

## TERMODIDÁTICA: UM JOGO PARA ENGENHARIAS

Matheus Vilela Novaes – matheusvilelanovaes22@gmail.com

Adriel Luiz Bastos Souza – adrielluiz35@gmail.com

Stéfane Cabral Santos – stefane19992011@live.com

Ada Ruth Bertoti – rutbertoti@hotmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia  
Av. Amazonas, 3150 - Zabelê  
45030-220 – Vitória da Conquista – Bahia

**Resumo:** O presente trabalho propõe uma abordagem diferente de aprendizado da termodinâmica, buscando por meio do jogo desenvolver uma nova estratégia educacional no ensino da Química. No intuito de proporcionar o participante a instruir-se de forma prazerosa, elaborou-se a competição lúdica “Termodidática”, um jogo de tabuleiro que consiste na compra e venda de substâncias químicas. Pretende-se, assim, observar o desempenho sócio-educativo dos envolvidos, procurando aprimorar as inteligências e a capacidade de interagir de forma efetiva com outras pessoas, e atender o potencial de cada um. Objetiva-se, assim, apresentar um novo método que propicie aos alunos condições para o desenvolvimento da sua capacidade de pensar e da sua criatividade.

**Palavras-chave:** Jogo. Termodinâmica. Tabuleiro.

## 1 INTRODUÇÃO

A termodinâmica é um conteúdo básico no curriculum das engenharias, muitas vezes os estudantes apenas apresentam uma visão teórica do conteúdo não sendo partícipes das explicações.

Sendo uma ciência que tem como objeto de estudo a constituição da matéria, suas propriedades, transformações e as energias envolvidas nesses processos, percebe-se uma descontinuidade de envolvimento do aluno que por tempos é perpetuada. Assim o processo de aprendizagem que deveria ser prazeroso devido à aplicabilidade do cotidiano, se transforma em alvo de desapontamento e dificuldades de fixação por parte dos discentes devido a ausência da contextualização dos mesmos no cotidiano.

Os jogos despertam a curiosidade e criam vínculos com o conteúdo, hoje sendo amplamente utilizados como recursos pedagógicos complementares nas escolas (BOUGERE, 1998; SOARES 2006). MESSEDER (2017) através de seus estudos na utilização de jogos no ensino superior, cuja pesquisa mostra que o jogo permite que os estudantes fiquem mais atentos ao conteúdo do que numa aula tradicional, uma vez que, a situação de regras e liberdade coordenada da atividade lúdica mantém o aluno atento ao conteúdo científico, atuando na sua zona de desenvolvimento próximo.

Dessa forma, novos processos de aprendizagem são necessários para facilitar e incentivar o aprendizado, fomentando o desejo pelo saber. A partir disso, elaborou-se uma abordagem diferenciada para captar a atenção e entusiasmo, incitando o desenvolvimento cognitivo e social no processo de trocas de conhecimento.

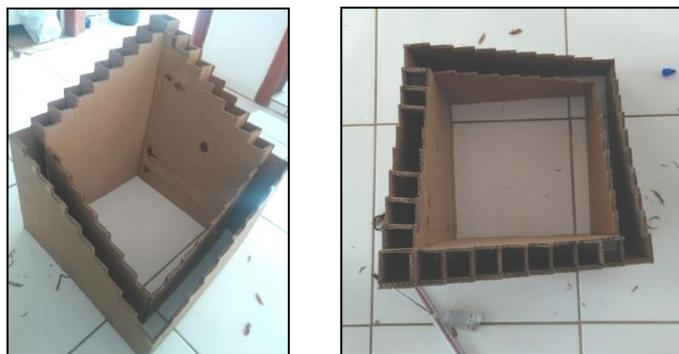
O jogo Termodinâmica tem como temática a termodinâmica, abordando conceitos importantes dessa área como: quantidade de calor, entropia do sistema, processos de transformação de gases ideais e máquinas térmicas. Essa competição lúdica busca o incentivo à educação de forma espontânea e divertida, transformando as dificuldades e temores, pela termodinâmica, por meio de atividades propícias e recreativas e contextualização na aplicação do conteúdo.

## 2 MÉTODOS E APLICAÇÕES

### 2.1 MATERIAIS E MÉTODO DE MONTAGEM

Na confecção da estrutura do tabuleiro 3D foi utilizado papelão reaproveitado, formando um tabuleiro escalonado (Figuras 1 e 2).

Figura 1 e 2 – Estruturas bases de papelão do tabuleiro.



Fonte: Autoria Própria

Suas dimensões são de 42 x 42 x 47 cm. Papéis dupliface de cinco cores diferentes (Azul, Amarelo, Vermelho, Verde e Preto) deram vida ao trabalho. Nas casas tradicionais do tabuleiro foi utilizado papel branco com as respectivas instruções, enquanto nas casas especiais foram cobertas com papel alumínio com o objetivo de fornecerem a condutividade almejada, assim como os peões.

A pesquisa utilizar-se-á de uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware livre e placa única, o Arduíno Uno (Figura 3). Projetado com um microcontrolador Atmel AVR com suporte de entrada/saída embutido, possui uma linguagem de programação padrão, a qual tem origem em Wiring, e é essencialmente C/C++. A operação decorreu-se por meio de algumas linhas de E/S digital e analógica, interagindo em tempo real.

