou seja, a percepção da ciência como fenômeno que permeia a vida das pessoas ainda é tangencial e essa falta de conexão com explicações científicas se torna um obstáculo para a mudança conceitual e a compreensão efetiva da linguagem química.

Outro ponto marcante foi que os conceitos apresentados estavam mais associados ao campo da disciplina de física. Esse fato parece natural, visto que os alunos do nono ano trabalham durante o percurso do ano letivo com conceitos iniciais de física e de química de modo concomitante. Além

disso, atribui-se que, pelo fato do professor de ciências do nono ano ter formação em química ou em física, acaba sobressaindo o interesse de abordagem conteudista mais relacionado aos conteúdos da formação do professor responsável pela disciplina. A Figura 6 apresenta a rede sistêmica para análise de conteúdos relacionados à produção textual dos alunos.



**Figura 6.** Rede sistêmica com os blocos e categorização da análise de conteúdo dos textos dos alunos. **Fonte:** própria autora.

Rodrigues e Pereira (2018), em uma revisão sobre explicações no Ensino de Ciências indicam que explicar é uma das práticas discursivas mais importantes no ensino, sobretudo nas bases didáticas experimentais. Os autores identificam três tipos de explicações, sendo: i) explicações e narrativas, ii) explicações e argumentos e iii) explicações científicas e explicações escolares, todas sendo pautadas na explanação, causação ou justificativa.

Com base na teoria de Joustone (1993) pode-se classificar as explicações contidas nos textos dos alunos como centradas somente na dimensão macroscópica, uma vez que os signos que formaram as categorias apresentadas na rede remetem ao âmbito da macroquímica, do tangível, do concreto, do mensurável. Essa percepção reforça a ideia de que o aluno tem naturalmente aguçado a propriedade da observação que lhe permite fazer ligações sobre o que é visto nos conteúdos estudados e percebido por meio de outras estratégias, porém não tem nível de abstração mais trabalhado e/ou aprofundado para que lhe permita ir além dessa dimensão de entendimento do contexto teórico visível do conhecimento químico sobre matéria e energia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que a SDE idealizada e aplicada em três momentos foi eficiente para evidenciar a necessidade de se pensar atividades diferenciadas desde os primeiros momentos de contato com saberes mais complexos do conhecimento químico. No que se refere ao momento da experimentação percebeu-se que foi uma ação pedagógica muito bem aceita pelos alunos, principalmente no quesito de instigá-los a pensar dentro do campo da transição do macro ao microscópico, uma vez que os estudantes chegaram a perceber que a energia está associada a matéria, embora essa percepção tenha sido incipiente e com equívocos conceituais, mas defende-se que é a partir desse momento que o professor pode fazer usufruto da reflexão na ação para expandir a forma de pensar do aluno.

O importante é perceber que os alunos observaram o fenômeno, apresentaram interesse e curiosidade sobre ele, trabalharam perspectivas de variação do sistema para nova observação do fenômeno, embora não tenham alcançado a percepção de variação do fenômeno com a relação matéria/energia. É fato que existe uma fragmentação na construção do conhecimento sobre o tema natureza elétrica da matéria, porém, os conceitos inerentes à matéria e energia ainda são bastante iniciais nos conteúdos trabalhados pelos alunos do nono ano. Dessa forma, afirma-se que a experimentação proposta na SD aplicada proporcionou abordagens diferenciadas que foram essenciais para ampliar os níveis de conceitos dos alunos, além de demonstrar a possibilidade de contextualização do tema ao professor.

A intenção de apresentação dessa SDE não foi propor resoluções definitivas aos mecanismos de ensino destinados aos problemas de aprendizado de química, mas advoga-se que é importante que os professores percebam o movimento das estratégias e as possibilidades de se instigar interesse dos estudantes pelas discussões provocadas por observações palpáveis e de conexão com os fatos que acontecem na sua vivência, logo o trato do conhecimento químico abrangendo os três níveis de representações do conhecimento químico aproxima o objetivo do ensino da aprendizagem efetiva dos alunos dentro da linguagem química.

