

HIGINO NASCIMENTO DE CARVALHO¹

Atividades Situações Problemas Docentes Experimentais de Termodinâmica, em Ambiente Virtual, com Estudantes do 2º Ano do Ensino Médio.

Modelo educacional associado à Dissertação:
Resolução de problemas de termodinâmica na segunda série do ensino médio, fundamentado na teoria de Galperin, na direção de estudo de Talízina e a resolução de problema segundo Majmutov, sob orientação do Prof.º. Dsc. Oscar Tintorer Delgado.

¹ higinascimento@hotmail.com

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	3
TEORIA UTILIZADA PARA DESENVOLVER A SEQUÊNCIA DIDÁTICA	4
A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM	6
DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	8
Aula 01 – Determinar o Nível de Partida.	8
Aula 02 – Retroalimentação e Correção	10
Aula 03 e 04 - Fase Formativa I	10
Aula 05, 06, 07 e 08 – Fase Formativa II	14
SUGESTÃO DE COMO UTILIZAR O SOFTWARE PHET: PROPRIEDADE DOS GASES IDEAIS	16
Aula 09 e 10 – Avaliação Final	18
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS	20
APÊNDICE 01	22

APRESENTAÇÃO

A disciplina de física, no ensino médio contemporâneo, é quase que em sua totalidade, conhecimento ultrapassado, e por esse motivo, talvez ela se torna ainda mais desafiadora para os docentes repassá-la, de forma que os alunos possam se interessar pelo conteúdo. Diante de tamanho desafio, apresenta-se uma alternativa que poderá contribuir para uma motivação maior por parte desses alunos em estudar a disciplina, contribuindo para desmistificar o conceito de matéria chata, difícil e que não vai servir em nada para suas vidas.

Sugere-se então que se inicie esse processo partindo do princípio de que, para ensinar, é preciso saber como o estudante aprende, e nesse caso, torna-se importante definir uma teoria de aprendizagem que explique como se dá a relação entre os sujeitos (professor e estudante) e o objeto (conteúdo a ser aprendido). Dentro dessa perspectiva, onde existem tantas teorias que buscam explicar esse caminho do ensino-aprendizagem, opta-se pela Teoria de Formação por Etapas das Ações Mentais e dos Conceitos de Galperin, pela Teoria de Direção da Atividade de Estudo de Talízina e pelo Ensino Problematizador de Majmutov, todas têm origem na Teoria Histórico-Cultural de Vigotski, Luria e Leóntiev formadores da psicologia soviética.

Buscando trabalhar a resolução de problemas físicos que tem a ver com o cotidiano dos alunos, trabalha-se com a Atividades de Situações Problemas Docentes (ASPD) que consiste em uma estratégia de resolução de problemas, desenvolvida por Mendoza e Delgado que a partir de Polya converteram a Resolução de Problema em uma atividade de estudo.

A presente proposta é produto da pesquisa do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima realizada com estudantes do 4º módulo do ensino médio integrado ao técnico em eletrônica do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Roraima. O objetivo desta proposta é fornecer um modelo educacional a partir da efetividade da Base Orientadora da Ação para a resolução de problemas de termodinâmica utilizando a Atividade de Situações Problemas Docentes em ambiente virtual.

TEORIA UTILIZADA PARA DESENVOLVER A SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O apoio desta proposta está nos estudos de Vigotski, Leóntiev, Galperin, Talízina e Majmutov, construtores da psicologia pedagógica. As categorias fundamentais da lógica dialética são os conceitos: reflexo, contradição e consciência.

Para Vygotsky (1988, p. 97) a aprendizagem deve levar em consideração durante todo o processo a zona de desenvolvimento proximal (ZDP)², pois esta será essencial durante a formação desses novos conceitos a serem internalizados, quando não levamos em consideração essa ZDP, dificilmente iremos conseguir atingir o objetivo daquela aprendizagem, pois aquilo que o ser não sebe nada a respeito, logo perderá o interesse e não internalizará.

A teoria da atividade tem como principal pesquisador Aléxis N. Leóntiev (1903-1979) que foca seus estudos na atividade humana, nos seus estudos aponta uma maneira de organizar o processo de ensino e aprendizagem, cuja intenção essencial é aumentar a eficiência do processo instrutivo e educativo, com base no ensino programado.

As ações de uma atividade são estimuladas pelo motivo da mesma, mas estão dirigidas aos seus objetivos próprios” (LEONTIEV, 1981). Quando o sujeito tem consciência do motivo gerador da atividade, pode-se dizer que tal motivo se torna um objetivo mais geral de onde podem ser tirados os objetivos parciais que levarão às ações a serem executadas. (PONTELO E MOREIRA).

Seguindo Vigotski e Leóntiev, Galperin assinalou que os novos tipos de atividade psíquica se assimilam, no início, em forma externa, material, e logo se transformam em forma interna, psíquica. Esta transformação segue o caminho do sistema das características (parâmetros) independentes; a combinação de suas mudanças qualitativas constitui uma série de etapas, cuja substituição lógica forma o processo de transformação da atividade material, externa, em atividade psíquica, interna. (CHIRONE, 2016, p.25).

Para que ocorra a aprendizagem de conceitos no método de ação por etapa, é necessário estruturar as condições mediante a Base Orientativa da Ação (BOA), ela situa-se “entre o sujeito e o objeto da ação, tendo como principal função fazer a mediação entre

² “a zona de desenvolvimento proximal é definida por Vygotsky como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como medido por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como medido através da solução de problemas sob orientação (de um adulto, no caso de uma criança) ou em colaboração com companheiros mais capazes”. Vygotsky (1988, p. 97).

ação e a solução da situação problema, fornecendo-lhe uma orientação acerca dos meios necessários para obter o êxito da ação”.

Resumidamente as cinco etapas da Teoria de Formação por etapas de Galperin, temos:

1ª. Etapa da Base Orientadora da Ação - BOA: etapa onde os estudantes recebem as explicações necessárias a respeito do objetivo da ação. É a etapa onde se identifica o conhecimento prévio da ação e das condições de sua realização.

2ª. A segunda é a etapa da formação da ação na sua forma material (ou materializada). Onde os estudantes já se familiarizaram com ação e já a conhecem, porém de forma ainda materializada.

3ª. A formação da ação como verbal externa é a terceira etapa. Onde todos os elementos da ação estão representados na forma verbal externa, a ação é generalizada, mas não automatizada nem reduzida.

4ª. A quarta etapa, a etapa da formação da ação na linguagem externa “para si”, se distingue da anterior porque a ação se realiza em silêncio, sem escrevê-la: como interpretação interna. “No início a ação, de acordo com as outras características (o caráter desenvolvido da consciência e da generalização), não é diferente da etapa anterior. Adquirindo a forma mental, a ação começa a reduzir-se e automatiza-se rapidamente” (CHIRONE, 2016, p.28).

5ª formação da ação na linguagem interna. Nesta etapa a ação adquire, muito rapidamente, um desenvolvimento automático, se torna inacessível à auto-observação. Agora se trata do ato do pensamento, onde o processo está oculto e se abre à consciência só o produto deste processo; “na ação mental formada quase todo o seu conteúdo real se abandona à consciência, o que fica nela não pode ser compreendido corretamente sem a relação com os outros” (GALPERIN, 1959).

Para Talízina o processo de ensino aprendizagem deve estar sob o comando do professor seguindo os princípios da teoria geral de direção, constituída por: o objetivo de ensino (D1), o estado de partida da atividade psíquica dos estudantes (D2), o processo de assimilação (D3), a retroalimentação (D4) e a correção (D5). Este processo deve ser cíclico e transparente visando, como elemento principal, o processo de transformação da atividade externa à atividade interna (TALÍZINA, 1984, 1988, 1994).

Se propõe a estudar os conteúdos seguindo o que Majmutov traça, por meio de problemas docentes, partindo do pressuposto que o termo “problema” traz consigo uma interrogação a ser descoberta, a ser desvendada e resolvida, todos os problemas por seu conteúdo em si, podem ser divididos em: cotidianos, sócio-político, jurídico, pedagógico e etc. O professor deve atuar como um problematizador, colocando o aprendiz em situações nas quais a interação sujeito-objeto possa ocorrer, o que possibilita o educando tornar-se um ser ativo e participativo no seu processo de aprendizagem.

Portanto, as Atividades Situações Problemas Docentes (ASPD), refletem a influência do tipo de problema envolvido e as condições nas quais a resolução de problema ocorre, assim como aspectos do funcionamento cognitivo do indivíduo.

O professor deverá direcionar o ensino da ASPD em termodinâmica, demonstrando os seguintes aspectos:

- ✓ **Objetivo de Ensino:** verificar a efetividade das ASPD para resolução de problemas termodinâmicos;
- ✓ **Nível de Partida:** domínio dos conceitos de temperatura, calor, trabalho, densidade, volume, pressão e temperatura;
- ✓ **Processo de Assimilação:** é iniciado a partir das ideias orientadas, por meio de revisão dos conceitos vistos anteriormente, visando formalizar o conceito geral, e a partir da utilização do software Phet: Propriedade dos Gases, eleva-se o nível de complexidade dos problemas;
- ✓ **Retroalimentação:** observação direta e descrição do evento, reflexão sobre o método as aulas práticas e a execução das atividades na resolução dos problemas;
- ✓ **Correção:** identificação das falhas por meio das operações da ASPD, retomadas dos pontos críticos de assimilação com ênfase nos objetivos das aulas práticas no ambiente virtual e vinculação sequencial das aulas.

A UTILIZAÇÃO DE SOFTWARE COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM

Optou-se por utilizar os softwares educacionais (que também pode ser uma animação interativa), por acreditar que esse instrumento traz consigo um grande potencial metodológico, que proporcionará maiores possibilidades de visualização e assimilação de fenômenos físicos, que ajudarão na resolução de problemas, possibilidades estas que o

método de ensino tradicional, com o uso de quadro branco e pincel apenas, não traz, por ser limitado.

Almeida (2000) refere-se ao computador como “uma máquina que possibilita testar ideias ou hipóteses, que levam à criação de um mundo abstrato e simbólico, ao mesmo tempo em que permite introduzir diferentes formas de atuação e interação entre as pessoas”. Essa referência casa com o objetivo da sequência didática, que é levar esses alunos a testar hipóteses, se questionarem o porquê de tal fenômeno físico, e ir em busca de uma resposta para o seu questionamento de forma independente.

Diante da impossibilidade de usufruir de um laboratório de Física, em grande parte das escolas públicas de educação básica, os softwares educacionais poderão tornar o processo de visualização de fenômenos físicos, mais próximos do alunado.

“a imagem, o som e o movimento dão maior realismo ao que está sendo ensinado acrescentando informações que possibilitam maior compreensão e verticalização dos conteúdos abordados, provocando, assim, uma modificação no comportamento tanto de alunos como de professores. A escola não deve ser apenas consumidora de tecnologia, mas também produtora dessa tecnologia. “Usamos muitos tipos de tecnologias para aprender e saber mais, e precisamos da educação para aprender e saber mais sobre as tecnologias” (KENSKI, 2007, p. 44) apud (SOUZA, OLIVEIRA e BENITE, 2007).

É esta perspectiva que nos atrai a utilizar essa ferramenta, explorando, particularmente, o uso de simulações computacionais no processo de ensino-aprendizagem de Física. Para ARAUJO, VEIT e MOREIRA (2007) o uso de simulações, em alguns casos, poderá ajudar na visualização do problema proposto, facilitando sua compreensão. Além disso, elas tornam possível a implementação de tarefas que seriam, em princípio, inviáveis em versões em lápis e papel.

