

SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS E MAPAS CONCEITUAIS NO AUXÍLIO À APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE ENERGIA

Computational simulations and conceptual maps in the aid to the significant learning of the energy concept

José Jorge Vale Rodrigues [jose.rodrigues@ifto.edu.br]

*Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Tocantins – IFTO
Quadra 310 Sul, Lo 5, s/n, Plano Diretor Sul, Palmas-TO, Brasil*

Marli Teresinha Quartieri [mtquartieri@univates.br]

Miriam Ines Marchi [mimarchi@univates.br]

José Cláudio Del Pino [jose.pino@univates.br]

Centro Universitário UNIVATES

Avenida Avelino Talini, 171, Bairro Universitário, Lajeado-RS, Brasil

Recebido em: 11/06/2018

Aceito em: 04/12/2018

Resumo

Este artigo tem origem em uma pesquisa qualitativa promovida durante uma disciplina de doutorado e desenvolvida com alunos de uma turma do 1º ano do Curso Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins no campus Palmas. O objetivo foi investigar as implicações do uso de simulações computacionais aliadas a mapas conceituais na aprendizagem significativa dos alunos no que se refere ao conceito de energia. As atividades de simulação computacional foram organizadas com o intuito de estimular o interesse dos alunos em compreender as principais características do conceito de energia. Neste estudo serão apresentados os resultados evidenciados nos mapas conceituais elaborados pelos alunos após a intervenção pedagógica. As informações obtidas mostram que a elaboração dos mapas conceituais e sua apresentação alteraram os subsunçores preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos. Além disso, os dados analisados deixaram evidente que as atividades de simulação computacional podem ser uma ferramenta viável para auxiliar na aprendizagem significativa do conceito de energia.

Palavras-chave: Simulações computacionais. Mapas conceituais. Aprendizagem significativa. Energia.

Abstract

This article has its origin in a qualitative research promoted during a doctorate course and developed with students of a 1st grade class of the Technical Course in Integrated Computer Science at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins at the Palmas campus. The objective was to investigate the implications of the use of computational simulations allied to conceptual maps in the students' meaningful learning regarding the concept of energy. The computer simulation activities were organized with the purpose of stimulating students' interest in understanding the main characteristics of the energy concept. This study will present the results evidenced in the conceptual maps elaborated by the students after the pedagogical intervention. The information obtained shows that the elaboration of the conceptual maps and their presentation altered the preexisting subsumes in the students' cognitive structure. In addition, the data analyzed made it clear that computational simulation activities can be a viable tool to aid in the meaningful learning of the energy concept.

Keywords: Computational simulations. Conceptual maps. Meaningful learning. Energy.

Introdução

A Energia é uma das ideias centrais dos currículos de ciências na educação básica. Existem muitas informações a respeito do tema, no entanto se apresentam de forma bastante complexa. De acordo com Barbosa, Borges, 2006 o ensino e aprendizagem sobre o tema são rebuscados, por ser trabalhado em muitas disciplinas que tratam dos diversos usos e características distintas do conceito.

Nos diversos níveis de ensino da educação brasileira, os conteúdos de Física, como energia, ainda são trabalhados, em muitos casos, de forma tradicional, baseados na transmissão de informações e memorização. A devida contextualização e a aplicabilidade prática na sociedade em que o aluno está inserido são inexistentes (TEODORO; NEVES, 2011). Normalmente a cada ano, as aulas de Física são iniciadas sem qualquer diagnóstico para verificação dos conhecimentos prévios dos alunos, para que a partir de então se possa introduzir novos. Ausubel (2003) argumenta que essa situação pode causar dificuldades no processo de assimilação significativa dos novos conhecimentos apresentados aos alunos.

Dessa forma, é preciso desenvolver estratégias de ensino com bases científicas e tecnológicas consistentes que possam envolvê-los com maior eficácia. Segundo Brandão, Araújo e Veit (2008), estratégias didáticas baseadas em tecnologia, se apresentam como uma alternativa importante que pode contribuir para a iniciação científica dos alunos.

Assim, é de considerável importância social que os alunos sejam submetidos a um ensino científico bem estruturado e que se aproxime do seu cotidiano, considerando que em tempos modernos, a constituição das sociedades é determinada, em grande parte, pela forma como a sua ciência e tecnologia se desenvolve. As instituições de ensino buscam avançar na melhoria da qualidade da formação de seus acadêmicos.

Por essa razão, e percebendo-se que os alunos do 1º ano do Curso Técnico em Informática para Internet Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), sujeitos da intervenção, do campus Palmas, estão inseridos em um ambiente tecnológico em seus cotidianos, que envolve iphones, aplicativos, internet, e etc, elaborou-se uma intervenção pedagógica com o propósito de verificar se a utilização de simulações computacionais e mapas conceituais permitem promover o processo de aprendizagem significativa do conceito de energia no ensino médio.

Na próxima seção deste artigo, onde se encontra o embasamento teórico, será discutido a respeito de atividades de simulação computacional e do uso dos aplicativos do *Physics Education Technology*¹ (PhET). Descreve-se, ainda, sobre a teoria de aprendizagem de Ausubel e sobre os mapas conceituais de Novak. Na terceira seção, é descrita a organização metodológica da pesquisa. Na quarta, é posta em evidência a descrição dos resultados alcançados com a intervenção pedagógica, priorizando a análise dos mapas conceituais. Na quinta etapa, são descritas as conclusões, são apresentados os resultados que se alcançou tomando como referência os objetivos específicos. Na sexta e última seção, são descritas todas as referências utilizadas durante o estudo, os endereços eletrônicos, artigos e livros consultados.

2 Embasamento teórico

O desenvolvimento tecnológico pode auxiliar os docentes facilitando o acesso à

¹Tecnologia no Ensino de Física, tradução livre.

informação e trazendo novas possibilidades de aprendizagem para os alunos. Entretanto, o uso de tecnologias no ensino produz alguns questionamentos no meio acadêmico, a sua dispersão e utilização entre os alunos geralmente ocorre de modo desorganizado. Sob o olhar de alguns estudiosos (VEIT; ARAÚJO, MOREIRA, 2004) faz sentido utilizar ferramentas tecnológicas, mas de forma sistêmica e organizada com a intensão de melhorar os processos de ensino e de aprendizagem.

Um recurso tecnológico muito utilizado pelos professores, que visa contribuir para a melhoria do ensino e tornar as aulas mais interativas são as simulações computacionais, segundo Macêdo, Dickman e Andrade (2012), quando utilizadas de forma adequada, tais simulações podem ser aliadas do corpo docente. As ferramentas de simulação computacional são um aspecto importante da utilização da informática na educação, possuindo maior utilidade na demonstração de fenômenos, representação de situações mais complexas ou que apresentam maior perigo em seu manuseio, difíceis de serem realizadas em laboratórios por meio de experimentos reais (BEHRENS, 2011).

Nesse tipo de atividade em que se usa simulação computacional, organizam-se seus elementos em etapas, com o intuito de disponibilizar contextos didáticos a respeito do assunto em estudo. As etapas e os elementos devem estar naturalmente ligados por pontos específicos comuns, possibilitando a interrelação do aluno com o material, escolhendo o caminho a ser seguido segundo seu próprio interesse. Estudos recentes sugerem que potencialmente as simulações computacionais podem oferecer uma aprendizagem com significado (DIAS; SOARES; BILHALBA, 2013).

O desenvolvimento de simulações computacionais para o ensino de Física vem aumentando consideravelmente com o passar dos dias. Isso é constatado por meio de diversas plataformas digitais que as trazem em versão de apoio a alunos e professores, para que possam ser usados de maneira gratuita pelas escolas brasileiras (PASTORIO; SAUERWEIN, 2013).

A aprendizagem baseada em simulação envolve a aprendizagem realizada em um ambiente informatizado, no qual o aluno interage com as entidades do ambiente e, gradualmente, pode inferir nas características do modelo do conceito, enquanto ele prossegue através da simulação, o que pode levar a mudanças no seu conceito original (PSYCHARIS, 2010).

Dessa forma, como se nota anteriormente, professores e pesquisadores da área de ciências reconhecem a disseminação crescente das simulações computacionais no meio acadêmico e sua importância como ferramenta útil nos processos de ensino e de aprendizagem. Esse crescimento é devido a seu bom desempenho em descrever, com propriedade, o comportamento de certos aspectos da natureza, contribuindo, portanto, para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem.

