

O ENSINO DA TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO EM UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA DESENVOLVIDA EM TORNO DO MOTOR DE STIRLING

Mathias Viana Vicari¹, Alexandre Tadeu Gomes de Carvalho²

¹ Universidade Federal de Viçosa/Colégio Nossa Senhora do Carmo, mathias.vianavicari@gmail.com

² Universidade Federal de Viçosa/Departamento de Física, atadeu@ufv.br

Resumo

Desenvolvemos uma sequência didática, com abordagem investigativa, e avaliamos o seu impacto no processo de ensino e aprendizagem através de instrumentos que indiquem a alfabetização científica. A sequência didática foi fundamentada nas teorias da Mediação, de Vygotsky, e da Aprendizagem Significativa, de Ausubel, bem como na elaboração de Mapas Conceituais e nos Três Momentos Pedagógicos, sistematizados por Delizoicov e Angotti. No desenvolvimento da aplicação da sequência privilegiou-se a relação social, no caso: o incentivo aos debates, trocas de conhecimentos, reflexões, análises, interpretações, relação da Física com fatos cotidianos, avaliações somativas (tradicionais) e utilização da ferramenta Mapas Conceituais, desenvolvidos por Joseph Novak, como instrumento de avaliação formativa para a indicação da alfabetização científica dos alunos. Escolhemos a 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica como tema selecionado, devido a sua importante contribuição para a sociedade, tanto historicamente quanto atualmente. A sequência didática foi aplicada para duas turmas de 2º ano (A e B) e duas turmas do 3º ano (A e B), ambas do Ensino Médio de um colégio particular da cidade de Viçosa - MG. O tempo de aplicação consistiu em um total de 8 aulas, sendo a sequência dividida em 5 etapas dentro dessas 8 aulas de cinquenta minutos. Através dos resultados obtidos que foram analisados, constatou-se que a metodologia adotada corroborou com as proposições dos teóricos citados acima, contribuiu no avanço significativo das notas dos discentes, no desenvolvimento e aplicação da matéria Termodinâmica e por fim, verificamos que alunos foram capazes de associar os problemas iniciais ao desenvolvimento dos experimentos, bem como na aplicação do conhecimento e dos indicadores da alfabetização científica.

Palavras-chave: Ensino de Física; Leis da Termodinâmica; Ciclo termodinâmico de Stirling; Mapas Conceituais.

Introdução

No Brasil o ensino da física na educação básica ainda se caracteriza, tipicamente, por abordagens que fazem uso excessivo da matemática e que são desprovidas de significado para o estudante, em detrimento da explicação conceitual (LOZADA; MAGALHÃES, 2008).

Essas abordagens do ensino da Física associam a esta disciplina dificuldade de compreensão, pouca relevância para a vida e é incapaz de despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, elementos que motivam o aprendizado.

Com o propósito de auxiliar na aprendizagem e estimular a participação dos alunos do ensino básico nas aulas de Física elaboramos, em linguagem multimídia,

um conjunto de sequências didáticas para o ensino das Leis da Termodinâmica, problematizadas em torno da construção e operação experimental de um protótipo de motor de Stirling, como mostrado na figura 1 abaixo:

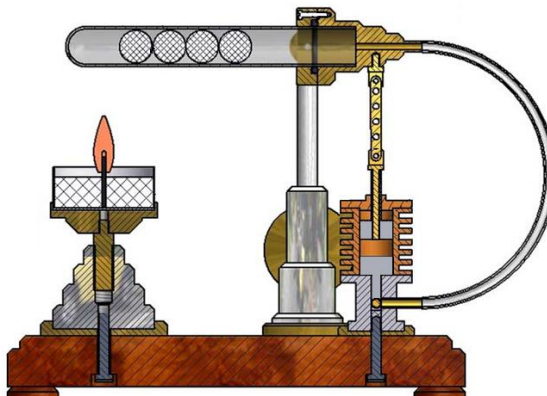


Figura 01: Motor de Stirling

A justificativa da escolha da linguagem multimídia é que ela possibilita o uso de diferentes mídias, textos, sons, imagens, vídeos e simulações, numa única tecnologia de apresentação e está presente na vida dos alunos através do seu convívio com celulares e computadores.

Elaboramos um guia de construção do motor de Stirling, em linguagem adequada aos professores e estudantes do ensino médio, investigando o modelo termodinâmico para o motor de Stirling, o desenvolvimento e aplicação das sequências didáticas, com abordagem investigativa problematizada em torno do das 1ª e 2ª leis da Termodinâmica.

Nossa metodologia está elaborada em torno de vídeos de curta duração de experimentos e de simulações computacionais e está fundamenta na teoria de Vygotsky (VYGOTSKY, 1989) que considera a linguagem um instrumento essencial para o fluxo do pensamento que elabora o aprendizado, e na metodologia de Delizoicov e Angotti resumida na figura 02.



Figura 02: Três momentos pedagógicos

Tal metodologia está estruturada em três momentos pedagógicos distintos: (i) problematização inicial; (ii) organização do conhecimento; e (iii) aplicação do conhecimento. O uso da linguagem multimídia se apoia na teoria de Vygotsky e na fluência dos alunos nesta linguagem, que considerava a linguagem um instrumento capaz de exercer influência no fluxo do pensamento por meio da interiorização do diálogo que o indivíduo estabelece com o meio, na Teoria da Aprendizagem

Significativa de Ausubel, em que o indivíduo organiza o conhecimento de forma ordenada e hierarquizada e na construção de mapas conceituais desenvolvidos por Novak e nos Três Momentos Pedagógicos, sistematizados por Delizoicov e Angotti (DELIZOICOV ; ANGOTTI, 1994).

A aplicação da metodologia foi efetuada em turmas do 2º e 3º anos do Ensino Médio, de um colégio particular, da cidade e Viçosa/MG e sua efetividade foi avaliada por meio da análise de mapas conceituais elaborados pelos alunos. Este método de avaliação permite a reelaboração do conhecimento, perpassa e revisita os dois últimos momentos pedagógicos além de prover uma forma de avaliação individual dos alunos (MOREIRA,1984).

Este trabalho vem sendo desenvolvido no âmbito do programa de Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física (MPNEF) em parceria com o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) - Licenciatura em Física da Universidade Federal de Viçosa – Campus Viçosa (MG). Ambos programas objetivam envolver licenciados e licenciandos em experiências metodológicas e práticas docentes inovadoras.

Metodologia

Nossa proposta metodológica tem um vídeo de curta duração que estabelece a problematização inicial. No vídeo, estão descritos os materiais necessários, a montagem do arranjo experimental do motor de Stirling e a execução do experimento de forma a permitir a visualização dos fenômenos físicos. Todo o arranjo experimental é de construção muito simples, permitindo que o aluno o reproduza até mesmo em casa, de forma segura e a um pequeno custo.

Após a exibição da experiência, o professor promove a análise e discussão dos resultados, fomentando que os alunos elaborem hipóteses, retirem conclusões de forma autônoma e compreendam os fenômenos investigados. Tal processo pode ser incrementado com a exibição de simulações computacionais PhET, relacionadas ao tema experimental, pois essas oferecem uma forma virtual de experimentação e exercitação.

As aulas e a construção do experimento buscam uma ordenação estabelecendo a sequência de ações a executar, em acordo com a estratégia previamente elaborada pelo professor. Os materiais desenvolvidos abordam o estudo de diferentes tópicos da termodinâmica e, com o auxílio de um projetor, podem ser exibidos em sala de aula, em partes ou em seu conjunto.

Na sequência da aula, conduzida pelo professor e exemplificadas na figura 3, a etapa de organização do conhecimento passa por nova visualização do vídeo. A segunda visualização permite a formulação de explicações a partir das evidências experimentais e oportuniza a argumentação que conduz os alunos, em momento subsequente, elaborarem modelos conceituais coerentes com os modelos científicos aceitos para a Termodinâmica.

MNPEF Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



Leis da Termodinâmica e Máquinas Térmicas

Um experimento

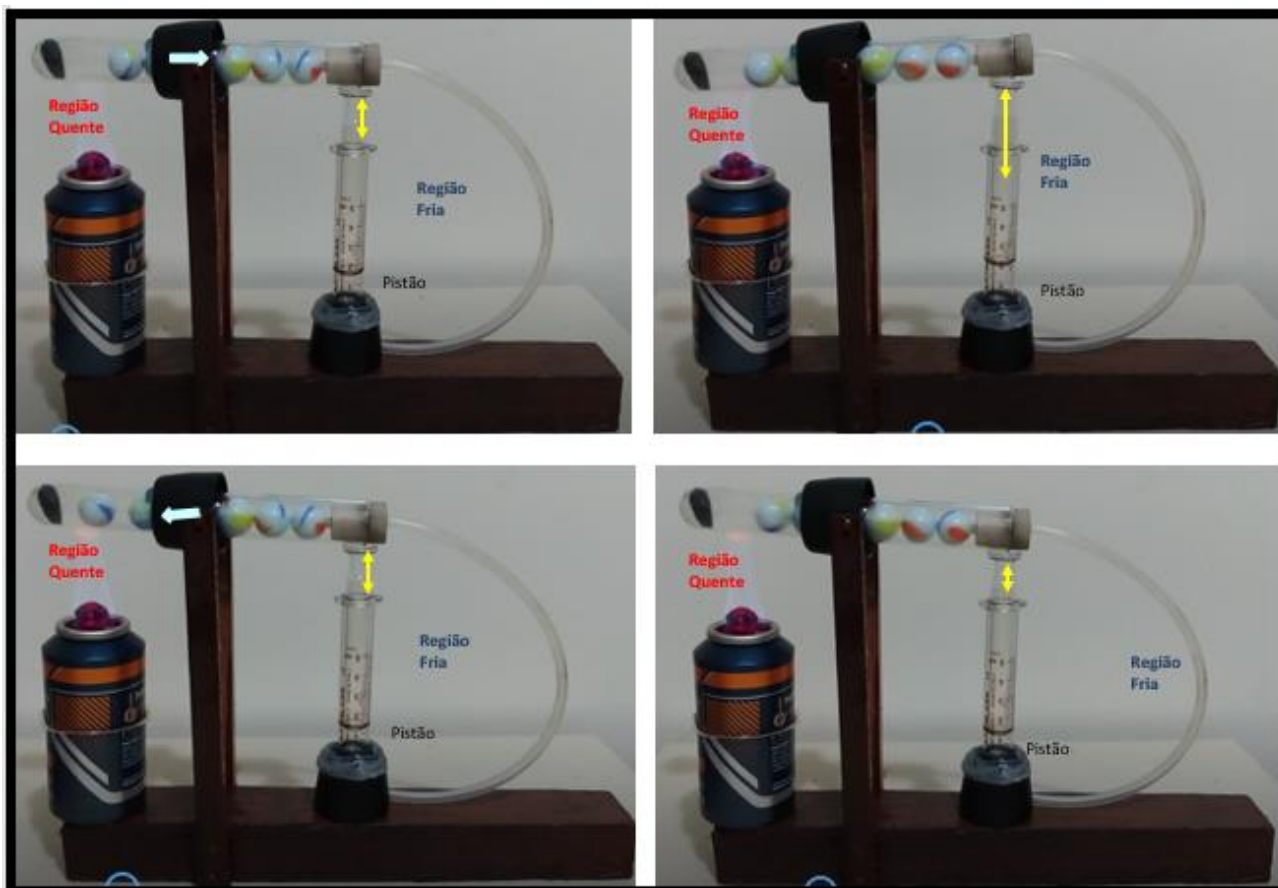
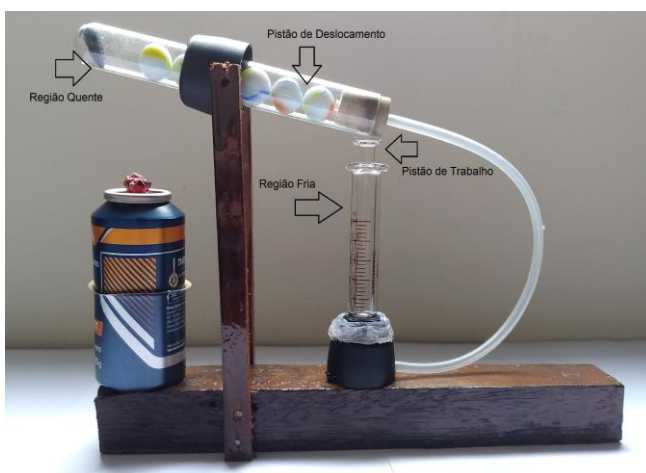



Figura 03: Alguns slides da sequência didática

A problematização incita o aluno a adquirir outros conhecimentos que ainda desconhecidos, necessários para a resolução do problema proposto, despertando o seu interesse científico.

O professor como mediador propõe perguntas desafiadoras para a construção do conhecimento, acompanhando e orientando o aluno no seu próprio processo de investigação, propiciando um ambiente encorajador para que os alunos se engajem efetivamente na investigação do problema/fenômeno em estudo. Isso significa que o docente apresenta problemas investigativos, que não se limitem a situar o aluno como um expectador de aulas (SASSERON, 2015).

A aplicação do conhecimento se dá através da feitura de exercícios escritos, e/ou da produção de mapas conceituais e/ou da exibição das simulações. Esta última interativa, possibilita aos alunos variar parâmetros experimentais, prever os resultados com base nos conceitos físicos aos quais foram apresentados e conferir suas previsões por meio da evolução das simulações. Os exercícios escritos e a produção de mapas conceituais promovem um meio para avaliação individual dos alunos bem como a reelaboração do conhecimento que acabaram de agregar. Os mapas conceituais oferecem ainda um meio precioso para avaliação da metodologia de ensino pois permitem uma detalhada verificação da aprendizagem e dos elementos utilizados no ensino. Definimos uma série de quesitos avaliativos, cuja presença é verificada e seu teor avaliado pelo professor em uma escala de pontos predefinida (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

Os mapas conceituais se baseiam em estruturas nas quais o aluno organiza as ideias e os conceitos científicos trabalhados em sala de aula, ressignificando esses conceitos. A junção do conceito de mapas conceituais e da metodologia de ensino, favorece e enriquece o ambiente de aprendizagem do aluno, tornando a aula diferenciada e agradável para os alunos, facilitando a compreensão dos alunos e com isso provendo prazer em estudar física (NOVAK; GOWIN, 1984)

Resultados e discussão

Durante a aplicação dessa proposta metodológica, constatou-se que os alunos se concentram e se interessam pelas diferentes mídias e pelas situações problema apresentadas pelo professor. Logo após a apresentação dos vídeos, observou-se a discussão e a proposição de ideias que gerou uma aprendizagem colaborativa e efetiva, na qual cada aluno, demonstrou suas ideias com base no seu conhecimento sobre aquele assunto.

Durante as explicações do professor na lousa, auxiliado pela exibição das simulações computacionais, todos os alunos mantiveram-se atentos e observaram a sequência dos fenômenos físicos. Após a discussão, o professor promoveu um momento de reflexão e organização do conhecimento por meio da feitura de exercícios escritos. A elaboração de um mapa conceitual por cada estudante possibilitou uma avaliação da aprendizagem do aluno e do método.

Os mapas conceituais elaborados pelos alunos, revelam a evolução conceitual ao longo do desenvolvimento das atividades ou como se deu este processo ao longo das construções dos mapas conceituais, para tanto, buscamos respostas em como os alunos conseguiam hierarquizar, diferenciar e reconciliar os conceitos das Leis da Termodinâmica.

Nas figuras 4 e 5, estão dois exemplos de mapas construídos pelos alunos, reconstruídos usando o programa CmapTools, os mapas foram desenvolvidos pelos alunos. Avaliamos os mapas levando-se em consideração os conceitos envolvidos, hierarquização, relação entre os conceitos e a clareza.

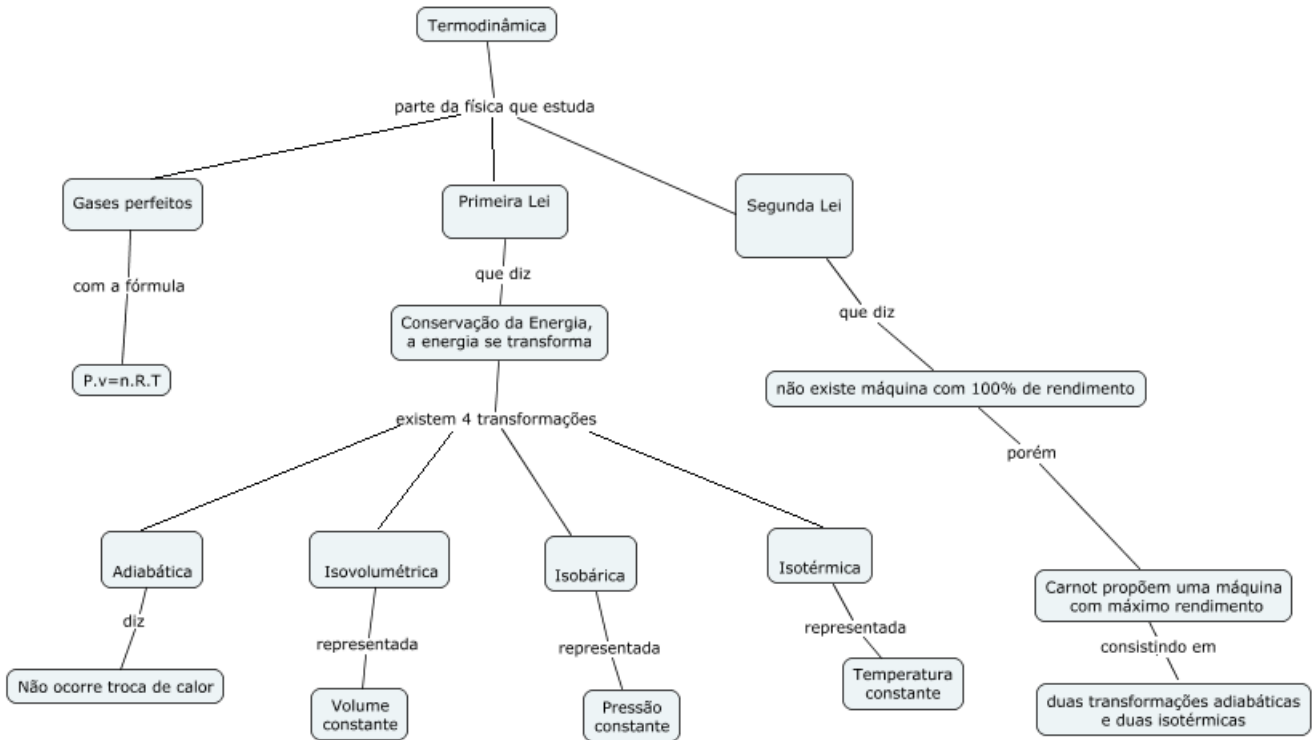


Figura 04: Exemplo de mapa conceitual

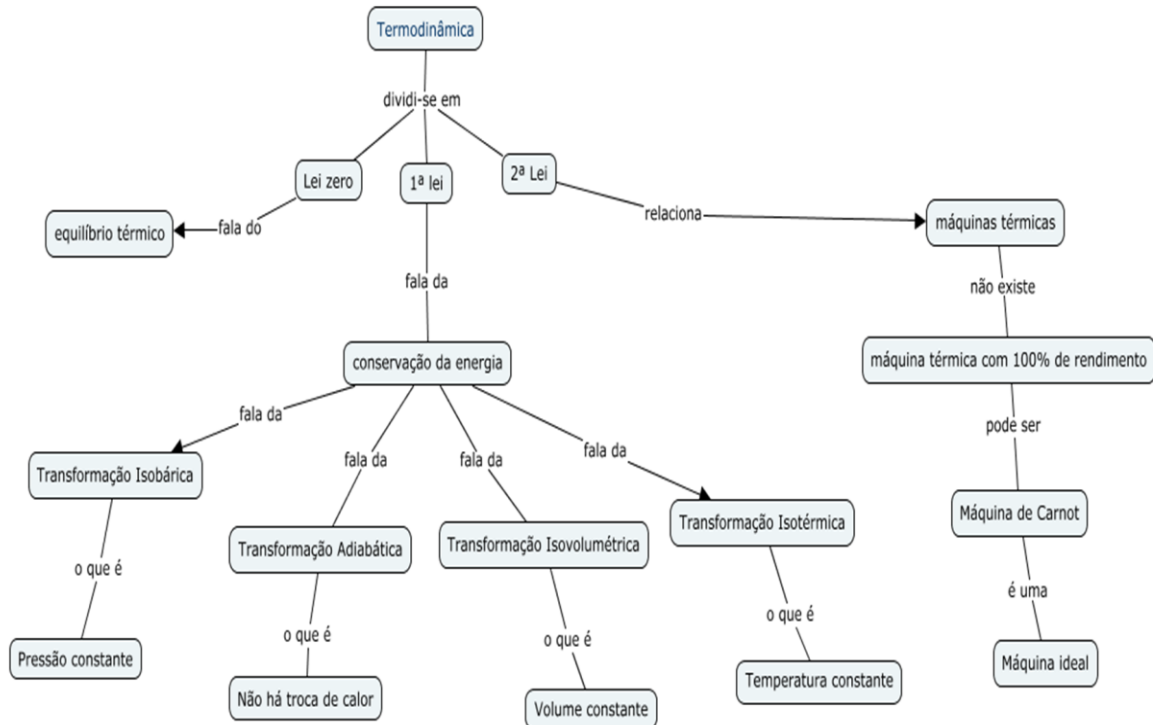


Figura 05: Exemplo de mapa conceitual

A turma “2^oA” com um total de 28 alunos estava motivada em relação ao projeto, durante a problematização existente no início das aulas, através dos vídeos apresentados, muitos alunos demonstraram interesse em resolver e explicar o problema proposto, interagindo entre ambos.

Alguns, quando questionados sobre se já estudaram tais conteúdos, alegaram que lembravam de alguns conceitos estudados, no início os estudantes não conseguiam relacionar os conteúdos abordados, fazendo relações de maneiras confusas.

A turma “2^oB” com um total de 29 alunos também estava motivada em relação ao projeto, igual a turma “2A”, durante a problematização no início das aulas, muitos alunos demonstraram interesse em resolver e explicar o problema proposto, interagindo entre ambos, a estudante M. destacou: “essas aulas dessa maneira ajudam a gente a entender, é mais interessante para visualizar o fenômeno e coloca a gente pra fazer e debater com os colegas, sendo que um ensina o outro”.

Questionados sobre se já estudaram tais conteúdos, alegaram que lembravam de alguns conceitos estudados no fundamental, no início os estudantes conseguiam relacionar os conteúdos abordados, fazendo relações de maneiras tranquilamente, diferentemente da turma “2A”.

A turma “3^oA” teve bem menos interesse na sequência, não foram todos os alunos que resolveram participar da sequência, desinteressados ao longo da realização e na execução dos testes, principalmente na elaboração dos mapas. Essa turma no ano de 2016, anterior a essa pesquisa, já havia estudado tais conteúdos, alegaram que lembravam de alguns conceitos estudados no ano anterior, no início os estudantes conseguiam lembrar os conteúdos abordados, fazendo relações de maneiras tranquilas.

A turma “3^oB” estava bastante interessada na sequência, foram todos os alunos que resolveram participar da sequência, ao longo da realização e na execução dos testes, principalmente na elaboração dos mapas todos interagiram positivamente questionando alguns fenômenos físicos já estudados.

Essa turma no ano de 2016, anterior a essa pesquisa, já havia estudado tais conteúdos, alegaram que lembravam de alguns conceitos estudados no ano anterior, no início os estudantes conseguiam lembrar os conteúdos abordados, fazendo relações de maneiras tranquilas.

Conclusões

Percebemos que a aplicação desta metodologia nas aulas de Termodinâmica cativou os alunos. Estes se envolveram com os problemas apresentados através dos vídeos e tentaram, em um processo de construção coletivo, elaborar explicações com base em conhecimentos anteriores advindos de diferentes contextos. Estas construções facilitaram a compreensão e justificaram os modelos científicos atualmente aceitos, quando estes foram expostos. As simulações computacionais ofereceram interatividade e a possibilidade de fazer o sistema físico evoluir a partir de uma situação inicial proposta pelos alunos, que tentaram prever a situação final. A periódica mudança de mídia, vídeos, lousa e simulações computacionais, também elevou o nível de atenção e a participação dos alunos.

Os mapas conceituais foram úteis como auxiliares na determinação para a investigação de mudanças em sua estrutura cognitiva durante a instrução. Dessa

forma se obtém, inclusive, informações que podem servir de realimentação para o conhecimento, servindo também como forma de avaliação do aprendizado do aluno.

Concluimos que essas abordagens desenvolvidas e propostas constroem um método de avaliação mais abrangente do conhecimento dos estudantes, e que a eficácia da sequência com as metodologias envolvidas e com a ferramenta mapas acarretaram em um melhoramento nos resultados e do aproveitamento no desenvolver da sequência.

Referências

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1980.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J.A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Editora Cortez, 1994. p. 205.

LOZADA, C. O.; MAGALHÃES N.S. **Um Estudo de Caso Relacionando Formação de Professores, Modelagem Matemática e Resolução de Problemas no Ensino de Física**. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 11.,2008, Curitiba. Lista Completa de Trabalhos do XI EPEF. Curitiba: Campus Curitiba da UTFPR, 2008.

MOREIRA, M.A. **O mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem**. *Educação & Seleção*, São Paulo, n.10, p.17-34, 1984.

NOVAK, J. D.; GOWIN D. B., **Aprendendo a Aprender**, Lisboa: PARALELO EDITORA, LDA. p.212, 1984.

PhET - Physics Education Technology, Disponível em: <<https://phet.colorado.edu>>. Acesso em: 30 de janeiro de 2018.

SASSERON, Lúcia Helena. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17 n. especial, p. 49-67, novembro, 2015. p. 58.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes Editora, 1989. 131 p.