Segundo Basso (2003), a utilização do computador como ferramenta complementar para o ensino altera o foco do processo educativo: do professor para o aluno, sendo este estimulado à participação ativa, à experimentação, à colaboração e a autoconstrução de seu conhecimento.

Através da estruturação de atividades adequadas, o estudante pode ser levado a refletir sobre o seu conhecimento prévio em relação ao tema abordado, sobre as concepções que dão suporte a esse seu conhecimento prévio e sobre os conceitos científicos em estudo para promover sua evolução conceitual. O que se tem buscado desde os primórdios da educação, a evolução conceitual desses discentes.

DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Objetivo:

- ✓ Verificar como a utilização do software: Propriedade dos gases ideais, poderá contribuir na resolução de problemas de termodinâmica.

Metas dos Procedimentos Lógicos

- ✓ Avaliar nível de partida dos alunos;
- ✓ Verificar a noção termodinâmica por meio da resolução de problemas;
- ✓ Construir e relacionar problemas utilizando o simulador Phet: Propriedade dos Gases Ideais;
- ✓ Orientar para o cumprimento das ações;
- ✓ Avaliar a etapa que os estudantes conseguiram atingir na resolução de problemas docentes.

Metas dos Procedimentos Psicológicos

- ✓ Viabilizar o desenvolvimento de habilidades quanto à interpretação de gráficos e solução de problemas no conteúdo de termodinâmica.

Sugere-se que se utilize 20 (vinte) horas aula para aplicação da sequência. Apresenta-se a seguir 10 (dez) aulas com duração média de 2h (duas horas) cada uma, afim de facilitar a utilização da sequência por qualquer agente educacional interessado.

Aula 01 – Determinar o Nível de Partida.

Na primeira aula procura-se determinar o nível de partida dos estudantes em Termodinâmica, sugere-se que se realize uma prova de lápis e papel. A avaliação consiste em extrair informações dos discentes, sobre qual o conhecimento deles no assunto a ser abordado com intuito de determinar o nível de partida.

O questionário para determinação do nível de partida (Quadro 01), tem o objetivo de identificar potencialidades, ou possíveis dificuldades dos discentes em relação ao conteúdo a ser trabalhado na pesquisa, afim de elaborarmos uma BOA que atenda a necessidade do público participante, e identifiquemos onde necessitaremos da maior ênfase, com base nesses resultados.

Quadro 01: Questionário para determinar o nível de partida dos estudantes.

Nº	QUESTÃO	OBJETIVO DA QUESTÃO
01	Em um recipiente, qual a energia interna de 1,5 mols de um gás perfeito na temperatura de 20°C? Considere $R=8,31 \text{ J/mol.K}$.	Essa questão tem o objetivo de identificar se os discentes se recordam do conteúdo de energia interna, exigirá deles, além de calcular energia interna, leva-los a entender que a temperatura fornecida na questão está

		em graus Celsius, o que exigirá obrigatoriamente a transformação para Kelvin, retomando na sua memória os conceitos de temperatura.
02	Quando são colocados 12 moles de um gás em um recipiente com êmbolo que mantém a pressão igual à da atmosfera, inicialmente ocupando 2m^3 . Ao empurrar-se o êmbolo, o volume ocupado passa a ser 1m^3 . Considerando a pressão atmosférica igual a 100000N/m^2 , qual é o trabalho realizado sob o gás?	Questão apresentada visando obter informações quanto ao conhecimento prévio dos alunos no que se diz respeito a pressão, volume e trabalho. Conteúdo que será revisto em forma de situação problema a partir da utilização do software.
03	<p>O gráfico abaixo ilustra uma transformação 100 moles de gás ideal monoatômico recebem do meio exterior uma quantidade de calor 1800000 J. Dado $R=8,32\text{ J/mol.K}$.</p> <p>Determine: a) o trabalho realizado pelo gás; b) a variação da energia interna do gás; c) a temperatura do gás no estado A.</p>	Questão que busca investigar nos alunos a capacidade de interpretação de gráficos, extraindo deste os conceitos de energia interna, trabalho e temperatura. A confecção e interpretação de gráfico será utilizada durante toda a pesquisa pelos discentes, por isso é necessário identificar se eles possuem tais habilidades.
04	Ao receber uma quantidade de calor $Q=50\text{J}$, um gás realiza um trabalho igual a 12J , sabendo que a Energia interna do sistema antes de receber calor era $U=100\text{J}$, qual será esta energia após o recebimento?	A questão temo objetivo de verificar o entendimento dos alunos sobre trabalho, quando o um sistema está realizando trabalho, ou vice-versa. Tal conhecimento será abordado ao longo de toda a pesquisa, em cada situação que os alunos utilizarem os softwares, eles serão encorajados a se questionar, se o sistema está realizando trabalho, e qual a relação com a energia interna, temperatura, volume e pressão.
05	Um gás ideal recebe calor e fornece trabalho após qual das transformações abaixo: a) adiabática e isobárica. b) isométrica e isotérmica. c) isotérmica e adiabática. d) isobárica e isotérmica. e) isométrica e adiabática.	Questão que busca a compreensão dos alunos sobre os gases e suas transformações, conceitos que foram passados a eles durante o segundo bimestre.

Fonte: Autor da pesquisa.

Sugere-se que todas as questões sejam analisadas considerando o número de erros e acertos dos estudantes, analisando-as e extraíndo-se elementos que poderão ser úteis para o decorrer da sequência.

Aula 02 – Retroalimentação e Correção

A aula seguinte, depende do diagnóstico obtido, pode ser que exista a necessidade de retroalimentar, se esse for o caso, dedica-se a aula seguinte a retroalimentar e corrigir possíveis deficiências identificadas na prova diagnóstica, passa-se a reforçar os conceitos em forma de revisão, e discussão para que os estudantes relembrem o conteúdo necessário para prosseguimento.

Segue-se com a estratégia de explicação do conteúdo de gases ideais, e após as explicações e discussão em sala de aula, elabora-se exercícios afim de materializar o conteúdo que é necessário para que se exija os problemas envolvendo a termodinâmica a partir da utilização do software de propriedade dos gases.

Aula 03 e 04 - Fase Formativa I

Aqui os estudantes já se familiarizaram com ação e já a conhecem, porém de forma ainda materializada, o que implicará em elevar o nível dos problemas docentes um pouco mais adiante.

Os parâmetros utilizados nas avaliações Formativas I, Formativa II e Avaliação Final estão subscritos na Tabela 01. Entende-se que não há evolução do conhecimento, sem avaliar constantemente o que se busca conhecer e o que já se sabe. Avaliar incide sobre uma grande variedade de aspectos relativos ao desempenho dos alunos como aquisição de conceitos, domínio de procedimentos e desenvolvimento de atitudes.

Tabela 01: Atribuição de conceitos de acordo com a habilidade.

Conceito/desempenho	Habilidade	Ponto
I - Insuficiente – de 1 à 4pts	Compreende o Problema. Ler o problema e consegue interpretá-lo, reconhecendo o seu objetivo.	1
R - Regular – 5 à 8pts	Constrói o Modelo Físico. Extraí todos os elementos conhecidos e desconhecidos determinando as variáveis e incógnitas.	2
B - Bom – de 9 à 12pts	Soluciona o Modelo Físico. Encontrar método para solucionar o modelo físico e soluciona.	3
O - Ótimo – de 13 à 15pts	Interpreta a Solução.	4

	<p>Extrair os resultados significativos que tenham relação com o (s) objetivo (s) do problema interpretando-o.</p>	
--	--	--

Fonte: Autor (2018).

Nota: Significados – I (Insuficiente – indicadores incorretos, por categoria); R (Regular – indicadores parcialmente correto, por categoria); B (Bom – indicador essencial correto, por categoria); O (Ótimo – indicador correto, por categoria).

Para designar a análise deste processo avaliativo, analisa-se como resultado qualitativo, uma escala de 1 até 4 pontos como critério de avaliação: Se o aluno não compreende o problema, obterá um (1) ponto; se o aluno não consegue determinar as variáveis e incógnitas do problema obterá (2) pontos; se soluciona o modelo físico de maneira correta, mas existe pelo menos outro indicador parcialmente correto obterá a qualificação de três (3) pontos e, se não apresenta dificuldades, todos os indicadores estão corretos, inclusive a interpretação, obterá a qualificação de quatro (4) pontos.

Nessa perspectiva, os alunos obterão conceitos insuficiente, regular, bom e ótimo, onde cada conceito é o somatório de pontos obtidos em cada ação. Os estudantes serão classificados em cada conceito de acordo com o tabela 02:

Tabela 02: Interpretação do conceito obtido pelos estudantes.

Conceitos (pontos obtidos)	Interpretação do Resultado
I – Insuficiente (1-4)	Alunos sem condições de operar, pois não conseguem compreender o problema.
R - Regular (5-8)	Conseguem compreender o objetivo do problema, montar o modelo físico de resolução, porém se “enrolam” com variáveis e incógnitas que dificulta a correta resolução.
B - Bom (9-12)	compreendem o problema e constroem um modelo físico, resolvem corretamente, porém não conseguem interpretar os resultados de maneira correta, embora tenham chegado a resolução certa.
O - Ótimo (13-15)	são alunos que apresentam habilidades nas três primeiras ações, “não apresentando dificuldade” e começam a interpretar a solução com imprecisões até realizar sem erros.

Fonte: Autor da pesquisa.

Portanto, o que se busca nesse momento da pesquisa, compreende-se numa análise das categorias das ATIVIDADES SITUAÇÕES PROBLEMAS DOCENTES - ASPD por perguntas de forma transversal ao conteúdo de termodinâmica, cujo o processo avaliativo a detalhou do início ao final, se houve aprendizado dos discente entre as etapas, nas categorias do processo de assimilação. Para tanto, em cada questão se analisa as ações pertinentes com suas respectivas operações, identificando o nível de desenvolvimento discente.

Para realização da prova formativa I, foram selecionadas três questões, Q1, Q2, e Q3 (quadros 02, 03 e 04)) onde cada questão trouxe sua dificuldade e desafio aos discentes, sendo todas elas relacionadas com as quatro categorias das ASPD.

Quadro 02- Parâmetros para Análise Qualitativa e Quantitativa da Questão 01.

Q-01: Certa massa de gás perfeito recebeu 300J de energia do meio exterior e realizou um trabalho de 500J. Nessas condições, responda; (KAZUHITO e FUKU, 2013) a) Qual foi a variação de energia interna sofrida pelo gás? b) a temperatura do sistema aumentou ou diminuiu nesse processo?		
Ação	Operações	Elemento Essencial
Compreender o Problema	a) O estudante extrai os dados do problema; b) O estudante determina as condições do problema; c) Sabe o que tem que fazer para dar a resposta ao problema; d) O estudante define o (s) objetivo (s) do problema (encontrar a variação da energia interna sofrida pelo gás).	a
Construir o Modelo	a) Determinar as variáveis e incógnitas (Do enunciado, temos: $Q= 300J$ e $t=500J$). b) Compreender corretamente que se trata da expressão da primeira lei da termodinâmica. c) Construir um modelo físico a partir das variáveis incógnitas	c
Solucionar o Modelo	a) Substitui o valor das variáveis. b) Soluciona o modelo físico realizando corretamente as operações. c) Determina o valor da variação da energia interna e se a temperatura do sistema aumentou ou diminuiu no processo.	c
Interpretar a Solução	a) Interpretar o resultado. b) Extrair os resultados significativos que tenham relação com o (s) objetivo (s) do problema. (a variação da energia interna do gás resulta num valor negativo) c) Dar resposta ao (s) objetivo (s) do problema ($\Delta U= -200J$, e diminui a temperatura) d) Relacionar o resultado encontrado com a temperatura do sistema, a partir do resultado encontrado.	c

Fonte: Autor da pesquisa.

A questão tem como desafio principal levar os estudantes a compreenderem corretamente quando um sistema recebe energia, cede energia, realiza trabalho, recebeu trabalho, e quais as características dos sistemas nessas condições.

Quadro 03- Parâmetros para Análise Qualitativa e Quantitativa da Questão 02.

Q-02: Certa massa gasosa contida em um sistema sofreu uma compressão isotérmica ao ceder 500J de calor para o ambiente. Qual foi o trabalho realizado?		
Ação	Operações	Elemento Essencial
Compreender o	a) O estudante extrai os dados do problema; b) O estudante determina as condições do problema;	a

Problema	c) Sabe o que tem que fazer para dar a resposta ao problema; d) O estudante define o (s) objetivo (s) do problema (encontrar o trabalho realizado).	
Construir o Modelo	a) Determinar as variáveis e incógnitas ($\Delta U=0$, e, se o sistema perdeu calor, temos $Q = -500J$). b) Compreender corretamente quando o problema diz se tratar de uma compressão isotérmica. c) Construir um modelo físico a partir das variáveis incógnitas.	c
Solucionar o Modelo	a) Substitui o valor das variáveis no modelo corretamente. b) Soluciona o modelo físico realizando corretamente as operações. c) Determina o trabalho realizado.	c
Interpretar a Solução	a) Interpretar o resultado. b) Extrair os resultados significativos que tenham relação com o (s) objetivo (s) do problema. (a variação da energia interna do gás resulta num valor negativo) c) Dar resposta ao (s) objetivo (s) do problema (compreender que nas transformações isotérmicas, a equação da primeira lei da termodinâmica se torna: $\Delta U = Q - t > 0 = Q - t = Q > t = -500J$). d) Relacionar o resultado encontrado com os termos ceder calor, e receber calor.	c

Fonte: Autor da pesquisa.

Na Questão 02 (Q-2) é apresentada uma nova situação problema envolvendo as quatro ações da ASPD, como o intuito de materializar no cognitivo dos estudantes, quando um sistema cede ou recebe calor, o que esses enunciados representam fisicamente falando?

Quadro 04 - Parâmetros para Análise Qualitativa e Quantitativa da Questão 3.

Q-03: (Mackenzie-SP) Sobre um sistema, realiza-se um trabalho de 3000 J e, em resposta, ele fornece 500 cal ao meio exterior durante o mesmo intervalo de tempo. Se $1\text{ cal} = 4,18\text{ J}$ Determine a variação da energia do sistema.		
Ação	Operações	Elemento Essencial
Compreender o Problema	a) O estudante extrai os dados do problema; b) O estudante determina as condições do problema; c) Compreender que Trabalho recebido é negativo e. Calor cedido é negativo; d) O estudante define o (s) objetivo (s) do problema (determinar a variação de energia do sistema).	c)
Construir o Modelo	a) Determinar as variáveis e incógnitas. b) Compreender corretamente que deverá transformar calorias em joule e trabalhar com a mesma unidade. c) Construir um modelo físico a partir das variáveis incógnitas.	c
Solucionar o	a) Substitui o valor das variáveis no modelo corretamente.	c

Modelo	b) Soluciona o modelo físico realizando corretamente as operações. c) Determina a variação da energia interna.	
Interpretar a Solução	a) Interpretar o resultado. b) Extrair os resultados significativos que tenham relação com o (s) objetivo (s) do problema. (a variação da energia interna do gás resulta num valor negativo) c) Dar resposta ao (s) objetivo (s) do problema (compreender que nas transformações isotérmicas, a equação da primeira lei da termodinâmica se torna: $\Delta U = 900J$). d) Relacionar o resultado encontrado com os termos realizar trabalho e ceder calor.	c

Fonte: Autor da pesquisa.

A Q-03, é uma questão relativamente simples, e segue ainda dentro da proposta da pesquisa nessa fase, materializar o conteúdo, sobretudo, as corretas interpretações das informações fornecidas pelo sistema.

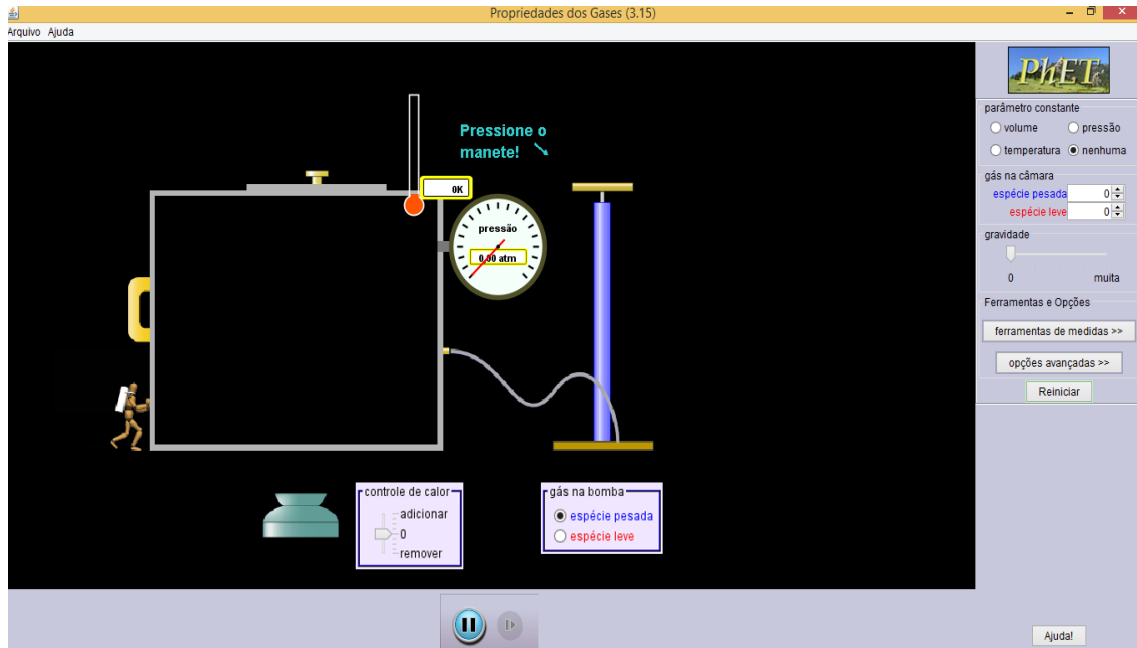
Aula 05, 06, 07 e 08 – Fase Formativa II

Após ter concluído com sucesso o planejamento até essa fase da pesquisa, que já envolveu 8h (oito horas) aulas, trabalha-se com uma nova estratégia visando obter melhores índices na capacidade de resolução de problemas.

Nesse momento os procedimentos ocorrem na ordem dos quatro passos seguintes:

- I. O professor elabora uma BOA (APÊNDICE 01), e explica as atividades a serem realizadas pelos discentes. As atividades nessa fase, se limitaram a termodinâmica e as transformações gasosas (isotérmica, isobárica e isocórica);
- II. Após a explicação dos objetivos da aula e breve orientação, os alunos receberam o comando de acessar ao site https://phet.colorado.edu/pt_BR/, onde seguiram o fluxo abaixo:
- III. Clicar no botão > entre e simule> simulações > Física > trabalho, energia e potência > propriedade dos gases > baixar. De posse do software (figura 11) instalado na máquina de cada estudante, foi elaborada uma breve explicação de seu funcionamento e comandos pelo professor, posteriormente foi dado um tempo para que os alunos mexessem no simulador e retirassem suas dúvidas sobre o programa.
- IV. Realizar as atividades propostas no quadro 06, correspondente a fase formativa II.

Figura 01: Software de propriedade dos gases.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/gas-properties.

Informações Importantes a Respeito Do Software

- É um software livre, disponível para qualquer cidadão que tenha acesso a uma máquina com o Java instalado e acesso à internet;
- Requer conhecimentos básicos de informática, a saber: ligar o computador, iniciar um navegador de internet, digitar um endereço a ser acessado, manusear o mouse, dentre outras. Tais conhecimentos, são muitas vezes menos complexos do que o aplicativo mais simples de celular, presente em 95% dos estudantes do ensino médio, o que a priori não se revela um problema.
- O estudante precisa conhecer os elementos que envolvem a termodinâmica, ter noção de volume, gases, temperatura, pressão, moléculas, dentre outros. Caso o estudante não possua tais conhecimentos, dificultará a realização das atividades utilizando o software.

Os estudantes que até então não haviam tido acesso a nenhum experimento, seja ele virtual ou real, passam a ter acesso ao software de propriedade dos gases ideais, onde é possível verificar como se comportam as moléculas de gases, a partir de um sistema isolado.

SUGESTÃO DE COMO UTILIZAR O SOFTWARE PHET: PROPRIEDADE DOS GASES IDEAIS

Após todos os estudantes conseguirem abrir o software indicado na figura 01, sugere-se que seja feita uma explicação do mesmo. Onde se localiza cada parâmetro e o que significa cada um deles dentro do ambiente virtual.

Os estudantes normalmente fazem perguntas e tiram dúvidas após a explicação. O passo seguinte é solicitar que eles realizem simulações aleatoriamente, afim de familiarizarem com o software. É comum perceber, que nesse momento os discentes têm diferentes reações e falas, do tipo “Porque o meu recipiente rompeu quando eu elevei a temperatura até um valor x”? “eu não conseguir entender porque o recipiente diminui o tamanho quando diminuir a temperatura”, “quando eu aumentei a pressão, percebi que as “bolinhas” começaram a se mover mais rapidamente”, dentre outras indagações feita pelos estudantes.

Todas as falas desses estudantes, reflexões que realizam, aconselha-se que sejam registradas, pois são informações sobre a maneira que eles estão conseguindo enxergar o sistema, o que apenas com a utilização do quadro branco e pincel, não é possível. Então sugere-se continuar a explicação do conteúdo, e elaboração dos problemas, a partir daquilo que foi apontado por eles.

Para essa fase sugere-se que sejam utilizados quatro encontros para desenvolver os procedimentos, onde em cada encontro procura-se trabalhar de transformação e a avaliação do conteúdo trabalhado.

Os problemas a serem trabalhados aqui, poderão ser formulados pelos próprios estudantes ao manusearem o software, por exemplo, o estudante pergunta: Professor por que o meu recipiente rompeu quando aumentei a temperatura até o valor “X”? É um problema docente, que poderá ser resolvido por eles, onde pode-se trabalhar:

- ✓ Qual a pressão máxima suportada pelo recipiente do software? Porque?
- ✓ Se aumentar a quantidade de gás dentro do recipiente, continua rompendo ao mesmo tempo que rompia anteriormente?
- ✓ O que aconteceu com a pressão ao elevar a temperatura? Quando o recipiente rompeu, a pressão continuou a mesma? Porque?

Enfim, o software traz muitas possibilidades que poderão ser exploradas, sempre buscando elevar o conhecimentos dos estudantes sobre o estudo dos gases ideais. Como sugestão de avaliação nessas aulas, sugere-se as questões dispostas no quadro 05.

QUADRO 05: Questões para avaliação da fase formativa II

AVALIAÇÃO FORMATIVA II	
1.	Utilizando o software de propriedade dos gases, construa um gráfico que represente uma transformação isotérmica.
2.	Utilizando o software de propriedade dos gases, construa um gráfico que represente uma transformação isobárica.
3.	Utilizando o software de propriedade dos gases, construa um gráfico que represente uma transformação isocórica.

FONTE: Autor da pesquisa.

As questões 01, 02 e 03, trazem parâmetros para a análise qualitativa de forma parecida, onde a principal mudança se dar na variável escolhida a ser considerada constante, embora as três tenham observações que merecem extremo cuidado e atenção e com suas características individuais preservadas, mesmo com a limitação do software.

As questões se tratam da construção de gráficos a partir de um fenômeno observado a partir da utilização do simulador, busca-se nas questões problemas possibilitar aos discentes uma visualização prática do comportamento do gás ideal em condições diferentes, e quais as implicações desses comportamentos no cotidiano dos alunos.

Quadro 07 - Parâmetros para Análise Qualitativa e Quantitativa da Fase Formativa II.

Ação	Operações	Elemento Essencial
Compreender o Problema	a) O estudante compreende o que é uma transformação isotérmica, isobárica ou isocórica. b) O estudante determina as condições do problema de acordo com o gráfico solicitado; c) Sabe o que tem que fazer para dar a resposta ao problema; (qual parâmetro considerar constante no simulador). d) O estudante define o (s) objetivo (s) do problema (construir um gráfico que represente a transformação).	a
Construir o Modelo	a) Determinar as variáveis e incógnitas para cada transformação. b) Compreende a curva representativa de cada transformação. c) Construir um modelo físico a partir das variáveis incógnitas.	c
Solucionar o Modelo	a) Selecionar a quantidade de moléculas que atuará durante toda a simulação. b) Anota os valores e monta o gráfico.	c

	c) Traça a linha e verifica que se trata da curva que representa a transformação indicada no problema.	
Interpretar a Solução	a) Interpretar o resultado. b) Extrair os resultados significativos que tenham relação com e questiona mudando os valores e verificando novos comportamentos. c) Dar resposta ao (s) objetivo (s) do problema (efetua a leitura e interpreta o gráfico corretamente) (d) Relacionar o resultado encontrado com fenômenos do seu cotidiano.	c

Fonte: Autor da pesquisa.

Aula 09 e 10 – Avaliação Final

Os procedimentos nessas aulas, busca identificar onde se encontram os estudantes no processo de assimilação dos conteúdos de termodinâmica. Os instrumentos sugeridos nessa fase são: uma prova de lápis e papel e um seminário onde os estudantes deverão reunir-se em grupos e apresentar um dos três tipos de transformações gasosas estudado, utilizando durante a apresentação, o simulador de propriedade dos gases. Segue no quadro 06 como sugestão para avaliação.

Quadro 06: Questão para a avaliação final.

Q-02: Com o auxílio do simulador Phet propriedade dos gases, defina o que é uma transformação (isotérmica, isobárica ou isocórica)? Demonstre experimentalmente (através do simulador) essa transformação? Associe com algum fenômeno do seu dia-a-dia?

Fonte: autor da pesquisa.

No quadro 07 sugere-se alguns parâmetros que poderão ser avaliados, permitindo aferir em que etapa do processo de assimilação os estudantes se encontram.

Quadro 07 - Parâmetros para Análise Qualitativa do seminário

Compreender o problema: O aluno deverá compreender do que o problema se trata (o sorteio dos grupos definirá qual transformação cada grupo irá apresentar);
Resolver o problema: O aluno deverá manipular o simulador de forma que ele represente a transformação do seu grupo;
Interpretar a solução: Explicar o comportamento das moléculas, utilizando o software e relacionando-a com as variáveis temperatura, pressão e volume.

Fonte: autor da pesquisa.

CONCLUSÃO

Os estudos realizados durante a pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Roraima, demonstraram a importância da utilização da Atividade de Situações Problema Docente como metodologia de ensino e como as teorias da aprendizagem influenciam de maneira significativa os estudantes.

Pela pesquisa desenvolvida que resultou em tal produto, sugere-se a sequência didática aqui escrita, acreditando que esta pode ser testada, e remodelada de acordo com a necessidade dos docentes interessados.

Aos docentes, estudantes e demais interessados em maiores informações sobre os fundamentos filosóficos, psicológicos e didáticos que constituem a base teórica deste produto, sugere-se a leitura da dissertação intitulada: “Resolução de problemas de termodinâmica na segunda série do ensino médio, fundamentado na teoria de Galperin, na direção de estudo de Talízina e a resolução de problema segundo Majmutov.” (CARVALHO, 2018), bem como a referência bibliográfica aqui exposta.

REFERÊNCIAS

BASSAN, L. H.; Teoria da Formação das Ações Mentais por Etapas, de P. Galperin, e o Processo de Humanização. 2012. 113f. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Marília – UNESP, 2012.

G. Romero Tavares, Aprendizagem significativa, 2004.

GALPERIN, Pietr Y. A direção do processo de aprendizagem. Revista AMAzônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq/EDUA - Ano 6, Vol XI, número 2, 2013a, Jul-Dez, pág. 478-484.

KAZUHITO, Yamamoto; FUKU, Luiz Felipe. Física para o Ensino Médio 2 – 3ªed – São Paulo: Saraiva, 2013.

LEONTIEV, A. N., 1981. The Problem of Activity in Psychology. In: WERTSCH, J. V. (Ed.) The concept of activity in soviet psychology. New York: M. E. Sharpe. Inc. p. 3771.

MAJMUTOV, M. J. La Enseñanza Problémica. Habana: Pueblo y Revolución, 1983.

MENDOZA, Héctor J.García (2009). Estudio del efecto del sistema de acciones en el proceso de aprendizaje de los alumnos en la actividad de situaciones problemas en Matemática, en la asignatura de Álgebra Lineal, en el contexto de la Facultad Actual de la Amazonia. Dissertação doutoral publicada, Faculdade de Humanidade e Ciência na Educação, Universidade de Jaén, Espanha.

Mendoza, Héctor José García Mendoza; Delgado, Oscar Tintorer. Revista AMAzônica, LAPESAM/GMPEPPE/UFAM/CNPq/EDUA. A CONTRIBUIÇÃO DE GALPERIN NA AVALIAÇÃO DE PROVAS DE LÁPIS E PAPEL DE SISTEMAS DE EQUAÇÕES LINEARES. Ano 6, Vol XI, número 2, 2013, Jul-Dez, pág. 289-323.

MENDOZA, Héctor José García. DELGADO, Oscar Tintorer. A contribuição do ensino problematizador de Majmutov na formação por etapas das ações mentais de Galperin. Artigo enviado para Revista: OBUCHENIE: Revista de Didática e Psicologia Pedagógica da Universidade Federal de Uberlândia – UFU. 2016.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. – 2. Ed. Ampl. – São Paulo: EPU, 2011^a

NÚÑEZ, I. B., PACHECO, O. G. Formação de conceitos, segundo a Teoria da Assimilação de Galperin, 1998. Disponível em: <http://www.fcc.org.br/pesquisa/actions.actionsEdicoes.BuscaUnica.do?codigo=167&tp_caderno=0> acesso em 01 de nov. de 2012.

PONTELO, Ivan. MOREIRA, Adelson Fernandes. A TEORIA DA ATIVIDADE COMO REFERENCIAL DE ANÁLISE DE PRÁTICAS EDUCATIVAS. Disponível em: http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anais/terca_tema1/TerxaTema1Artigo8.pdf. Acesso em 02 de jan de 2017.

REZENDE, Alexande; VALDES, Hiram. GALPERIN: IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS DA TEORIA DE FORMAÇÃO DAS AÇÕES MENTAIS POR ESTÁGIOS. Educ. Soc. , Campinas, vol. 27, n. 97, p. 1205-1232, set./dez. 2006. Disponível em <<http://www.cedes.unicamp.br>>

SCHULZ, Daniel. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE TERMODINÂMICA NO ENSINO MÉDIO ATRAVÉS DO ESTUDO DE MÁQUINAS TÉRMICAS COMO TEMA MOTIVADOR. UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/indice.htm>. Acesso em: 01 de novembro de 2016.

SILVA, M. A. da. (2003). “Protótipo de uma ferramenta para auxiliar no ensino de técnicas de programação”. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Informática) – Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Planalto Catarinense, Lages.

SOUZA, de Elisandra Peres; NURNBERG, Jóyce; DAMAZIO, Ademir. CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DE AÇÕES MENTAIS DE GALPERIN À PRÁTICA PEDAGÓGICA. PPGE/UNESC - Criciúma/SC.

SOUZA, Rozenilda de. A ATIVIDADE DE SITUAÇÕES PROBLEMA NO TEATRO CIENTÍFICO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM DA CINEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO NA PROPOSTA DE P. YA. GALPERIN. Boa Vista, 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual de Roraima.

TALÍZINA, N.; Psicologia de La enseñanza. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no Ensino/Aprendizagem de Física e os Novos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v.24, n.2, p. 87-90, 2002.

VYGOTSKY, Lev S. (1988). A formação social da mente. 2ª ed. brasileira. São Paulo. Marins Fontes. 168 p.

APÊNDICE 01

Tabela 04: Base Orientadora da Ação 01 (BOA 01) da ASPD em Termodinâmica.

BASE ORIENTADORA DA AÇÃO 01						
Objetivo	Característica da BOA	Invariante Conceitual	Contexto da situação problema	Tarefas	Invariante procedimental	Categorias de análise
<p style="text-align: center;">CONSTRUIR UM GRÁFICO QUE REPRESENTA UMA TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA, A PARTIR DA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE DA FIG. 05.</p>	<p style="text-align: center;">Específica</p> <p style="text-align: center;">Completa</p> <p style="text-align: center;">Preparada</p>	<p style="text-align: center;">Temperatura</p> <p style="text-align: center;">Pressão</p> <p style="text-align: center;">Volume</p> <p style="text-align: center;">Gases</p>	<p>Entender que para determinada amostra de gás, o produto da pressão pelo volume ocupado pelo gás é constante quando a temperatura não varia.</p> <p>A partir desse conceito, construir um gráfico que irá representar tal afirmação.</p> <p>Compreender a importância do calor durante o processo;</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. clicar no local indicado onde consta temperatura na fig. 04, mantendo-a a mesma constante. 2. Selecionar a quantidade de 30 moléculas. 3. Pressionar play e cronometrar 5 segundos, dando pause ao chegar nos 5, repetir o processo por 5 vezes. 4. Verificar o comportamento da pressão e do volume durante os vinte e cinco segundos. 5. Fazer um gráfico que represente as suas anotações, buscando identificar uma transformação isotérmica. 	<p>I. Trabalhar problemas experimentais no contexto da termodinâmica, sob as orientações da ASPD; Lê a atividade, atentando-se para as palavras desconhecidas e buscar compreendê-las; Entender o objetivo da atividade experimental, relacionando com a situação problema;</p> <p>II. Explorar os objetos fornecidos para determinar as ideias e conceitos envolvidos;</p> <p>III. Selecionar o meio/forma necessário para a solução e resolvê-lo(s);</p> <p>IV. Responder aos objetivos do(s) problema</p>	<p>Compreender o problema;</p> <p>Construir o Modelo Físico;</p> <p>Solucionar o Modelo Físico;</p> <p>Interpretar a Solução.</p>

Fonte: autor da pesquisa.