Essas ferramentas tecnológicas (simulações computacionais) parecem ter viabilidade considerável também quando apoiam a aprendizagem significativa, na perspectiva de Jonassen (2007) esse apoio transforma ambientes de aprendizagem onde o aluno desenvolve seu conhecimento através do pensamento reflexivo.

A teoria da aprendizagem significativa, do pesquisador norte-americano David Paul Ausubel, possui base construtivista, surgiu em 1963, época em que ideias behavioristas predominavam. A concepção de ensino e aprendizagem de Ausubel segue um caminho contrário ao dos behavioristas. Ausubel (2003) argumenta que a aprendizagem significativa é caracterizada pelo processo de interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

De acordo com Moreira (2012), não-arbitrária significa existir uma relação lógica e clara entre a nova ideia e outras preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Entretanto, o termo não-literal significa que, aprendido determinado conteúdo de uma forma, o indivíduo conseguirá explicá-lo com as suas próprias palavras. Desse modo, um mesmo conceito pode ser expresso em termos de sinônimo e transmitir significado semelhante.

Essas ideias preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo recebem o nome de conceitos subsunçores, uma referência ao termo inglês *subsumers*, um correspondente aproximado do termo “facilitadores”. Moreira (2009), ao tratar os subsunçores, deixa explícito que nas obras de Ausubel, a ideia que reflete o aspecto mais importante da teoria da aprendizagem significativa, é exatamente o que o aluno já sabe, o que se chama de conhecimento prévio.

Dessa forma, em um trabalho que se utiliza da teoria de Ausubel, é indispensável que o pesquisador investigue os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao assunto abordado, onde as novas informações serão ancoradas. De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), os conhecimentos prévios dos alunos devem ser o ponto de partida.

Segundo Ausubel (1980) a aprendizagem significativa acontece quando o aluno relaciona um conteúdo novo com sua estrutura cognitiva fazendo com que esta se amplie em termos de significado, para que isso ocorra é preciso que o material trabalhado nas aulas seja potencialmente significativo, ou seja, possua aspectos de natureza substantiva e não arbitrária. Considera-se um material de natureza substantiva quando este se relaciona com as ideias relevantes de acordo com tema estudado, já contido na estrutura cognitiva do aluno. Nunes e Santos (2006) afirmam que tais ideias servirão de base ao novo conteúdo a ser aprendido.

Outro aspecto importante tratado como condição para que ocorra a aprendizagem significativa é o fato de que o aluno deve ter disposição favorável para relacionar o que aprende com o que já sabe. Moro (2015, p. 24) argumenta que esta disposição “tem um papel importante na aquisição de novos conceitos, uma vez que o aprendiz precisa estar motivado e interessado. O processo de aprendizagem e o produto dependem da predisposição do indivíduo”.

Além do argumento da disposição, mencionado anteriormente, de acordo com Ausubel (2003), para que ocorra a aprendizagem significativa é necessária a condição de que o conteúdo abordado deve ter significado lógico, isto é, deve estar organizado de modo não arbitrário, sendo passível de ser aprendido significativamente; e a condição de que o aluno deve dispor de subsunçores adequados para poder transformar o significado lógico em significado psicológico, alterando sua estrutura cognitiva.

Para Moreira (2012) a estrutura cognitiva é o conteúdo total e organizado de ideias de um dado indivíduo; ou, no contexto da aprendizagem de certos assuntos, refere-se ao conteúdo e organização de suas ideias naquela área particular de conhecimento. Esta estrutura se apresenta como uma estrutura de subsunçores interrelacionados e organizados de modo hierárquico. Tal estrutura se modifica continuamente, e assim, acontecem o processo de diferenciação progressiva e o processo de reconciliação integradora. Conforme Moreira (2012, p. 6): “A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos”.

A diferenciação progressiva tem como conjectura fundamental o fato da aprendizagem ocorrer em uma estrutura hierarquizada de forma natural, acontecendo de cima para baixo em termos de generalização e inclusão, condicionando as características de distinção, extensão e a incorporação substantiva de novas informações como requisito indispensável à viabilidade, de fato, da aprendizagem

significativa por recepção. Moro (2015, p. 24) afirma que:

Quando um novo conceito ou uma nova proposição é aprendido por um processo de interação e ancoragem em um conceito subsunçor, este também se modifica. Quando esse processo ocorre uma ou mais vezes leva à diferenciação progressiva do conceito subsunçor. As ideias estabelecidas na estrutura cognitiva podem ser, durante a aquisição de novas aprendizagens, tanto reconhecidas como relacionadas. Novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva podem reorganizar-se e adquirir novos significados.

Em relação à reconciliação integradora, Moreira (2011, p. 112) argumenta que: “é o princípio segundo o qual a instrução deve também explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças importantes e reconciliar discrepâncias reais ou aparentes”. Dessa forma, o material utilizado para ensinar o aluno deve favorecer a aprendizagem oferecendo condições para que aconteça interações entre as ideias já estabelecidas em sua estrutura cognitiva com as novas ideias, observando semelhanças e diferenças diante dos novos conhecimentos.

Dessa forma, o pesquisador/professor, em sua atividade acadêmica cotidiana, durante o processo de organização dos conteúdos que serão lecionados, precisa ter o cuidado de possibilitar a diferenciação progressiva, permitindo que se estabeleçam relações de semelhanças e diferenças entre os conceitos abordados.

Tendo em vista a influência adquirida pelos aspectos objetivos e operacionais da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, utiliza-se dos seus fundamentos para identificar subsunçores do conteúdo de energia, além da construção de mapas conceituais relativos ao assunto abordado, com base nos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

Segundo Moreira (2005), a aprendizagem significativa implica atribuição de significados idiossincráticos (característicos do comportamento, do modo de agir ou da sensibilidade do indivíduo), dessa forma, os mapas conceituais elaborados pelos alunos podem revelar tais significados. Mapas conceituais são diagramas conceituais hierárquicos destacando conceitos de certo campo conceitual e relações entre eles (NOVAK; GOWIN, 1984; MOREIRA, 2006). São muito úteis na diferenciação progressiva e na reconciliação integrativa de conceitos e na própria conceitualização. Tais mapas conceituais são instrumentos que facilitam a aprendizagem significativa. Conforme Carabetta-Júnior (2013, p.441):

Os mapas conceituais, criados por Novak com base na teoria de Ausubel, podem constituir para os alunos uma estratégia pedagógica de grande relevância para a construção de conceitos científicos, ajudando-os a integrar e relacionar informações e atribuir significado ao que estão estudando.

Considerando a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, acredita-se que os conhecimentos estão contidos de modo não aleatório na memória do sujeito, pelo contrário, sugere-se que a organização cognitiva se apresenta de modo ativo, que as ideias que nela existem possuem relações e são importantes para a aquisição de outras informações. Da mesma forma que o conhecimento desenvolvido nas instituições de ensino é construído em grupo, a aprendizagem desse conhecimento é desenvolvida individualmente, assim, o aluno não pode ser visto como um receptor de conhecimento, ele deve ser considerado como agente da construção de sua própria estrutura cognitiva (MORO, 2015).

Dessa forma, de acordo com o que foi descrito anteriormente, acredita-se que as atividades computacionais e os mapas conceituais possuem o papel exemplar de materiais potencialmente significativos, que possivelmente possam contribuir para a construção de conceitos relacionados à energia. Além disso, o uso desses recursos no ensino de Física deve ser planejado previamente pelo

professor e estar claramente associado com a prática em sala de aula.

É nesse contexto que foram propostas atividades utilizando simulações computacionais e mapas conceituais para uma melhor compreensão dos fenômenos relacionados à energia, sua conservação e transformações. As simulações computacionais do PhET (Formas de Energia e Transformações/Sistemas de Energia; Gerador; Energia na pista de skate; Lei de Hooke; Massas e Molas; Parque energético para skatistas) foram utilizadas nesta pesquisa como aliadas aos mapas conceituais nas aulas de Física, especialmente para tratar do conceito de energia.