## REFERÊNCIAS

- Al-Balushi, S. M. (2013). The effect of different textual narrations on students' explanations at the submicroscopic level in chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 9(1), 3-10.
- Amauro, N. A., Souza, P. V. T., Mori, R. C. (2015). As funções pedagógicas da experimentação no ensino de Química. *Multi-Science Journal*, 1(3), 17-23.
- Auler, D., Bazzo, W. A. (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência e Educação*, 7(1), 1-13.
- Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.
- Bazzo, W. A., Von Linsingen, I., Pereira, L. T. V. (Eds.). (2003). *Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*, Madrid: OEI.
- Benite, A. M. C., Benite, C. R. M. (2009). O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2(48), 2-10.
- Bernardo, F. P. A., Gonçalves, A. S. F., Werner, E. T. (2018). A experimentação nas aulas de ciências: estratégia para alfabetização científica no ensino fundamental. *Revista Ciências & Ideias*, 9(1), 146-161.
- Brady, J. E., Huminston, G. E. (1995). *Química Geral*. Rio de Janeiro: LTC.
- Brasil. (1998). *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais* / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF.
- Brasil. (2017). *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília: MEC.
- Cachapuz, A. C., Pérez, D., Carvalho, A., Praia, J., Vilchis, A. (2005). *A Necessária Renovação do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez.

- Caruso, F., Oguri, V. (1997). A eterna busca do indivisível: do átomo filosófico aos quarks e léptons. *Química Nova*, 20(3), 324-334.
- Carvalho, J. F. (2014). Energia e sociedade. *Estudos Avançados*, 28(82), 25-39.
- Carvalho, A. M. P; Gil-Perez, D. (2011). *Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez.
- Chassot, A. (2001). *alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Ed. UNIJUÍ.
- Catelan, S. S., Rinaldi, C. (2018). A atividade experimental no ensino de ciências naturais: contribuições e contrapontos. *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(1), 306-320.
- Chittleborough, G., Treagust, D. (2008). Correct interpretation of chemical diagrams requires transforming from one level of representation to another. *Research Science Educational*, 38(4), 463-482.
- Costa, J. F. S., Moraes, C. G., Cordeiro, Y. E. M., Silva, A. S., Carneiro, J. D. C., Ribeiro, R. F., Cordeiro, S. M. S. (2019). O suco de açaí como fonte geradora de eletricidade: uma abordagem das ciências naturais como aplicação em sala de aula. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(1), 220-239.
- Delizoicov, D., Angotti, J. A., Pernanbuco, M. M. (2009). *Ensino de Ciências: fundamento e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Giordan, M. O (1999). O papel da Experimentação no ensino de ciências. *Química Nova na Escola*, (10), 43-49.
- Gonçalves, F. P., Marques, C. A. (2006). Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2), 219-238.
- Hoffmann, J. L., Nahirne, A. P., Strieder, D. M. (2017). Um diálogo sobre as concepções alternativas presentes no ensino das ciências. *Arquivos do MUDI*, 21(3), 90-101.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and micro-chemistry, *The School Science Review*, 64(22), 377-379.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Krasilchick, M. (2000). Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. *São Paulo em Perspectiva*. 14(1), 85-9.
- Leão, N. M. M., Kalhil, J. B. (2015). Concepções alternativas e os conceitos científicos: uma contribuição para o ensino de ciências. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(4), 1-3.
- Leite, F. A., Radetzke, F. S. (2017). Contextualização no ensino de ciências: Compreensões de professores da educação básica. *VIDYA*, 37(1), 273-286.
- Locatelli, S. W., Arroio, A. (2017). Dificuldades na transição entre os níveis simbólico e submicro- repensar o macro pode auxiliar a compreender reações químicas? *Enseñanza de Las Ciencias*, (extraordinário), 4239-4244.

Lorenzetti, L., Delizoicov, D. (2010). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Revista Ensaio*, 3(1), 45-61.

Luiz, W. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474-550.

Marques, C. V. V. O., Ferreira, L. H. (2016). *Formação inicial na docência em química: reformulações e realidades*. São Luís: EDUFMA

Mayer, K. C. M., Paula, J. S., Santos, L. M., Araújo, J. A. (2013). Dificuldades encontradas na disciplina de ciências naturais por alunos do ensino fundamental de escola pública da cidade de redenção-PA. *Revista Lugares de Educação*, 3(6), 230-241.

Minayo, M. C. S. (1998). *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: Hucitec-Abrasco.

Mortimer, E., Machado, A., Romanelli, L. (1999). A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Propostas. *Química Nova*, 23(2), 273-283.

Mota, C. J. A., Rosenbach Junior, N., Pinto, B. P. (2010). *Química e energia: transformando moléculas em desenvolvimento*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química.

Nardi, R. (2009). *Questões atuais no Ensino de Ciências*. São Paulo: Escrituras Editora.

Nascimento, F., Fernandes, H. L., Mendonça, V. M. (2010). O Ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista HISTEDBR On-line*, 10(39), 225- 249.

Oliveira, O. A., Fernandes, J. D. G. (2006). *Evolução dos modelos atômicos de Leucipo a Rutherford*. Natal: EDUFRN – Editora da UFRN.

Oliveira, M. M. (2013). *Sequência didática interativa no processo de formação de Professores*. Petrópolis: Vozes.

Pinheiro, N. A. M., Matos, E. A. S. A., Bazzo, W. A. (2007). Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. *Revista IberoAmericana de Educación*, (44), 147-165.

Pozo, J. I., Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.

Prigogine, I. (2011). *Ciência, razão e paixão*. São Paulo: Editora Livraria da Física.

Raupp, D., Serrano, A., Moreira, M. A. (2009). Desenvolvendo habilidades visuoespaciais: uso de software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica em química. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4(1), 65-78.

Rodrigues, R. P., Silva, F. F. A., Farias, W. R., Faria, D. M., Vieira, L. M., Resende, E. C. (2019). Pilhas e baterias: desenvolvimento de oficina temática para o ensino de eletroquímica. *Experiências em Ensino de Ciências*, 14(1), 240-255.

- Rodrigues, R. F., Pereira, A. P. (2018). Explicações no ensino de ciências: revisando o conceito a partir de três distinções básicas. *Ciência e Educação*, 24(1), 43-56.
- Sanjuan, M. E. C., Santos, C. V., Maia, J. O., Silva, A. F. A., Wartha, E. J. (2009). Maresia: uma proposta para o ensino de eletroquímica. *Química Nova Na Escola*, 31(3), 190-197.
- Santos, E., Santos, G. F., Silva, V. M., Melo, R. P. A., Lopes, F. L. G. (2013). Proposta de nova experimentação para o ensino de eletroquímica. *Scientia Plena*, 9(5), 1-7.
- Santos, V. G., Galembeck, E. (2018). Sequência didática com enfoque investigativo: alterações significativas na elaboração de hipóteses e estruturação de perguntas realizadas por alunos do ensino fundamental I. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(3), 879–904.
- Santos, W. L. P., Schnetzler, R. P. (1996). Função social: o que significa ensino de química para formar cidadão? *Química Nova na Escola*, (4), 28-34.
- Santos, W. L. P. S., Schnetzler, R. P. (2003). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijui
- Silva, A. F., Ferreira, J. H., Vieira, C. A. (2017). O ensino de ciências no ensino fundamental e médio: reflexões e perspectivas sobre a educação transformadora. *Revista Exitus*, 7(2), 283-304.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2). 179-195.
- Tardif, M. (2002). *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Vozes.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. E., Mamiala, T. L. (2003) The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.
- Zabala, A. (1998). *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed.