

UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS BASEADAS NA INTERDISCIPLINARIDADE SOBRE A TEMÁTICA ELETRICIDADE: INVESTIGANDO AS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS DO CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA

Potentially significant teaching units based on interdisciplinarity on the subject of electricity: investigating the conceptions of students of the higher education degree in natural sciences

Ronald dos Santos Merlim [ronald.merlim@iff.edu.br]
*Instituto Federal Fluminense Campus Avançado Cambuci
Estrada Cambuci - Três Irmãos, Km 05, Cambuci, Rio de Janeiro*

Helen Sant'ana dos Santos Ribeiro Freitas [helen.sntn@gmail.com]
Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo

Alex Ribeiro Maciel da Silva [alexmacielrs01@gmail.com]
Juliana Monteiro da Silva [juliana.msilva88@gmail.com]
*Instituto Federal Fluminense Campus Campos Centro
Rua Dr. Siqueira, 273 - Parque Dom Bosco, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro*

Recebido em: 24/09/2023

Aceito em: 04/05/2024

Resumo

A fim de abordar os conceitos sobre eletricidade envolvida nas pilhas de Daniell e nos processos de oxirredução foi elaborado um minicurso intitulado “A química e a física por trás da eletricidade”, com a finalidade de fornecer uma visão concomitante dos aspectos químicos e físicos da temática eletricidade. Os cursistas do minicurso foram os alunos do primeiro e segundo períodos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do Instituto Federal Fluminense (IFF) *Campus Campos Centro*. Esse público foi escolhido, pois o minicurso seria uma ferramenta auxiliar na revisão de conteúdos apreendidos anteriormente no ensino médio ou um reforço para aqueles que desejassem. As análises qualitativas e quantitativas dos mapas conceituais dos alunos constataram que os conteúdos de pilhas, corrosão e eletrólise foram melhores compreendidos, enquanto que os conteúdos de circuito elétrico, resistência e tensão foram mais difíceis mesmo quando explicados separadamente ou dentro do contexto das pilhas ou da eletroquímica. Desse modo, é preciso continuar a usar metodologias ativas principalmente no ensino da física quando abordado de modo disciplinar ou interdisciplinar, como ocorreu neste trabalho. Os cursistas elogiaram a proposta do minicurso e sugeriram como melhoria um maior tempo para melhor aprendizagem e aproveitamento, e também atividades totalmente presenciais, pois tiveram dificuldades nas atividades assíncronas.

Palavras-Chave: UEPS; Mapas conceituais; Eletricidade; Interdisciplinaridade.

Abstract

In order to address the concepts of electrical electricity in Daniell cells and in redox processes, a mini-course entitled “The chemistry and physics behind electricity” was prepared, with the source of providing a concomitant view of the chemical and physical aspects of electricity. The participants of the short course were students of the first and second periods of the Degree in Natural Sciences at the Instituto Federal Fluminense (IFF) *Campus Campos Centro*. This audience was chosen because the short course would be an auxiliary tool in the review of content previously

understood in high school or a reinforcement for those who wanted to. Qualitative and quantitative analyzes of the students' concept maps found that the contents of batteries, absorption and electrolysis were better understood, while the contents of electric circuit, resistance and voltage were more difficult even when explained separately or within the context of batteries or the battery. electrochemistry. Thus, it is necessary to continue to use active methodologies mainly in physics teaching when effectively in a disciplinary or interdisciplinary way, as occurred in this work. The course participants praised the mini-course proposal and suggested a longer time as an improvement, for better learning and use, and fully face-to-face activities, as they had difficulties in asynchronous activities.

Keywords: UEPS; Concept maps; Electricity; Interdisciplinarity.

1 Introdução

Atualmente os alunos precisam estar conscientes da realidade em que vivem e isso implica em enxergá-la de forma crítica, ou seja, saber utilizar os seus conhecimentos para compreender o mundo que os cercam. Assim, eles precisam aprender os conteúdos de forma interdisciplinar e integrada, uma necessidade que atravessa todas as etapas e modalidades de ensino e que ainda é um desafio para os docentes. Nesse contexto, este estudo propôs o ensino da temática eletricidade, por meio de um minicurso intitulado “A física e a química por trás da eletricidade” que foi abordado de forma interdisciplinar entre as disciplinas de química e física.

Para tornar o minicurso mais atrativo e de modo a fornecer uma aprendizagem significativa, usamos a Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que é baseada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (Ferreira *et al.*, 2020). A escolha pela UEPS ocorreu por se tratar de uma abordagem de ensino que não se baseia na memorização (Ferreira *et al.*, 2020; Rosa, Cavalcanti; Perez, 2016), diferentemente do que ocorre no ensino tradicional mecanicista em que o aluno assume uma postura de receptor dos conhecimentos de forma passiva (Rosa, Cavalcanti & Perez, 2016).

Partindo-se então da necessidade de metodologias de ensino ativas (que coloquem o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem) e também da mudança do ensino tradicional e disciplinar para um ensino mais interdisciplinar e potencialmente significativo foi elaborada e avaliada uma UEPS sobre eletricidade para os alunos do primeiro e segundo períodos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do Instituto Federal Fluminense *Campus* Campos Centro (IFF). Além disso, não foram encontrados trabalhos na literatura que utilizassem essa abordagem, pois nos trabalhos analisados não houve exposição e apresentação do tema eletricidade sob ambas as visões da física e da química (Barros, 2015; Baggio, 2019; Medeiros, 2018; Moreira *et al.*, 2021; Gomes, 2020; Ferreira *et al.*, 2017), diferentemente do que foi realizado. A aprendizagem dos alunos foi avaliada de forma contínua durante toda a aplicação do minicurso por meio de mapas mentais, mapas conceituais e questionários.

2 Referencial teórico

Para as referências teóricas do trabalho foram abordados a Teoria da Aprendizagem Significativa, mapas conceituais e mentais e Unidades Ensino Potencialmente Significativas.

2.1 Teoria da Aprendizagem significativa

Segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) formulada pelo psicólogo David P. Ausubel, a aprendizagem significativa é construída ao conectar o conteúdo a ser aprendido a um conhecimento prévio (subsunçor) que os alunos possuam (Pelizzari *et al.*, 2001). Ao aprender de forma significativa, o novo conhecimento será lembrado a longo prazo, pois ficará retido na estrutura cognitiva do aluno, de modo que, após anos, poderá ser relembrado com mais facilidade e servir como base para a aquisição de novos conhecimentos (Pelizzari *et al.*, 2001).

De acordo com Moreira (2011), a teoria de Ausubel explica que além de existir na estrutura cognitiva do aluno uma condição hierárquica de conhecimentos, partindo do conhecimento mais geral para os conhecimentos mais específicos, de forma que esses conteúdos se relacionem, há também a necessidade de manifestação de interesse por parte do aluno para a aprendizagem significativa ocorrer.

Assim sendo, para que se suceda tal aprendizagem, é necessário um conhecimento prévio que sirva de alicerce a um novo conteúdo a ser aprendido, de modo que o estudante construa a sua própria rede de conhecimentos, associada a uma abordagem em sala de aula que prenda a atenção do mesmo.

2.2 Mapas conceituais e Mapas mentais

Tanto os mapas conceituais quanto os mapas mentais são ferramentas utilizadas para facilitar o processo de aprendizagem, uma vez que contribuem para uma melhor organização das ideias, permitindo que as informações sejam melhor compreendidas. Segundo Novak e Gowin (1996), os mapas conceituais são fundamentais para facilitar o processo de aprendizagem, uma vez que um novo conhecimento pode se tornar difícil e complexo para os alunos. Eles servem, portanto, para organizar e relacionar os assuntos abordados, tornando-os mais simples de serem assimilados.

Os mapas mentais possuem o mesmo princípio dos mapas conceituais, ou seja, organizar os pensamentos. Assim sendo, permitem que os alunos consigam solucionar problemas e recuperar informações de forma mais efetiva (Buzan, 2005). Isso significa que os mapas mentais ajudam a acessar os conhecimentos prévios, contribuindo para que a ressignificação das informações ocorra com facilidade.

Por mais que sejam semelhantes, permitindo registrar o pensamento de forma mais fluida, os mapas conceituais e mentais se diferem em suas estruturas. Enquanto, o mapa conceitual apresenta as ideias organizadas de forma hierárquica, esquematizada e ligadas por palavras-chaves, os mapas mentais partem de uma ideia central, apresentando ramificações sem as palavras-chave e representando os principais pensamentos.

2.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são sequências didáticas elaboradas com o objetivo de proporcionar aos estudantes uma aprendizagem real e significativa (Moreira, 2011). As UEPS possuem dois princípios norteadores para o seu desenvolvimento, sendo eles a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. A diferenciação progressiva envolve apresentar os conceitos superficialmente para os alunos e posteriormente aprofundá-los, e a reconciliação integrativa tem como objetivo reorganizar e ressignificar os conceitos na mente do aluno (Moreira, 2011). Para que possa ser realizada a construção de uma UEPS é necessário que a mesma seja estruturada de acordo com uma sequência de etapas, conforme demonstrado no quadro 1 a seguir:

| Etapas | UEPS |
|----------------|---|
| 1 ^a | Definir qual será o tema e conceitos da UEPS |
| 2 ^a | Identificar a partir de atividades diagnósticas quais são os conhecimentos prévios que os alunos possuem |
| 3 ^a | Propor situações problema para os alunos, para que permitam que os mesmos realizem reflexões e busquem soluções baseadas no que foi proposto |
| 4 ^a | Apresentar os conceitos de modo geral e em sequência aprofundá-los |
| 5 ^a | Apresentar os conceitos de modo mais aprofundados, realizando aumento do nível de dificuldade e atividades para a verificação do desenvolvimento do aluno |
| 6 ^a | Uma nova apresentação que integralize os conteúdos já abordados, através de uma nova situação problema |
| 7 ^a | Avaliação do nível de aprendizagem dos alunos em busca de evidências acerca de uma aprendizagem real e significativa |

Quadro 1 - Esquema com as etapas de uma UEPS.

Assim, como exposto no quadro 1 para a elaboração de uma UEPS são necessárias sete etapas, as quais compreendem resumidamente: determinar um tema a ser abordado, realizar uma avaliação diagnóstica a fim de verificar os conhecimentos prévios dos alunos e posteriormente trabalhar o tema de forma geral e ir aprofundando os conceitos.

3. Metodologia

O minicurso “ A química e a física por trás da eletricidade” ocorreu de modo híbrido, contando com momentos presenciais e outros momentos não presenciais no ambiente virtual de aprendizagem, *Google Classroom*. Ele foi elaborado para os alunos do ciclo básico do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza do IFF *Campus* Campos Centro. Foram ofertadas 40 vagas, porém apenas 18 foram preenchidas. Para preservar as identidades dos cursistas, cada um foi identificado com a letra “A” seguida de um número de 1 até 18, contudo apenas 8 alunos (A2, A4, A6, A8, A10, A13, A14 e A18) concluíram o minicurso.

A metodologia de ensino conforme mencionado anteriormente baseou-se na UEPS e várias abordagens para promover e avaliar a aprendizagem foram elaboradas, de acordo com o quadro 2 a seguir:

| Encontro | Estrutura da UEPS | Estratégia |
|---------------------------|--|---|
| 1° Atividade (síncrona) | Situações-problemas inicial | Apresentação e explicação do funcionamento do minicurso. Vídeos com experimentos de pilha de limão e bateria de latinha, questionário diagnóstico e mapa mental individual. |
| 2° Atividade (assíncrona) | Aprofundando conhecimentos | Os conceitos gerais (apresentados por meio de vídeo-aula) foram energia, processos espontâneos e não espontâneos de oxirredução, pilhas, diferença de potencial (ddp) e a primeira Lei de Ohm. Simuladores sobre a primeira Lei de Ohm e pilha de Daniell. |
| 3° Atividade (síncrona) | Diferenciação progressiva | Aprofundamento dos conceitos de (aula expositiva-dialogada) carga elétrica, corrente elétrica, ddp, circuitos elétricos, resistores, primeira lei de Ohm, reações de oxirredução e pilhas. Construção do primeiro mapa conceitual. |
| 4° Atividade (assíncrona) | Aprofundando conhecimentos | Atividade utilizando um simulador de circuito elétrico da plataforma <i>PheT</i> . |
| 5° Atividade (síncrona) | Diferenciação progressiva | Aprofundamento dos conceitos (aula expositiva-dialogada) de eletrólise, corrosão, geradores e resistores. Construção do segundo mapa conceitual. |
| 6° Atividade (síncrona) | Atividades finais e integradoras e avaliação da UEPS | Revisão do conteúdo estudado utilizando ambiente de gamificação (<i>Kahoot</i>). Construção de mapas conceituais finais e questionário final de avaliação da UEPS. |

Quadro 2 - Etapas da sequência didática da UEPS.

De acordo com o quadro 2, no primeiro dia do minicurso foi realizada uma avaliação diagnóstica com os cursistas por meio de um questionário e construção de um mapa mental. Na segunda etapa do curso foram apresentados os conceitos gerais sobre reações de oxirredução e eletricidade por meio de uma vídeo-aula. Também foram realizadas as atividades com os simuladores da lei de Ohm e da pilha de Daniell, os quais os cursistas contaram com um roteiro para auxiliar no seu uso. Na terceira etapa foram aprofundados os conteúdos sobre eletricidade explicando carga elétrica, corrente elétrica, circuito elétrico, tensão elétrica (ddp), resistores e a primeira lei de Ohm. Os cursistas elaboraram um mapa conceitual sobre esses conteúdos. Na quarta etapa, os conteúdos trabalhados foram eletrólise e corrosão (conteúdos da química), além de geradores e resistores (sob o ponto de vista da física). Para aprofundar os conceitos de circuito elétrico, resistência, ddp e geradores foi utilizado um simulador nesta etapa. A fim de finalizar o minicurso uma revisão dos conteúdos de eletrólise foi realizada com o jogo virtual *Kahoot*, além da confecção do mapa conceitual final.

As análises dos questionários e dos mapas mentais foram realizadas qualitativamente utilizando a categorização das respostas, segundo Bardin (2011). Ela envolve classificar os dados obtidos utilizando os critérios *conceitos corretos*, quando a explicação do aluno por meio do questionário foi correta (conforme descrição na literatura) ou *conceitos incorretos*, quando a explicação não foi correta. Já os mapas conceituais foram analisados de forma quantitativa usando o método de pontuações de acordo com os seguintes critérios: proposições, hierarquia, ligações transversais e exemplos (Novak & Gowin, 1996; Martins, Verdeaux & Sousa, 2009).

4 Resultados e discussões

Os resultados foram obtidos por meio da análise do questionário diagnóstico, mapa conceitual, mapa mental e exercícios sobre os simuladores da lei de Ohm e da pilha de Daniell. A seguir é detalhado cada resultado separadamente em itens. Na análise das atividades, serão destacados alguns exemplos que foram considerados mais relevantes para a discussão.

4.1 Questionário

Para a avaliação dos conhecimentos prévios dos cursistas, como se faz necessário na elaboração de uma UEPS (Goulart & Leonel, 2020), no primeiro dia do minicurso foi aplicado um questionário diagnóstico com seis questões e também se pediu para que eles elaborassem um mapa mental.

Na primeira questão foi perguntado aos cursistas sobre como uma pilha consegue fornecer energia elétrica. O aluno A2 respondeu corretamente: “Através do movimento de elétrons de um polo ao outro”, enquanto o aluno A4 disse “É possível por conta da força de atração entre os polos positivo e negativo da pilha” e o aluno A6 escreveu “Os elétrons se movimentam de um lado a outro da pilha”. Foi percebido que esses alunos possuíam previamente a noção de elétrons e polos em uma pilha, porém os demais alunos não responderam essa pergunta do questionário.

Na segunda questão foi indagado aos alunos se eles conheciam e sabiam as funções dos seguintes elementos presentes em um circuito elétrico: geradores, receptores, resistores, capacitores e interruptores. O aluno A2 disse “resistores - limitar a passagem de corrente elétrica e o aluno A6 falou “resistor limita a corrente no sistema, capacitor armazena energia, interruptor abre e fecha o circuito”, eles responderam corretamente, enquanto o aluno A4 respondeu “a função desses dispositivos é de gerar, “quebrar”, levar, dentre outras, as formas de energia”, não soube explicar corretamente a pergunta. Segundo Halliday, Resnick & Krane (2016) os resistores dificultam a passagem da corrente elétrica, enquanto os capacitores armazenam cargas elétricas e, conseqüentemente, tem energia potencial eletrostática. Os interruptores bloqueiam a passagem da energia elétrica de um ponto ao outro, permitindo ligar ou desligar circuitos elétricos.

Também foi perguntado (questão 3) aos alunos o porquê dos pássaros pousarem nos fios elétricos dos postes de eletricidade e mesmo assim não serem eletrocutados. O aluno A6 respondeu corretamente e disse “porque eles estavam no mesmo potencial do fio”, enquanto o aluno A4 falou “por causa do isolamento desses fios”, o que não é correto. A resposta correta a essa pergunta é que quando o pássaro pousa no fio, o circuito não é fechado, além da pequena distância entre as patas não permitir o choque elétrico (Redinz, 1998). Posteriormente, na quarta questão, os alunos foram questionados sobre a função do para-raios. As respostas corretas foram dadas pelos alunos A2 e A6 os quais disseram, respectivamente, “coloca-se um material com mais probabilidade de receber a descarga e transmitir à Terra” e “conduzem a descarga elétrica que é conduzida por um caminho menos resistente até o solo”. Enquanto o aluno A4 respondeu “o para-raios ajuda na quebra e na

dissipação dessas energias provenientes das descargas elétricas”, o que configura um conceito incorreto, pois de acordo com Biscuola, Doca & Bôas (2012) os para-raios são hastes metálicas que ficam conectadas à terra através de cabos condutores criando assim um caminho para a passagem da descarga elétrica.

Para identificar os conhecimentos dos cursistas sobre o descarregamento e recarregamento de uma bateria foi elaborada a questão de número cinco. Nenhum aluno respondeu corretamente. O aluno A4 disse “ela descarrega porque perde energia e é possível carregá-la de novo através de uma outra bateria com carga”. De acordo com Feltre (2004) para carregar uma bateria é preciso ligá-la a um gerador de corrente contínua que movimenta a corrente elétrica em sentido contrário ao seu funcionamento, pois assim as reações químicas envolvidas no funcionamento da bateria serão invertidas.

A última pergunta do questionário foi sobre voltagem. Eles precisavam dizer o significado de voltagem e qual a diferença entre escolher uma voltagem de 110V e 220V. Nenhum aluno soube responder corretamente. As respostas dadas foram “110V-1 fase, 1 neutro. 220V-2 fases. Cada fase é abastecida com 110 V” (A2) e “voltagem significa potência, o tanto de energia concentrada ali” (A4). O desejado é que os alunos soubessem que voltagem e tensão elétrica são sinônimos, ou seja, é a diferença de potencial na qual um aparelho precisa ser submetido para funcionar (Biscuola, Doca & Bôas, 2012).

4.2 Mapa mental

A segunda parte da avaliação diagnóstica foi a elaboração de um mapa mental sobre pilhas. Como se pode observar na figura 1, o aluno A2, elaborou corretamente o mapa mental, ele organizou a ideia central no meio do mapa (pilha) e posteriormente colocou as ideias correlacionadas em ramificações, como tensão, eletricidade, cargas, polos positivos e negativos. Além do mais, ele relacionou a pilha a uma energia, a qual não foi exemplificada e energia a correntes alternada e contínua.

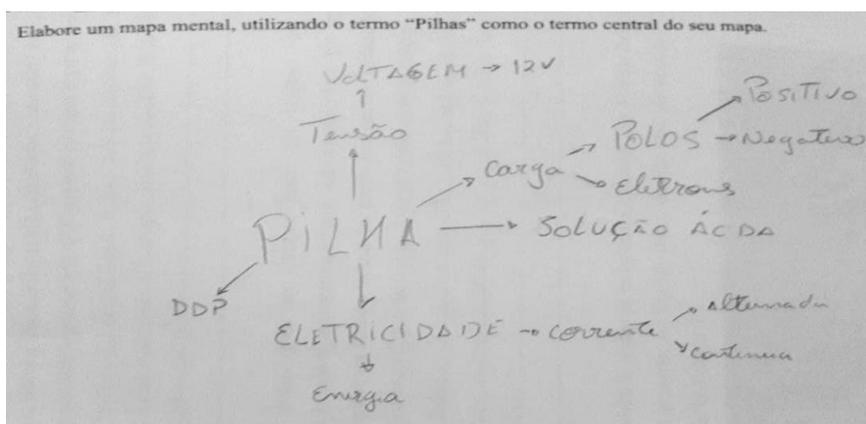


Figura 1 - Mapa Mental Categorizado como *Correto* do aluno identificado como A2.

O aluno A6 (figura 2) estruturou o mapa mental em um formato diferente do aluno A2, ele relacionou pilhas com os termos polos e corrente elétrica e depois pilha com energia.

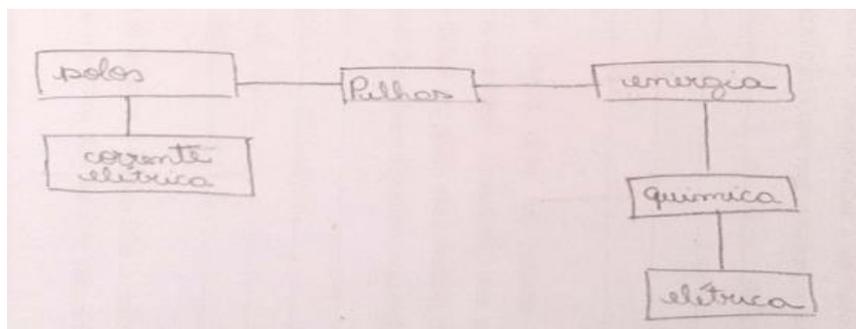


Figura 2 - Mapa Mental Categorizado como *Correto* do aluno identificado como A6.

Assim, os alunos A2 e A6 fizeram um mapa mental com os conceitos corretos, porque no mapa mental não há a necessidade de uma organização hierárquica das ideias e também não há a necessidade de usar palavras-chaves (Buzan, 2005). Para esses alunos os conceitos precisaram ser reelaborados ao longo do minicurso. Já o aluno A3 (figura 3) fez um mapa mental incorreto, por mais que as explicações no mapa estivessem corretas, a estrutura do mapa mental está *incorreta*, visto que a ideia principal está sendo conectada com frases longas ao invés de ideias secundárias.

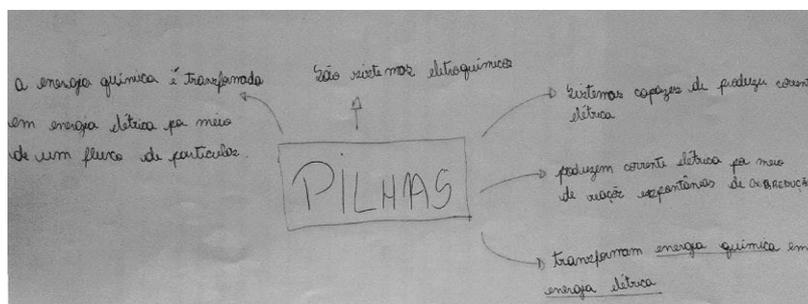


Figura 3 - Mapa Mental Categorizado como *Incorreto* do aluno identificado como A3.

Percebe-se pelos mapas mentais, que 6 dos 8 alunos, como exemplificado com os mapas dos alunos A4 e A6, conseguiram confeccionar os mapas adequadamente, pois prestaram atenção na explicação dada no primeiro encontro do minicurso, enquanto o aluno A3 conseguiu entender os conceitos de pilha e correlacionar com energia química e geração de corrente elétrica (figura 3), porém esse aluno não soube elaborar um mapa mental, assim como o A7.

4.3 Simuladores da Lei de Ohm e Pilha de Daniell

Foi disponibilizado no ambiente virtual de aprendizagem (AVA), *Google Classroom*, uma aula gravada em vídeo sobre a lei de Ohm e sobre o funcionamento da pilha de Daniell. Como essa parte do minicurso foi assíncrona e remota, foram elaborados roteiros para que os cursistas conseguissem usar os simuladores.

Para avaliar a aprendizagem com o uso do simulador sobre a lei de Ohm foi elaborado um questionário. Na primeira questão foi perguntado sobre o que aconteceria com a corrente, caso a resistência fosse duplicada e triplicada. Os cursistas A4 e A8 responderam “se a resistência fosse triplicada, o valor da corrente seria 0”, o que está incorreto, pois ao manter a diferença de potencial constante, a corrente elétrica diminui se aumentar a sua passagem (Halliday, Resnick & Krane, 2016). Assim, se aplicarmos a resistência elétrica, a corrente aumentará duas vezes.

Também foi questionado aos alunos sobre a tensão. No enunciado da questão foi pedido para eles aumentarem a tensão de 4,5 V para 9,0 V no simulador e observarem o que aconteceu. A

consequência do aumento da tensão foi um aumento também no número de pilhas organizadas em série. Então foi pedido que os alunos correlacionem essa observação com a organização das pilhas de um controle remoto. O aluno A14 respondeu que a pilha de um controle remoto funciona em paralelo. Com essa resposta, ficou claro que o aluno não entendeu a associação da atividade no simulador, que colocou as pilhas em série, com as pilhas no controle remoto que também estão em série (polo positivo de uma pilha conectado ao polo negativo da outra pilha). Uma justificativa para a resposta errada pode ser pela dificuldade de entender a pergunta da questão ou até mesmo uma confusão da organização das pilhas no simulador (em série), com a organização das pilhas nos aparelhos domésticos, que em sua grande maioria estão em paralelo. A justificativa para as pilhas estarem em paralelo nos aparelhos é que essa associação é utilizada em algumas situações específicas, como para obter maiores intensidades de corrente, e em geral é evitada, já que um gerador pode consumir a energia do outro quando associados em paralelo (Silveira & Axt; 2003).

A fim de aferir os conhecimentos sobre a pilha de Daniell, também foram elaboradas algumas perguntas. A primeira fazia referência ao que aconteceria com os eletrodos de zinco e cobre quando a pilha já estava em funcionamento. No simulador foi visto o processo de oxidação do zinco e redução do cobre. O cursista A14 respondeu “houve uma transferência de Zn para o cobre ocorrendo a oxidação”, ele conseguiu identificar uma transferência de elétrons de um eletrodo para o outro, mas não conseguiu determinar qual metal sofre oxidação e qual metal sofre a redução.

Na segunda e terceira questões foram trabalhados os conceitos de potencial padrão de redução (E° red), pedindo para que os alunos indicassem qual metal teria maior E° red. Na segunda questão foi perguntado sobre os metais Cobalto (Co) e Ouro (Au), onde o Cobalto tem maior E° red. E na terceira questão foram comparados o Zinco (Zn) e a Prata (Ag), onde a Prata tem o maior potencial. Não houve erros nessas questões, pois simplesmente os alunos visualizaram no simulador os valores dos potenciais padrões dos metais que estavam sendo comparados.

Na quarta questão foi perguntado aos alunos se em uma pilha de dois eletrodos iguais fossem usados, o que aconteceria. O cursista A14 respondeu “os dois polos possuem as mesmas cargas por isso não ocorrerá a transferência de elétrons”. A resposta correta seria que nada aconteceria, pois, os dois eletrodos são feitos do mesmo material e por isso possuem a mesma diferença de potencial, ou seja, eles teriam a mesma tendência de ganhar elétrons, portanto para que uma reação de oxirredução possa ocorrer é preciso haver uma diferença de potencial de redução entre os eletrodos da pilha (Feltre, 2004).

4.4 Mapas conceituais

A avaliação dos mapas conceituais dos cursistas deu-se por meio da comparação do mapa deles com o mapa conceitual de referência (MCR), pois foi a partir deste que foi possível analisar quantitativamente os mapas criados (Martins, Verdeaux & Sousa, 2009). Os parâmetros usados na avaliação quantitativa e na comparação foram proposições (ligações entre dois conceitos), valendo 1 ponto, hierarquia, valendo 5 pontos, e exemplos, valendo 1 ponto. Assim, cada parâmetro foi multiplicado pela quantidade de vezes que ele aparecia no mapa a fim de obter a pontuação máxima de cada mapa conceitual.

Para a elaboração do primeiro mapa conceitual dos cursistas foi explicado a eles o que é um mapa conceitual e como deve ser a sua estrutura, e posteriormente foi dada uma aula sobre as reações de oxirredução, pilhas, corrente elétrica, ddp, bateria, gerador, resistência e a primeira lei de Ohm.

De acordo com a pontuação (tabela 1) obtida pelo aluno A2, podemos dizer que ele soube organizar hierarquicamente o seu mapa (figura 4), pois colocou em um mesmo nível hierárquico

conceitos como metais, diferença de potencial, reações de oxirredução e transferência de elétrons. Além do mais, ele escreveu as proposições ligando esses conceitos, que são essenciais em um mapa mental de acordo com Novak & Gowin (1996). Contudo, o A13 não colocou em seu mapa (figura 5) nenhuma proposição, porém ele correlacionou corretamente alguns conceitos, tais como, prótons e cargas positivas e elétrons, cargas negativas e ânions. De acordo com a tabela 1 de pontuações dos mapas conceituais foi obtido uma média de 28 pontos entre os 8 alunos que o fizeram, onde o aluno A2 obteve 41 pontos no seu mapa (maior pontuação), enquanto o aluno A10 obteve 8 pontos (menor pontuação da tabela) e o aluno A13 obteve 28 pontos (mais próximo à média).

Tabela 1- Tabela de pontuações do segundo mapa conceitual dos cursistas.

| Aluno | Mapa Conceitual de Referência 1 (MC pontuação máxima de 49 pontos) |
|-------|--|
| A2 | 41 |
| A4 | 32 |
| A6 | 32 |
| A8 | 09 |
| A10 | 08 |
| A13 | 28 |
| A14 | 36 |
| A18 | 30 |

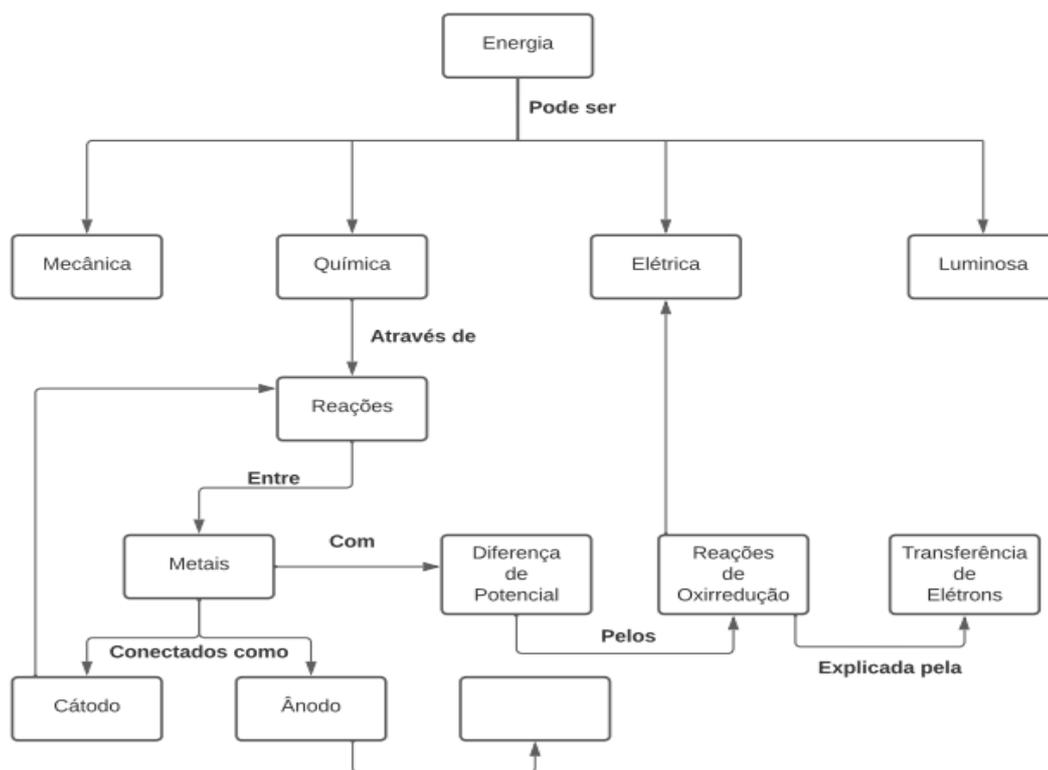


Figura 4 - Primeiro mapa conceitual do aluno A2.

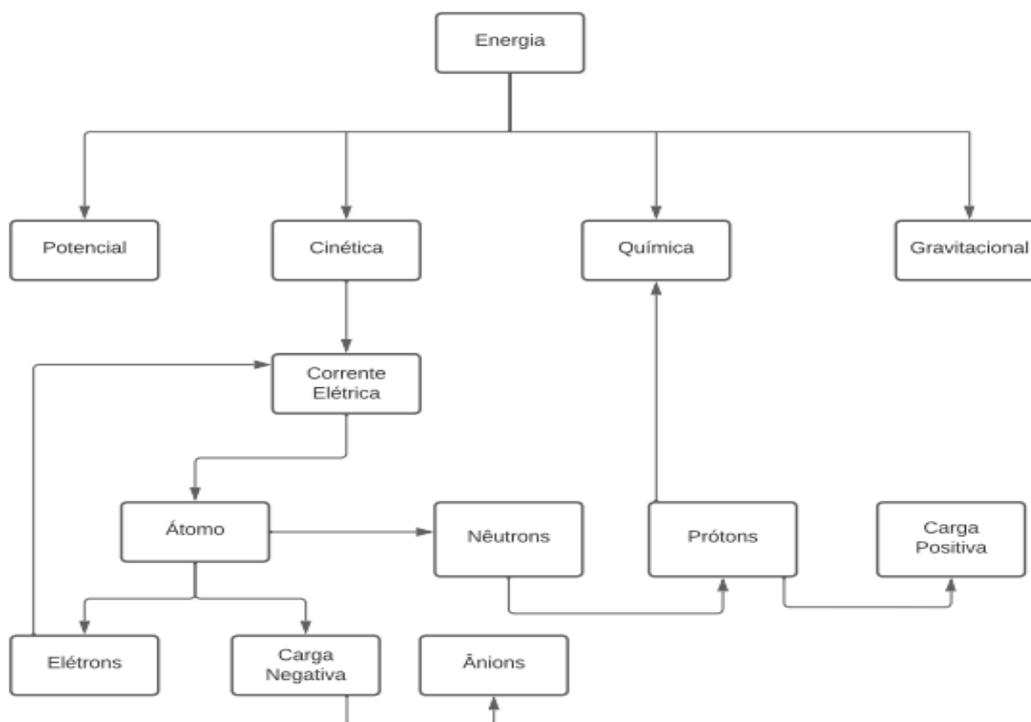


Figura 5 - Primeiro mapa conceitual do aluno A13.

Os segundos mapas conceituais foram elaborados a fim de avaliar os conhecimentos sobre a segunda aula dada no minicurso. A aula foi sobre corrosão, diferença entre pilha e eletrólise e dentro deste contexto foi explicado sobre pilhas (geradores) e resistores, pois são conceitos da física que podem ser abordados dentro do conteúdo de pilhas.

A figura 6 mostra o mapa conceitual do aluno A2 na qual os conceitos dos vários tipos de energias estavam corretos, pois ele os colocou no mesmo nível hierárquico. Contudo os conceitos sobre eletrólise estavam equivocados. Quanto ao conteúdo de pilhas percebeu-se uma confusão a respeito das suas associações elétricas que podem ser em série ou em paralelo, sendo considerada uma ligação não válida, pois ele referiu-se às reações como reações que são associadas em série ou paralelo, quando na verdade, as pilhas em si que podem ser associadas em série ou em paralelo e não as reações que ocorrem dentro das pilhas (Biscuola, Doca & Bôas, 2012). Esse equívoco é plenamente compreensível, pois foi falado na aula e talvez esse aluno não entendeu ou não prestou atenção. Sinalizando que houve uma maior necessidade de explicação desses conceitos, o que poderia ter sido abordado em outro encontro no minicurso, porém não houve tempo, mas fica a sugestão para adequações futuras.

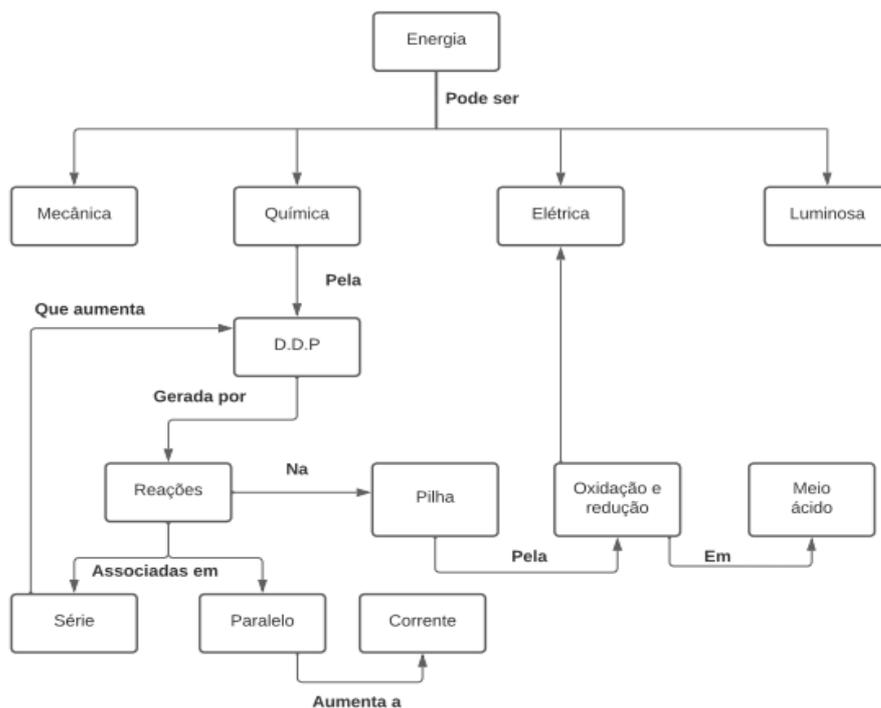


Figura 6 - Segundo mapa conceitual do aluno A2.

Já o mapa conceitual do cursista A10 (figura 7) apresentou uma elaboração mais adequada, pois há uma correta hierarquização dos diferentes tipos de energia e o cursista fez a associação da energia química à eletrólise e posteriormente à energia elétrica à corrente, entretanto, não utilizou de palavras que pudessem demonstrar a ligação entre os termos.

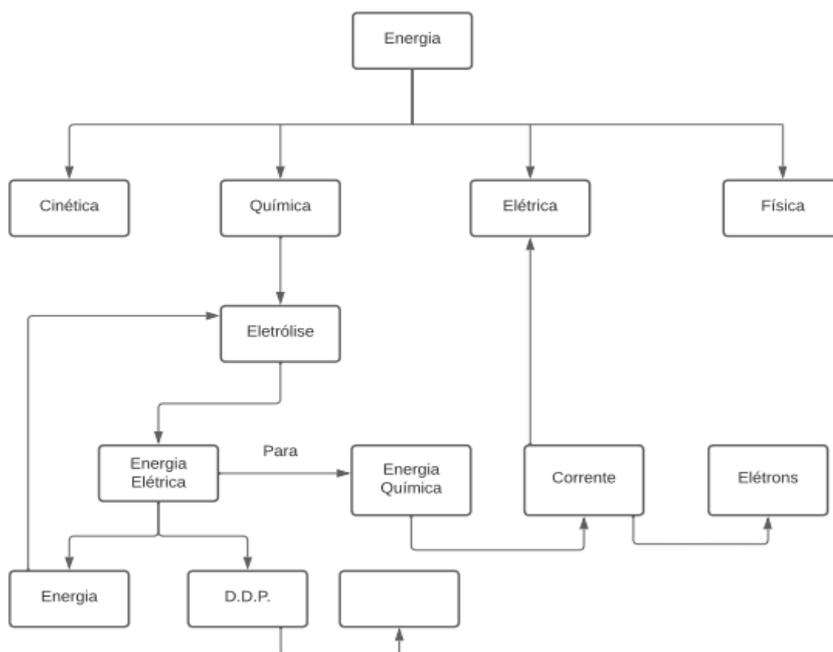


Figura 7 - Segundo mapa conceitual do aluno A10.

A tabela 2 demonstra a nota dos alunos que confeccionaram o mapa conceitual de referência 2.

Tabela 2 - Tabela de pontuações do segundo mapa conceitual dos cursistas.

| Aluno | Mapa Conceitual de Referência 2 (MCR2) - pontuação máxima de 49 pontos |
|-------|--|
| A2 | 48 |
| A4 | 25 |
| A6 | 38 |
| A8 | 25 |
| A10 | 40 |
| A13 | 34 |
| A14 | 40 |
| A18 | 20 |

De acordo com a tabela 2, o aluno A2 obteve a maior nota (48 pontos), A10 ficou com 40 pontos e A13 com 34 pontos. A média dos alunos que elaboraram o segundo mapa conceitual foi 34 pontos e a pontuação máxima que eles poderiam alcançar era de 49 pontos. A maior pontuação atribuída ao aluno A2 pode ser explicada, pois ele elaborou o seu mapa levando-se em consideração as proposições, hierarquia e exemplos.

4.5 Simulador para circuito elétrico

A fim de reforçar o conceito de circuito elétrico foi pedido aos alunos para trabalharem em um simulador para exercitar e aprofundar esses conceitos. No simulador os alunos montaram um circuito elétrico com uma bateria (pilha) de 9V, um interruptor e uma resistência de 10 amperes (uma lâmpada). Depois foi pedido para fechar o circuito e observar o movimento das cargas elétricas e a luminosidade emitida pela lâmpada.

Perguntas foram feitas sobre o uso do simulador e na primeira questão pediu-se para que fosse visto no simulador o valor da corrente elétrica. Posteriormente (segunda questão), pediu-se para que eles adicionassem mais duas baterias e observassem o efeito dessa adição ao movimento das cargas, assim como o efeito na intensidade da luz (que aumentou). A maioria dos alunos conseguiram responder corretamente às duas perguntas, que na verdade eram comandos para manipular o simulador.

Na terceira pergunta foi acrescentada mais uma lâmpada (resistência) ao circuito já montado nas duas etapas anteriores e assim eles deveriam observar a mudança na velocidade das cargas. Além do mais, seria observado também o resultado de cortar o fio do circuito. Os cursistas A4, A8, A13 e A14 não conseguiram associar a adição de uma lâmpada em série com o aumento da resistência à passagem da corrente (Halliday, Resnick & Krane; 2016).

Com o esquema montado na terceira questão, também foi pedido aos alunos que eles medissem a tensão nas duas lâmpadas em série e comparasse com o valor obtido quando no esquema estavam apenas as baterias em série e uma lâmpada apenas. O conceito correto é que as lâmpadas associadas em série têm a mesma resistência, assim ambas possuem a mesma tensão que corresponde à metade da tensão fornecida quando as baterias (ou geradores) estão em série (Halliday, Resnick & Krane; 2016).

Por último (quinta questão) foi pedido aos alunos que fizessem uma outra montagem com as lâmpadas, uma montagem em paralelo e medisse as tensões em cada lâmpada. Também foi perguntado o que aconteceria se o fio do circuito fosse cortado. O conceito correto é que cada lâmpada associada em paralelo tem a tensão fornecida pela associação dos geradores. Ao cortar o fio apenas uma lâmpada será desligada.

Os resultados dessa atividade mostraram que os cursistas tiveram dificuldade em entender e diferenciar a associação de pilhas em série e em paralelo.

4.6 Mapa Conceitual final

Para a verificação da aprendizagem dos alunos ao final do minicurso, foi pedido que eles elaborassem o mapa conceitual final. O mapa exibido na figura 8 é do aluno A14 e pode-se perceber que ele fez associações do conteúdo abordado de forma correta, tais como, pilha com processos redox e esse com energia elétrica, todos no mesmo nível hierárquico. Também fez associações dos metais com a ddp de forma correta, tal como a transformação da energia química em energia elétrica e essa foi ligada ao movimento dos elétrons, mas também cometeu erros, pois não relacionou corrente elétrica com ddp (figura 8).

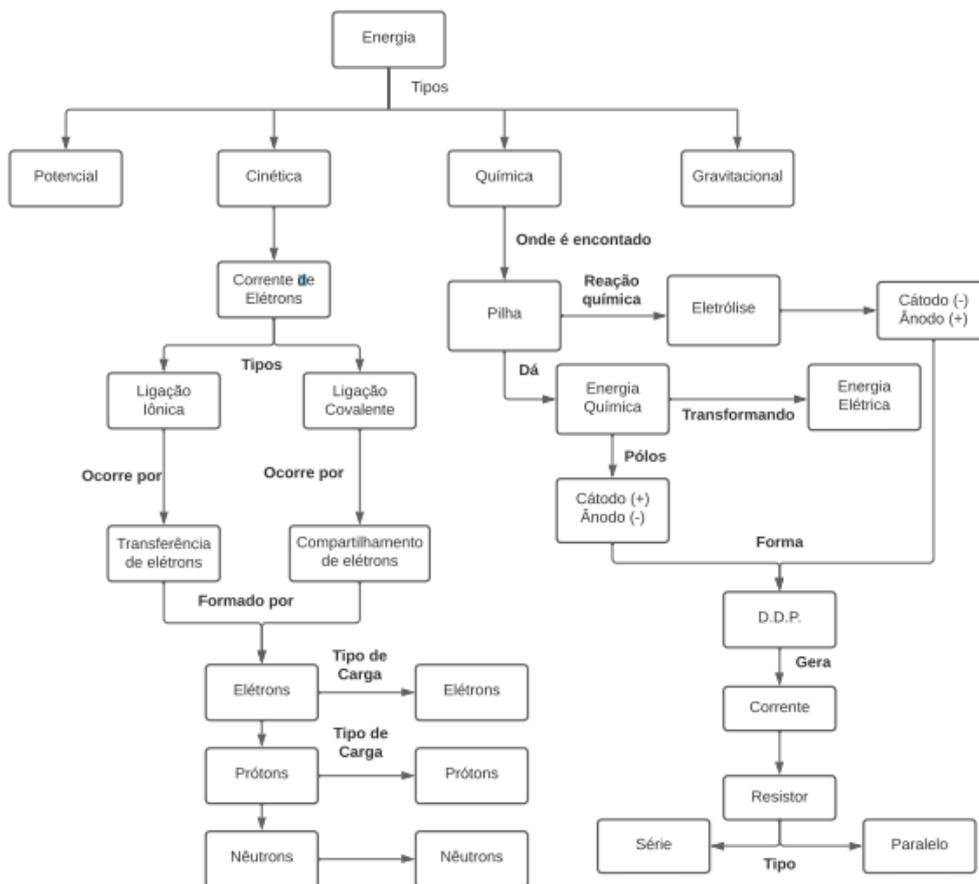


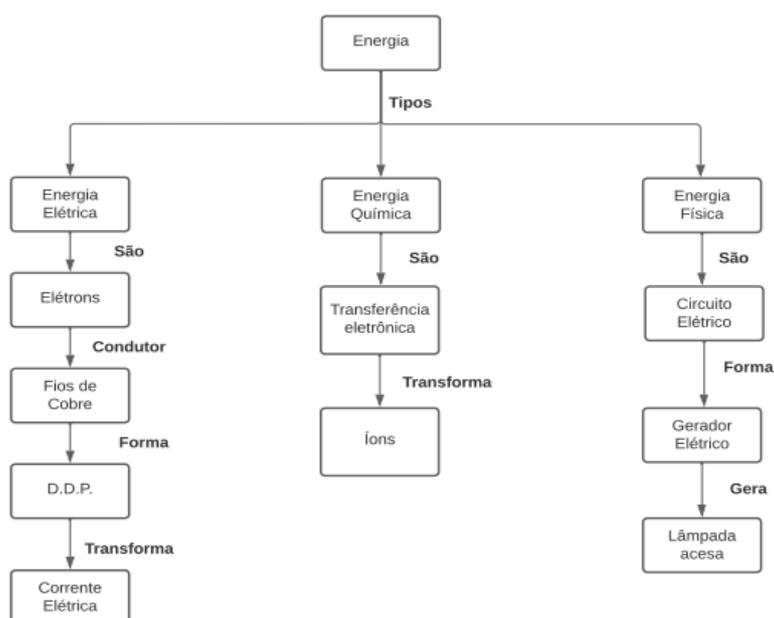
Figura 8 - Mapa conceitual final do aluno A14.

Esse aluno obteve 56 pontos (tabela 3), a maior nota obtida entre os cursistas, por isso o seu mapa conceitual foi escolhido para a análise. A sua pontuação pode ser explicada, pois ele correlacionou um conceito correto a outro, além de elaborar o mapa conceitual com um nível hierárquico, palavras-chaves e exemplos.

Tabela 3 - Tabela de pontuações do mapa conceitual final dos cursistas.

| Aluno | Mapa Conceitual de Referência 3 (MCR3) - pontuação máxima de 49 pontos |
|-------|--|
| A2 | 51 |
| A4 | 30 |
| A6 | 48 |
| A8 | 39 |
| A10 | 24 |
| A13 | 24 |
| A14 | 56 |
| A18 | 26 |

Já os cursistas A10 e A13 obtiveram a mesma pontuação em seus mapas conceituais (figuras 9 e 10) ficando com 24 pontos, abaixo da média (37 pontos), o que demonstra que eles não souberam elaborar corretamente os mapas, pois não seguiram todos os critérios de pontuação em um mapa conceitual e colocaram conceitos incorretos. Por exemplo, o aluno A10 associou energia física a circuito elétrico (figura 9), um conceito que não existe. Subentende-se que ele quis associar energia a circuito elétrico e gerador.

**Figura 9** - Mapa conceitual final do aluno A10.

O cursista A13 (figura 10) colocou em um mesmo nível hierárquico energia química e elétrica, e relacionou energia química aos conceitos de pilha, baterias e eletrólise. No entanto, no

seu mapa conceitual ele mencionou os conceitos de oxidante e redutor à redução, mas não disse o que eles significavam.

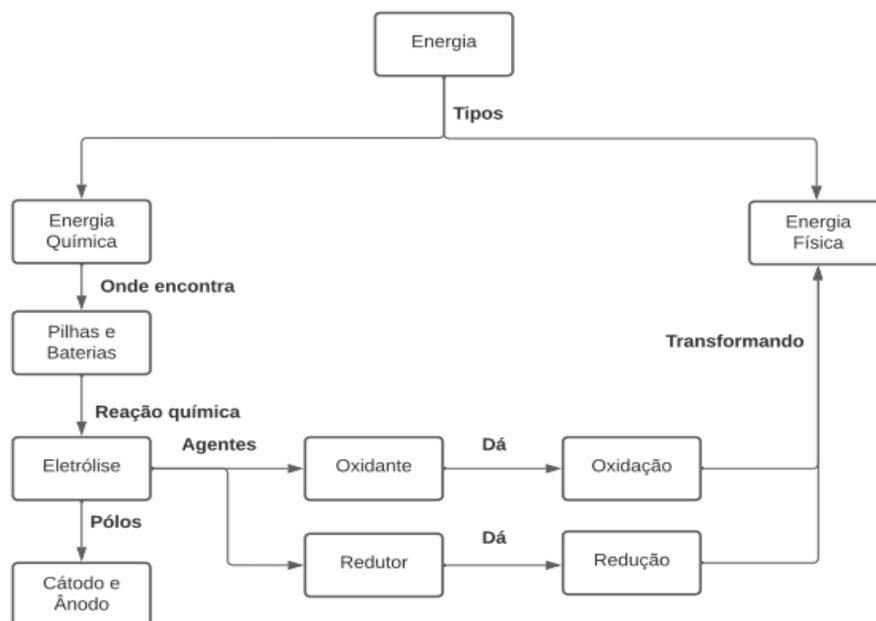


Figura 10 - Mapa conceitual final do aluno A13.

Analisando o mapa conceitual final dos alunos A14, A10 e A13 foi possível observar que apenas o cursista A14 conseguiu elaborar um mapa conceitual adequado, considerando os conceitos corretos, palavras-chaves e exemplos.

5 Considerações finais

No minicurso “A química e a física por trás da eletricidade” os conceitos de pilhas galvânicas, corrosão e eletrólise tradicionalmente ensinados na disciplina de química foram abordados de forma simultânea e paralela aos conteúdos de circuito elétrico, geradores, resistores, corrente e tensão, conceitos ensinados na matéria de física. Essa abordagem foi realizada com o intuito de mostrar uma visão interdisciplinar dos assuntos, onde houvesse um diálogo entre química e física.

A metodologia de ensino usada para a aprendizagem dos alunos no minicurso foi baseada na UEPS, pois assim os cursistas construíram o seu conhecimento de forma ativa, ou seja, atuando como protagonistas do processo de aprendizagem. Ela foi estruturada por meio dos mapas conceituais construídos pelos cursistas, assim como, questionários e simuladores *online*. Através das análises qualitativas e quantitativas dos mapas conceituais verificou-se que os conteúdos de pilhas e corrosão foram os mais fáceis de aprendizagem e/ou entendimento, onde para alguns cursistas esses conteúdos foram apenas uma revisão. Contudo, quanto aos conceitos de física, como por exemplo, “circuito elétrico, resistência, interruptor e tensão”, observou-se uma maior dificuldade de assimilação, apesar do uso de recursos para auxiliar na aprendizagem, tais como, o simulador da lei de Ohm e o simulador de circuito elétrico.

Para uma avaliação do minicurso, os cursistas responderam a um questionário, os quais eles elogiaram a proposta. Disseram que gostaram do minicurso, porém sugeriram melhorias, tais

como, maior duração e aplicação do mesmo de forma totalmente presencial para maior aproveitamento da aprendizagem, pois nos momentos assíncronos onde eles precisavam manipular os simuladores e realizar as atividades na ausência dos ministrantes do minicurso relataram dificuldades, uma vez que ele foi aplicado na época da pandemia em que as aulas ocorriam de forma híbrida e por isso precisou contar com momentos presenciais e não-presenciais.

Os participantes eram alunos do primeiro e segundo períodos do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, onde estes períodos compreendem o ciclo básico do curso e assim o minicurso ajudou a detectar as dificuldades e tornou-se uma ferramenta auxiliar para aprendizagem dos alunos que se propuseram a fazer o curso e melhorar os seus conhecimentos.

Referências

- Baggaio, G.H.C. (2019). Construção e implementação de UEPS: Contribuições para aprendizagem significativa de conceitos de eletrodinâmica. *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Santa Maria.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* (7a ed.). São Paulo, SP.
- Barros, P. M. (2015) Construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre conceitos da eletrodinâmica. *Dissertação de Mestrado*. Universidade de Brasília.
- Biscula, G.J., Doca, R.H., & Bôas, N. V. (2012). *Tópicos de física 3* (18a ed.). São Paulo, SP, Saraiva.
- Buzan, T. (2005). *Mapas mentais e sua elaboração: um sistema definitivo de pensamento que transformará a sua vida*. Tradução de Euclides Luiz Calloni. São Paulo, SP, Cultrix.
- Feltre, R. (2004) *Química, físico-química* (6a. ed.). São Paulo, SP, Moderna.
- Ferreira, P. A. V., Silva, R. F. R. Silva, V. H., Silva, B. H. B., Silva, L. P., & PASSOS, J. P. R. (2017). Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) aliadas à experimentação no ensino de eletrodinâmica com alunos do projeto Mundial. *XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (ENPEC), Florianópolis, Santa Catarina.
- Ferreira, M., Filho, O. S., Moreira, M. A., Franz, G. B., Portugal, K. O., & Nogueira, D. X. P. (2020). Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 42. <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057>
- Gomes, D. C. (2020). Unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) para o ensino-aprendizagem de oxirredução. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Amazonas.
- Goulart, G. S., & Leonel, A. A. (2020). Revisão da Literatura Sobre o Ensino de Física Moderna Contemporânea no Ensino Médio: Potencialidades a Partir da Aprendizagem Significativa. *Revista Dynamis*. Blumenau, 26 (1),192 - 215. <http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866.2020v26n1p192-215>
- Halliday, D., Resnick, R., & Krane, K. S. (2016). *Fundamentos da Física: Eletromagnetismo* (10a. ed.). Rio de Janeiro, RJ, LTC.

- Martins, R. L. C., Verdeaux, M. F. S., & Sousa, C. M. S. G. (2009). A utilização de diagramas conceituais no ensino de física em nível médio: um estudo em conteúdos de ondulatória, acústica e óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 31 (3), 3401.1-3401.12. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009005000002>
- Medeiros, J. S. S. (2018). Proposta de UEPS abordando conceitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem da eletroquímica. *Dissertação de Mestrado*. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Moreira, M. A. (2011). *Potentially meaningful teaching units-PMTU*. Porto Alegre, RS, Instituto de Física da UFRGS.
- Moreira, M. M. P. C., Silva, F. R. O., Romeu, M. C., & Maia, L. S. P. (2021). Uma proposta de sequência didática para motivar a aprendizagem significativa de eletrodinâmica. *Research, Society and Development*, 10(3), 1-20. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13323>
- Novak, J. D., & Gowin, B. D. (1996). *Aprender a Aprender*. Edições Técnicas, Lisboa.
- Pelizzari, A., Kriegl, M. L., Baron, M. P., Finck, N. T. L., & Dorocinski, S. I. (2001). Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *Rev. PEC*, Curitiba, PR, 2(1), 37-42.
- Redinz, J. A. (1998). Linhas de Transmissão e Choques Elétricos em um Passarinho. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 20(4), 339-340.
- Rosa, C. T. W., Cavalcanti, J., & Perez, C. A. S. (2016). Unidade de ensino potencialmente significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: um estudo de caso. *Revista Brasileiro de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 9(3), 203-225. <https://doi.org/10.3895/rbect.v9n3.4005>.