No *software* Formas de Energia e Transformações/Sistemas de Energia, se explorou como o aquecimento e resfriamento de materiais como o ferro, tijolo e água aumentam ou removem energia. Percebeu-se como a energia é transferida entre os objetos, inclusive do Sol para o corpo humano. Construiu-se seus próprios sistemas, com fontes de energia, modificadores e usuários. Acompanhou-se e visualizou-se como a energia “flui” e muda através do seu sistema, exploração do conceito de calor. No *software* de simulação Gerador, “gerou-se” eletricidade movimentando um ímã em forma de barra próximo a um solenoide, caracterizando a transformação de energia mecânica para energia elétrica. Descobriu-se a Física por trás de alguns fenômenos, explorando ímãs e como poder-se-ia usá-los para acender uma lâmpada, por exemplo, mostrando como converter energia elétrica em luminosa.

No simulador Energia na Pista de Skate, aprendeu-se sobre conservação de energia com um personagem skatista. Explorou-se pistas diferentes e os alunos puderam perceber as relações entre a energia cinética, energia potencial e atrito enquanto a personagem se movia. Construiu-se suas próprias trilhas, rampas e saltos para o skatista. No *software* Lei de Hooke, os alunos puderam esticar e comprimir molas para explorar as relações entre força, constante de mola, deslocamento e energia potencial elástica. Investigou-se ainda o que acontece quando duas molas são conectadas em série e em paralelo.

No *software* Massas e Molas, os alunos puderam pendurar as massas das molas e fazer os ajustes com a constante da mola e o amortecimento. Eles tiveram a oportunidade de transportar o laboratório para diferentes planetas ou alterar o tempo. Observaram-se as forças e energia no sistema em tempo real e mediu-se o período usando o cronômetro. Finalmente no *software* No Parque energético para skatistas, os alunos aprenderam sobre conservação de energia com um skatista. Eles construíram trilhas, rampas e saltos para o skatista e viram as relações e grandezas que envolvem energia cinética, energia potencial gravitacional e atrito enquanto o personagem se movia. Puderam ainda levar o skatista a diferentes planetas ou até mesmo ao espaço para verificar a influência da gravidade.

Desa forma, o conceito de energia está ligado à capacidade de produzir movimento ou transformar alguma coisa. Para a Física, a energia é uma entidade de caráter abstrato que está relacionada com o movimento de um sistema fechado e não variável com o passar do tempo. Refere-se a um ente imaginário que se relaciona com o estado de um sistema físico. Considerando seus mais diversos aspectos, como temperatura, propriedades químicas e massa, por exemplo, diz-se que todos os corpos possuem energia. Segundo Walker, Halliday e Resnick (2010, p. 153):

O termo energia é tão amplo que é difícil pensar em uma definição concisa. Tecnicamente, energia é uma grandeza escalar associada ao estado de um ou mais objetos; [...] Energia é um número que associamos a um sistema de um ou mais objetos. Se uma força muda um dos objetos, fazendo-o entrar em movimento, por exemplo, o número que descreve a energia do sistema varia.

Tomando como referência o campo de estudo, pode-se listar vários tipos de energia. Um desses tipos é a energia mecânica, que é descrita como sendo a junção da energia cinética,

promovida pelo movimento, e a energia potencial, que pode ser explorada em termos de gravidade ou de deformação de objetos. A energia é um recurso natural sob o qual a civilização humana baseia-se em seus processos de obtenção e em seu consumo de forma eficiente.

A comunidade científica classifica a energia conforme a sua fonte de produção. Existem as fontes não renováveis de energia, que correspondem a fontes finitas, como as que possuem como base o carvão, gás natural ou o petróleo, por exemplo. Existem, ainda, as fontes renováveis de energia, tidas como “infinitas”, tem-se como exemplos a energia proveniente do sol e dos ventos. É preciso destacar que a exploração econômica ou industrial de energia está associada a vários processos, que se modificam conforme a fonte utilizada.

De acordo com Macêdo (2009), os softwares do projeto PhET² possibilitam que os alunos criem conexões de interação entre a realidade e os fenômenos desconhecidos da Física por meio de suas simulações, aumentando a probabilidade de aprendizado desses fenômenos. Tais simulações disponibilizam vários recursos – gráficos e controles intuitivos, barras e botões, para que desse modo, os alunos possam compreender visualmente os conceitos físicos.

O PhET *interactive simulation* se trata de um projeto da Universidade de Colorado Boulder, organização sem fins lucrativo, constituído em 2002 pelo ganhador do prêmio Nobel de Física (1995) Carl Wieman. Inicialmente, na perspectiva de Wieman, o propósito fundamental do PhET foi melhorar a forma como a ciência é ensinada e aprendida. Sua intenção foi contribuir mundialmente para o avanço da ciência e dos processos de ensino e de aprendizagem por meio de simulações interativas livres (WIEMAN; PERKINS; ADAMS, 2008).

3 Metodologia

Com o trabalho que originou este artigo pretendeu-se compreender o público pesquisado por meio da análise de suas atitudes e de seu desenvolvimento diante das atividades propostas. Nessas condições, diz-se que esta pesquisa foi de natureza qualitativa, pois, segundo Lüdke e André (2013, p.13) esse tipo de pesquisa:

[...] envolve a obtenção de dados descritivos, obtidos no contato direto do pesquisador com a situação estudada, enfatiza mais o processo do que o produto e se preocupa em retratar a perspectiva dos participantes, em que serão adotadas técnicas empíricas.

De acordo com Moreira (2011), utilizando-se dessa forma de pesquisa, o pesquisador torna mais rica sua narrativa, ao passo que pode usar exemplos de trabalhos de seus alunos, fragmentos de entrevistas, suas anotações e comentários interpretativos. Com intenção de convencer o leitor, pode mostrar provas que deem base à sua interpretação. E ainda permite ao leitor tirar suas próprias conclusões acerca das interpretações do pesquisador.

Foi também utilizado um diário de campo para anotações de informação importantes e que poderiam ser aplicadas na construção dos resultados, pois a forma como o processo de observação em uma pesquisa qualitativa se desenvolve exigiu reflexões em momentos futuros. Para Triviños (2009), muitas atitudes, comportamentos, diálogos e fatos percebidos durante esse processo podem revelar novas perspectivas de buscas, a necessidade de se reestruturar questionamentos, de insistir em certas características, pode revelar ainda uma nova hipótese e até mesmo uma ideia.

Entendeu-se que a metodologia de estudo de caso pareceu ser uma boa opção para que se conduzisse esta intervenção pedagógica, onde os acontecimentos fazem parte do todo e estão de

²Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

acordo a propriedades não previsíveis. Esta intervenção faz uso do estudo descritivo que tem como objetivo descrever uma intervenção dentro do contexto em que ela ocorreu. Sua realização ocorreu em um curto intervalo de tempo, pois, um aspecto importante da concepção de Yin (2005) para estudos de caso se trata do tempo necessário para a realização de uma investigação. Ele afirma que uma pesquisa que explore tal estratégia não necessariamente precisa ser realizada em um extenso intervalo de tempo.

Como objetivo geral da pesquisa, procurou-se investigar se a utilização de simulações computacionais e mapas conceituais podem contribuir no processo de aprendizagem significativa do conceito de energia no ensino médio. Os objetivos específicos foram: identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de energia, sua conservação e transformações; elaborar e desenvolver atividades de simulação computacional considerando os conhecimentos prévios dos alunos; analisar os mapas conceituais produzidos e apresentados pelos alunos buscando detectar possíveis contribuições das atividades de simulação computacional desenvolvidas durante a prática pedagógica no ensino do conceito de energia.

Os participantes das atividades foram alunos de uma turma do ensino técnico profissionalizante integrado ao Ensino Médio do IFTO, campus Palmas, pertencentes ao curso Técnico em Informática na disciplina de Física, que iniciaram suas atividades escolares no primeiro semestre de 2017. A turma em questão possuía um total de 44 alunos, todos participaram da prática pedagógica.

As atividades de pesquisa ocorreram semanalmente, durante 5 semanas, tendo 3 encontros semanais de 1 hora e 40 minutos, totalizando 25 horas. As aulas foram desenvolvidas no laboratório de Informática, o qual possui espaço suficiente para todos os alunos. A sua estrutura conta com seis bancadas de computadores conectados a internet, com os *softwares* do PhET e com o *software* CmapTools³ instalados em cada um deles. A instalação prévia destes foi necessária para realizar as atividades de simulação e construção dos mapas conceituais. O questionário inicial foi respondido pelos alunos em salas de aulas tradicionais do IFTO.

Com a intenção de melhor transcrever e compreender os resultados referentes aos mapas apresentadas pelos alunos na análise de dados, decidiu-se organizar algumas questões para orientação. Os alunos receberam os nomes A1, A2, A3, e assim por diante. Os grupos formados por eles durante as atividades foram chamados de G1, G2, G3 (formando um total de 11 grupos), e assim sucessivamente, os mapas conceituais foram denominados M1, M2, M3,...., para que assim fossem representados anonimamente.

Inicialmente, os alunos responderam um questionário com seis perguntas de caráter discursivo com o objetivo de sondar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conceito de energia e suas relações com o cotidiano dos alunos (foram explorados os tipos de energia, suas transformações, consumo de energia, fontes renováveis, potência, potencial e trabalho), de acordo com os objetivos específicos desta intervenção pedagógica. Na sequência, os alunos desenvolveram, sob a supervisão do professor, as atividades de simulação computacional. A abordagem teórica dos assuntos ocorreu simultaneamente durante a realização das atividades.

No início de cada aula, todos os materiais para a realização das simulações (o computador com os *softwares* instalados) já estavam nas bancadas do Laboratório de Informática do IFTO, divididos uniformemente por grupos de quatro alunos. O trabalho em grupo teve a finalidade de promover a interação entre eles podendo contribuir para uma melhor discussão do assunto

³ CmapTools, do *Florida Institute for Human and Machine Cognition (IHMC)* - Disponível em: <https://cmap.ihmc.us/cmaptools/>

abordado. Nos últimos encontros cada grupo apresentou para a turma seus mapas conceituais sobre o conceito de energia elaborados no software Cmaptools.

Em cada aula, respectivamente, foi entregue aos grupos de alunos, um material impresso norteador com questões abertas sobre energia, com base nas simulações do PhET: Formas de Energia e Transformações/Sistemas de Energia; Gerador; Energia na pista de skate; Lei de Hooke; Massas e Molas; Parque energético para skatistas. As simulações citadas estão de acordo com o ramo da Física que trata do conceito de energia, trabalho, potência e suas associações, explorados no questionário inicial.

O material impresso serviu para que os alunos desenvolvessem as atividades computacionais de modo organizado, além de levantar discussões durante a resolução dos problemas. Esse procedimento foi uma tentativa de permitir a promoção do engajamento cognitivo e a interação entre os alunos e os recursos instrucionais. No fim das atividades foi exigido um mapa conceitual de cada grupo sobre o assunto abordado, com isso esperou-se promover a negociação de significados entre os alunos e com isso avaliar sua compreensão em relação ao conceito de energia.

4. Análise e Discussão dos Dados

4.1 Análise do questionário inicial

No início da intervenção pedagógica utilizou-se um questionário formulado com perguntas de natureza discursiva, como instrumento da coleta de dados, o objetivo foi identificar os possíveis conhecimentos prévios dos alunos. Tal questionário foi organizado com seis perguntas relacionadas ao conceito de energia. Em seguida, o material norteador das simulações, baseado nesses conhecimentos prévios e mapas conceituais com suas apresentações, serviu como tentativa de promover a aprendizagem significativa do conceito de energia, suas formas e transformações, além de suas aplicações em situações do cotidiano.

Antes da aplicação do questionário, acreditou-se ser necessário informar aos alunos que não deixassem nenhuma questão em branco, que seria importante qualquer informação que eles tivessem a respeito do assunto abordado, por mais simples que fosse. No entanto, alguns alunos não responderam algumas questões. Na questão 1, elaborada com o intuito de detectar qualquer informação que os alunos tivessem em relação ao conceito de energia, em sua forma geral, percebeu-se que trinta e seis alunos reconhecem a importância social da energia, o fato de que ela se transforma e que ela está ligada a algum tipo de ação. Os outros oito alunos responderam de forma inadequada, considerando os conceitos relativos à energia propostos pela comunidade científica que convergem para uma aceitação atual geral. A Figura 1 mostra as respostas dos alunos A5 e A17 para a primeira pergunta do questionário inicial.

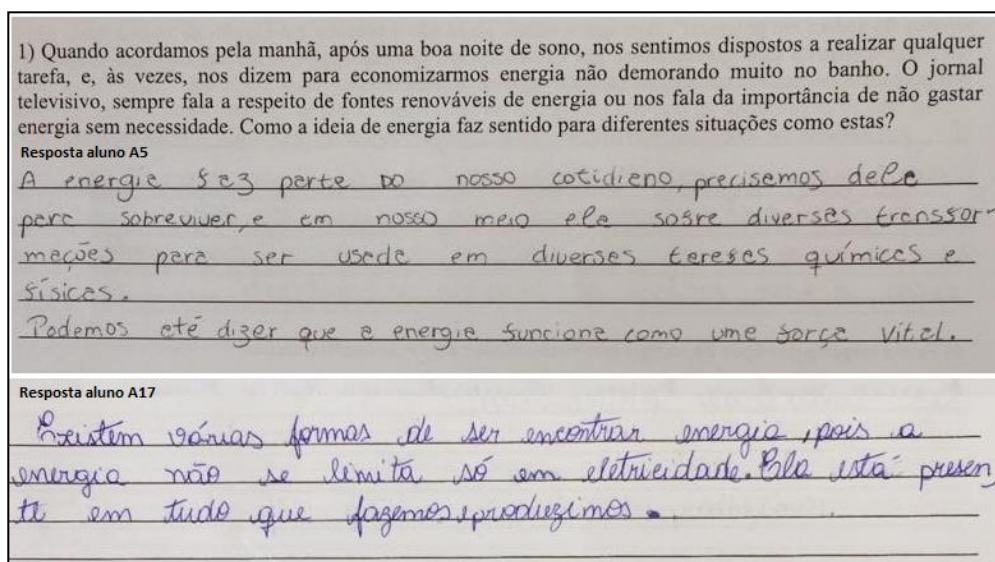


Figura 1 – Respostas dos alunos A5 e A17 para a questão 1.
Fonte: Os autores, 2018.

Em relação à Figura 2 que apresenta as respostas dos alunos A4 e A9 em se tratando da questão dois, nota-se que eles fazem menção à fotossíntese, quando se pede na questão para que eles elaborem alguma relação entre um vegetal e a temperatura do Sol. As respostas dos alunos A4 e A9 representam 75% do total de respostas dos 44 alunos, ou seja, tais respostas possuem a mesma natureza, mostram que os alunos entendem que existe alguma relação da luz do Sol com a vida na terra. Os demais alunos, 25%, não conseguiram responder a questão, deixando em branco.

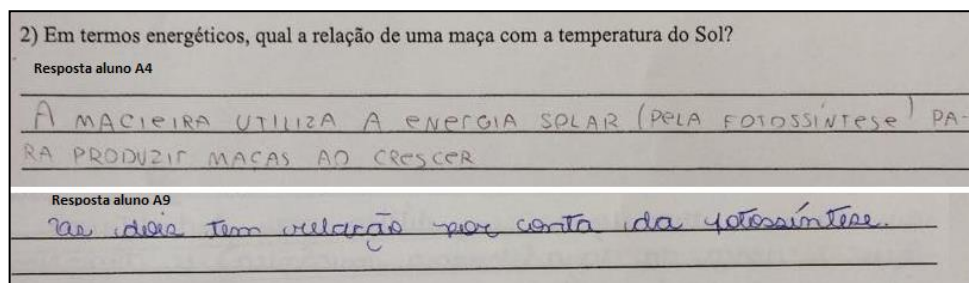
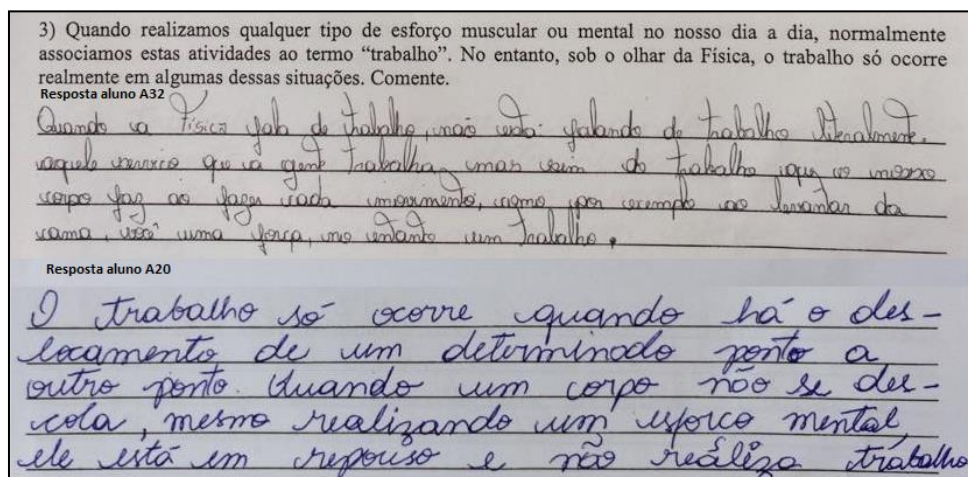


Figura 2 – Respostas dos alunos A4 e A9 para a questão 2.
Fonte: Os autores, 2018.

A questão 3 foi elaborada com o objetivo de detectar algum vestígio de conhecimento dos alunos em se tratando do conceito de trabalho, considerando que geralmente a comunidade científica concorda que se associa a energia com a capacidade de se produzir trabalho (WALKER; HALLIDAY; RESNICK, 2010). A Figura 3 apresenta as respostas dos alunos A32 e A20 em relação à questão 3.



A Figura 3 apresenta as respostas dos alunos A32 e A20 em relação à questão 3.
Fonte: Os autores, 2018.

A resposta do aluno A32 representa, por semelhança de conteúdo, 38 respostas de alunos que também se referiram ao trabalho como sendo um termo físico que pode ser relacionada com força e movimento. As respostas dos outros 5 alunos estão de acordo com a resposta apresentada pelo aluno A20, as seis respostas mostram que estes alunos reconhecem que o trabalho possui alguma relação com o deslocamento de um corpo. Entretanto, nenhum dos 44 alunos foi capaz de descrever que o trabalho está relacionado, ao mesmo tempo, com as grandezas força e deslocamento, nem que o trabalho pode ser representado pela medida da energia transferida por meio da aplicação de uma força ao longo de um deslocamento (WALKER; HALLIDAY; RESNICK, 2010). As variáveis força e deslocamento podem ser consideradas *subsunçores*.

Na questão 4 buscou-se investigar os conhecimentos dos alunos em relação ao termo físico potência, que também está associado ao conceito de energia. Na Figura 4 aparecem as respostas dos alunos A12 e A3 para esta questão.

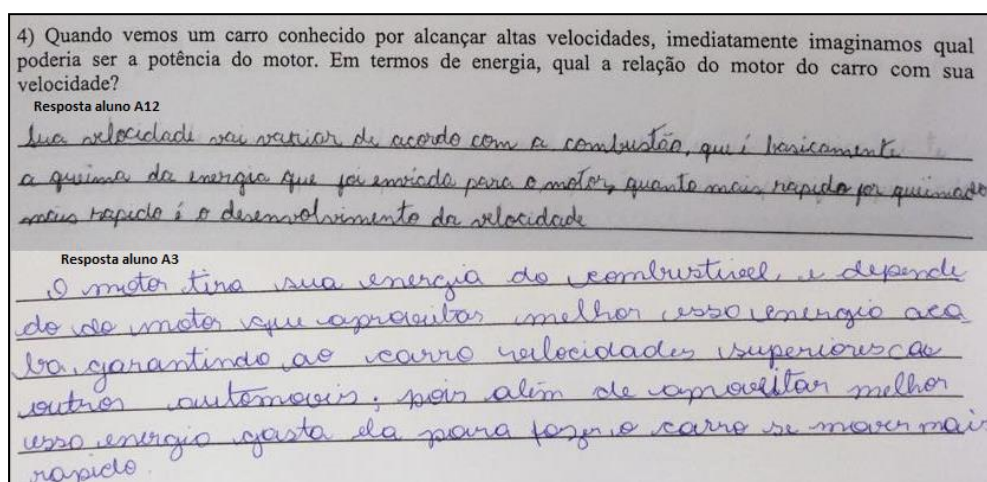


Figura 4 – Respostas dos alunos A12 e A3 dadas para a questão 4.
Fonte: Os autores, 2018.

Analisando as respostas dos alunos A12 e A3, nota-se que os mesmos fazem referência ao conceito de energia para falar de potência. Tais respostas representam 84% das respostas dos

demais alunos, que também utilizaram aspectos que envolvem relações de gasto energético com aumento de velocidade de um corpo, ou seja, quanto mais consome energia, mais rápido o carro consegue se movimentar. Essa ideia, apresentada pela maior parte dos alunos, se aproxima da definição de potência, que segundo Walker, Halliday e Resnick (2010), corresponde à energia que mudou de aspecto ou que transitou de um local para outro em função do tempo, caracterizando variação de energia. Aproxima-se ainda da ideia de potência dada em termos de força e velocidade defendida pelos mesmos autores.

Já o termo potencial, que se refere a uma grandeza que permite descrever a probabilidade de variação que outra grandeza teria, é tratado na questão 5. De acordo com Walker, Halliday e Resnick (2010), o termo energia potencial se refere à energia que ficaria "armazenada" em um corpo e que pode contribuir para que ele realize trabalho, em outras palavras, ser convertida em outro tipo de energia. Essa energia potencial poderia se apresentar, a qualquer instante, no formato de movimento. No entanto, para que a energia seja armazenada, é necessário que o corpo esteja associado a um sistema físico, como força elástica, por exemplo. Na Figura 5 são apresentadas as respostas dos alunos A23 e A40 para esta questão

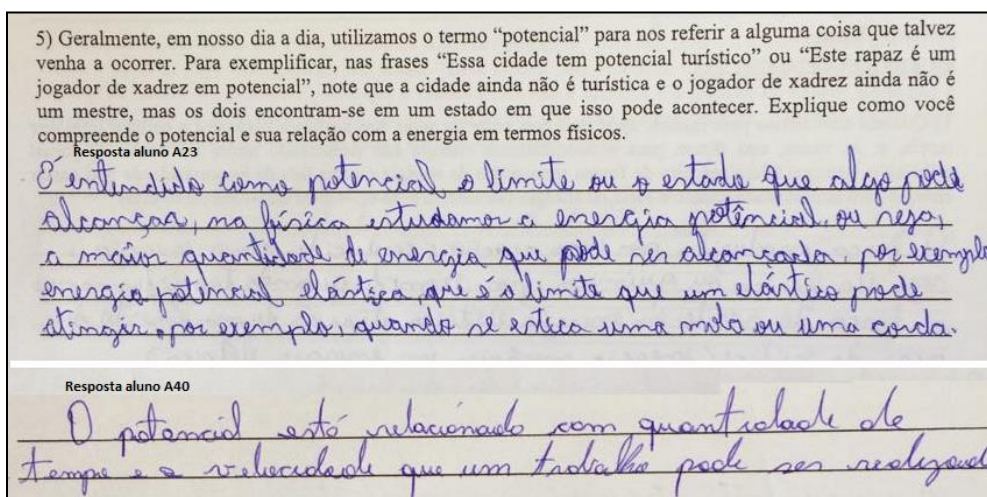


Figura 5 – Respostas dos alunos A23 e A40 dadas para a questão 5.

Fonte: Os autores, 2018.

Uma pequena parcela dos alunos, o que corresponde a 18%, responderam a questão 5 de acordo com a resposta do aluno A23, utilizando-se, em algum momento, do termo energia potencial elástica. Apenas 10% dos alunos citaram o termo trabalho para se referir ao potencial e sua relação com energia. Assim diz-se que 28% dos alunos respondem a questão 5 com aproximações do que seria a definição de potencial energético aceita pela comunidade científica, corroborada pelos autores Walker, Halliday e Resnick (2010). Foi a questão que apresentou maior incidência de respostas em branco ou respostas sem sentido científico, 72%.

Finalmente, a questão 6 teve o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre as formas de energia conhecidas por eles, além de suas transformações ou usinas onde ocorrem essas transformações energéticas. Figura 6 apresenta as respostas atribuídas pelos alunos A35 e A16 para a questão 6.

6) Fale a respeito dos tipos de energia que você conhece e de suas transformações.

Resposta aluno A35

Energia Térmica: se transforma em elétrica
 Energia Luminosa: se transforma em térmica
 Energia Elétrica: se transforma em luminosa

Resposta aluno A16

Energia mecânica →
 Energia elétrica →
 Energia solar →

Figura 6 – Respostas apresentadas pelos alunos A35 e A16 para a questão 6.
 Fonte: Os autores, 2018.

Verificou-se que todos os 44 alunos conseguiram apresentar algum tipo de energia, ou algum tipo de transformação, ou tratou de alguma usina. As respostas dos alunos A35 e A16 representam, por semelhança de conteúdo, as respostas dos demais alunos. Todas as respostas foram de caráter simplista, além disso, os alunos confundiram, em muitos casos, o tipo de energia com a usina que as produz, como energia mecânica, cinética, potencial e “energia eólica”, por exemplo. De acordo com Walker, Halliday e Resnick (2010), a energia mecânica é a capacidade de um corpo produzir trabalho, é possível interpretar esse tipo de energia como aquele que, utilizando-se de uma força, pode-se transferi-la. Os autores afirmam ainda que a energia mecânica total de um sistema é a soma da energia cinética, que se relaciona com movimentos de corpos, com a energia potencial, associada ao armazenamento, sendo classificada como gravitacional ou elástica. Todos os alunos em suas respostas reconhecem a energia elétrica, e a maior parte deles, cerca de 90%, declara que a energia elétrica se transforma em energia luminosa.

4.2 Análise dos mapas conceituais

Com o intuito de encontrar evidências de aprendizagem significativa, grupos de quatro alunos elaboraram ao término das atividades de simulação computacional, um mapa conceitual que demonstrasse sua perspectiva sobre o assunto de energia. O uso de mapas conceituais pode ser uma estratégia para avaliar os alunos, além dos mapas servirem como instrumento didático podem contribuir na coleta de dados a respeito do aspecto estrutural de um agrupamento de conceitos que os alunos reconhecem. “Quando utilizados como instrumento avaliativo, os mapas conceituais concentram-se na obtenção de informações sobre a estruturação edificada pelo educando para um conjunto de conceitos” (BORUCHOVITCH; SOUZA, 2010, p. 209).

Assim, sugeriu-se que os alunos produzissem os mapas conceituais e os apresentassem ao final das atividades computacionais, procurando relacionar os conceitos e fazer uma exposição visual destes, como uma maneira de demonstrar seus conhecimentos, com a intenção de encontrar vestígios de aprendizagem significativa. Buscando encontrar indícios de aprendizagem significativa, analisou-se os mapas elaborados pelos alunos. Verificou-se que nove dos onze mapas foram mostrados no formato “teia de aranha”, os demais possuem o aspecto vertical.

Os alunos elaboram um total de onze mapas conceituais, cada grupo com quatro alunos elaborou um mapa, no entanto, alguns mapas trazem semelhanças consideráveis, tornando sua análise individual exaustiva e desnecessária. Dessa forma, é razoável que se faça, como se segue nesta seção, a análise de três mapas conceituais que representam, por semelhança de conteúdo, três categorias de mapas. Eles foram denominados M1, M6 e M7 para fazer referência aos grupos (G1, G6 e G7) que os confeccionou e para simplificar a análise. “Se entendermos que o aluno é o construtor do seu conhecimento e o faz por meio de uma aprendizagem significativa, aprender de

modo significativo consiste, então, em construir significados para as experiências” (CARABETTA-JÚNIOR, 2013, p. 446). Assim, espera-se que os mapas conceituais elaborados pelos alunos possam representar tais significados. A Figura 7 mostra o mapa criado pelo grupo M1.

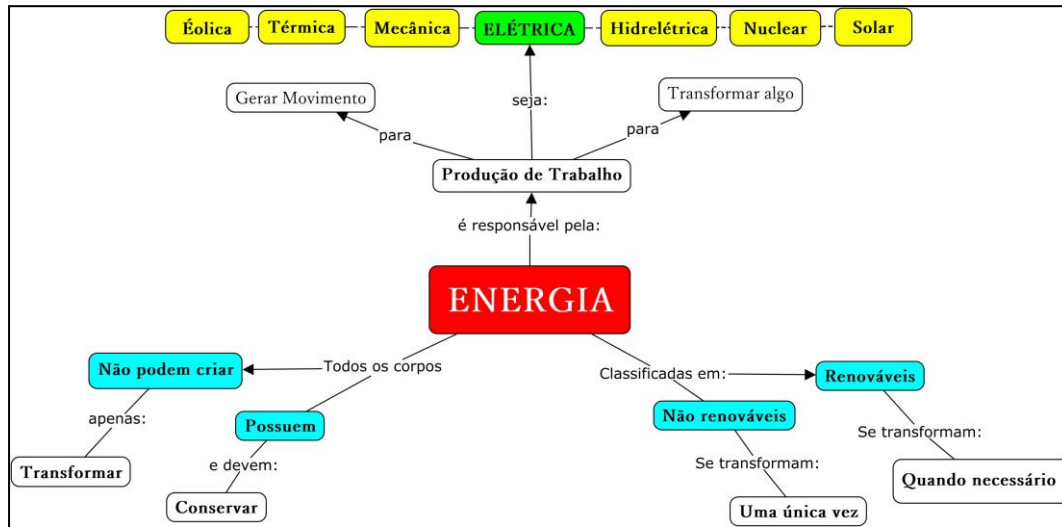


Figura 7 – Mapa conceitual M1 criado pelos alunos.
Fonte: O autor, 2018.

O mapa M1 representa os mapas conceituais mais simples construídos pelos alunos com base na memorização, pois não há ligação com subsunçores mostrados no questionário inicial, nele observa-se a distribuição de alguns conceitos ligados à energia, no entanto existem poucas relações entre os mesmos. Os alunos reconhecem que se pode classificar a energia em renovável e não renovável, mas não mostram exemplos. Na construção deste mapa, é provável que os alunos tenham se valido de memorização, isso se deve ao fato do mapa possuir poucos conceitos relacionados com os conhecimentos deles apresentados no questionário inicial e pouca exemplificação, mesmo depois das atividades computacionais.

No entanto, novos conhecimentos surgiram, verifica-se que eles reconhecem que a energia se conserva, que a energia possui uma relação direta com o trabalho, além de apresentarem mais alguns tipos de energia. Ausubel (2003) acredita que ao se buscar constatações da aprendizagem significativa é importante considerar a possibilidade de memorização, informações que os alunos carregam com base em sua própria experiência de vida e academia. Assim, diz-se que a aprendizagem por meio da memória pode contribuir na obtenção de novas informações que servirão de subsunçores para a ancoragem de novos elementos. Dessa forma, a aprendizagem mecânica pode trazer elementos importantes para a ancoragem de novos conhecimentos que possam tornar a aprendizagem significativa.

Contudo, no mapa conceitual M6, percebe-se maior quantidade de ideias e proposições relacionadas ao conceito de energia. Este mapa representa os mapas conceituais elaborados pelos alunos em nível além da memorização, apresenta delineamento lógico perceptível de acordo com os subsunçores mostrados no questionário inicial. Mostra ainda, conceitos específicos e exemplos, ligando o conceito de energia com os seres vivos e a realização de trabalho, caracterizando assim, hierarquia conceitual. Segundo Maffra (2011, p. 22):

Diversas características dos mapas conceituais são apresentadas pela literatura, mas de um modo geral, fica sempre evidente a presença de uma hierarquia durante sua organização de modo a facilitar o aprendizado. Tal hierarquização tende a promover maior assimilação de

um conteúdo novo através de sua associação com a estrutura cognitiva preexistente do estudante.

Os tipos de energia e seus exemplos são apresentados neste mapa conceitual juntamente com seu agente causador. Nos conhecimentos prévios dos alunos detectou-se que eles já reconheciam a existência do tipo de energia mecânica, por exemplo, no mapa M6 os alunos mostram uma relação hierárquica com energia, energia mecânica, que pode ser potencial ou cinética e a potencial que pode ser gravitacional ou elástica. Os alunos preocupam-se ainda em mostrar, no mapa, as principais unidades de medida utilizadas em energia. A Figura 8 apresenta o mapa conceitual M6.

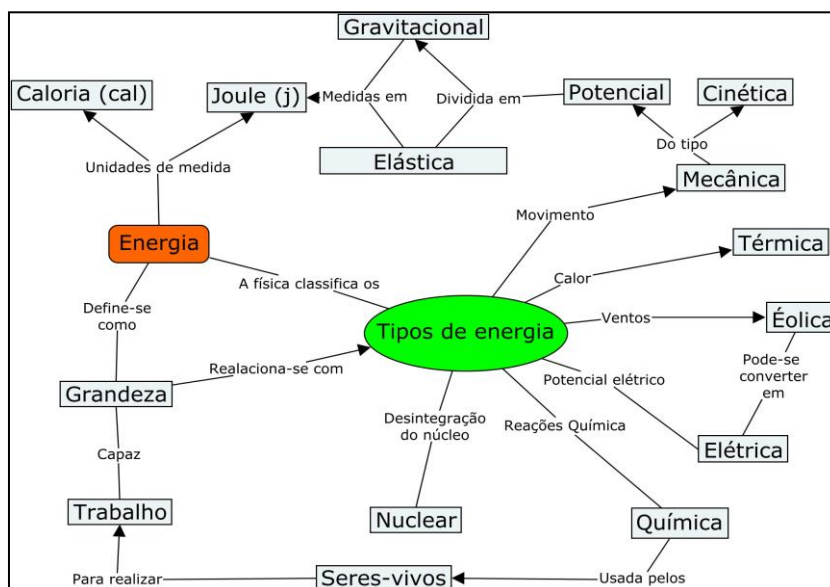


Figura 8 – Mapa conceitual M6 elaborado pelos alunos.
Fonte: O autor, 2018.

Os seres vivos e sua relação com a energia foram citados por oito dos onze grupos através de exemplos ou de alguma relação conceitual, fator importante ligado ao termo fotossíntese (subsunçor) mencionado por 75% dos alunos na questão dois do questionário inicial e trabalho nos softwares dos PhET que trataram de conversão de energia solar.

O mapa conceitual M7 representa uma terceira categoria de mapas, onde encontram-se um número considerável de relações entre subsunçores mostrados no questionário inicial e novos conhecimentos adquiridos durante as atividades de simulação computacional. Nota-se uma quantidade considerável de ideias e proposições relacionadas com o conceito de energia. Mostra ainda, hierarquias conceituais, quando apresenta conceitos começando com as características mais gerais (como energia), partindo em direção aos mais específicos (como movimento, velocidade e aceleração) discutidos durante as atividades de simulação, deixando evidente a diferenciação progressiva (FALCÃO, 2012). Observa-se ainda, o termo eólica (subsunçor apresentado na questão seis do questionário inicial), que aparece como um tipo de energia, mostrado no mapa M7 conectado a novas proposições de cunho social, como energia eólica é limpa e barata, por isso possui benefícios, no entanto possui alguns problemas como ruídos excessivos e abate de pássaros. A Figura 9 apresenta o mapa conceitual M7.

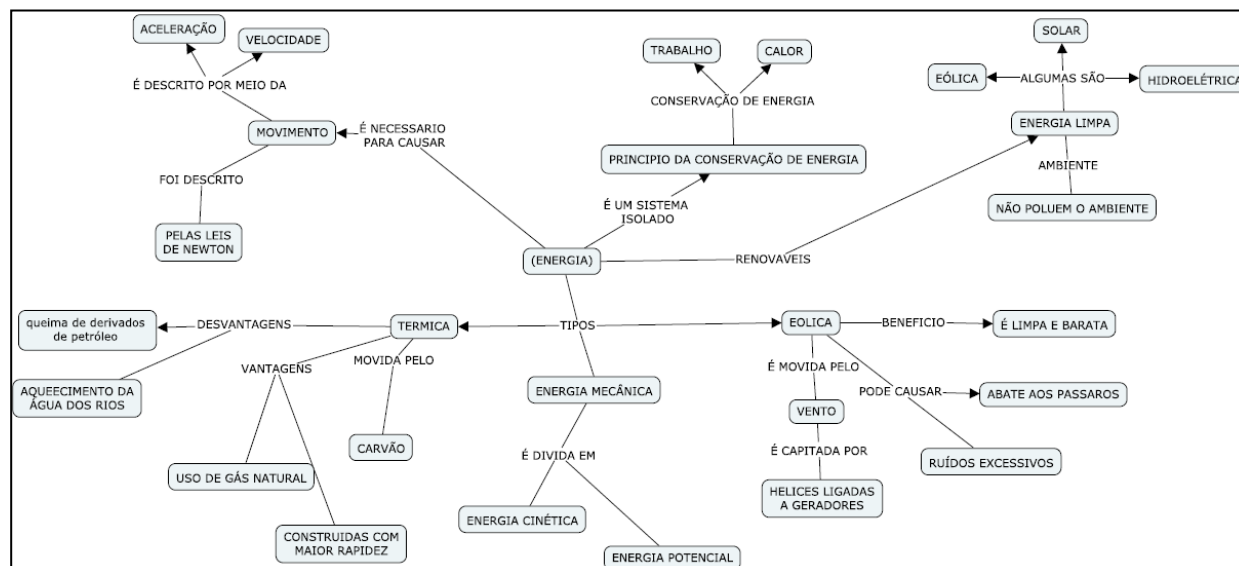


Figura 9 – Mapa conceitual M7 elaborado pelos alunos.
Fonte: O autor, 2018.

Neste mapa conceitual (Figura 9) verifica-se uma variedade de conceitos, ideias e preposições relacionados e que fazem referência ao cotidiano dos alunos. Observa-se ainda uma organização fundada sobre uma ordem de prioridade entre os elementos ligados ao conceito central de energia. O aspecto hierárquico pode ser notado no mapa quando os alunos mencionam “energias renováveis”, subentendendo assim, distinção entre os termos “energia” e “energias não renováveis”, esta diferenciação também foi citada por mais quatro grupos dos onze envolvidos com o trabalho.

No decorrer das atividades realizadas envolvendo as simulações computacionais percebeu-se maior disposição intrínseca dos alunos em aprender o assunto de energia, fato que pode ser considerado importante para a aprendizagem significativa. De acordo com Guimarães (2001, p. 38):

Envolver-se em atividades por razões intrínsecas gera maior satisfação e há indicadores que esta facilita a aprendizagem e o desempenho. Estes resultados devem-se ao fato de que, estando assim, motivado o aluno opta por aquelas atividades que assinalam oportunidade para o aprimoramento de suas habilidades, focaliza a atenção nas instruções apresentadas, busca novas informações, empenha-se em organizar o novo conhecimento de acordo com seus conhecimentos prévios, além de tentar aplicá-lo a outros contextos.

Um aspecto que pode ser observado nos mapas conceituais mencionados neste artigo são as relações entre os conceitos de forma hierarquizada que também são reconhecidos como uma tentativa de impulsionar o que se chama de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Segundo Carabetta-Júnior (2013, p. 443):

Em sua forma gráfica, os mapas conceituais correspondem a diagramas hierárquicos que mostram a organização e correspondência entre conceitos, que são apresentados por uma diferenciação progressiva (desdobramento de um conceito em outros que estão contidos) ou por uma reconciliação integrativa (relação de um conceito com outro aparentemente diferente).

No processo de aprendizagem significativa ocorrem interação e ancoragem de um novo conceito com o conceito subsunçor, que também sofre modificação. A ocorrência frequente deste acontecimento nos remete à diferenciação progressiva do conceito subsunçor (MORO; NEIDE; REHFELDT, 2016). Durante as atividades de simulação, utilizou-se os dois princípios propostos por Ausubel, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. De acordo com Nunes (2014), o primeiro porque as ideias mais gerais precederam os conceitos mais específicos trabalhados de forma hierarquizada e o segundo devido serem repetidamente retomados os

conceitos já incluídos.

Os alunos puderam relacionar novos conhecimentos com informações contidas previamente em sua estrutura cognitiva. Outras ideias foram obtidas e princípios que já existiam na estrutura cognitiva dos alunos puderam novamente ser organizados e se modificar significativamente.

5. Conclusões

Desenvolver novos processos de ensino para tornar as aulas de Física mais agradáveis e significativas para os alunos tem sido cada vez mais desafiador para os professores da área. Este artigo mostra os resultados de uma intervenção pedagógica onde se utilizou métodos de ensino envolvendo simulações computacionais e mapas conceituais como tentativa de contribuir para uma resposta a esse desafio.

Neste momento, são apresentados os resultados que se alcançou tomando como referência os objetivos específicos. O primeiro objetivo, que foi identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conceito de energia, sua conservação e transformações, foi alcançado por meio da realização do questionário inicial. Com o uso dele, notou-se que os alunos apresentaram poucos conhecimentos sobre energia, no entanto relacionaram bem estes conhecimentos com os novos adquiridos durante as atividades. Sempre que foi necessário o professor/pesquisador, esclareceu dúvidas sobre energia, durante a realização das atividades.

O segundo objetivo, que foi elaborar e desenvolver atividades de simulação computacional considerando os conhecimentos prévios dos alunos também foi alcançado. Estas atividades foram desenvolvidas com base nas respostas dos alunos no questionário inicial e foram realizadas por eles sob a supervisão do professor/pesquisador. As questões trabalhadas nas atividades de simulação foram de natureza conceitual de acordo com o desempenho dos alunos no questionário inicial e segundo relações com o cotidiano dos mesmos. Segundo relatos dos próprios alunos, as atividades de simulações computacionais, o desenvolvimento e apresentação de mapas conceituais foram uma novidade para eles no que diz respeito à estratégia de ensino. Essa novidade parece ter promovido maior dedicação e estímulo entre eles em tentar compreender o conceito de energia de modo mais significativo.

A respeito do terceiro e último objetivo específico da pesquisa, que foi analisar os mapas conceituais produzidos e apresentados pelos alunos buscando detectar possíveis contribuições das atividades de simulação computacional desenvolvidas durante a prática pedagógica no ensino do conceito de energia. Pode-se afirmar que os alunos elaboraram mapas conceituais que mostram ideias e relações significativas no que se refere ao conceito de energia. Vários alunos comentaram sobre termos ligados à energia que ouviram falar em sua vida cotidiana. Estes, no decorrer das atividades ficaram compreendidos, tais como a diferença entre energia renovável e não renovável, as diferenças entre algumas usinas de energia e as relações de energia que envolve os seres vivos. Isso deixa claro que os alunos modificaram algumas de suas concepções iniciais sobre energia, o que pode ser caracterizado como um indicativo do que se chama de aprendizagem significativa.

Acredita-se que esta estratégia de ensino, em que se relacionam atividades de simulação computacional, confecção e apresentação de mapas conceituais, apresenta-se de acordo com as novas tendências dos processos de ensino e de aprendizagem, quando se tem a intenção de se compreender o mundo pelos meios tecnológicos e de modo significativo.

Finalmente, tendo em vista os resultados apresentados neste artigo, recomenda-se para futuras pesquisas o uso de simulações computacionais e a construção e apresentação de mapas

conceituais como ferramentas no ensino de Física e de outras disciplinas. Percebeu-se que esta estratégia de ensino favorece a interação entre os envolvidos no estudo, estimulando a capacidade dos alunos de governarem-se pelos seus próprios meios, encorajando e desenvolvendo a capacidade de argumentação e de associação entre as ideias a respeito de um tema. Inclusive, tais ferramentas de ensino possuem um caráter dinâmico e interativo, que aproximam o aluno de situações cotidianas, contribuindo assim, em motivar o aluno para aprender certo assunto. Apresentam-se, dessa forma, como materiais com potencial significativos, que podem colaborar para que o ensino de Física possua mais sentido e tenha mais significado e que esteja de acordo com a realidade dos alunos.

6. Referências

AUSUBEL, David. P.; NOVAK, Joseph. D.; HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. Rio: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, David. P. **Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BARBOSA, João P. V.; BORGES, A. Tarciso. **O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio**. Caderno Brasileiro do Ensino de Física. v.23, n.2, p.182-217, ago.2006.

BEHRENS, Marilda A. **Projetos de aprendizagem colaborativa num paradigma emergente**. In: MORAN, José Manoel; MASETTO, Marcos Tarciso; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 19. ed. Campinas (SP): Papirus, 2011. p. 67-132.

BRANDÃO, R.V.; ARAUJO, I.S.; VEIT, E.A. **A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física**. Física na Escola. São Paulo, v.9, n.1, 2008.

BORUCHOVITCH, Evely; SOUZA, Nádia Aparecida de. **Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa**. Educação em Revista. Belo Horizonte, v. 26, n. 03, p. 195-218, 2010.

CARABETTA-JÚNIOR, V. **A utilização de mapas conceituais como recurso didático para a construção e inter-relação de conceitos**. Revista Brasileira de Educação Médica (Online), v. 37, p. 441-447, 2013.

DIAS, Lisete Funari; SOARES, Sandra Schmidt; BILHALBA, Larissa Pires. **Simulações computacionais no ensino de física: Potencialidade para uma aprendizagem significativa**. In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/atas/listaresumos.htm>>. Acessado em: 20/03/2018.

FALCÃO, Rejane Maria de Araújo Lira. **Mapas conceituais e aprendizagem de conteúdo escolar no ensino fundamental I**. 205 f. Trabalho de conclusão em Educação/Dissertação. Programa de Pós-graduação Stricto Sensu, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus João Pessoa, Paraíba, 2012.

GUIMARÃES, S. E. R. **Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula**. (2001). In E. Boruchovitch & J. A. Bzuneck (Org.). A motivação do aluno: Contribuições da Psicologia Contemporânea. Petrópolis, RJ. Vozes.

JONASSEN, D. **Computadores, Ferramentas Cognitivas: desenvolvendo o pensamento crítico nas escolas**. Porto-Portugal: Porto Editora. Coleção Ciências da Educação Século XXI, nº 23, 2007.

LÜDKE, Menga. ANDRE, Marli E.D.A. **A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2 ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

MAFFRA, Stella Maria. **Mapas Conceituais Como Recurso Facilitador Da Aprendizagem Significativa – Uma Abordagem Prática**. 129 f. Trabalho de conclusão em Educação/Dissertação. Programa de Pós-graduação Stricto Sensu, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2011.

MACÊDO, Josué A. de. **Simulações computacionais como ferramenta auxiliar ao ensino de conceitos básicos de eletromagnetismo: Elaboração de Um Roteiro de Atividades para Professores do Ensino Médio**. Belo Horizonte: Puc Minas. 137 p. Dissertação (Mestrado). Mestrado profissionalizante em ensino de ciências e matemática, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

MACÊDO, Josué A. de; DICKMAN, Adriana G.; ANDRADE, Isabela S. Faleiro de. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. esp. 1, p. 562-613, set. 2012.

MOREIRA, Marco Antônio. **Uma abordagem Cognitiva ao Ensino de Física: A teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências**. Porto Alegre: UFRGS, 1983.

MOREIRA, Marco A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Ed. do Autor. 2005.

MOREIRA, Marco A. **Organizadores prévios e aprendizagem significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2006.

MOREIRA, Marco A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. 1ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco A. **Al final, que és aprendizaje significativo?** Qurriculum (Laguna), v. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, M.A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisado em Ensino de Ciências: A teoria da aprendizagem significativa**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>>. Acessado em: 22/03/2018.

MORO, Fernanda T. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio**. 2015. 156 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) – Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES, 2015.

MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. J. H. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa no ensino médio: análise da integração entre atividades experimentais e computacionais na transferência de energia térmica**. Revista Tecnologias na Educação, Ano 8, n. 14, 2016.

NOVAK, Joseph D.; Gowin, D. B. **Learning how to learn**. New York: Cambridge University Press. 1984.

NUNES, J. M. V. **Aprendizagem significativa: despertando a motivação intrínseca via história da matemática.** Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V4(2), p. 32-44, 2014.

NUNES, Sérgio da Costa & SANTOS, Renato Pires. **Análise Pedagógica de Portais Educacionais Conforme a Teoria da Aprendizagem Significativa.** Disponível em: http://www.cinted.ufrgs.br/renote/jul2006/artigosrenote/a13_21149.pdf. Acessado em: 22/03/2018.

PASTORIO, D. P.; SAUERWEIN, Ricardo Andreas. **Relato de utilização de um objeto virtual para o estudo de processos termodinâmicos.** In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xx/atas/listaresumos.htm>. Acessado em: 20/03/2018.

PSYCHARIS, S. **The computational experiment and its effects on approach to learning and beliefs on physics.** Computers & Education. Athens, 2010. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131510002642>. Acessado em: 19/03/2018.

TEODORO, Vítor D.; NEVES, Rui G. **Mathematical modelling in science and mathematics education.** Computer Physics Communications, Volume 182, p. 8-10, 2011.

TRIVIÑOS, A. N. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais.** São Paulo: Atlas, 2009.

VEIT, E.A.; ARAUJO, I.S.; MOREIRA, M.A. **Uma revisão da literatura estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências 4 , 5-18, 2004.

WALKER, Jearl. HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de física, volume 1: mecânica.** 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

WIEMAN, Carl E.; PERKINS, Katherine K.; ADAMS, Wendy K. **Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why.** American Journal of Physics. Am. J. Phys. 76, 393 (2008); <http://dx.doi.org/10.1119/1.2815365>. Acessado em: 18/03/2018.