Figura 3 – Arduíno utilizado na confecção da parte eletrônica.



Fonte: <http://www.simi.org.br/noticia/newton-paiva-sedia-edi%C3%A7%C3%A3o-arduino-day-em-bh.html>

Para a roleta eletrônica foi utilizado um display de LED de 7 segmentos (Figura 4). Os circuitos para o acionamento dos displays de 7 segmentos são simples. É necessário ter um elemento de habilitação para permitir o fluxo de energia através dos LEDs, resistores para limitar a corrente em cada LED e assegurar que o brilho seja o suficiente, e um seletor de segmentos, que determina quais os segmentos que deverão ser ligados.

Figura 4 – Display de LED de 7 segmentos utilizado na roleta



Fonte: <https://www.eletragate.com/display-de-7-segmentos-com-4-digitos>

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultados têm-se a confecção das regras do jogo, bem como sua utilização como elemento lúdico de ensino abordando diversos temas como o conceito de calor e máquinas térmicas.

#### 3.1 REGRAS DO JOGO

Para executar o jogo é preciso seguir as seguintes regras:

##### 3.2.1 PREPARO INICIAL

Em uma superfície plana abra o tabuleiro. Cada jogador deverá escolher o peão de sua preferência e posicioná-lo na casa INÍCIO. Escolha um jogador para ser o Calorífero (Dono

de todos os bens e moeda de troca). Ele será o responsável por: transferências do Calorífero, entrega de substâncias e máquinas térmicas. Caso o Calorífero esteja jogando, ele não deve misturar seus Joules com o do Calorífero. O Calorífero deve transferir as seguintes quantidades de Calor (Figura 5): 10 Notas de 10 Joules, 8 Notas de 50 Joules, 8 Notas de 100 Joules, 6 Notas de 500 Joules, 4 Notas de 1.000 Joules, 2 Notas de 5.000 Joules, 2 Notas de 10.000 Joules, 1 Nota de 50.000 Joules. As demais notas ficam no Calorífero.

Figura 5 – Cédulas de “Joules”



Fonte: Autoria Própria

### 2.2.2 INÍCIO DO JOGO

Disputa-se na roleta (Figura 6) quem será o primeiro a jogar. Quem tirar o maior número começa o jogo, seguido pelo jogador à esquerda e assim por diante. O primeiro jogador sorteia um número na roleta novamente, avança o número de casas e cumpre o que indica o quadrado no tabuleiro.

Figura 6 – Roleta utilizada para o sorteio das casas



Fonte: Autoria Própria

### 2.2.3 DESENVOLVIMENTO DO JOGO

Ao parar o peão em uma substância “SEM DONO”, pode adquiri-la pela quantidade de calor indicada no tabuleiro. Transfira o calor ao Calorífero, que fará a entrega da substância (Figura 7).

Figura 7 – Peões utilizados para representar os jogadores.



Fonte: Autoria Própria

Nas casas “Máquina de Carnot” e “Refrigerador de Carnot” (Figura 9) deve-se cumprir o que indica o tabuleiro. A casa AQUECEDOR (Figura 8) é aquele momento de parada. Ao cair nessa casa não precisa fazer nada.

Figura 8 – Casa “Aquecedor”



Fonte: Autoria Própria

Figura 9 – Casas “Máquina de Carnot” e “Refrigerador”

<b>MÁQUINA DE CARNOT</b>  RECEBA 20.000 J	<b>REFRIGERADOR DE CARNOT</b>  FORNEÇA 20.000 J
--	--

Fonte: Autoria Própria

Sempre que o peão passar pela casa INÍCIO (Figura 10) ou parar, receba seu “Calor Inicial” – uma quantidade por variação de temperatura – no valor de 10.000 Joules. Não deixe de lembrar o Calorímetro de transferi-lo, pois se não receber até o final da jogada, a temperatura já terá caído suficiente e não poderá recuperá-lo depois.

Figura 10 – Casa “INÍCIO”



Fonte: Autoria Própria

Ao parar em uma casa “Equações” (Figura 11), decore uma informação sorteada no monte “Equações” até ultrapassar a mesma casa novamente, sendo obrigado a repeti-la para todos ou então transfira 10.000 Joules para o Calorífero.

Figura 11 – Casas “Equações”

<b><math>PV = NRT</math></b>	<b><math>Q = MCT</math></b>	<b><math>\Delta S \geq 0</math></b>	<b><math>\Delta E_{INT} = Q - W</math></b>
------------------------------	-----------------------------	-------------------------------------	--

Fonte: Autoria Própria

Quando tirar a opção “Processo Adiabático” ou “Processo Isovolumétrico” (Figura 12) receba a respectiva carta, que pode ser utilizada no momento que desejar (quando utilizá-las, devolva-as ao Calorifeiro). A carta Processo Isovolumétrico permite que se saia do refrigerador sem precisar tirar um sete na roleta ou transferir calor. Permite-se utilizá-la quando quiser ou mesmo negociá-la com outro jogador.

Figura 12 – Cartas “Processo Isovolumétrico” e “Processo Adiabático”



Fonte: Autoria Própria

Existem duas formas de ir para o REFRIGERADOR (Figura 13):

- