

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

BRUNO DE OLIVEIRA CAMPOS

**UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA,
NA ÁREA DA TERMOLOGIA**

Alfenas/MG
2017

BRUNO DE OLIVEIRA CAMPOS

**UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA,
NA ÁREA DA TERMOLOGIA**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal de Alfenas-MG.

Área de concentração: Processos de Ensino e Aprendizagem e Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Física.

Orientador: Ihosvany Camps Rodriguez.

Alfenas/MG
2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Alfenas

Campos, Bruno de Oliveira

Utilização de simulações computacionais no ensino de física, na
área da termologia / Bruno de Oliveira Campos. -- Alfenas/MG, 2017.
82 f.

Orientador: Ihosvany Camps Rodriguez.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade
Federal de Alfenas, 2017.

Bibliografia.

1. Física -- Estudo e ensino. 2. Termodinâmica. 3. Simulação
(Computadores). I. Camps Rodrigues, Ihosvany. II. Título.

CDD-370.1

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus.

Ao Prof. Dr. I. Camps, pela orientação em mais 2 anos de trabalhos, por todos os ensinamentos, obrigado também pela ajuda e discussões no desenvolvimento deste trabalho e por todas as oportunidades oferecidas, e por conselhos de um verdadeiro pai.

Ao corpo docente do Instituto de Ciências Exatas da UNIFAL-MG.

À Capes pela bolsa concedida.

Aos meus pais, Francisco e Noemia, e meu irmão Fabiano.

A minha noiva, Fabiana, pelo amor e carinho e por sempre estar ao meu lado em todos os momentos e com muita paciência.

À todas as pessoas que mesmo não mencionadas de alguma forma contribuíram durante essa trajetória da minha vida, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

Neste trabalho apresentamos a criação de um servidor web, e com ele utilizamos um site *off-line* para disponibilizar simulações computacionais para o ensino de Física, na área da Termologia. A área escolhida é devido ao conteúdo lecionado na turma do 2º Ano do ensino médio da Escola Estadual Dr. Emílio Silveira, na cidade de Alfenas-MG. Visto que utilizaríamos as simulações computacionais em um laboratório de informática como aulas práticas, foram elaborados alguns roteiros de aulas práticas para as simulações computacionais aplicadas. Os roteiros das aulas práticas foram elaborados tomando por base a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. As simulações computacionais utilizadas neste trabalho foram desenvolvidas pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET), da Universidade do Colorado, elas estão disponíveis gratuitamente e *on-line*.

Palavras-chave: Ensino de Física. Termologia. Simulações computacionais.

ABSTRACT

In this work we would like to introduce the creation of a web server, and along with it we used an off-line site to provide computational simulations to the Physics Teaching in the area of Thermology. The chosen area is due to the contents being taught in the class of the Second year of high school at Public School "Dr. Emilio Silveira," in the city of Alfenas, State of Minas Gerais. Since we would apply the computer simulations in a computer lab as practical classes, some practical classes were elaborated for the applied computational simulations. The practical lesson plans were elaborated based on David Ausubel's Theory of Significant Learning. The computational simulations used in this work were developed by the Technology in Physics Teaching (PhET) project of the University of Colorado, they are available for free of charge and online.

Keywords: Physics Teaching. Thermology. Computational Simulations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).....	16
Figura 2 - Uso da licença PhET.....	44
Figura 3 - Licenciamento das simulações computacionais do projeto PhET	45
Figura 4 - Simulação de Formas de Energia e Transformações, Introdução.....	46
Figura 5 - Simulação de Formas de Energia e Transformações, Sistemas de Energia	47
Figura 6 - Simulação Estados da Matéria.....	48
Figura 7 - Propriedades dos gases.....	49
Figura 8 - Unidade de DVD-RW	51
Figura 9 - Unidade C: do computador, raiz.....	52
Figura 10 - Arquivo “xamp_start.exe”, na pasta D_xampp.....	53
Figura 11 - Local onde encontrar o “Prompt de Comando” no sistema operacional Windows 10	53
Figura 12 - Local onde digitar o comando “ipconfig” no Prompt de Comando.....	54
Figura 13 - Local onde encontrar o IP no Prompt de Comando	54
Figura 14 - Exemplo de como digitar o IP do servidor web, para acessar o site Simulações Computacionais de Física	54
Figura 15 - Página encontrada ao acessarem o site Simulações Computacionais de Física	55
Figura 16 - Página encontrada ao clicar em Termologia no site Simulações Computacionais de Física	55
Figura 17 - Página encontrada ao clicar em Formas de Energia e Transformações	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	O ENSINO DE FÍSICA E A ABORDAGEM DE TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC).....	15
3.2	O USO DE SIMULADORES E O ENSINO DE FÍSICA.....	17
3.3	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL.....	19
3.3.1	A aprendizagem significativa: definição e caracterização.....	20
3.3.2	A formação dos primeiros subsunçores e os organizadores prévios.....	26
3.3.3	A estrutura cognitiva.....	29
3.3.4	Tipologia da aprendizagem significativa.....	30
3.3.5	Condições para a ocorrência da aprendizagem significativa.....	34
3.3.6	A facilitação da aprendizagem significativa: o papel do professor, estratégias, recursos e instrumentos favorecedores.....	37
3.3.7	A avaliação da aprendizagem significativa.....	40
4	METODOLOGIA	42
4.1	A ESCOLHA DO CONTEÚDO.....	42
4.2	A ESCOLHA DA ESCOLA.....	42
4.3	PROGRAMAS PARA CRIAÇÃO DO WEB SERVIDOR.....	43
4.3.1	XAMPP.....	43
4.3.2	Joomla.....	43
4.4	SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS.....	44
4.4.1	Simulações do PhET Colorado.....	45
4.4.2	Simulações computacionais aplicadas.....	46
4.5	SITE: SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS DE FÍSICA.....	50
4.6	ELABORAÇÃO DOS ROTEIROS PARA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA.....	51
4.7	APLICAÇÃO DO PRODUTO PEDAGÓGICO.....	51
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
	REFERÊNCIAS	59
	APÊNDICES	64

1 INTRODUÇÃO

A informática cada vez mais adquire destaque no processo de ensino, tanto de Física, quanto de outras áreas como Química, Matemática e Biologia. A utilização de computadores como instrumento de ensino/aprendizagem e sua utilização no cotidiano se expandiu rapidamente (LIMA, 1988; BRASIL, 2002). Porém, várias escolas ainda não se deram conta ou não estão conseguindo relacionar o uso de computadores para o ensino de Física. O computador sem dúvidas possui grandes potencialidades para o ensino, mas muitas vezes, o uso de computadores por professores para o ensino, em laboratórios de informática, é deixado de lado devido à falta de informação dos professores dos recursos oferecidos e da forma como adquirir programas relacionados ao conteúdo que está lecionando (CAVALCANTE et al; 2008, p.1).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, as escolas devem acompanhar a evolução tecnológica e usufruir o máximo possível dos bens que esta evolução proporciona (BRASIL, 2002, p.88). Com isto, fica evidente a preocupação em introduzir o uso de tecnologias de informação e comunicação no ensino de Física, e na educação em geral. Podemos perceber que o uso de novas tecnologias vem ganhando mais espaços no nosso cotidiano;

Nos dias de hoje, tornou-se trivial o comentário de que a tecnologia está presente em todos os lugares, o que certamente seria um exagero. Entretanto, não se pode negar que a informática, de forma mais ou menos agressiva, tem intensificado a sua presença em nossas vidas. Gradualmente, o computador vai tornando-se um aparelho corriqueiro em nosso meio social. Paulatinamente, todas as áreas vão fazendo uso deste instrumento e fatalmente todos terão de aprender a conviver com essas máquinas na vida pessoal assim como também na vida profissional. (BORGES, 1999, p.135).

Entretanto, o uso dessas novas tecnologias nas escolas não tem ganhado espaço como no nosso cotidiano, de acordo com Coelho (COELHO, 2002, p. 9),

A consequência disso seria também a presença dessa mesma tecnologia nos procedimentos e educacionais, nas atividades pedagógicas de uma sala de aula. Entretanto, parece que isto está acontecendo de forma muito lenta e diversificada.

Muitas vezes, os professores não fazem o uso de computadores em laboratórios de informática, por não terem muita prática ou conhecimento básico necessário para o seu uso, ou até mesmo porque muitos alunos possuem

conhecimento mais avançado em informática e conseguem utilizar o computador melhor do que o professor, gerando com isto um receio por parte do professor, em utilizar o computador como uma ferramenta para o ensino.

A utilização do computador, como ferramenta educacional de complementação e aperfeiçoamento, exige, segundo Valente (1998, p.1), “Para a implantação do computador na educação são necessários basicamente quatro ingredientes: o computador, o software educativo, o professor capacitado para usar o computador como meio educacional e o aluno.” Onde, segundo Valente, todos os quatros citados anteriormente têm a mesma importância.

Os PCN+ afirmam que a informática deve ser considerada uma ferramenta complementar, podendo ser utilizada em todas as disciplinas (BRASIL, 2002, p.8). Cabe então ao professor utilizar adequadamente este recurso, pois:

A Informática Educativa se caracteriza pelo uso da informática como suporte ao professor, como um instrumento a mais em sua sala de aula, no qual o professor possa utilizar esses recursos colocados à sua disposição. Nesse nível, o computador é explorado pelo professor especialista em sua potencialidade e capacidade, tornando possível simular, praticar ou vivenciar situações, podendo até sugerir conjecturas abstratas, fundamentais a compreensão de um conhecimento ou modelo de conhecimento que se está construindo. (BORGES, 1999: 136).

Neste trabalho, elaboramos um Roteiro de Aula Prática destinado a aplicação de simulações computacionais, na área de Termologia, para alunos do Ensino Médio; descrevendo o porquê da seleção dos conteúdos utilizados e das simulações computacionais aplicadas, e fazendo um breve estudo sobre a teoria de aprendizagem de David Ausubel. Foi utilizado um notebook, e foi criado nele um servidor *web*, onde esse notebook foi conectado em rede com os computadores do laboratório de Informática. Com isto, não ficamos dependentes da internet para baixar os arquivos das simulações computacionais, considerando que um dos problemas encontrados é a falta ou muita lentidão da internet.

No capítulo 2 discutimos os objetivos deste trabalho. No capítulo 3 apresentamos um referencial teórico, relatando o uso de simulações computacionais, ensino de Física e a teoria de aprendizagem de Ausubel. No capítulo 4, apresentamos a metodologia empregada para o desenvolvimento do produto educacional, que são os Roteiros das Aulas Práticas e a criação do servidor *web*, as simulações computacionais utilizadas e no capítulo 5 é apresentado as considerações finais. No Apêndice A apresentamos os roteiros das aulas práticas

para utilização das simulações computacionais. No Apêndice B apresentamos os questionários respondidos pelos alunos após utilização do produto educacional.

2 OBJETIVOS

Muitas vezes ao lecionar, encontramos alunos sem motivação para dedicar-se a Física e outras disciplinas, e frequentemente sou questionado sobre a utilidade dos conceitos assimilados na disciplina de Física para suas vidas profissionais e no seu cotidiano. Observo muitas vezes que muitos professores não possuem uma boa capacitação, ou não utiliza meios para diminuir essa desmotivação e não possui tanto tempo para preparação de aulas ou roteiros para aulas práticas.

Os conceitos aprendidos na área da Termologia, muitas vezes, não são assimilados de forma correta ou em sua totalidade. E podemos notar a preocupação do Ministério da Educação (MEC) com o ensino de Física por meio dos PCN e PCN+, onde o ensino é baseado em leis, fórmulas e conceitos; e são apresentados de uma forma diferente da vivenciada pelos alunos, como citado em Brasil (1998):

Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões. Isso significa promover um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. [...]Para isso, é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, ou os problemas e indagações que movem sua curiosidade.

Ou ainda, como citado na referência Brasil (2002):

...as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com as demais competências desejadas para a realidade desses jovens.

Com isto e lembrando que podemos lecionar Física de uma forma diferente, buscando formas alternativas para o ensino de Física, como a utilização de simulações computacionais, criaremos um material didático composto por simulações computacionais. Logo, iremos basear nesse padrão que foi proposto pelo MEC, utilizando simulações computacionais para o ensino de Física, a fim de aperfeiçoar as condições necessárias para uma aprendizagem significativa na área da Termologia e despertar um maior interesse pela Física.

Uma justificativa para realização desse trabalho podemos citar um trecho do artigo de Medeiros 2002:

O auxílio gestual provido pelos professores para a interpretação dessas imagens em sala de aula, assim como as suas ilustrações adicionais no quadro-negro, não tem sido também de grande eficiência. Esses gestos e ilustrações auxiliares podem parecer claros para aqueles que conheçam bem o fenômeno em causa; mas podem parecer incompreensíveis para outros. Além disso, desenhos no quadro-negro tomam muito tempo e não são tarefas de fácil execução. Os defensores da informática no ensino da Física têm apontado o uso de animações por computadores como uma solução para tais problemas.

Alguns autores e defensores da informática no Ensino de Física, propõe a utilização de simulações computacionais no ensino de Física, onde essas simulações computacionais poderiam vir em um CD, juntamente com o livro didático destinado ao aluno. (KOSUH; LIKAR, 1996).

O problema em questão é o ensino tradicional de Termologia na educação básica, que muitas vezes não fica claro as situações propostas pelo professor, e temos a falta de tempo na preparação de roteiros para aulas práticas em laboratórios de informática. Um dos objetivos deste trabalho é amenizar a abstração do conteúdo da Termologia, utilizando para isto, a tecnologia em sala de aula; como a utilização de simulações computacionais e fornecendo aos professores mais ferramentas para o ensino de Física, de fácil obtenção e utilização.

Este trabalho possui como objetivo principal a criação de um site *off-line* e a elaboração de roteiros para aulas práticas em laboratórios de informática; utilizando simulações computacionais destinadas ao ensino de Física, no tópico de Termologia, na área de trocas de calor, energias e suas transformações; nas aulas de Física da educação básica no Ensino Médio.

Será criado um site *off-line* (portfólio) que consistiria de uma junção de elementos como simulações computacionais, roteiros de aulas práticas e questionário para avaliar possíveis vantagens e desvantagens; e esse portfólio será disponibilizado *on-line* no site da Unifal-MG ou por meio de DVDs, a fim de dar suporte ao professor e facilidade na obtenção das simulações computacionais e dos roteiros.

Esse site foi criado com a intenção de facilitar o acesso as simulações computacionais utilizando um servidor web, onde não necessitaremos da internet para baixar os arquivos das simulações computacionais. Visto que, um dos grandes problemas ao utilizar os computadores do laboratório de informática da escola para aulas práticas é que a internet não está funcionando ou fica muito lenta ao usar todos os computadores, impossibilitando ou dificultando a execução da aula prática,

porque as simulações computacionais muitas vezes são adquiridas via internet. Logo, os arquivos das simulações computacionais estarão disponíveis e com fácil acesso.

Outro ponto importante, é o aluno ter uma tarefa a ser cumprida, por meio do roteiro da aula prática. Pois, muitas vezes os alunos ficam simplesmente trabalhando com a simulação alterando algumas variáveis e situações, e se não forem questionados sobre algo que eles visualizaram ou não forem induzidos a percorrer um roteiro de aula prática, o processo de aprendizagem não será notável. Com isto, será elaborado um roteiro de aula prática para aplicação das simulações computacionais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão abordados e referenciados tópicos como ensino de Física, abordagem da Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e a teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel.

3.1 O ENSINO DE FÍSICA E A ABORDAGEM DA TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (TIC)

As abordagens mais utilizadas atualmente são: Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC); História e Filosofia da Ciência (HFC); Laboratório Didático (LD); e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Este trabalho foi baseado na abordagem de Tecnologia de Informação e Comunicação.

Segundo Mendes 2008,

“TIC é um conjunto de recursos tecnológicos que, se estiverem integrados entre si, podem proporcionar a automação e/ou a comunicação de vários tipos de processos existentes nos negócios, no ensino e na pesquisa científica, na área bancária e financeira, etc. Ou seja, são tecnologias usadas para reunir, distribuir e compartilhar informações, como exemplo: sites da Web, equipamentos de informática (hardware e software).”

Na figura a seguir apresentamos vários exemplos de TIC, onde as destacadas por um círculo vermelho são as que foram ou podem ser utilizadas neste trabalho.

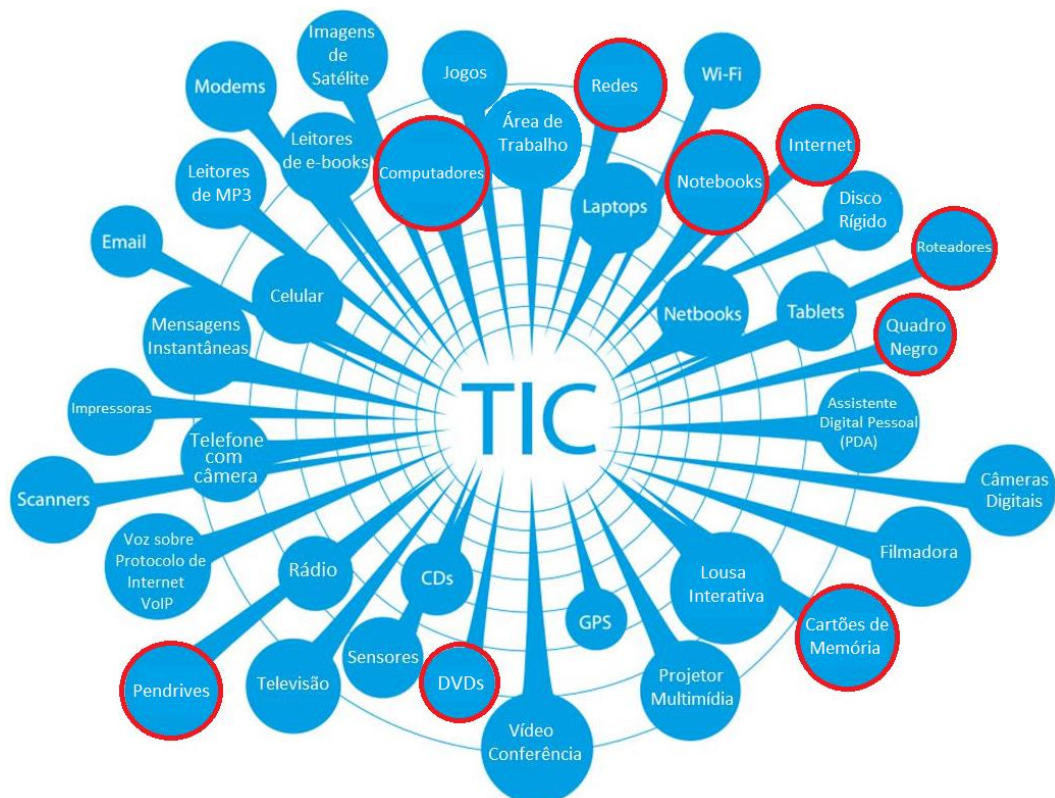


Figura 1 - Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).
Fonte: UNESCO (2010, p.4), adaptado pelo autor.

De acordo com a figura anterior, temos vários exemplos de TIC que podem ser utilizadas nas escolas públicas atuais e que foram empregadas neste trabalho, como por exemplo: quadro negro, DVD, *Pendrives*, computadores, redes, internet, notebook e roteadores. Porém, muitos professores de Física do Ensino Médio desconhecem o significado da sigla TIC e o seu uso no ensino de Física e na educação; a utilização das TIC, por exemplo as simulações computacionais, além de fornecerem uma apresentação audiovisual de uma experiência de difícil acesso ou obtenção pelo professor, podem facilitar o ensino de Física, no entanto não há garantias de sucesso pleno. (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003)

Nos deparamos com diversos tipos das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no nosso cotidiano. As utilizações das TIC estão relacionadas a diversos avanços na medicina, desde o uso de equipamentos para tratamentos, análise e diagnóstico de doenças em pacientes, e também podemos observar avanços nos setores industriais, agrícola, pesquisas científicas, e na área da educação, nos processos de ensino aprendizagem e a educação a distância (MENDES,2008).

As TIC podem ser utilizadas para amenizar as diversidades em ensino-aprendizagem em salas de aulas, pois as TIC fornecem recursos didáticos que permite que os alunos em fases de aprendizagem diferentes e com mais dificuldades se comparados a outros alunos, consigam obter uma aprendizagem mais significativa, ou seja, amplia o alcance e a equidade no ensino-aprendizagem. Por meio das TIC, os professores podem disponibilizar informações no momento oportuno e de acordo com o seu interesse, de uma maneira diferente do que está presente nos livros didáticos. As TIC quando são utilizadas de forma benéfica, melhoram o processo de ensino-aprendizagem; como exemplo podemos citar o uso de simulações computacionais, pois elas criam ambientes virtuais permitindo que os alunos possam notar um conceito ou observar uma situação que não consiga imaginar ou assimilar, com isto facilitando a aprendizagem do aluno.

Segundo Fiolhais 2003, o computador é um dos exemplos de TIC mais utilizados no contexto atual. De acordo com o Resumo Técnico do Censo Escolar de 2013 (BRASIL, 2013), mais de 95% das escolas públicas possuem computadores com acesso à internet. Com isto, utilizaremos os computadores para uma possível melhora no ensino de Física, por meio de simulações computacionais.

3.2 O USO DE SIMULADORES E O ENSINO DE FÍSICA

A utilização de novas tecnologias, como simulações computacionais, tem sido amplamente explorada no processo de ensino/aprendizagem e vem sendo apontado como uma revolução na educação em geral. Na década de 1990, a informática começou a ser aplicada no ensino de Física, sendo muitas vezes utilizada em medições, modelagens, animações e simulações (MEDEIROS, 2002 e GIORDAN, 2005). Alguns autores defendem a utilização da Informática no ensino de Física, apesar de existirem dúvidas sobre as vantagens e desvantagens da utilização de simulações no ensino de Física; porém o uso de simulações computacionais para o desenvolvimento da personalidade, a sua utilidade no campo educacional do desenvolvimento lógico da Física seria inquestionável (VRANKAR, 1996).

Em muitos casos o uso de simulações computacionais e animações não vêm sendo utilizadas de forma a melhorar o desenvolvimento de estruturas cognitivas dos alunos. Podemos observar a simples transferência de informações do papel para forma digital, e que em alguns casos as simulações e animações fornecem uma visão incoerente ou distorcida do fenômeno estudado.

Há um grande risco implícito nas simulações computacionais utilizadas para o ensino de Física, pois algumas desvantagens são negligenciadas. Uma simulação computacional jamais descreverá um sistema real fielmente, que é muitas vezes muito complexo; onde nas simulações computacionais são empregadas simplificações e aproximações desse sistema real. Uma tal modelagem computacional de um sistema físico é crucial para que as simulações construídas possam constituir-se em boas aproximações da realidade (BERGQVIST, 2000 apud MEDEIROS, 2002). Logo podemos observar que existe uma diferença significativa entre o ato de experienciar-se um fenômeno através de um experimento real e de uma simulação computacional. Se tal diferença não for percebida, as simulações podem, por vezes, comunicar concepções do fenômeno opostas aquelas que o educador pretendia veicular com o seu uso, como a pesquisa educacional tem mostrado (VERBIC, 1996 apud MEDEIROS, 2002.)

Contudo, muitas vantagens são apontadas para a utilização das simulações no ensino de Física. O pesquisador Gaddis (GADIS, 2000 apud MEDEIROS, 2002) fez um amplo levantamento das principais justificativas que apontam as vantagens do uso de simulações computacionais no ensino de Física, tais como:

- a) Reduzir o ruído cognitivo de modo que os estudantes possam concentrar-se nos conceitos envolvidos nos experimentos;
- b) fornecer um *feedback* para aperfeiçoar a compreensão dos conceitos;
- c) permitir aos estudantes coletarem uma grande quantidade de dados rapidamente;
- d) permitir aos estudantes gerarem e testarem hipóteses;
- e) engajar os estudantes em tarefas com alto nível de interatividade;
- f) envolver os estudantes em atividades que explicitem a natureza da pesquisa científica;
- g) apresentar uma versão simplificada da realidade pela destilação de conceitos abstratos em seus mais importantes elementos;
- h) tornar conceitos abstratos mais concretos;
- i) reduzir a ambiguidade e ajudar a identificar relacionamentos de causas e efeitos em sistemas complexos;
- j) servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório;
- k) desenvolver habilidades de resolução de problemas;
- l) promover habilidades do raciocínio crítico;
- m) fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos físicos;
- n) auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos
- o) subjacentes que não poderiam ser inferidos através da observação direta;
- p) acentuar a formação dos conceitos e promover a mudança conceitual.

3.3 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL¹

Este subcapítulo tem por finalidade apresentar uma visão geral da teoria de aprendizagem de David Ausubel e suas implicações para o ensino e a

aprendizagem em sala de aula e, mais especificamente, para o ensino de Física. Para tal, seguiremos o seguinte itinerário: num primeiro momento, buscamos definir e caracterizar a teoria da aprendizagem significativa, tal como proposta pelo autor em foco. Isso nos conduzirá a explicitar um conceito fundamental da teoria de Ausubel, o de subsunçor (ou conhecimento prévio), ou seja, o conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do aluno, bem como a importância dessa noção no contexto da chamada aprendizagem significativa. Tais esclarecimentos nos levarão, por sua vez, ao problema relativo ao modo como surgem os primeiros subsunçores e como fazer para adquiri-los, caso ainda não existam na estrutura cognitiva. A partir daí, a explicitação da organização hierárquica da estrutura cognitiva impor-se-á como absolutamente necessária e relevante para a adequada compreensão da teoria ausubeliana. Em seguida, procuramos delinear, com base na teoria de Ausubel, uma tipologia da aprendizagem significativa, bem como as condições necessárias para que a aprendizagem significativa ocorra. Por fim, tentamos apresentar os recursos, as estratégias e os instrumentos facilitadores da aprendizagem significativa, bem como o papel cabido ao professor com vistas a favorecê-la. Neste sentido, não se poderia furtar de dizer uma palavra acerca da nova modalidade de avaliação requerida pela teoria ausubeliana da aprendizagem significativa.

3.3.1 A aprendizagem significativa: definição e caracterização

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, reiterada recentemente em seu novo livro¹, focaliza sobretudo a aprendizagem cognitiva², embora não se

¹ Segundo Moreira (2012, p. 30, n. 1), a obra mais recente de David Ausubel, *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*, publicada pela Kluwer Academic Publishers em 2000, reitera a atualidade da teoria original proposta por Ausubel, em 1963, na obra *The psychology of meaningful verbal learning* e, em 1968, no livro *Educational psychology: a cognitive view*, cuja segunda edição, de 1978, traz a co-autoria de Joseph Novak e Helen Hanesian. Essa teoria tem sido recorrentemente descrita e analisada por Moreira em várias obras e artigos. Para este trabalho, valemo-nos da clara exposição apresentada em alguns dos textos desse intérprete.

² Por aprendizagem cognitiva entende-se aquela que desemboca no armazenamento sistematizado ou organizado de conhecimentos ou informações na mente do ser que aprende, de modo que esse todo complexo e organizado é conhecido como estrutura cognitiva. Tal aprendizagem, diga-se de passagem, é interdependente de outros tipos, tais como a aprendizagem psicomotora e a afetiva.

reduza a ela³. De fato, conquanto o foco deste trabalho seja o da aprendizagem significativa no domínio cognitivo, tal aprendizagem não se reduz à esfera da cognição, podendo ser redimensionada e reinterpretada numa perspectiva mais humanista, tal como propôs Novak, de modo a abranger não apenas o domínio do pensamento, mas também o plano afetivo e prático, isto é, o da práxis enquanto campo das ações humanas.

Para Ausubel, aprendizagem significa organização e integração/incorporação de informações ou conhecimentos na estrutura cognitiva do aprendiz. A ocorrência de tal integração só se dá modo de modo significativo, isto é, se o conhecimento for relevante para aquele que aprende. Desta sorte, o processo de ensino e aprendizagem é focado não em termos de estímulos, respostas e reforços positivos, mas de significados. O indivíduo só aprende aquilo que se apresenta com sentido para ele ou, como corriqueiramente costuma-se dizer, aquilo que “faz sentido”. Daí que Ausubel fale em conhecimento *potencialmente significativo*, isto é, dotado de significado ou significativo em potência, e não em ato, dado que o sentido não mora nas próprias coisas, tal como são em si mesmas, mas é atribuído a elas pela mente humana.

A aprendizagem significativa é, pois, o processo mediante o qual um novo conhecimento se relaciona de forma não-arbitrária e substantiva, isto é, não-literal, à estrutura cognitiva preexistente do sujeito que aprende. A não-arbitrariedade enquanto modo dessa interação cognitiva significa que o material potencialmente significativo se relaciona não com algum aspecto aleatório da estrutura de cognição, com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante e apropriado já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Já a afirmação da substantividade ou não-literalidade enquanto modalidade dessa interação entre o conhecimento prévio e a nova informação implica em dizer que aquilo que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo saber, das novas ideias, e não os signos usados para expressá-lo. De fato, um mesmo conhecimento, conceito, proposição ou ideia pode ser expresso de diferentes

³ Moreira (1997) demonstrou que o conceito de aprendizagem significativa, conquanto proposto originalmente na teoria da aprendizagem de Ausubel, é compatível com outras teorias construtivistas e subjacente a elas. Segundo esse crítico, é possível entender a construção cognitiva em termos dos subsunçores de Ausubel, mas também dos esquemas de assimilação de Piaget, da internalização de instrumentos e signos de Vygotsky, dos construtos pessoais de George Kelly e dos modelos mentais Johnson-Laird, bem como dos significados compartilhados de Gowin e da integração construtiva de pensamentos, sentimentos e ações de Novak.

modos, através de sinais ou grupos de signos distintos, equivalentes em termos de significados. Desse modo, uma aprendizagem significativa não se restringe ao uso exclusivo de determinados signos em particular.

A esse conhecimento adequado e relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser um símbolo, um conceito, uma proposição, uma ideia, uma imagem ou modelo mental, dentre outros, Ausubel denomina subsunçor⁴ ou ideia-âncora. Trata-se de um conhecimento específico, preexistente na estrutura cognitiva do indivíduo, que lhe permite atribuir significado a um novo conhecimento que lhe é transmitido ou por ele descoberto. Seja por recepção, seja por descoberta, a atribuição de significados aos novos saberes depende necessariamente da existência prévia desses conhecimentos especificamente relevantes e adequados, bem como da interação com eles⁵. Esses conhecimentos preexistentes são também chamados de

⁴ Comumente, pensa-se que os subsunçores sejam apenas conceitos. Isso decorre da ênfase que Ausubel atribuía aos conceitos estruturantes de cada disciplina, os quais deveriam ser identificados e ensinados aos alunos e que, uma vez aprendidos de forma significativa, serviriam de ideias-âncoras ou pontes cognitivas para novas aprendizagens. Mas, embora também chamado de *conceito subsunçor* pelo próprio autor, o subsunçor pode ser uma ideia, uma proposição, um conceito, uma imagem, uma concepção, um construto pessoal, uma representação social, um modelo mental, uma invariante operatória, etc. Desse modo, sem negar a ideia de que corpos organizados de conhecimentos sejam constituídos, de fato, por conceitos estruturantes, é mais adequado pensar o subsunçor como um conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do sujeito e que a este permite atribuir significado a novos conhecimentos. Trata-se, pois, de um conhecimento prévio especificamente relevante que possibilita a aprendizagem significativa por meio da interação com novas informações, seja por subordinação, superordenação ou combinação. Neste sentido, não convém reificar, coisificar ou materializar o subsunçor como um conceito, por exemplo. A língua portuguesa não registra o neologismo *subsunçor*, sugerido por Moreira (1999, p. 153) para traduzir a palavra inglesa *subsumer*, mas tão somente o substantivo subsunção e o verbo subsumir, que exprime a ideia de considerar alguma coisa como componente ou dependente de algo tido como mais abrangente. Em razão da equivalência entre o termo subsunçor e a ideia de inserção/incorporação expressa pelo verbo subsumir, adotamos o neologismo em questão.

⁵ A aprendizagem receptiva é aquela em que o sujeito recebe a informação ou o conhecimento a ser aprendido. Mas isso não implica em afirmar que tal aprendizagem seja o mesmo que aprendizagem mecânica, ou que seja puramente passiva e nem que esteja necessariamente correlacionada a aulas expositivas tradicionais. Aprende receptivamente quando não se teve que descobrir para adquirir o conhecimento. Neste sentido, tal aprendizagem não implica uma absoluta passividade por parte do sujeito que a experiencia. Ao contrário, a chamada aprendizagem significativa receptiva requer do aprendiz muita atividade cognitiva para relacionar, interativamente, os novos conhecimentos com aqueles já preexistentes na sua estrutura cognitiva, envolvendo processos de retenção de significados, ancoragem, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Já a aprendizagem por descoberta implica que o aprendiz descubra o que vai aprender, isto é, o novo conhecimento. Mas, exceto na tenra idade infantil, a aprendizagem por descobrimento não é condição *sine qua non* para aprender de modo significativo. Em outros termos, aprender significativamente não é sinônimo de descobrir o conhecimento que então se apresenta como novo. De fato, adultos e mesmo crianças com certa idade aprendem basicamente por recepção, bem como pela interação cognitiva entre os conhecimentos recebidos e aqueles já existentes em suas estruturas cognitivas. Logo, a aprendizagem significativa pode se dar de ambas as formas, por recepção ou por descoberta, desde que sejam satisfeitas as condições para que ela ocorra. Por outro lado, ao distinguir aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta, não se está a sugerir uma dicotomia entre elas. Assim como há um contínuo entre a aprendizagem mecânica e a significativa, entre a por recepção e a por descoberta também se dá o mesmo. Isso significa que, a

ideias-âncora em razão de os novos conhecimentos se ancorarem neles e, assim, adquirirem significado. Mas convém notar, entretanto, que a noção de ancoragem é apenas uma metáfora, de modo que não se deve atribuir um caráter estático, de simples ancoradouro, aos subsunçores. Neste sentido, a subsunção não é uma ancoragem propriamente dita, isto é, não deve ser tomada em sentido literal, pois, como a seu tempo veremos, o processo é dinâmico, interativo, de forma que nele o subsunçor ou conhecimento prévio também se modifica.

Desse modo, se fosse possível isolar uma única variável como sendo a que mais influencia a aprendizagem significativa de novos conhecimentos, esta variável seria o conhecimento prévio do aprendiz, ou seja, os subsunçores já preexistentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. Esclarece-se, assim, que na ótica ausubeliana, a estrutura cognitiva do sujeito que aprende (isto é, os conhecimentos prévios e sua organização hierárquica) é a variável isolada mais fundamental, a mais importante para a ocorrência da aprendizagem significativa. Ela afeta a aprendizagem de tal modo que a retenção ou apropriação dos novos conhecimentos se dá por meio dela. Isso porque o conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz serve de matriz ou base ideacional e organizacional para a incorporação, compreensão e retenção de novos conhecimentos. Numa palavra, o aluno aprende a partir do que já conhece. Assim, segundo Ausubel, novas ideias, proposições e conceitos podem ser aprendidos de forma significativa, isto é, podem ser incorporados e retidos à estrutura cognitiva, na medida em que outros conhecimentos, adequados e relevantes, estejam previamente disponíveis nessa estrutura cognitiva, servindo como pontos de ancoragem às novas informações. Esses conhecimentos preexistentes, nos quais as novas ideias, proposições e conceitos se ancoram, são chamados de subsunçores, dado o seu caráter inclusivo, incorporativo, isto é, a sua capacidade de inserção, seja por subordinação, superordenação ou combinação enquanto modalidades da interação cognitiva.

De fato, segundo a teoria ausubeliana da aprendizagem significativa, os conhecimentos prévios ou subsunçores contribuem de forma substantiva e imprescindível para a incorporação de novos conhecimentos, permitindo atribuir

rigor, o conhecimento não é, necessariamente, construído por uma forma em estreita oposição à outra. Aí também há uma “zona cinza” entre os extremos do contínuo, de modo que determinados processos de ensino-aprendizagem oscilarão ora mais ora menos para um lado do que para outro nesse contínuo, dependendo, por exemplo, do nível de escolaridade em que se está. A propósito, ver Moreira (2012, p. 41-42).

novos significados a eles e tornando-os, progressivamente, mais ricos e elaborados. Entretanto, há casos em que o inverso também ocorre, ou seja, há situações em que o conhecimento prévio, em lugar de facilitar a aprendizagem, pode ser um mecanismo bloqueador, funcionando como o que Bachelard chamou de obstáculo epistemológico. Sendo assim, afirmar que o conhecimento prévio é a variável isolada que mais influencia a aprendizagem significativa não implica em dizer que ela constitui, por si só e em todas as situações, uma variável facilitadora. Normalmente este é o caso, mas ela também pode ser bloqueadora em algumas ocasiões, o que exige o papel fundamental de identificação, por parte do professor, do modo como foi “construído” e incorporado o subsunçor em questão, a fim de conduzir o aprendiz a ressignificar os seus conhecimentos prévios, se a situação assim requerer.

Por outro lado, cabe também sublinhar que, para Ausubel, nesse processo de interação entre conhecimentos prévios e novos que caracteriza a aprendizagem significativa, os subsunçores ou conhecimentos preexistentes se modificam: ora adquirem novos significados, ora alcançam maior estabilidade cognitiva. De fato, os subsunçores podem ter maior ou menor estabilidade cognitiva, isto é, podem estar mais ou menos diferenciados, elaborados em termos de significação. Todavia, como o processo é interativo, ao servir de ideia-âncora ou ponte cognitiva para os novos conhecimentos, eles próprios se modificam, quer seja adquirindo novos significados, isto é, tornando-se mais complexos em termos de significação, quer seja solidificando significados já existentes. Quando a modificação do subsunçor é bastante acentuada, fala-se em subsunção derivativa. Quando o subsunçor preexistente é apenas corroborado, reforçado, diz-se ter ocorrido uma subsunção correlativa.

Sendo assim, os subsunçores não permanecem imutáveis, estanques ou refratários à mutação. Pelo contrário, servindo de base ou ancoradouro aos novos conhecimentos, eles também são modificados à medida que a aprendizagem se instaura. Progressivamente, os subsunçores vão ficando mais estáveis, mais diferenciados, mais ricos e complexos em significados, podendo facilitar ainda mais novos processos de aprendizagens. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel ergue-se, pois, a partir da premissa de que há, no sujeito que aprende, uma estrutura cognitiva em constante mutação. Como Moreira (2012, p. 32, tradução nossa) bem sublinhou, “a clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a

diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. Trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático, que pode evoluir e, inclusive, involuir”. Mas em que sentido, afinal, pode-se falar de involução numa aprendizagem dita significativa?

Com efeito, ao contrário do que possa parecer, o conceito de aprendizagem significativa não sugere a ideia de uma aprendizagem que seja impassível de esquecimento por parte do sujeito que aprende. Neste sentido, Ausubel fala em assimilação obliteradora como uma continuidade natural da aprendizagem significativa. Isso implica em dizer que, na aprendizagem significativa, embora haja a possibilidade de esquecer o conhecimento significativamente incorporado, tal esquecimento nunca é total. E é nesse sentido que ela é dita significativa, pois o conhecimento aprendido pode ser novamente “acessado”, ainda que parcialmente. Trata-se, pois, nos termos de Moreira (2012, p. 32), de uma perda de discriminação ou de diferenciação de significados, e não uma ausência de significados. De fato, segundo Ausubel, é passível que um subsunçor bastante elaborado, isto é, portador de significados bem delimitados e estáveis, se oblitere ao longo do tempo, “encolha” de certo modo, no sentido de que seus significados perdem clareza, deixam de ser discerníveis uns dos outros. Essa inevitável assimilação obliteração, isto é, essa perda progressiva da dissociabilidade dos novos conhecimentos em relação aos que lhes deram significados ou que lhes serviram de ancoradouro cognitivo, ocorre quando um subsunçor não é utilizado com muita frequência. Trata-se de um processo natural do funcionamento cognitivo, ou seja, o esquecimento impõe-se como uma consequência natural da aprendizagem significativa. Todavia, em se tratando de uma aprendizagem dessa espécie, a reaprendizagem é possível e relativamente rápida. Isso porque o conhecimento esquecido está, de certo modo, “presente” no subsunçor, ou seja, há um “resíduo” dele no conhecimento prévio incorporado; logo, no caso da aprendizagem significativa, diz-se que o esquecimento é apenas residual. Já em se tratando de um esquecimento absoluto, ao contrário, tudo se passa como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um determinado conteúdo; neste caso, é mais provável que a aprendizagem tenha sido mecânica ou automática⁶, não significativa.

⁶ Por aprendizagem mecânica entenda-se, pois, aquela praticamente sem significado, puramente memorialística, isto é, baseada na memorização de conteúdos, que é usada nas circunstâncias avaliativas e, logo após, é praticamente esquecida, apagada. Trata-se, numa linguagem coloquial,

Por outro lado, o conceito de aprendizagem significativa não é, necessariamente, sinônimo de aprendizagem “correta”. Quando o sujeito atribui significado a um determinado conhecimento, ancorando-o interativamente em algum subsunçor ou conhecimento prévio, a aprendizagem é dita significativa, independentemente se serem estes conhecimentos os admitidos no contexto de alguma matéria de ensino ou domínio do saber, ou seja, independentemente de os significados atribuídos serem os contextual e socialmente aceitos, para além do nível subjetivo pessoal. Daí o papel fundamental do professor na identificação do significado atribuído previamente a determinado conhecimento por parte do aprendiz, bem como o modo em que foi incorporado à sua estrutura cognitiva, a fim de ajudar o aluno a ressignificá-lo adequadamente, se for o caso, de acordo com os significados sancionados pela comunidade acadêmico-científica.

3.3.2 A formação dos primeiros subsunçores e os organizadores prévios

Dados tais esclarecimentos, emergem todavia duas questões distintas, porém intimamente relacionadas entre si: como se formam os primeiros subsunçores? O que fazer quando o sujeito não dispõe de subsunçores adequados que lhe permitam atribuir significados aos novos conhecimentos? A primeira questão refere-se ao processo de aprendizagem intrínseco aos primeiros anos de vida e a segunda diz respeito aos chamados “organizadores prévios”.

Hipotetiza-se que a construção dos primeiros subsunçores se dê através de processos de inferência, abstração, discriminação, descobrimento, representação, envoltos em sucessivos encontros do sujeito com instâncias de objetos, eventos, conceitos (MOREIRA, 2012, p. 38). Além dos conceitos, na tenra idade de seus primeiros anos, isto é, na fase pré-escolar, a criança vai estabelecendo, mentalmente, relações de causa e efeito e vai formando, assim, modelos causais de estados de coisas do mundo e outros construtos mentais. Inicialmente, depende sobremaneira da experiência concreta com exemplos de objetos e eventos, bem como da intervenção de adultos. Progressivamente, no entanto, ela se vale dos

da aclamada “decoreba”, tão usada pelos alunos e, infelizmente, incentivada no contexto escolar e familiar.

subsunçores já construídos para incorporar novos conhecimentos e a mediação de terceiros (geralmente, professores ou pais) passa a ser uma negociação de significados, aceitos ou não no contexto de um determinado corpo de conhecimentos socialmente reconhecido.

Este último processo, predominante sobretudo na fase adulta, quando então subsunçores adequados e relevantes já se encontram disponíveis na estrutura cognitiva, é o que Ausubel denominou de assimilação, que difere do mesmo conceito em Piaget. A assimilação ausubeliana é o processo por meio do qual um novo conhecimento interage, de modo não-arbitrário e não-literal, com algum conhecimento preexistente apropriado e relevante. Trata-se da chamada “ancoragem”, a que já nos referimos alhures e na qual se dá uma interação entre os dois conhecimentos, o prévio e o novo, de modo que ambos se modificam (o novo adquire significado e o preexiste é corroborado ou significativamente alterado) e o novo é então assimilado. Trata-se, pois, de uma interação entre conhecimentos prévios e novos, e não uma relação interativa entre sujeito e objeto, como na assimilação piagetiana.

Por outro lado, quando o aprendiz não apresenta ainda subsunçores adequados e relevantes que lhe possibilitem atribuir significados ao novo saber que ele lhe é apresentado ou por ele descoberto, Ausubel propõe que o problema possa ser solucionado através dos chamados organizadores prévios, solução essa que, na prática, revela um alcance bastante limitado⁷. De fato, organizadores prévios são propostos como um recurso instrucional potencialmente facilitador da aprendizagem significativa à medida que serviriam como “pontes cognitivas” entre novos conhecimentos e aqueles já presentes na estrutura cognitiva do sujeito cognoscente. São entendidos como materiais introdutórios apresentados anteriormente ao material de aprendizagem em si. Trata-se de uma espécie de “ancoradouros” provisórios para a nova aprendizagem, capazes de conduzir ao desenvolvimento de ideias, conceitos e proposições, apropriados e relevantes, isto é, os subsunçores, que conduzirão, por sua vez, à aprendizagem subsequente.

Contrariamente a sumários, resumos ou sínteses gerais, que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido, os organizadores

⁷ Moreira (2008) apresenta e analisa alguns estudos que revelam alcances e limites dos organizadores prévios para a construção de subsunçores adequados e relevantes, quando estes ainda não se encontram disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

prévios são apresentados em um nível mais alto de abstração, generalidade e abrangência. Neste sentido, dentre várias outras possibilidades, um organizador prévio pode ser um enunciado, uma questão ou situação-problema, uma demonstração, um filme, uma simulação, uma leitura introdutória ou até mesmo uma aula precedente em relação a outras sobre o mesmo assunto. Desta sorte, ao passo que muitas são as possibilidades, a condição é única: a de que anteceda a apresentação do material de aprendizagem e que seja mais abrangente, mais amplo e inclusivo do que este.

Os organizadores prévios podem fornecer “ideias-âncora” relevantes para a aprendizagem significativa do novo material, bem como podem conduzir o aprendiz a relacionar os novos conhecimentos com aqueles de que já dispõe, de modo a perceber que ambos os tipos de saberes são relacionáveis entre si, tanto no sentido de uma relação de integração quanto no sentido de uma relação de diferenciação. Ou seja, além de possibilitarem a construção de subsunçores apropriados e relevantes para uma aprendizagem significativa de novos conhecimentos, os organizadores prévios podem ajudar o aprendiz a perceber que novos conhecimentos estão intimamente relacionados a ideias, conceitos ou proposições apresentados anteriormente, isto é, a subsunçores que, neste caso, já existiam em sua estrutura cognitiva, mas cuja relação ou interação com as novas informações o indivíduo ainda não fora capaz de estabelecer. Neste sentido, há dois tipos de organizadores prévios: o organizador expositivo e o comparativo. No caso de material de aprendizagem totalmente não familiar, ou seja, quando o aprendiz não apresenta subsunçores adequados e relevantes, deve-se usar um *organizador expositivo*, formulado em termos daquilo que o aprendiz já conhece em outras áreas do saber, e isso para suprir a ausência de conceitos, ideias ou proposições relevantes à aprendizagem desse material e servir de ponto de ancoragem inicial. Neste caso, o organizador expositivo faz a ponte de cognição entre o que o aluno já sabe, mas em outros domínios do saber, e o que deveria saber que o novo material de aprendizagem fosse potencialmente significativo. Ele promove, assim, uma espécie de ancoragem ideacional em termos que se apresentam como familiares ao aprendiz. Por outro lado, no caso da aprendizagem de material com o qual o indivíduo já está parcialmente familiarizado, ou seja, quando o novo material é relativamente familiar, recomenda-se utilizar um *organizador comparativo*, que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva e, a um

só tempo, a discriminá-los das informações e conceitos, ideias ou proposições já existentes nessa estrutura, conhecimentos esses que são basicamente similares, porém essencialmente diferentes, e que podem, portanto, ser confundidos. Sublinhe-se, entretanto, o fato de que organizadores prévios não são simples comparações introdutórias, pois, ao contrário destas, eles devem se pautar em três funções ou papéis fundamentais, identificados e sinteticamente arrolados por Moreira (2012). Em primeiro lugar, devem identificar o conteúdo apropriado e relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância desse conteúdo para a aprendizagem das novas informações; devem possibilitar uma visão geral do material de aprendizagem em um nível mais amplo de abstração, salientando as inter-relações entre o novo e o prévio conhecimento; prover elementos organizacionais mais gerais e inclusivos, que possa ser utilizado, pelo aprendiz, para assimilar os novos conhecimentos de forma significativa.

3.3.3 A estrutura cognitiva

Segundo Moreira (2012, p. 33, tradução nossa), “[...] no âmbito da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a estrutura cognitiva é um conjunto hierárquico de subsunçores dinamicamente inter-relacionados”. Trata-se de um complexo hierarquicamente organizado de subsunçores e suas inter-relações. De fato, quanto à organização hierárquica da estrutura cognitiva, pode-se dizer que há subsunçores hierarquicamente subordinados a outros, que são, por sua vez, mais gerais e inclusivos. Entretanto, essa hierarquia não é estática, mas passível de transformação. É o caso, por exemplo, da ocorrência de uma aprendizagem significativa superordenada, em que um novo subsunçor, mais abrangente, passa a incorporar ou subsumir outros. Por outro lado, um conhecimento que ocupa determinada posição numa certa hierarquia de subsunçores poderá vir a ocupar outro lugar, inclusive menos importante, numa outra hierarquia de um domínio de conhecimentos diferente. Isso implica em afirmar que as hierarquias de subsunçores não são fixas dentro de um mesmo domínio de conhecimentos e variam de um campo para outro.

Por ser uma estrutura dinâmica, e não estática, a estrutura cognitiva se caracteriza por dois processos fundamentais: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora ou integrativa. Esses processos constituem, pois, os princípios segundo os quais a estrutura cognitiva de um indivíduo se organiza e se torna apta a aprender de forma significativa. A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um determinado conhecimento prévio e que resulta da sucessiva utilização desse subsunçor para atribuir significado a novos conhecimentos. Como vimos, através de sucessivas interações, um dado subsunçor vai adquirindo, de maneira progressiva, novos significados, isto é, vai se tornando a um só tempo mais rico e elaborado, mais determinado e refinado, mais diferenciado e mais apto a servir de ancoradouro para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Já a reconciliação integradora ou integrativa constitui um processo da dinâmica da estrutura cognitiva simultâneo ao da diferenciação progressiva. Consiste em suprimir aparentes diferenças, eliminar inconsistências, integrar significados diversos, construir superordenações.

Cabe salientar que a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora são processos simultâneos que constituem a própria dinâmica da estrutura cognitiva de um sujeito que aprende. Não se tratam, pois, de processos opostos ou excludentes entre si. Isso implica em dizer que aprendemos a um só tempo diferenciando e reconciliando significados. Noutros termos, o sujeito que aprende vai diferenciando progressivamente e, a um só tempo, reconciliando integrativamente os novos conhecimentos em interação com aqueles já preexistentes. Ora, se apenas diferenciássemos cada vez mais os significados, acabaríamos por perceber tudo diferente, sem síntese alguma. Por outro lado, de forma análoga, se somente integrássemos os significados indefinidamente, sem diferenciá-los ou distingui-los entre si, perceberíamos tudo igual, isto é, como um todo indiferenciado. Nestes dois casos não haveria aprendizagem significativa, que requer os dois princípios básicos, o da integração e o da diferenciação. Desta sorte, embora possam ocorrer com intensidades distintas, esses dois processos ou princípios processuais fundamentais da estrutura cognitiva de um sujeito que aprende são simultâneos e absolutamente necessários à construção do conhecimento de forma significativa. Por meio desses processos, o aprendiz vai organizando, de forma hierárquica, a sua estrutura cognitiva em determinado domínio do saber. Trata-se de uma organização ou estruturação hierárquica do conhecimento em razão de alguns subsunçores serem

mais amplos e inclusivos do que outros; todavia, a hierarquia construída não é imutável, pois à medida que ocorrem os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa a estrutura cognitiva se altera.

3.3.4 Tipologia da aprendizagem significativa

Ausubel distingue três tipos de aprendizagem significativa: a representacional, a conceitual e a proposicional. A mais elementar dessas formas é a aprendizagem representacional ou de representações. Entretanto, é a mais fundamental, pois dela dependem os demais tipos. Trata-se da aprendizagem que “ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa” (MOREIRA, 2012, p. 44, tradução nossa). Em outras palavras, quando os símbolos (tipicamente palavras) passam a significar, para o indivíduo, aquilo que seus referentes (objetos, eventos, conceitos) significam, diz-se que ocorreu aprendizagem representacional. Assim, por exemplo, se para uma criança a palavra “campo” significa apenas o campo de futebol, ela ainda não desenvolveu o conceito de campo, mas apenas uma representação. E o mesmo vale para adultos frente a eventos e objetos em relação aos quais ainda não identificou atributos e regularidades que definiriam o conceito correspondente. Embora se aproxime, por definição, da aprendizagem mecânica, a aprendizagem representacional é significativa porque envolve a atribuição de significado a determinado símbolo, de modo que o símbolo significa um referente concreto. Já na aprendizagem mecânica, a relação entre o símbolo e o objeto/evento é apenas associativa, sem qualquer atribuição de significado.

Por sua vez, a aprendizagem de conceitos, ou conceitual, também é, de certo modo, uma aprendizagem representacional, porém de nível mais elevado, uma vez que conceitos são representados por símbolos particulares. Todavia, os conceitos distinguem-se da mera atividade de representação por seu caráter de generalização abstrata. Logo, eles são genéricos ou categóricos, isto é, eles representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes, isto é, eles indicam regularidades em eventos e/ou objetos, a despeito de suas particularidades e

diferenças. Assim, diferentes seres ou acontecimentos são enfeixados sob um mesmo signo, ao abstrair-se atributos, propriedades ou características comuns entre eles. Para retomar o supramencionado exemplo do campo, quando ocorre a aprendizagem conceitual numa criança, para além da concretude empírica do campo de futebol, ela é capaz de estender o significado da palavra “campo” a outros domínios e se referir ao campo social, político, linguístico, gravitacional, e assim por diante. Sendo assim, nas precisas palavras de Moreira (2012, p. 45, tradução nossa), “a aprendizagem conceitual ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo”.

Na aprendizagem proposicional, ou de proposições, não se trata de aprender significativamente o que palavras isoladas ou combinadas representam, mas, num processo cognitivo que excede ao da aprendizagem proposicional, trata-se de aprender o significado de ideias em forma de proposições. Ainda em outros termos, a aprendizagem proposicional implica em atribuir significado a novas ideias expressas sob a forma de uma proposição. Ora, ao passo que o significado de uma proposição não é constituído pela mera soma dos significados dos conceitos e das palavras nela enredados, o processo cognitivo que se desencadeia na aprendizagem proposicional é qualitativamente superior àqueles presentes na aprendizagem proposicional e conceitual. De fato, a aprendizagem representacional e a aprendizagem do significado dos conceitos são pré-requisito para a aprendizagem proposicional, mas esta última supõe uma elevação da estrutura cognitiva.

Essas três espécies de aprendizagem significativa são, por sua vez, passíveis de uma classificação ulterior. Cada uma delas pode ser subordinada, superordenada ou combinatória. Ou seja, a aprendizagem representacional pode ser subordinada, superordenada ou combinatória. De forma análoga, a aprendizagem conceitual e a proposicional também podem ocorrer por subordinação, superordenação ou combinação, relativamente a conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva. Isso implica em afirmar a equivalência ou compatibilidade plena entre os diferentes tipos de aprendizagem significativa (MOREIRA, 1999, p. 159; 2012, p. 45). Dado o fato de a primeira categorização dos tipos de aprendizagem

(representacional, conceitual e proposicional) ser compatível com uma outra, convém, pois, dilucidar essa outra tipologia.

Vimos que, na aprendizagem significativa, o novo conhecimento adquire significado por meio da interação com subsunçores. Essa interação, por sua vez, pode se dar por subordinação, superordenação ou combinação. Quando a nova informação (conteúdo cognitivo ou conhecimento) subordina-se à estrutura cognitiva preexistente, tem-se uma aprendizagem dita subordinada. Desta sorte, a aprendizagem significativa é chamada subordinada “quando os novos conhecimentos potencialmente significativos adquirem significados para o sujeito que aprende, por um processo de ancoragem cognitiva, interativa, em conhecimentos prévios relevantes mais gerais e inclusivos já existentes na sua estrutura cognitiva” (MOREIRA, 2012, p. 43). Nesta aprendizagem por subordinação, o conhecimento prévio é mais amplo, os subsunçores preexistentes são mais gerais; daí que o novo conhecimento se subordine à estrutura cognitiva já existente. Por exemplo, se o aprendiz já tem uma ideia ou uma representação do que seja um campo, a aprendizagem significativa de distintas espécies de campo, como campo gravitacional, político, social, etc. se dará por ancoragem⁸ e subordinação à ideia inicial, e mais geral ou ampla, de campo. De certo modo, o processo presente neste tipo de aprendizagem é dedutivo: aplica-se o mais geral, já previamente existente na estrutura cognitiva, a um caso particular ainda desconhecido, isto é, ainda não “incorporado” ao conhecimento prévio. Enquanto mais amplo, o subsunçor preexistente lhe permite, assim, *diferenciar progressivamente* as novas informações que lhe advêm (isto é, os diferentes tipos de campo), de modo que o indivíduo, a um só tempo, *reconcilia integrativamente* o que lhe se apresenta como “novo” ao seu conhecimento prévio, isto é, ao subsunçor preexistente (a ideia de campo) que, neste caso, é mais amplo que a nova informação.

Já na aprendizagem superordenada se dá o inverso: o novo conhecimento a que se chega é que se apresenta como mais geral ou mais inclusivo do que ideias ou conceitos já estabelecidos na estrutura cognitiva; logo, à medida que é adquirido a partir destes últimos, o novo conhecimento (que pode ser uma nova ideia, um novo

⁸ Cabe sublinhar que essa ancoragem não é estanque, de modo que os subsunçores preexistentes são ressignificados nessa interação em que se dá a aprendizagem significativa ou na qual o novo conhecimento é, por assim dizer, adquirido, incorporado à estrutura cognitiva. Isso significa que a aprendizagem significativa se dá num processo dinâmico, com ganhos, mas também rupturas, com verdadeiras ressignificações do material ou conteúdo cognitivo já existente, e não apenas com simples adições de novos conhecimentos.

conceito, uma nova proposição, etc.) potencialmente significativo passa a assimilá-los. Em poucas palavras, o novo conteúdo cognitivo, enquanto se apresenta como mais abrangente, passa a subordinar conhecimento prévios. Por exemplo, suponhamos que o aluno não tivesse uma ideia mais ampla, ou o conceito, de campo e fosse aprendendo, de modo significativo, o que é um campo de futebol, um campo de golfe, um campo político ou social, um campo gravitacional, e assim por diante. Neste processo, ele poderia ir estabelecendo relações, identificando semelhanças e diferenças, e chegar, através de um raciocínio indutivo, ao conceito de campo. Neste, ele incluiria todas as outras formas, ainda que distintas em algum aspecto, de campo. Dar-se-ia, assim, uma aprendizagem superordenada. Nesta, o subsunçor preexistente é por assim dizer esgarçado, alargado, dando lugar a um subsunçor mais amplo ou mais geral, capaz de enfeixar aquele outro com o qual a sua estrutura cognitiva até então operacionalizava. Desta sorte, como bem descreve Moreira (2012, p. 44, tradução nossa), “a aprendizagem *superordenada* envolve [...] processos de abstração, indução, síntese, que levam a novos conhecimentos que passam a subordinar aqueles que lhes deram origem”.

Entretanto, há casos em que a aprendizagem significativa não é nem subordinada, que é mais frequente, nem superordenada, mais comum na conceitualização. Ocorre que o novo conhecimento não pode ser assimilado por outros já presentes na estrutura cognitiva, nem é capaz de assimilá-los. Tem-se aí uma aprendizagem significativa por combinação ou combinatória. Neste caso, o significado é adquirido através da interação não com um subsunçor determinado, isto é, com um conhecimento preexistente na estrutura cognitiva, mas com um conhecimento mais amplo ou mais abrangente, ou melhor, com vários outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, com um conjunto ou com uma totalidade de conhecimentos, uma espécie de “base cognitiva” ou “base subsunçora”, que o sujeito já apresenta em determinado domínio do saber. A interação não é, pois, nem mais inclusiva nem mais específica do que os conhecimentos preexistentes; ela não os subordina nem os superordena, mas combina os conhecimentos prévios com os novos, estabelecendo uma teia de conhecimentos interligados ou interconexos entre si. Desta sorte, como bem explica Moreira (1999, p. 159), “é como se a nova informação fosse potencialmente significativa por ser relacionável à estrutura cognitiva como um todo, de uma maneira bem geral, e não com aspectos específicos dessa estrutura, como ocorre

na aprendizagem subordinada e mesmo na superordenada”. Assim, para entender o significado de certas fórmulas físicas, por exemplo, não basta ter os conceitos nelas envolvidos, é preciso ter um conhecimento mais amplo de Física.

3.3.5 Condições para a ocorrência da aprendizagem significativa

Para que a aprendizagem significativa ocorra, impõem-se duas condições. A primeira delas é que o material cognoscível deve ser *potencialmente* significativo para o aluno. Esta condição apresenta, por sua vez, duas implicações. Por um lado, implica em dizer que o material a ser aprendido deve ser relacionável, ou incorporável, à estrutura cognitiva do aluno, e que tal incorporação se dê de forma não arbitrária e não literal. Em outros termos, implica em afirmar que o material de aprendizagem deve apresentar um significado lógico para o aluno, de modo que ele seja relacionável de maneira não arbitrária e não literal à sua estrutura cognitiva ou ao seu conhecimento prévio. Somente enquanto tal o que é passível de ser conhecido é dito *potencialmente significativo*. Trata-se de um material *potencialmente significativo* à medida que o significado está nas pessoas, e não propriamente nos conteúdos ou materiais de aprendizagem (livros, aulas, problemas, aplicativos, etc.). De fato, não há livro nem aula nem problema significativos em si mesmos. É o aluno que atribui sentido aos materiais de aprendizagem, de modo que o significado atribuído pode não ser aquele comumente admitido no contexto da matéria de ensino. Por outro lado, tal condição implica a exigência de que o aprendiz tenha disponível em sua estrutura cognitiva os subsunçores apropriados, isto é, as ideias-âncoras relevantes e adequadas às quais o conhecimento potencialmente significativo será incorporado. Em outros termos, o aluno deve ter o conhecimento prévio necessário e apropriado para que a interação ocorra, e isto de forma não arbitrária e não literal, quer seja por subordinação, por superordenação ou por combinação.

A outra condição é a de que o sujeito cognoscente deve manifestar uma predisposição para aprender, ou seja, para relacionar à sua estrutura cognitiva, de maneira substantiva e não arbitrária, o novo material cognoscível, potencialmente significativo. Predisposição para aprender significa, aqui, que o sujeito que aprende

deve *querer* relacionar os novos conhecimentos/materiais cognoscíveis aos seus conhecimentos prévios, e isso de modo não-arbitrário e não-literal. Trata-se, pois, de um ato da vontade, e não de simples motivação para aprender, ou gosto pela matéria. O aprendiz deve se predispor a interagir (diferenciando progressivamente e reconciliando integrativamente) com o novo conhecimento, potencialmente significativo, relacionando-o ao seu conhecimento prévio, isto é, à sua estrutura cognitiva preexistente, a qual, por sua vez, se altera, enriquece, ao atribuir sentido/significado ao novo conhecimento. Ora, tal condição implica que, se a intenção do aluno for simplesmente a de memorizar o material cognoscível, independentemente de quão potencialmente significativo seja esse material, tanto o processo de aprendizagem quanto o seu produto (a incorporação do conhecimento propriamente dita) serão automáticos ou mecânicos. De modo análogo, independentemente de quão disposto para aprender esteja o indivíduo, se o material não for potencialmente significativo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos.

Em síntese, duas são as condições indispensáveis para que a aprendizagem significativa ocorra. Em primeiro lugar, a de novos conhecimentos, potencialmente significativos, veiculados pelos materiais instrucionais ou materiais de aprendizagem. Em segundo lugar, predisposição para aprender. Ambas as condições, no entanto, guardam estreita relação de dependência em relação ao conhecimento prévio do sujeito que aprende. No primeiro caso, porque sem a existência de conhecimento prévio, sem os subsunçores adequados, nenhum novo conhecimento será potencialmente significativo. De fato, o aluno pode querer atribuir significados às novas informações, mas não possuir os conhecimentos prévios apropriados, ou o material didático não ter significado lógico, e aí a primeira condição inelutavelmente se impõe: o material deve ser potencialmente significativo, o que implica logicidade intrínseca ao material e disponibilidade de conhecimentos adequados e relevantes. No segundo caso, quanto mais o sujeito apresenta um domínio significativo de um determinado campo de conhecimento, mais ele se predispõe a novas aprendizagens nesse campo ou em áreas afins. Neste sentido, a aprendizagem significativa, como o nome já supõe, distingue-se da aprendizagem mecânica ou automática⁹, na qual quanto mais o indivíduo memoriza conteúdos de

⁹ Cabe salientar que se trata, na verdade, de distinção, e não de oposição. Com isso, sugere-se que aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não constituem uma dicotomia, mas que elas

forma automática, mais ele se predispõe contra esses conteúdos ou à aprendizagem de novos. Em relação à aprendizagem mecânica, a vantagem da aprendizagem significativa reside no fato da capacidade de transferência ou transposição do conteúdo aprendido a situações novas, o que implica compreensão, atribuição de significado, ao passo que naquela outra o sujeito é capaz de lidar apenas com situações já conhecidas. Mais tarde, outra ainda será a vantagem da aprendizagem significativa ante a aprendizagem mecânica: a de maior retenção de novos conhecimentos, bem como a possibilidade de reaprendizagem (praticamente inexistente no caso da aprendizagem automática) em menos tempo.

3.3.6 A facilitação da aprendizagem significativa: o papel do professor, estratégias, recursos e instrumentos favorecedores

Do que foi dito acima, pode-se inferir que o papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa envolve ao menos quatro ações fundamentais. A primeira delas é identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria a ser ensinada. Trata-se de identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, mais gerais e abrangentes, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente, de modo que, progressivamente, enfeixem os menos inclusivos até chegar aos exemplos e dados específicos, menos amplos. Numa palavra, o educador deve “mapear” e organizar hierarquicamente a

se inserem no quadro de um mesmo contínuo. A existência desse contínuo não implica, por sua vez, em afirmar que o trânsito da aprendizagem mecânica à aprendizagem se dê de modo natural ou automático. Essa passagem dependerá, necessariamente, da existência de subsunções apropriados e relevantes, tal como já vimos. Por outro lado, a existência da supramencionada relação de continuidade implica em dizer que a aprendizagem é progressiva, de modo que o seu processo apresenta rupturas e continuidades, além de poder ser bastante longo. De fato, a construção de um subsunção ou conhecimento prévio adequado e relevante se dá num lento e contínuo processo de retenção, internalização, diferenciação e reconciliação de significados. Por essa razão, não se trata de algo imediato, mas construído com o tempo. Por último, a afirmação do contínuo supracitado deve levar a inferir que a aprendizagem significativa depende da assimilação de significados, num processo que envolve uma negociação de significados entre o sujeito que aprende e o que ensina, uma negociação dialógica, por assim dizer, e que, por conseguinte, pode se revelar como um processo complexo e demorado. Neste sentido, convém observar que grande parte da aprendizagem ocorre numa zona intermediária desse contínuo, e que um ensino potencialmente significativo deve favorecer a caminhada do aprendiz por essa zona cinzenta, muitas vezes mais imbuída de incertezas do que de certezas irrefutáveis. A propósito dessas duas formas de aprendizagem, bem como da relação de continuidade entre elas, ver Moreira (2012, p. 40-41).

matéria de ensino, destacando os subsunçores mais inclusivos e imprescindíveis para uma aprendizagem significativa. Isso significa que o conteúdo curricular deve ser mapeado de modo a identificar as ideias mais gerais e inclusivas, os conceitos estruturantes e as proposições-chave do que será ensinado. Tal análise permitirá a identificação e a hierarquização do que é fundamental ou mais importante no que concerne ao conteúdo curricular, bem como o que é secundário ou pouco relevante para uma aprendizagem significativa. Numa perspectiva cognitiva, a aprendizagem significativa será facilitada se o sujeito que aprende tiver uma visão inicial de conjunto, do todo ou do que é imprescindível para, a partir de então, diferenciar e reconciliar significados. Desse modo, o ensino deve começar com os aspectos mais gerais, mais inclusivos e mais organizadores do conteúdo e, a partir daí, diferenciá-los progressivamente. Uma vez introduzidos os conceitos, ideias e proposições mais abrangentes, eles devem ser exemplificados, diferenciados e inter-relacionados, isto é, trabalhados numa perspectiva de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, concomitantemente, nas hierarquias conceituais. Convém sublinhar, entretanto, que iniciar com o conhecimento mais abrangente, geral e inclusivo em uma disciplina não implica em apresentá-lo na sua forma última, mais sofisticada e complexa. Trata-se, antes, de apresentar uma visão do todo e, progressivamente, ir exemplificando e diferenciando, bem como reconciliando e associando a outros conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva, em níveis crescentes de complexidade, até o aluno alcançar o nível esperado no contexto da disciplina e do campo de conhecimento em questão.

Cabe ao professor, também, identificar quais são os conhecimentos prévios relevantes que o aluno traz consigo, isto é, os subsunçores adequados à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o sujeito que aprende deve ter em sua estrutura cognitiva a fim de aprender significativamente esse conteúdo. Sendo assim, o educador deve diagnosticar o conhecimento prévio do aluno, isto é, aquilo que ele já sabe e identificar, dentre os subsunçores especificamente adequados e relevantes (previamente determinados ao “mapear” e organizar hierarquicamente a matéria de ensino), quais são os que já estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.

Enfim, compete ao professor auxiliar o aluno na assimilação da estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva, por meio da incorporação de novos conhecimentos, potencialmente significativos, de modo a

poder operacionalizá-los e aplicá-los em novas e distintas situações. Para tal, cabe ao educador se valer de recursos e princípios que facilitem uma aprendizagem significativa, que implicará, por sua vez, ampliar e complexar a estrutura cognitiva do aluno. É certo que, para isso, o professor deve considerar não apenas a estrutura conceitual da matéria de ensino, mas também a estrutura cognitiva preexistente do sujeito cognoscente e tomar as devidas providências (por exemplo, usando organizadores prévios) caso a mesma não esteja adequada, ou seja, caso não apresente os subsunçores relevantes para a incorporação do novo conhecimento potencialmente significativo.

Em suma, no que concerne ao papel do professor à luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, a ênfase recai sobre a identificação da estrutura cognitiva preexistente e sobre a organização significativamente hierárquica da matéria de ensino enquanto preocupações fundamentais no planejamento da instrução. Qualquer intento de facilitar a aprendizagem significativa numa situação formal de ensino deve partir do conhecimento prévio do aluno no campo do saber em questão.

Quanto às estratégias e recursos capazes de favorecer a aprendizagem significativa, além da diferenciação progressiva, da reconciliação integradora e dos organizadores prévios, Ausubel também destacava o uso dos princípios da organização sequencial e da consolidação. O princípio da organização sequencial “implica tirar vantagem das dependências sequenciais naturais existentes na matéria de ensino” (MOREIRA, 2012, p. 49, tradução nossa). Para Ausubel, é mais fácil para o aluno organizar os seus subsunções de forma hierárquica se, na matéria de ensino, os tópicos estiverem sequenciados em termos de dependências hierárquicas naturais, ou seja, de modo que certos tópicos se apresentem como naturalmente dependentes dos que os antecedem. Já o princípio da consolidação refere-se ao domínio de conhecimentos prévios, apropriados e relevantes, como requisito fundamental para a incorporação de novos saberes potencialmente significativos. Ao passo que o conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz é a variável que mais determina a aprendizagem significativa de novos conhecimentos, deve-se insistir no domínio do conhecimento preexistente antes de apresentar novos conhecimentos ao sujeito apto a aprender. Mas, ainda cabe ressaltar, uma vez que a aprendizagem significativa é progressiva, tal domínio não se dá de modo linear e

imediatos, mas apresenta rupturas e continuidades, além de poder exigir um tempo maior para a sua consolidação.

A linguagem é outro recurso extremamente importante para o favorecimento da aprendizagem significativa¹⁰. Por essa razão é que Ausubel (1963), nas primeiras descrições de sua teoria, não hesitava em falar de aprendizagem verbal significativa (*meaningful verbal learning*). Com efeito, a aprendizagem significativa depende da captação ou incorporação de significados que, por sua vez, envolve diálogo, intercâmbio e negociação de significados. Essa permuta depende fundamentalmente da linguagem, por meio da qual o aprendiz externaliza os significados que está assimilando e construindo. Esse processo apenas se encerra quando o sujeito internaliza ou aprende os significados que são admitidos e sancionados no contexto da matéria de ensino.

Em suma, a linguagem é essencial na facilitação da aprendizagem significativa. Isso porque as palavras, as imagens, gestos e símbolos são signos linguísticos e deles dependemos para ensinar e para aprender qualquer corpo organizado de conhecimentos numa situação formal de ensino-aprendizagem. De fato, como dizia o filósofo Martin Heidegger, a linguagem é a casa do ser, o que implica em afirmar que o homem mora na linguagem, ou que ela é o *habitat* propriamente humano. Sendo assim, a linguagem está implicada em toda e qualquer tentativa humana de perceber a realidade, bem como de comunicar essa percepção aos outros. Daí que, por definição, a aprendizagem significativa dela depende.

Organizadores prévios, mapeamentos conceituais, Diagramas V, bem como atividades colaborativas, presenciais ou virtuais, e em pequenos grupos, são também considerados como estratégias e instrumentos (didáticos) facilitadores da aprendizagem significativa¹¹. De qualquer modo, o que se observa é que o favorecimento da aprendizagem significativa depende sobremaneira de novas posturas de ensino-aprendizagem, isto é, de uma nova diretriz escolar, mais do que novas metodologias, mesmo as baseadas em modernas tecnologias de informação e comunicação.

¹⁰ A propósito da intrínseca relação entre linguagem e aprendizagem significativa, ver Moreira (2003).

¹¹ Não pretendemos aqui nos determos nos pormenores de cada um desses recursos, mostrando como eles podem favorecer a aprendizagem significativa. Para tal, convém consultar os seguintes textos de Moreira (1998; 2007; 2008; 2013).

3.3.7 A avaliação da aprendizagem significativa

Por se tratar de uma aprendizagem de conhecimentos potencialmente significativos, a aprendizagem significativa requer um modelo de avaliação que foge aos parâmetros avaliativos tradicionais que se baseiam na simples capacidade de memorização de fórmulas e conteúdos. A avaliação da aprendizagem significativa implica outro enfoque, pois o que se deve avaliar é a compreensão, a retenção, a incorporação e a construção de significados, bem como a capacidade de aplicar o conhecimento adquirido a novos e diferentes contextos, isto é, a situação ainda desconhecidas, não-rotineiras. De fato, para Ausubel, a melhor maneira de avaliar se o aprendiz realmente obteve uma aprendizagem significativa, ou se apenas simula que aprendeu, é propor a ele uma nova situação, com a qual ainda não esteja familiarizado, o que requererá dele uma espécie de ressignificação do conhecimento adquirido, uma transposição do que aprendeu para um novo contexto.

Todavia, cabe ressaltar que novas situações devem ser propostas progressivamente, ao longo de todo o processo instrucional, e não apenas no momento da avaliação formal, pois só assim o aluno estará apto para o exercício de enfrentar novos contextos, ressignificando o conhecimento construído a partir da situação dada. Neste sentido, cabe sublinhar, uma vez mais, que a aprendizagem significativa é progressiva, dá-se paulatinamente, e apresenta rupturas e continuidades, de modo que grande parte do processo ocorre numa zona de incerteza, onde a ocorrência do erro é absolutamente natural.

Sendo assim, como bem assinalou Moreira (2012, p. 53), a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. Ela é formativa quando permite ao aluno externalizar os significados que aprendeu ou que está construindo, de modo a poder explicar e justificar as suas respostas. Por outro lado, o caráter de recursividade da avaliação concernente à aprendizagem significativa significa possibilitar que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. Isso possibilitará que ele ressignifique os significados construídos, ou em construção, a partir das novas situações que lhe são apresentadas.

4 METODOLOGIA

Neste capítulo, descrevemos a escola selecionada, assim como os conteúdos abordados, os programas utilizados para a criação do site off-line.

4.1 A ESCOLHA DO CONTEÚDO

Devido ao grande conteúdo de Física e o pouco tempo de horas destinados ao ensino de Física, no caso duas aulas de 45 min por semana; é muito difícil lecionar todo o conteúdo de Física, com isto é necessário fazer algumas escolhas. Muitas vezes o aluno não consegue imaginar corretamente o que o professor propõe ou a situação de um experimento de Física que o professor não consegue levar para a sala de aula. Um dos conteúdos abordados durante o 2º Ano do EM e de grande importância é a parte de Termologia, onde escolhemos trabalhar com as áreas de: trocas de calor, energias e suas transformações, e propriedades dos gases envolvendo transformações gasosas.

De posse das simulações computacionais relacionadas a essas áreas e baseando nos parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Médio (BRASIL, 1999) e na Proposta Curricular (CBC) (BRASIL, 1999) de Física do Estado de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 2007), criamos os roteiros para as aulas práticas de Física, no laboratório de Informática.

4.2 A ESCOLHA DA ESCOLA

O produto pedagógico foi aplicado na turma do 2º Ano – H, do Ensino Médio, na Escola Estadual Dr. Emílio Silveira, na cidade de Alfenas-MG, no ano de 2016. A escolha dessa turma foi devido ao conteúdo abordado neste trabalho, no caso a Termologia, que é lecionada nesse ano do EM; e é a única turma de 2º ano do EM que eu leciono.

4.3 PROGRAMAS PARA CRIAÇÃO DO WEB SERVIDOR

Para a criação do *servidor web* utilizamos um pacote de softwares, o XAMPP, para criação de um banco de dados e um software o Joomla para gestão do site.

A seguir, é feita uma descrição breve sobre o XAMPP e o Joomla, e onde podem ser encontrados.

4.3.1 XAMPP

O XAMPP é um pacote com os principais softwares servidores de código aberto do mercado, incluindo FTP, banco de dados MySQL e Apache com suporte às linguagens PHP e Perl.

XAMPP é um servidor independente de plataforma, software livre, que consiste principalmente na base de dados MySQL, o servidor web Apache e os interpretadores para linguagens de script: PHP e Perl. O nome provém da abreviação de X (para qualquer dos diferentes sistemas operativos), Apache, MySQL, PHP, Perl. O programa está liberado sob a licença GNU e atua como um servidor web livre, fácil de usar e capaz de interpretar páginas dinâmicas. Atualmente XAMPP está disponível para Microsoft Windows, GNU/Linux, Solaris, e MacOS X (XAMPP, 2015).

Com ele, é possível rodar sistemas como WordPress, Drupal e Joomla localmente, o que facilita e agiliza o desenvolvimento. Como o conteúdo estará armazenado numa rede local, o acesso aos arquivos é realizado instantaneamente (XAMPP, 2012).

4.3.2 Joomla

Joomla é uma plataforma ou CMS (*Content Management System*) que permite a criação e gestão de sítios web dinâmicos. Criado em 2006, o Joomla tornou-se o

CMS em maior expansão sendo provavelmente o CMS mais procurado, com a maior comunidade e mais recursos disponíveis.

A grande vantagem do Joomla é a diversidade de extensões disponíveis e criadas por inúmeros programadores e distribuídos de forma gratuita ou comercial mas sempre sob a norma do código aberto. Componentes, módulos e plugins são atualizados constantemente e possuem grande valia para criadores web interessados num site bem elaborado pois adicionam funcionalidades específicas permitindo adequar-se às necessidades dos clientes. O aspeto visual do site é controlado por modelos gráficos que permitem uma configuração ao gosto do seu cliente.

É desenvolvido em PHP e funciona em servidores web Apache ou IIS. Tem suporte a vários tipo de bases de dados como MySQL ou Azure, sendo possível adicionar outros tipos de bases de dados

A seguir estão algumas características do Joomla:

- a) É um software livre e não haverá alterações de modelo de distribuição (isto é, vai continuar disponível gratuitamente);
- b) Existem vários milhares de módulos e componentes disponíveis para adicionar funcionalidades extra;
- c) Foi escrito com PHP, um dos *softwares open source* mais populares da Internet (JOOMLA, 2012).

4.4 SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

De maneira especial, dentre os vários recursos informáticos disponíveis, esse trabalho concentra sua atenção no uso de simulações, considerando-as enquanto elementos integrados aos objetivos e atividades de aprendizagem e de avaliação de uma disciplina. (MIRANDA & BECHARA, 2004, p. 2).

O uso de simulação têm sido uma das formas mais recorrentes da inserção do computador nas atividades didáticas. Programas de simulação tornam viáveis a qualquer momento, com acesso de diferentes locais, e com agilidade, a observação de fenômenos que só seria possível em laboratórios muito bem equipados. A utilização desta tecnologia virtual pode ajudar o entendimento dos diferentes aspectos, às vezes sutis, de um sistema físico, onde o aprendiz pode, ao

mudar as condições da simulação, não só responder a questões sobre o sistema físico, mas fazer perguntas sobre ele, que é a forma de se criar conhecimentos em ciências.

4.4.1 Simulações computacionais do Phet Colorado

Fundado em 2002 pelo Prêmio Nobel Carl Wieman, o projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET), da Universidade do Colorado, cria simulações interativas gratuitas de Matemática e Ciências. As simulações do PhET baseiam-se em extensa pesquisa em educação e envolvem os alunos através de um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta.

PhET oferece simulações de matemática e ciências, divertidas, interativas, grátis, baseadas em pesquisas. Nós testamos e avaliamos extensivamente cada simulação para assegurar a eficácia educacional. Estes testes incluem entrevistas de estudantes e observação do uso de simulação em salas de aula. As simulações são escritas em Java, Flash ou HTML5, e podem ser executadas *on-line* ou copiadas para seu computador. Todas as simulações são de código aberto. Vários patrocinadores apoiam o projeto PhET, permitindo que estes recursos sejam livres para todos os estudantes e professores. (PhET)

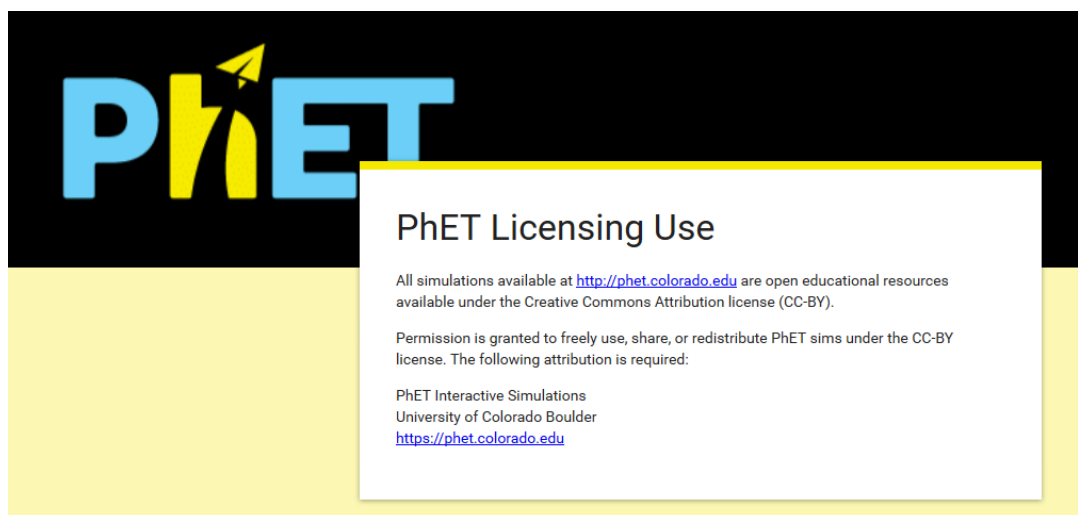


Figura 2 – Uso da licença PhET.

Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/licensing

As simulações computacionais destinadas aos Roteiros de Aulas práticas, estão licenciadas de acordo com a *Creative Commons* (CC); onde todos os direitos são reservados, e de acordo com o site do PhET podemos usar, compartilhar e redistribuir livremente as simulações computacionais, sob as condições impostas de acordo com a Figura 3 a seguir.

Licenciamento

Simulações PhET

Todas as simulações disponíveis em <http://phet.colorado.edu> são recursos educacionais abertos disponíveis sob licença Creative Commons Attribution (CC-BY).

É concedida permissão para usar, compartilhar ou redistribuir livremente as sims PhET sob a licença CC-BY. A seguinte atribuição é exigida:

PhET Interactive Simulations
University of Colorado Boulder
<https://phet.colorado.edu>

Se o seu uso inclui a redistribuição das simulações, por favor nos avise [com este formulário](#).

Figura 3 – Licenciamento das simulações computacionais do projeto PhET.
Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/licensing

4.4.2 Descrição das simulações computacionais aplicadas

De acordo com o conteúdo lecionado no 2º Ano do EM, visto que a turma escolhida foi a turma do 2º Ano – H, as simulações computacionais aplicadas abordam os conteúdos estudados no 2º Ano e também relacionados ao 1º Ano do EM, neste caso alguns tipos de energia.

No site *on-line* <http://camposfisico.wixsite.com/simulacoesphet> estão disponíveis vídeos tutoriais com as principais funções e noções, e pontos mais importantes sobre os tópicos relacionados as simulações computacionais aplicadas.

A seguir estão as simulações computacionais utilizadas, os tópicos da Física que elas estão relacionadas, os objetivos de aprendizagem e uma breve descrição sobre cada uma das simulações computacionais utilizadas.

1) Formas de Energia e Transformações

Tópicos relacionados

Energia, Trocas de Calor, Conservação da Energia, Sistemas de Energia, Transformações de Energia e Energia Térmica.

Objetivos de Aprendizagem

- I. Prever como energia fluirá quando os objetos são aquecidos ou resfriados, ou objetos em contato que tenham diferentes temperaturas.
- II. Descrever os diferentes tipos de energia e dar exemplos da vida quotidiana.
- III. Descrever como a energia pode mudar de uma forma de energia para outra.
- IV. Explicar a conservação da energia em sistemas reais.
- V. Projetar um sistema com fontes de energia, trocadores e usuários e descrever como a energia flui e muda de uma forma de energia em outra.

Descrição

Nesta simulação computacional é possível aquecer ou esfriar um pedaço de ferro, um tijolo ou uma porção de água; adicionando ou removendo calor. Perceba como a energia é transferida entre esses objetos. Veja a Figura 4.

Criar um sistema, para visualizar a simples troca de calor entre dois corpos, a temperaturas diferentes, ou sistemas, escolhendo uma das fontes de energia disponível, como energia mecânica ou energia solar, onde pode perceber as transformações de energia e o que está ocorrendo em cada sistema. Veja a Figura 5 a seguir.

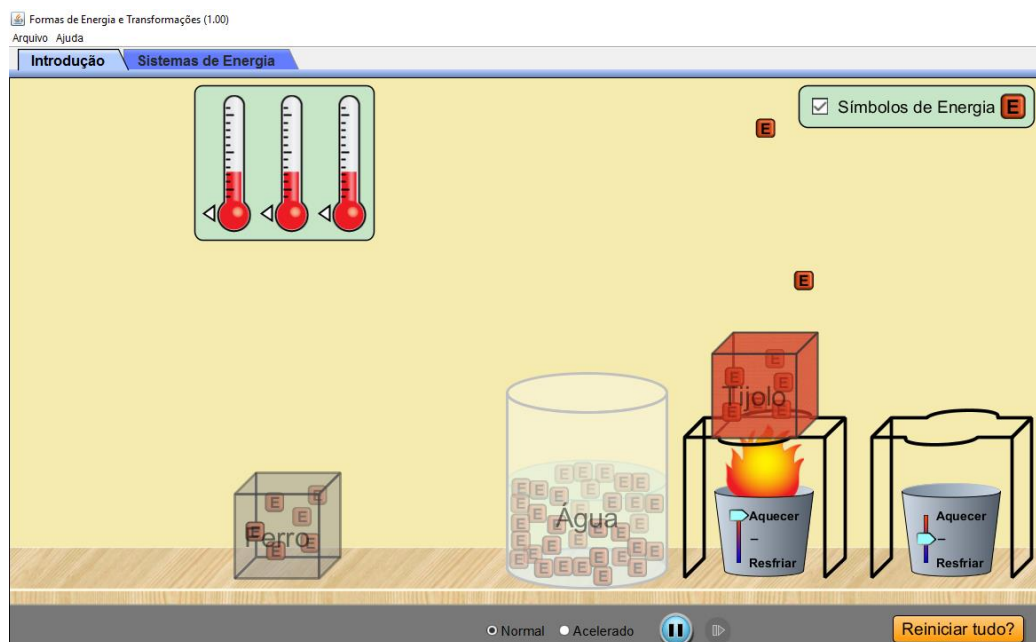


Figura 4 – Simulação de Formas de Energia e Transformações, Introdução.
Fonte: Do autor.

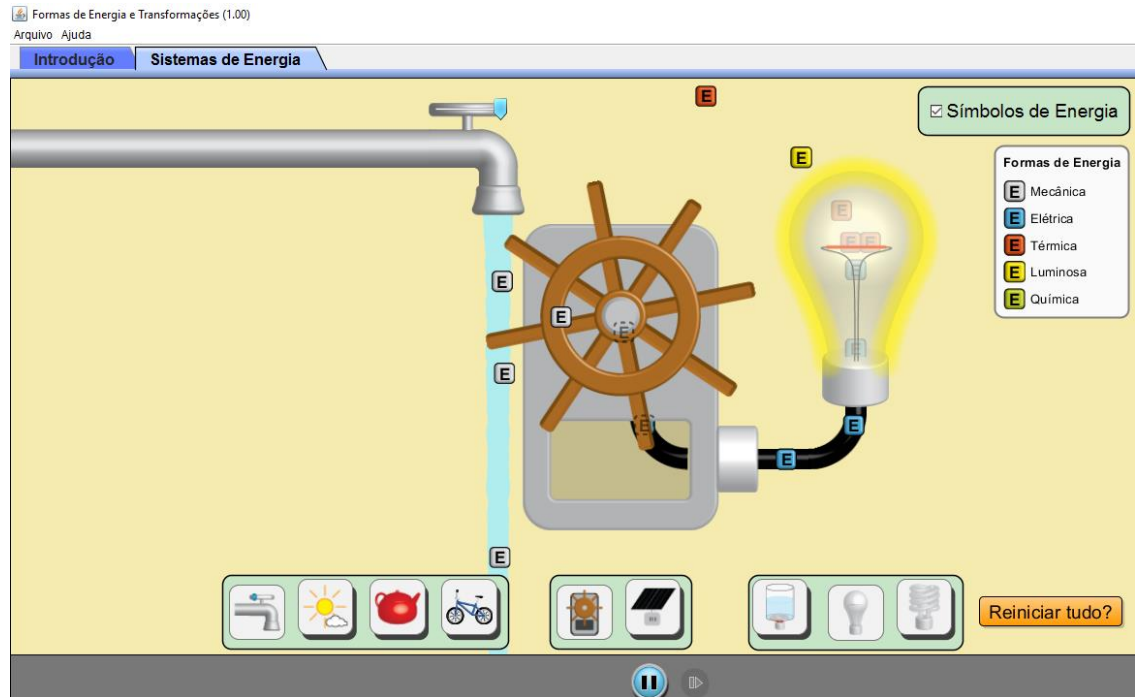


Figura 5 – Simulação de Formas de Energia e Transformações, Sistemas de Energia.
Fonte: Do autor.

2) Estados da Matéria: Básico

Tópicos relacionados

Temperatura, Estados da Matéria, Átomos e Moléculas.

Alguns Objetivos de Aprendizagem

- I. Descrever as características dos três estados da matéria: sólido, líquido e gás.
- II. Comparar partículas em três diferentes estados físicos.
- III. Explicar congelamento e fusão em nível molecular.
- IV. Reconhecer que diferentes substâncias têm propriedades diferentes, incluindo temperaturas de fusão, congelamento e ebulição.

Descrição

Nesta simulação é possível esquentar, resfriar e comprimir alguns átomos e moléculas e ver como eles passam de um estado físico para outro.

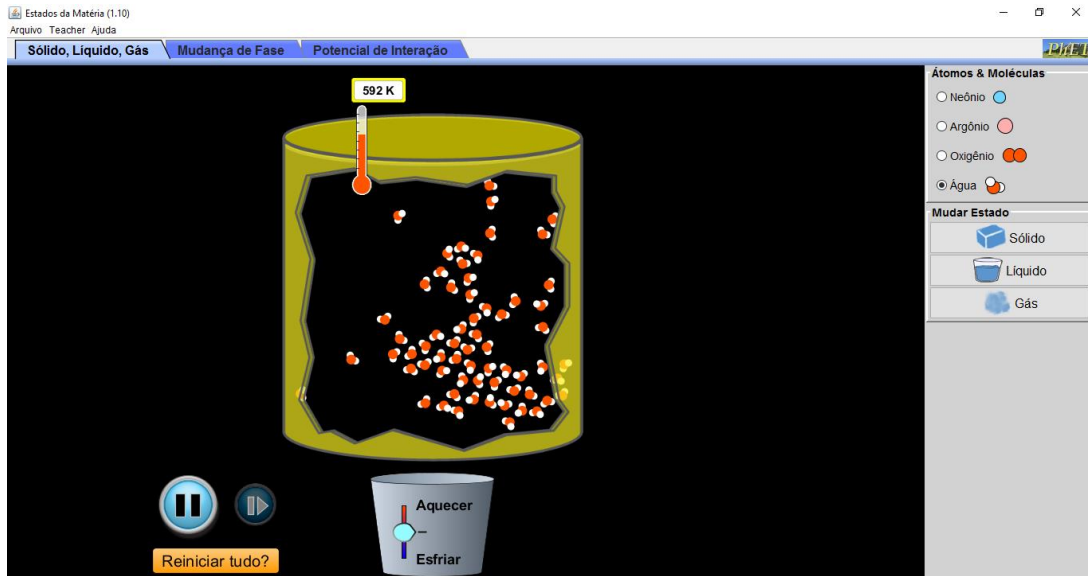


Figura 6 – Estados da Matéria.
Fonte: Do autor.

3) Propriedades dos Gases

Tópicos relacionados

Gás, Calor, Termodinâmica, Gravidade, Pressão, Lei Geral dos Gases Ideais e Transformações gasosas.

Alguns Objetivos de Aprendizagem

- I. Prever a variação e a relação de pressão, volume e temperatura, de um gás ao sofrer uma transformação, e enumerar outras influências em outras propriedades dos gases.
- II. Predizer como a mudança de temperatura afetará a velocidade das moléculas.

Descrição

Nesta simulação é possível bombear moléculas de gás em uma caixa e observar o que acontece quando é alterado o volume, adiciona ou remove calor do gás e altera a gravidade. Medir a temperatura e a pressão, e descobrir como as propriedades do gás variam entre si.

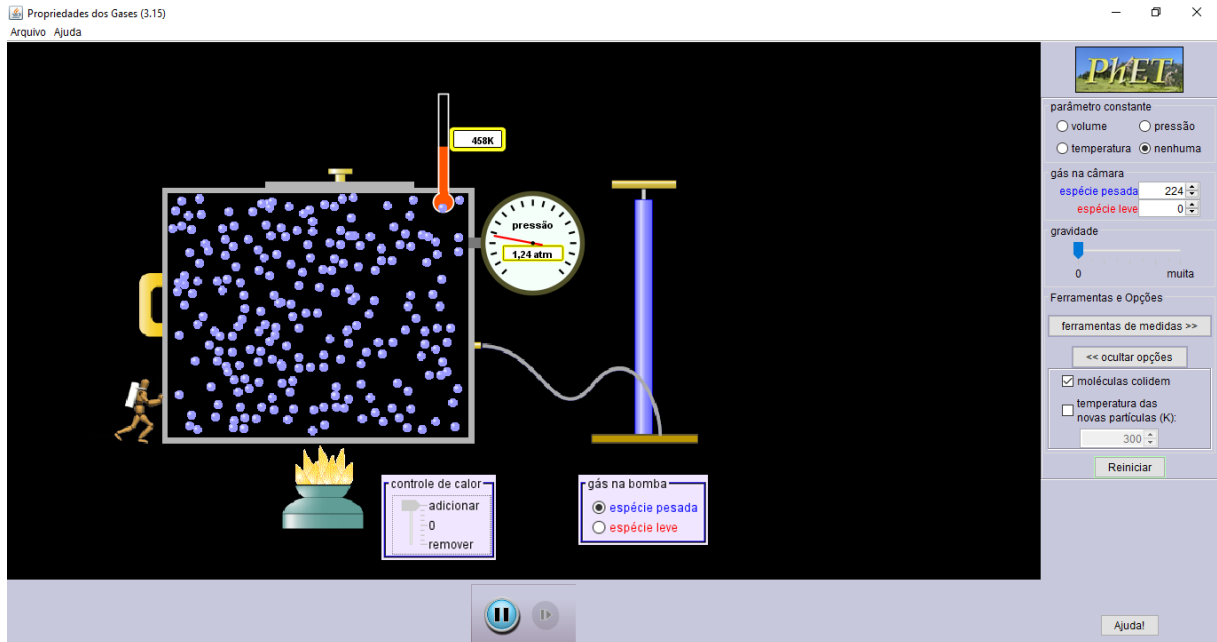


Figura 7 – Propriedades dos gases.
Fonte: Do autor.

4.5 SITE: SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS DE FÍSICA

Neste trabalho, procuramos disponibilizar todas as simulações computacionais utilizadas no Roteiro de Atividades, por meio de um servidor web, onde foi criado um *site off-line* relacionado a essas simulações computacionais. Para isso foi utilizado o meu notebook como servidor web, onde o site foi criado utilizando o Joomla e disponibilizado por meio do pacote de serviços do XAMPP.

Na seção 4.7 contém um roteiro explicando o processo para acessar esse site *off-line*.

4.6 ELABORAÇÃO DOS ROTEIROS PARA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NO LABORATÓRIO DE INFORMÁTICA

A elaboração dos roteiros de aulas práticas para o uso das simulações computacionais foram um dos instrumentos didáticos facilitadores da aprendizagem

significativa de Ausubel, adotados neste trabalho. Juntamente com a linguagem, que é essencial na facilitação da aprendizagem significativa, criaremos uma “nova” postura de ensino-aprendizagem.

A atividade prática foi elaborada para trabalhar em grupo de dois ou três alunos (dependendo da quantidade de alunos da turma e do número de computadores disponíveis no laboratório de informática); com isto, temos atividades colaborativas que são estratégias para facilitar a aprendizagem significativa, visto que o aluno possui conceitos básicos sobre o conteúdo relacionado.

Os roteiros de aulas práticas foram elaborados com intuito de direcionar os alunos a seguirem um caminho de ensino-aprendizagem. Com isto o aluno não fica navegando pela internet observando, fazendo algo que não está de acordo com a aula prática ou fazendo outras tarefas não relacionadas ao conteúdo.

Os roteiros de aulas práticas utilizados na aplicação deste trabalho se encontram no Apêndice A, na página 66.

4.7 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Para a utilização do site *off-line* é necessário um notebook ou um dos computadores do laboratório de informática, para ser o servidor web, onde eles devem ser conectados em rede com os computadores do laboratório de Informática da Escola Estadual Dr. Emílio Silveira.

Os arquivos que serão disponibilizados para utilizar o servidor web, poderão ser distribuídos em DVDs ou pela internet por meio do site da Unifal-MG, na página do MNPEF (<http://www.unifal-mg.edu.br/mnpef/node/20>), neste caso será um arquivo .zip. Foi criado um site *on-line* “Simulações Computacionais de Física”, com (<http://camposfisico.wixsite.com/simulacoesphet>). Neste site estará disponível o link para baixar o JAVA, necessário para executar as simulações computacionais; bem como os roteiros para as aulas práticas e os endereços para baixar as simulações computacionais no site do PhET.

O professor deverá seguir alguns passos para aplicação deste produto, sendo eles:

1º) O DVD contém três pastas com os nomes: D_xampp, E_xampp e F_xampp; devido ao computador reconhecer a unidade de DVD-RW, como dispositivo D, E ou F. Logo, se o computador reconhecer o dispositivo como Unidade de DVD-RW (D:), devemos acessar a pasta D_xampp, conseqüentemente se o computador reconhecer o dispositivo como Unidade de DVD-RW (E:), deve ser acessado a pasta E_xampp e da mesma forma se for reconhecida como Unidade de DVD-RW (F:) deve ser acessado a pasta F_xampp. Veja a figura a seguir:

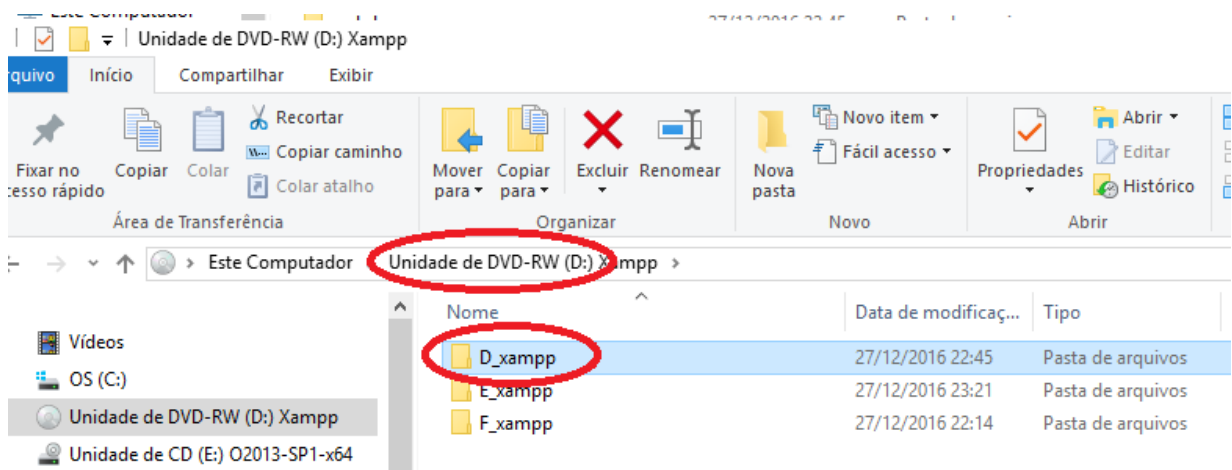


Figura 8 – Unidade de DVD-RW.
Fonte: Do autor.

No caso, se o professor preferir a opção de baixar o arquivo .zip pela internet, este deverá ser descompactado na “raiz”, na Unidade (C:). De acordo com a figura 9, a seguir.

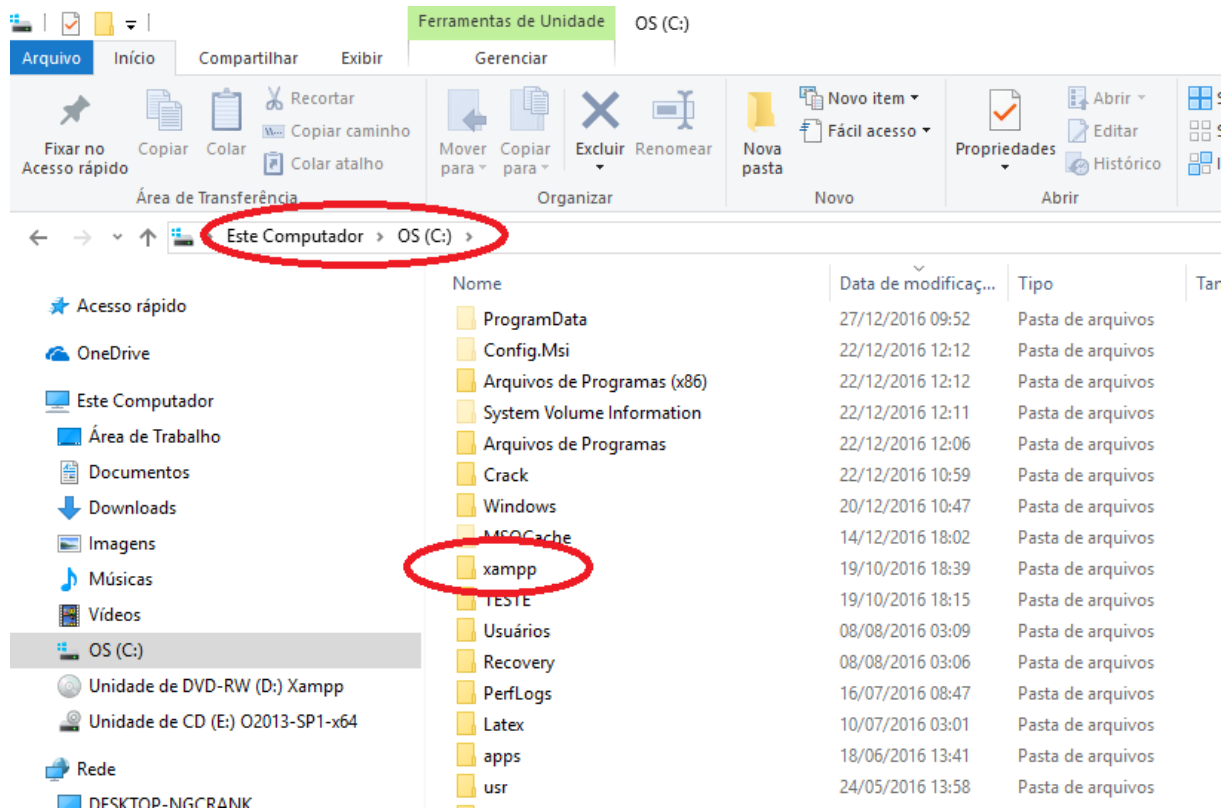


Figura 9 – Unidade C: do computador, raiz.
Fonte: Do autor.

2º) É preciso abrir ou liberar as portas (80, 443 e 3306) necessárias no firewall e antivírus, no computador que será o servidor web. Após abrir a pasta D_xampp, no caso do uso pelo DVD, encontre o arquivo “xampp_start.exe” que se encontra no seguinte caminho: “D:\D_xampp\ xampp_start.exe”, veja a figura 10. No caso do professor que optar por baixar o arquivo da internet, encontre o arquivo “xampp_start.exe” que se encontra no seguinte caminho: “C:\xampp\xampp_start.exe”. Após encontrar o arquivo “xampp_start.exe” clique duas vezes sobre o arquivo “xampp_start.exe” para executá-lo.

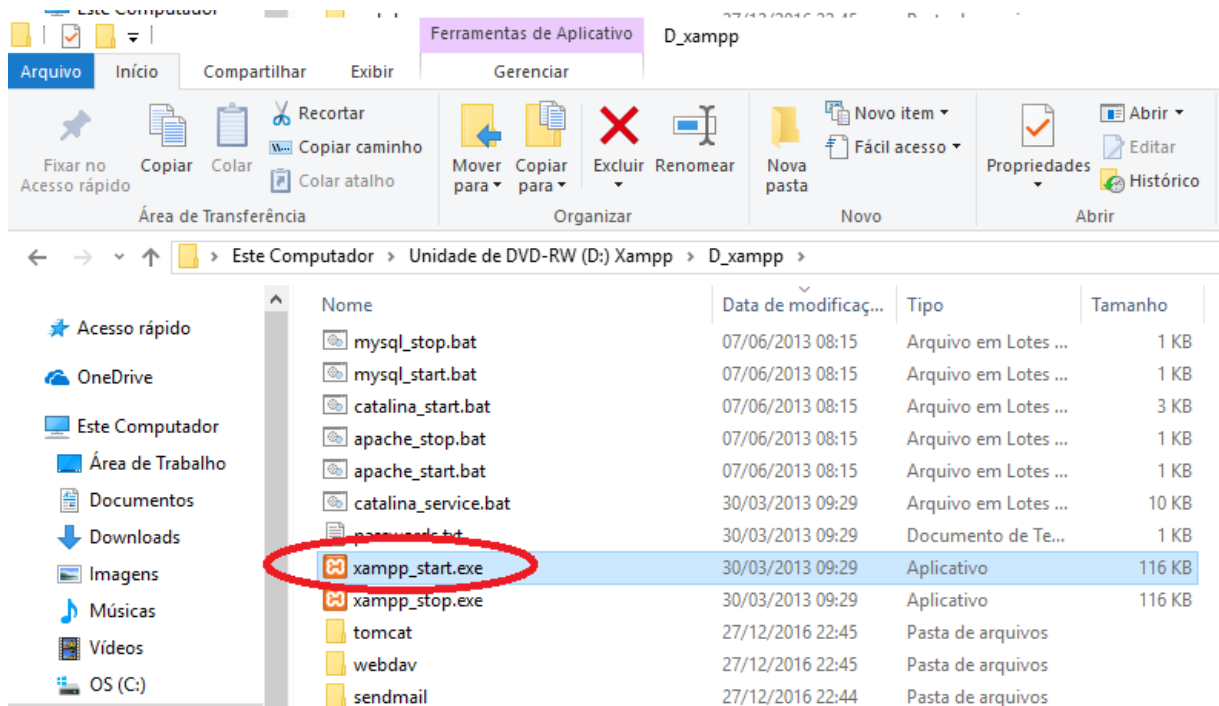


Figura 10 – Arquivo “xampp_start.exe”, na pasta D_xampp.
Fonte: Do autor.

3º) O terceiro e último passo consiste em descobrir o IP do notebook ou do computador que será o servidor web. Para isto devemos ter o notebook ou computador conectado na rede e abrir o “Prompt de Comando”, que se encontra na pasta “Sistema do Windows” no botão Iniciar para o sistema operacional do Windows 10. Veja a figura 11.

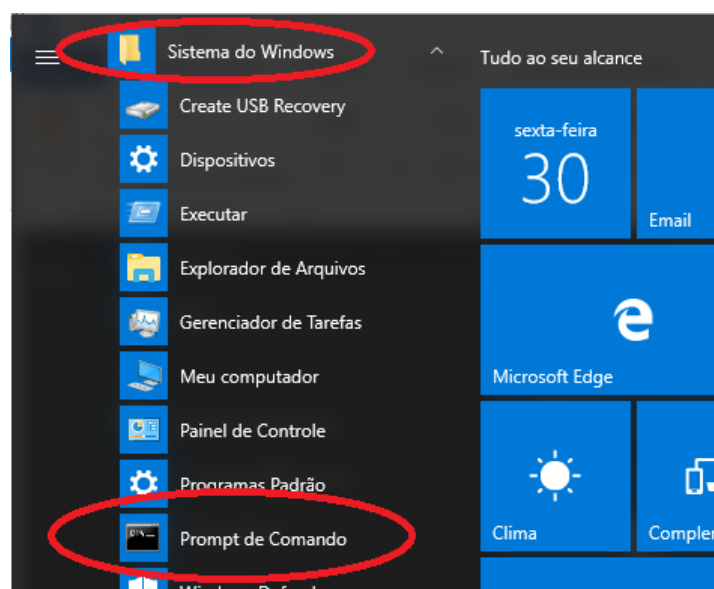
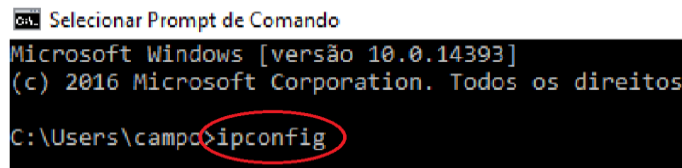


Figura 11 – Local onde encontrar o “Prompt de Comando” no sistema operacional Windows 10.
Fonte: Do autor.

Após abrir o “Prompt de Comando” digite “ipconfig”, e tecele “Enter”; com isto será listado o IP do computador, que será o servidor web. Veja a figura 12.

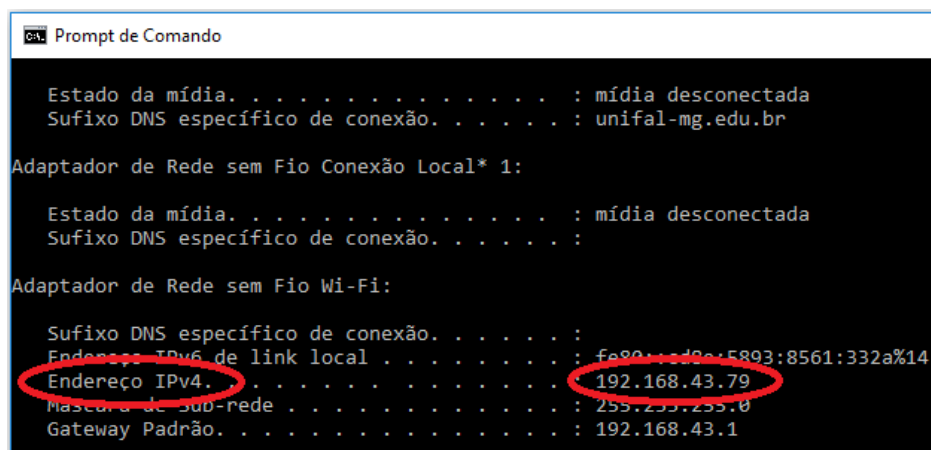


```

C:\Users\campc>ipconfig
  
```

Figura 12 – Local onde digitar o comando “ipconfig” no Prompt de Comando.
Fonte: Do autor.

Na figura 13, a seguir, mostra onde localizar o IP do computador.



```

Estado da mídia. . . . . : mídia desconectada
Sufixo DNS específico de conexão. . . . . : unifal-mg.edu.br

Adaptador de Rede sem Fio Conexão Local* 1:

Estado da mídia. . . . . : mídia desconectada
Sufixo DNS específico de conexão. . . . . :

Adaptador de Rede sem Fio Wi-Fi:

Sufixo DNS específico de conexão. . . . . :
Endereço IPv6 de link local . . . . . : fe80::...:5893:8561:332a%14
Endereço IPv4. . . . . : 192.168.43.79
Mascara de sub-rede . . . . . : 255.255.255.0
Gateway Padrão. . . . . : 192.168.43.1
  
```

Figura 13 – Local onde encontrar o IP no Prompt de Comando.
Fonte: Do autor.

Para os alunos acessarem o servidor web e o site das Simulações Computacionais de Física, eles devem seguir alguns passos:

- 1º) Os alunos devem abrir o navegador, no caso o instalado nos computadores do laboratório de informática da Escola Estadual Dr. Emílio Silveira, é o Opera;
- 2º) Digitar o IP no navegador do notebook ou do computador do laboratório que será o servidor web, “número do IP/joomla/”, de acordo como mostra a figura 14, a seguir e teclar “Enter”. Esse IP será fornecido pelo professor que está aplicando este produto educacional.

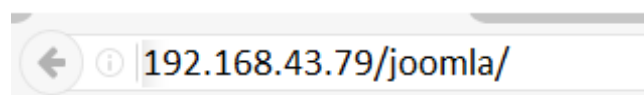


Figura 14 – Exemplo de como digitar o IP do servidor web, para acessar o site Simulações Computacionais de Física.
Fonte: Do autor.

A página encontrada pelos alunos será igual a figura 15, a seguir.



Figura 15 – Página encontrada ao acessarem o site Simulações Computacionais de Física.
Fonte: Do autor.

3º) O conteúdo que os alunos devem acessar é o de Termologia. Onde a nova página aberta será igual a figura 16 a seguir.

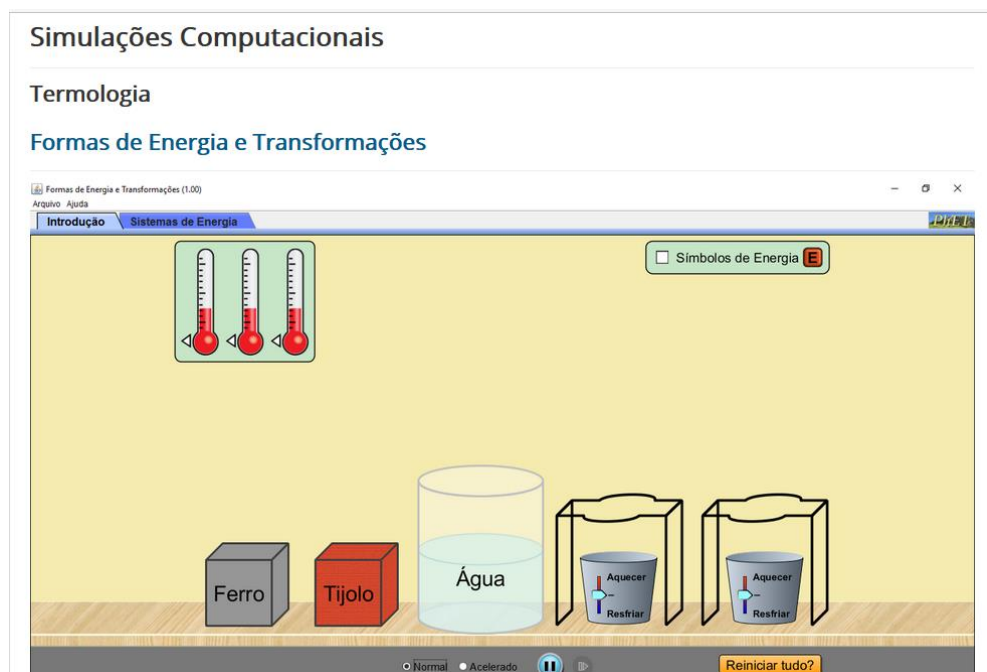


Figura 16 – Página encontrada ao clicar em Termologia no site Simulações Computacionais de Física.
Fonte: Do autor.

4º) Ao clicar no nome da simulação computacional desejada, em Formas de Energia e Transformações, por exemplo, será aberta uma nova página que contém dois *links*, veja a figura 17; um para baixar o roteiro da aula prática dessa simulação computacional e outro para baixar o arquivo dessa simulação computacional.

Simulações Computacionais

Formas de Energia e Transformações

Essa simulação mostra os tipos de energia térmica, elétrica, química, luminosa e mecânica; envolvidas em algumas transformações de energia do nosso cotidiano. Na outra aba, a simulação é sobre trocas de calor e equilíbrio térmico entre corpos em temperaturas diferentes.

[Clique aqui para baixar roteiro de utilização da simulação Formas de Energia e Transformações](#)

[Clique aqui para abrir a simulação de Formas de Energia e Transformações](#)

Você está aqui: [Página Principal](#) > [Simulações Computacionais](#) > [Termologia](#) > [Formas de Energia e Transformações](#)

Figura 17 – Página encontrada ao clicar em Formas de Energia e Transformações.

Fonte: Do autor.

5º) O arquivo da simulação computacional será baixado rapidamente do servidor web e após baixado se encontrará (na maioria das vezes) na pasta “Downloads”. Com isto é só clicar duas vezes sobre o arquivo para executá-lo. Lembrando que é necessário possuir o JAVA nos computadores do laboratório de Informática que está sendo aplicado a aula prática.

6º) Após executarem o arquivo da simulação computacional, os alunos deverão seguir o roteiro da aula prática, que neste caso foi impresso e entregue pelo professor; um roteiro para cada grupo de dois ou três alunos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização das TIC no ensino de Física nos leva a uma reflexão do processo de ensino-aprendizagem de Física. Uma busca constante para tornar as aulas de Física mais interessantes e motivadoras, é um dos desafios para os professores e pesquisadores da área de acordo com o contexto atual. Com isto, apresentamos um trabalho voltado para a utilização de computadores e simulações computacionais, em laboratórios de informática para o ensino de Física. Escolhemos esta área, porque notamos que as simulações computacionais proporcionam uma interação dos alunos com o processo de aprendizagem significativa, visto que os alunos já possuíam subsunçores antes de utilizar as simulações computacionais, adquiridos durante as aulas teóricas ou pelo menos por conceitos básicos adquiridos até mesmo na infância, possibilitando compreender melhor os conceitos de Termologia e proporcionando uma motivação dos alunos para o aprendizado de Física.

O produto educacional que desenvolvemos no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, tem a intenção de ser um produto potencialmente significativo de acordo com a teoria de Ausubel, para o ensino de Termologia. Visto que duas condições são imprescindíveis para o aprendizado significativo de Ausubel, sendo novas formas ou novos materiais instrucionais ou materiais de aprendizagem e a predisposição para aprender, onde o interesse do aluno é fundamental, buscamos com este trabalho uma motivação maior tanto por parte dos alunos quanto por parte dos professores utilizando as simulações computacionais do projeto PhET, para facilitar a aprendizagem dos conceitos físicos envolvidos na área de Termologia.

Com a aplicação do produto educacional percebemos uma motivação maior por parte dos alunos, pois mostraram-se mais interessados ao utilizarem os computadores e as simulações computacionais, seguindo os roteiros de aulas práticas. Só o processo de mudar o ambiente de ensino, saindo da sala de aula tradicional e entrando em laboratório de informática os alunos já mostram mais dispostos. Porém devemos tomar os devidos cuidados para que essa transição não seja uma simples mudança de ambiente e para que os alunos não fiquem acessando a internet para outros fins que não trazem benefícios algum ao ensino de Física. Logo, elaboramos os roteiros de aulas práticas, dificultando a dispersão dos

alunos e tentando aumentar o foco deles em relação as simulações computacionais e o aprendizado significativo de conceitos físicos abordados.

De acordo com o questionário aplicado aos alunos, que se encontra no Apêndice B, sobre a opinião deles sobre a utilização das simulações computacionais no ensino de Física, muitos responderam que foi uma maneira diferenciada de ensino de Física, onde facilitou o processo de aprendizagem de alguns conceitos básicos de Termologia. E alguns alunos que possuem dificuldades de aprendizagem, conseguiram aprender mais facilmente; sugerindo que a inserção do uso de simulações computacionais e aulas práticas de laboratório devem ser considerada como instrumentos didático facilitadores e motivadores de aprendizagem.

É importante lembrar que uma simulação computacional jamais substituirá uma aula prática de laboratório experimental de Física, porém podemos notar uma motivação nos alunos com o uso das simulações computacionais. Outro ponto muito importante é o trabalho dos alunos em grupo, onde alunos que muito raramente ou nunca participaram das aulas demonstraram maior interesse e mais questionamentos sobre o conteúdo; em alguns grupos pude notar ajuda entre os colegas mostrando um dos pontos positivos ao realizar uma atividade em grupo. Apesar que, mesmo sendo avaliados alguns alunos ainda se mostraram dispersos e usaram o celular para outros fins que atrapalham muito o aprendizado.

Lembrando que existe algumas dificuldades, de ordem técnica por parte dos professores na implementação do uso de computadores e simulações computacionais para o ensino de Física, visto que é necessário um conhecimento básico em informática para poder utilizar o produto educacional e muitas vezes surge grande resistência por parte dos professores para inserir novos recursos tecnológicos no ensino, pois possuem pouco tempo para preparar aulas práticas ou não querem aderir novas estratégias de ensino de Física. Para amenizar essas dificuldades, foram elaborados um roteiro e um vídeo tutorial para utilizar o servidor web e acessar o site *off-line*, bem como os roteiros para as aulas práticas no laboratório de informática utilizando as simulações computacionais. Elaboramos um roteiro de aula prática com o objetivo de criarmos organizadores prévios para fornecerem ideias-âncora, para conduzirmos os alunos a relacionarem novos conhecimentos com os conhecimentos preexistentes (subsunçores).

Um dos principais problemas enfrentados pelo professor ao utilizar os computadores do laboratório para o ensino de Física, é a lentidão da internet; criando barreiras para os professores, fazendo com que eles desistam dessas novas estratégias de ensino, quando necessitam da internet para baixar as simulações computacionais de algum site. Outro ponto crítico, é a falta de tempo dos professores para elaboração de roteiros de aulas práticas, para tirar maior proveito das simulações computacionais.

Portanto, a criação do servidor web proporcionou ao professor utilizar os computadores do laboratório de informática da Escola Estadual Dr. Emílio Silveira e as simulações computacionais, sem a dependência direta com a internet. E aliado ao servidor web, utilizamos os roteiros das aulas práticas, fazendo com que os professores possam utilizá-los sem muita demanda de tempo para prepará-los. Logo, após a aplicação do produto educacional vimos que a utilização do computador e das simulações computacionais do projeto PhET, possuem um potencial significativo para o ensino de Física. Contudo, ao final deste trabalho devemos ter noção que as simulações computacionais utilizadas abrangem somente uma das áreas do ensino de Física, que é a Termologia; fazendo-se necessário a expansão para as demais áreas como Mecânica, Eletricidade, Óptica, Eletromagnetismo e Física Moderna; onde temos disponíveis várias simulações computacionais excelentes para o ensino de Física do projeto PhET e gratuitamente; sendo isso uma das atividades futuras e melhoramentos do produto educacional elaborado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. [Trad. Port.: AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003].

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1978. [Trad. Port.: AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980].

BERGQVIST, L. Monte Carlo Simulations of Ferromagnetic Quasi Two Dimensional Spin Model Systems. Master of Science Thesis. Uppsala University, 2000.

BORGES NETO, Hermínio. Uma classificação sobre a utilização do computador pela escola. **Revista Educação em Debate**, ano 21, v. 1, n. 27, p. 135-138. Fortaleza: 1999.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Brasília: 2002.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; BONIZZIA, Amanda; GOMES, Leandro César Pereira. **Aquisição de dados em laboratórios de Física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica**. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 30, n. 2 (p. 2501-2506). São Paulo: 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v30n2/a11v30n2.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2016.

COELHO, Rafael Otto. **O uso da informática no ensino de física de nível médio**. 2002. 101f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

FIOLHAIS C.; TRINDADE J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.

GADDIS, B. (2000). Learning in a Virtual Lab: Distance Education and Computer Simulations. Doctoral Dissertation. University of Colorado.

GIORDAN, M. O Computador na Educação em Ciências: Breve Revisão Crítica Acerca de Algumas Formas de Utilização. **Ciência & Educação**, v 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

JOOMLA. Comunidade Joomla portuguesa. O que é Joomla? Disponível em: <<https://www.joomlapt.com/porta1/descobrir-o-joomla/2012-01-28-23-26-14.html>> Acesso em: 28 dez. 2016.

LIKAR, A. & KOZUH, V. Animated Physics. **Proceedings of the GIREP-ICPE-ICTP International Conference: New Ways of Teaching Physics**. Ljubjana, Slovenia, 21/8 a 27/8 de 1996.

LIMA, Lauro de oliveira. **Mutações em educação segundo Mc Luhan**. São Paulo: Vozes, 1988.

MEDEIROS A.; MEDEIROS C. M. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física, **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 87-90, 2002.

MENDES, A. TIC – Muita gente está comentando, mas você sabe o que é? Portal iMaster, mar. 2008. Disponível em: <http://imasters.com.br/artigo/8278/gerencia-de-ti/tic-muita-gente-estacomentando-mas-voce-sabe-o-que-e/>>. Acesso em: 28 dez. 2016.

MIRANDA, M. S.; ARANTES, A. R.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19, 2011, Manaus. **Atas**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2011. p. 1-10.

MIRANDA, R. M.; VANIN, V. R.; BECHARA, M. J. Uso de simulações em disciplinas básicas de Mecânica em um curso de Licenciatura em Física Instituto de Física – Universidade de São Paulo.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. **Proposta curricular de física do ensino médio (CBC)**. Belo Horizonte: 2007.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**, Editora Universidade de Brasília, Brasília, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente**. In: Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 1997. Burgos. Actos. p. 19-44.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa**. Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências, Porto Alegre, 2009.

MOREIRA, Marco Antonio. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Curriculum**, La Laguna, n. 25, p. 29-56, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999. p. 151-165.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. **Textos de Apoio ao Professor de Física**, Porto Alegre, v. 24, n. 6, p. 1-49, 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa crítica. 2000. Disponível em: < <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 24/12/2016.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In: MOREIRA, M. A.; CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. (Org.). **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo**. España: Burgos, 1997. p. 19-44.

MOREIRA, Marco Antonio. Diagramas V y aprendizaje significativo. **Revista Chilena de Educación Científica**, Santiago, v. 6, n. 3, p. 3-12, 2007.

MOREIRA, Marco Antonio. **Linguagem e aprendizagem significativa**. 2003. Disponível em: < <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 24 dez. 2016.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 143-156, 1998.

MOREIRA, Marco Antonio. Organizadores previos y aprendizaje significativo. **Revista Chilena de Educación Científica**, Santiago, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008.

PhET Interactive Simulations **Project at the University of Colorado** (PhET), <<http://phet.colorado.edu/>> Acessado em: out de 2016.

SANTOS, Júlio César F. dos. **Aprendizagem significativa**: modalidades de aprendizagem e o papel do professor. Porto Alegre: Mediação, 2008.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, UNESCO (2010). **ICT transforming education: A Regional Guide**. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001892/189216E.pdf>>. Acesso em: 28 dez. 2016.

VALENTE, J. A. Computadores e conhecimento: repensando a educação. Campinas-SP: UNICAMP/NIED, 501p., 1998.

VRANKAR, L. Computer Games and Physics. **Proceedings of the GIREP-ICPE-ICTP International Conference: New Ways of Teaching Physics**. Ljubjana, Slovenia, 21/8 a 27/8 de 1996.

VERBIC, S. Dierent Conceptions of the Same Physical Phenomenon for Real and Numerical Experiment. **Proceedings of the GIREP-ICPE-ICTP International Conference: New Ways of Teaching Physics**. Ljubjana, Slovenia, 21/8 a 27/8 de 1996.

XAMPP. Fuctura Escola de software livre. Conheça o Xampp: o servidor web livre. Disponível em: <<http://www.fuctura.com.br/2015/01/conheca-o-xampp-o-servidor-web-livre/>> Acesso em 28 dez. 2016.

XAMPP.Tech Tudo: Informática. O que Xampp e para o que serve. Disponível em: <<http://www.techtudo.com.br/dicas-e-tutoriais/noticia/2012/02/o-que-e-xampp-e-para-que-serve.html>> Acesso em 28 dez. 2016.

APÊNDICE A – Roteiros de Aulas Práticas de Física

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA DE FÍSICA

Laboratório de Informática – Formas de Energia e suas transformações

Nome: _____ Nº. _____ Data: ____/____/____

Nome: _____ Nº. _____

Nome: _____ Nº. _____

Escola: _____

Professor(a): _____

Objetivo de Aprendizagem: Reconhecer formas de energia, a primeira lei da termodinâmica e mudanças no estado da matéria.

Materiais:

Simulação: 1) "Formas de energia e transformações"

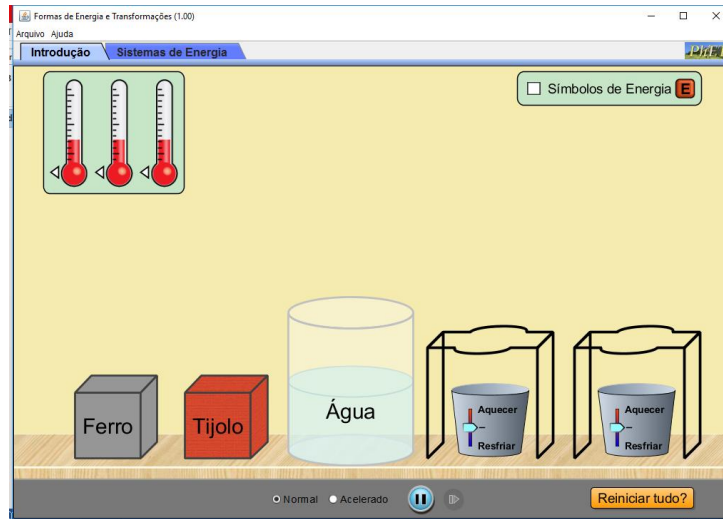
Metodologia:

Explorar simulação "Formas de Energia e Transformações", do PhET, da Universidade do Colorado, analisar formas de energia e suas transformações, e conservação de energia, a primeira lei da termodinâmica em desenvolvimento das seguintes atividades.

Responda as questões a seguir:


1) Dediquem alguns minutos para explorar a simulação "Formas de Energia e suas transformações". Analisem as duas abas da simulação. Na primeira: "Introdução", identifiquem uma relação e anotem as suas conclusões. Para a segunda aba: "Sistemas de Energia", identifiquem duas formas de energia e sua transformação, escreva suas conclusões.

2) Para a primeira simulação: "Introdução", marque as caixas: "Símbolos de Energia" e "Acelerado", e colocar termômetros em cada material, como mostrado na figura:



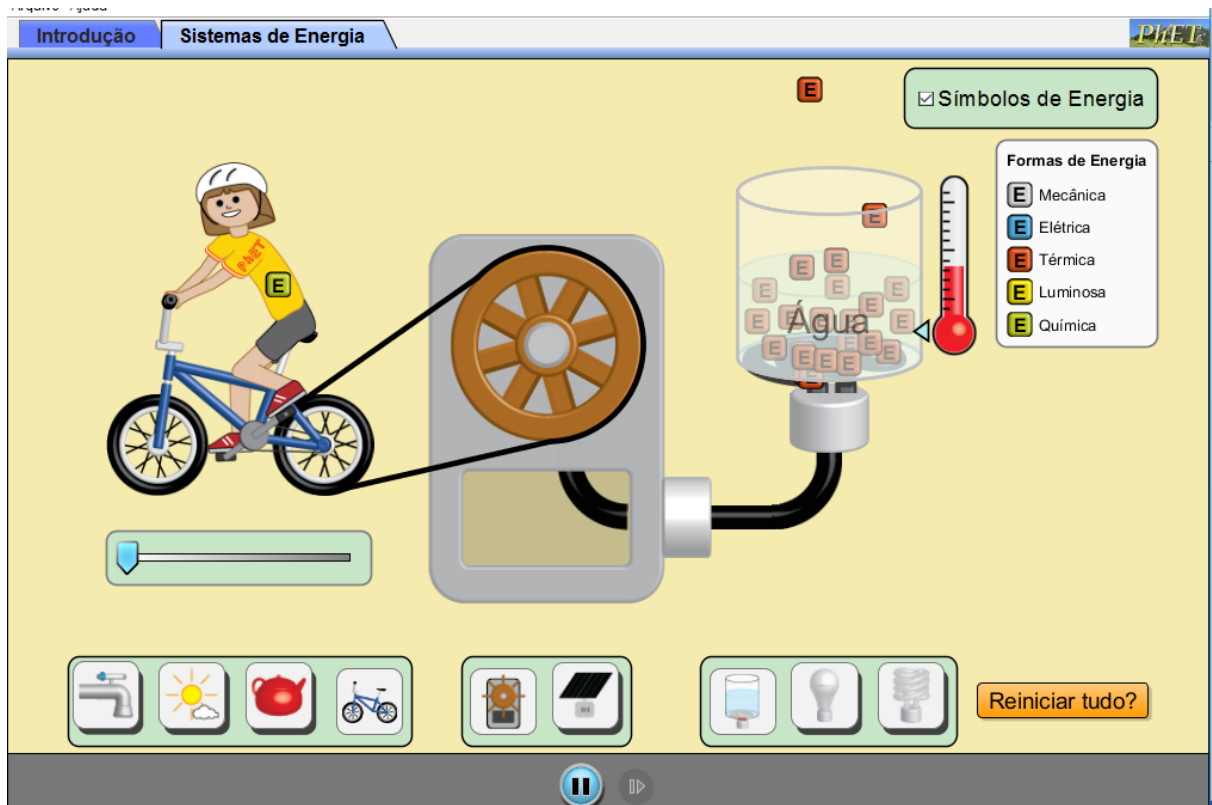
Utilize a simulação para analisar as seguintes relações, após aquecer ou resfriar os corpos.

Material	Energia inicial	Temperatura		Energia Final	Observações
		Quente	Frio		
Tijolo					
Ferro					
Água					

Nota: a contagem de imagens que  representam a energia do material antes do aquecimento ou resfriamento. Medir o valor da energia depois de ser levado para os mais altos níveis de temperatura. Registre suas descobertas na caixa de observações, se necessário.

3) Com base na simulação da segunda aba, marque a caixa "Símbolos de Energia" e preencha o seguinte formulário uma vez que o sistema de energia é:

a) Sistema de Energia: Bicicleta -> gerador -> Água (ver figura).



- A bicicleta transfere energia do tipo _____, para o gerador.
- O gerador transfere energia do tipo _____, para a água, _____ sua temperatura.
- O ciclista requer energia do tipo _____, do alimento para pedalar a bicicleta.

b) Sistema de Energia: Sol -> Painel Solar -> lâmpada incandescente

O sol transfere energia para o painel solar do tipo _____, na qual, é transformada pelo painel de energia solar em energia _____ se converter em energia _____ e _____ através da lâmpada.

c) Sistema de Energia: chaleira -> gerador -> poupança de energia da lâmpada.

Através do aumento da temperatura do bule, se transfere energia do tipo _____ para o bule de chá. Isto por sua vez, produz energia _____ e _____.

d) Sistema de Energia: torneira -> gerador -> lâmpada incandescente

Quanto mais água você liberar, mais energia do tipo _____ será transferida para o gerador.

A energia do tipo _____ que é transferida pelo gerador para a lâmpada, permite que a lâmpada transfira energia do tipo _____, para o ambiente.

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA DE FÍSICA**Laboratório de Informática – Estados da Matéria**

Nome: _____ Nº. _____ Data: ____/____/____

Nome: _____ Nº. _____

Nome: _____ Nº. _____

Escola: _____

Professor(a): _____

Objetivo de Aprendizagem: Reconhecer mudanças no estado da matéria.**Materiais:**

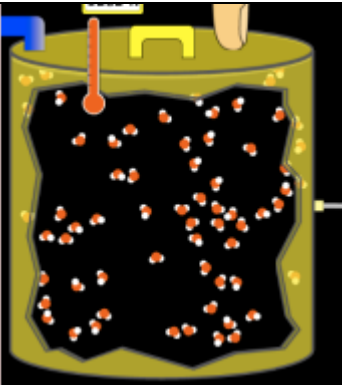
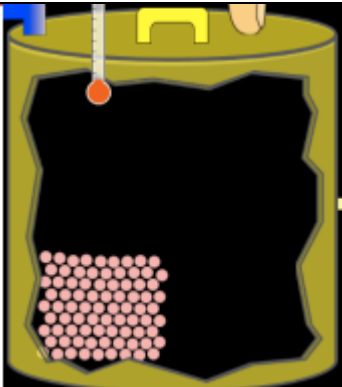
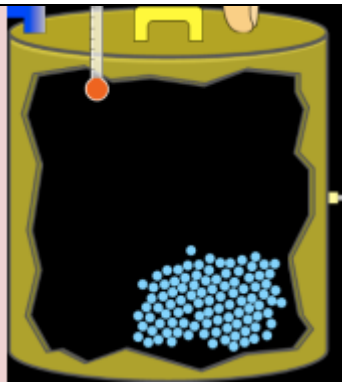
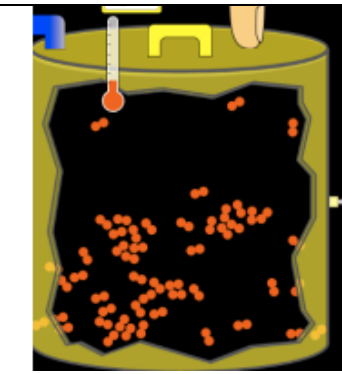
Simulações: 1) "Estados da matéria: Basics (1.10)"

Metodologia:

1. Explorar simulação "Estados da matéria: Básico (1.10)" e identificar mudanças no estado da matéria com seu respectivo diagrama de fases.

Na tabela a seguir, identifique a molécula ou átomo e o seu estado da matéria utilizando a simulação. Introduzir a pressão e a temperatura para cada estado. Descrever o comportamento das partículas.

Nota: Para aumentar a pressão basta empurrar a tampa com alça, através do dedo na parte superior.

Imagem	Átomo/Molécula	Estado da Matéria	Pressão (atm)	T (K)	T (°C)
					
					
					
					

ROTEIRO DE AULA PRÁTICA DE FÍSICA

Laboratório de Informática – Propriedades dos gases

Nome: _____ Nº. _____ Data: ___ / ___ / ___

Nome: _____ Nº. _____

Nome: _____ Nº. _____

Escola: _____

Professor(a): _____

Objetivos de Aprendizagem: Nesta atividade, você irá investigar a relação entre o volume, temperatura e gravidade em relação a gases leves.

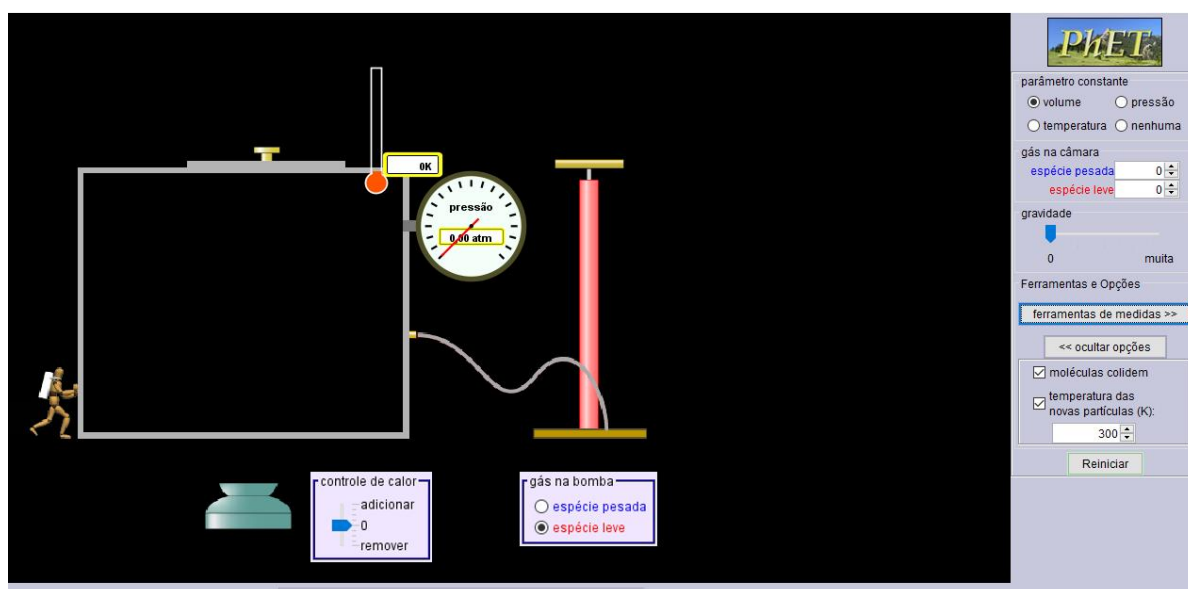
Materiais:

Simulações: 1) " Propriedades dos gases"

Metodologia:

Explorar a simulação "Propriedades dos Gases", do PhET, da Universidade do Colorado, analisar a relação entre as variáveis de estado gás, conservação de energia, a primeira lei da termodinâmica em desenvolvimento com as seguintes atividades.

Clique duas vezes no arquivo da simulação " Propriedades dos gases" para executá-la. A imagem deve aparecer na tela:



Explorar os próximos 5 minutos, se familiarize com a simulação. Altere várias características, sliders, botões, itens de clicar e arrastar, etc. Enquanto vocês estão explorando, observe como o controle de calor afeta as partículas do gás.

Clique em "Reiniciar" e conduza a seguinte investigação.

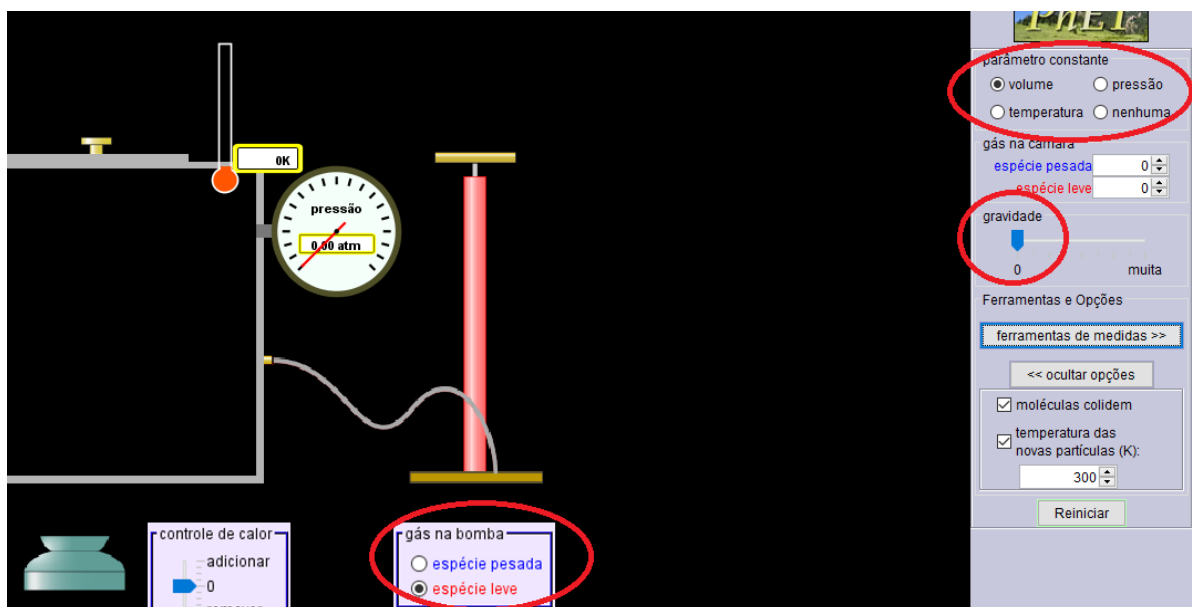
Objetivo: Compreender a relação entre a temperatura, volume e pressão em relação a gases leves.

Certifique-se o parâmetro constante é clicado em volume.

Clique na "Espécie Leve" no gás na bomba.

Certifique-se de gravidade é 0.

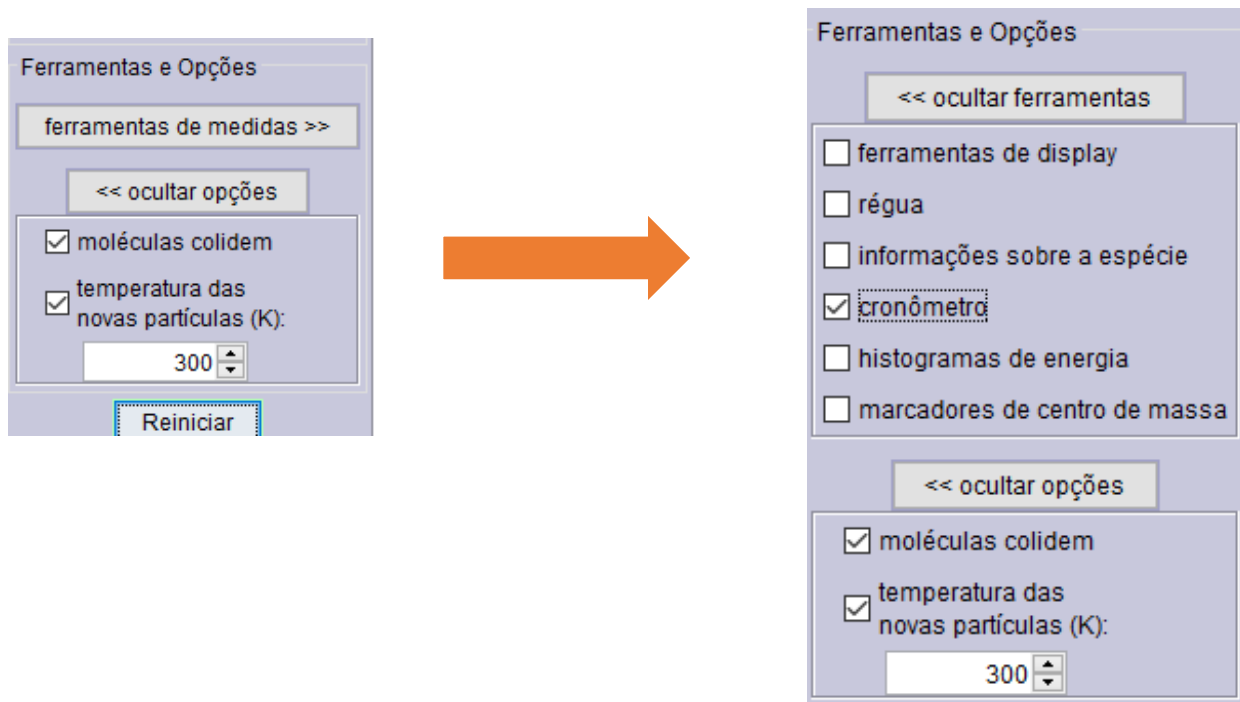
Verifique que o seu está parecido com este:



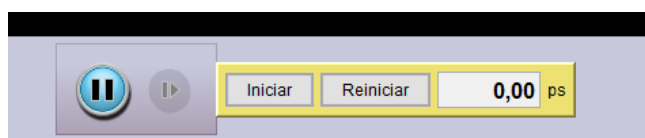
Na área sob "Gás na Câmara" (canto superior direito) digitar 160, no campo "Espécies de luz", na câmara de gás.



Em seguida, em "Ferramentas e Opções", clique em "Ferramentas de medição" e marque "cronômetro"



Pressione o botão "Iniciar" no timer. Deixá-lo correr por 10 segundos e, em seguida, pressione o botão de pausa na simulação.



Grave a faixa de temperatura e pressão que está sobre a tela no quadro abaixo.

Temperatura (K)	Faixa de Pressão (atm)

1) Descrever o que está acontecendo no recipiente: (pensar sobre a velocidade e localização do gás)

Em seguida reinicie o temporizador e pressione "Iniciar".

Agora, mova a seta no "Controle de calor" no máximo que cabe para adicionar calor. Segure a seta no lugar por 10 segundos e, em seguida, pressione o botão de "Parar" na simulação.

Observe o que acontece com a temperatura e faixa de pressão. Grave os números na tabela abaixo.

Continue fazendo isso por 50 segundos, parando a cada 10 segundos. Certifique-se de pressionar o botão de reprodução de cada vez e, em seguida, um botão "Iniciar" no timer.

Tempo (Segundos)	Temperatura (K)	Faixa de Pressão (atm)
10		
20		
30		
40		
50		

O que você notou que aconteceu com a Gas de espécies leve com o aumento da temperatura (certifique-se de incluir palavras: como aumentar, diminuir ou permanecer o mesmo)?

Em seguida reinicie o temporizador e pressione "Iniciar".

Agora, mova a seta no "Controle de calor" para baixo caixa " até que seja removido calor. Segure a seta no lugar por 10 segundos e, em seguida, pressione o botão de pausa na simulação.

Observe o que acontece com a temperatura e faixa de pressão. Grave os números na tabela abaixo.

Continue fazendo isso por 50 segundos, parando a cada 10 segundos. Certifique-se de pressionar o botão de reprodução de cada vez e, em seguida, um botão "Iniciar" no timer.

Tempo (Segundos)	Temperatura (K)	Faixa de Pressão (atm)
10		
20		
30		
40		
50		

2) O que aconteceu com a Espécie Leve de gás quando você diminuiu a temperatura (certifique-se de incluir palavras: como aumentar, diminuir e permanecer o mesmo)?

3) Faça uma regra geral de como o aumento e diminuição da temperatura num sistema fechado, afeta a velocidade e a pressão do sistema.

4) Com base na sua experiência e com suas previsões, explique a relação entre temperatura, volume e pressão.

4) Adicionar um número de partículas e V, T e P. E marque "volume constante". Variar a temperatura e gravar a T e P em vários pontos. Descrever a relação entre as duas variáveis. (São inversa ou diretamente proporcionais)

6) Adicione um pouco de número recorde de partículas e V, T e P. Marque “pressão constante”. Variar a temperatura e registrar o T e V em vários pontos. Descrever a relação entre as duas variáveis. (São inversa ou diretamente proporcionais)

7) Adicione um número recorde de partículas e V, T e P. Marque “Temperatura constante”. Variar o volume e gravar a V e P em mais dois pontos. Descrever a relação entre as duas variáveis. (São inversa ou diretamente proporcionais)

8) Anote os dados para determinar a relação entre a pressão e o número de partículas no recipiente. Explique o que você fez em frases completas e descreva a relação.

9) Simular as situações acima descritas, a realização de todas as experiências com apenas um tipo de gás, leve ou pesado. Anote os resultados abaixo. Nota: pressão e temperatura irá flutuar-utilizar o valor médio, ou a média dos valores ultraperiféricas.

Colocar aumento ↑ ou diminuição ↓	T = temperatura	P = pressão	V = volume
	↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓
T constante	X		
P constante		X	
V constante			X

APÊNDICE B - Questionário

Questionário

1) Você tem dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termologia (Termometria, Calorimetria e Termodinâmica)? Quais? Essa(s) dificuldade(s) interfere na aprendizagem de física, em que grau ocorre essa interferência?

NÃO POIS GOSTO MUITO DE FÍSICA POIS
ENTRA MUITO A PARTE DE MATEMÁTICA

2) Você acredita que a utilização das simulações facilitou a resolução dos problemas e colaborou na aprendizagem de conceitos? Em que especificamente se deu essa colaboração?

SIM POIS A GENTE VÊ AS MOLECULAS
SE mexendo FACILITANDO NA VER
MELHOR A EVOLUÇÃO

3) Qual a sua opinião sobre a utilização das simulações no Ensino de Física?

SIM FOI UMA AULA DIFERENTE DAS OUTRAS
MATEIS POIS É MUITO MELHOR PRA GENTE APRENDER
POIS É MAIS FÁCIL

Questionário

1) Você tem dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termologia (Termometria, Calorimetria e Termodinâmica)? Quais? Essa(s) dificuldade(s) interfere na aprendizagem de física, em que grau ocorre essa interferência?

As vezes sim, outras vezes não. Devido
problemas. Além disso nem um
exemplo.

2) Você acredita que a utilização das simulações facilitou a resolução dos problemas e colaborou na aprendizagem de conceitos? Em que especificamente se deu essa colaboração?

Sim, as vezes na informática deu para
entender melhor os gráficos e outras
coisas etc.

3) Qual a sua opinião sobre a utilização das simulações no Ensino de Física?

Que é bom para aprender e da
para saber os tipos de energia
como ocorre etc.

Questionário

1) Você tem dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termologia (Termometria, Calorimetria e Termodinâmica)? Quais? Essa(s) dificuldade(s) interfere na aprendizagem de física, em que grau ocorre essa interferência?

Não tenho dificuldades pois com o ensinamento que tive consegui alcançar os objetivos da Aprendizagem deste conteúdo.

2) Você acredita que a utilização das simulações facilitou a resolução dos problemas e colaborou na aprendizagem de conceitos? Em que especificamente se deu essa colaboração?

Sim, pois mostrou detalhadamente o movimento das partículas facilitando o meu entendimento

3) Qual a sua opinião sobre a utilização das simulações no Ensino de Física?

Seria uma boa ideia sempre ter simulações pois todas as pessoas que tem um pouco mais de dificuldade acaba aprendendo mais rápido com a presença de demonstrações em detalhes de cada etapa e cada fase dos conteúdos de física

Questionário

1) Você tem dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termologia (Termometria, Calorimetria e Termodinâmica)? Quais? Essa(s) dificuldade(s) interfere na aprendizagem de física, em que grau ocorre essa interferência?

Tenho um pouco pois os nomes são bem parecidos
e eu acabo confundindo mas com a aula
a gente acaba aprendendo.

2) Você acredita que a utilização das simulações facilitou a resolução dos problemas e colaborou na aprendizagem de conceitos? Em que especificamente se deu essa colaboração?

Não deu essa colaboração em nenhum dos con-
ceitos de física aprendidos as simulações para
facilitar as coisas.

3) Qual a sua opinião sobre a utilização das simulações no Ensino de Física?

Não é útil porque as simulações de física é que
não ajuda bem em nosso país por que não se
tem utilizado em tudo.

Questionário

1) Você tem dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termologia (Termometria, Calorimetria e Termodinâmica)? Quais? Essa(s) dificuldade(s) interfere na aprendizagem de física, em que grau ocorre essa interferência?

Não tenho dificuldades

2) Você acredita que a utilização das simulações facilitou a resolução dos problemas e colaborou na aprendizagem de conceitos? Em que especificamente se deu essa colaboração?

Sim a simulação deu uma visão diferente mostrando como seria em uma situação real

3) Qual a sua opinião sobre a utilização das simulações no Ensino de Física?

É bom para ver a ação e reação do conteúdo que os professores estão trabalhando

Questionário

1) Você tem dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termologia (Termometria, Calorimetria e Termodinâmica)? Quais? Essa(s) dificuldade(s) interfere na aprendizagem de física, em que grau ocorre essa interferência?

Sim, tenho muita dificuldade pelo fato que eu não gosto da matéria, e isso me atrapalha muito a aprendizagem mais gostaria de poder me interessar na matéria

2) Você acredita que a utilização das simulações facilitou a resolução dos problemas e colaborou na aprendizagem de conceitos? Em que especificamente se deu essa colaboração?

Sim, por eu ~~ter~~ ter dificuldade na matéria as simulações ajudou muito fazer as atividades um novo conceito de aprendizagem

3) Qual a sua opinião sobre a utilização das simulações no Ensino de Física?

Sim, gostei uma aula diferenciada em uma matéria tão aprofundada

Questionário

1) Você tem dificuldades na resolução de problemas e na aprendizagem de conceitos de Termologia (Termometria, Calorimetria e Termodinâmica)? Quais? Essa(s) dificuldade(s) interfere na aprendizagem de física, em que grau ocorre essa interferência?

ho tembo dificuldade, alguns rigo
em partes muito complicadas.

2) Você acredita que a utilização das simulações facilitou a resolução dos problemas e colaborou na aprendizagem de conceitos? Em que especificamente se deu essa colaboração?

Sim, pois utilizando essas simulações ajudou muito
na aprendizagem e na compreensão das reações
ocorridas nos experimentos.

3) Qual a sua opinião sobre a utilização das simulações no Ensino de Física?

Ajudou muito, pois ajudou a compreender
as reações que eram estudadas.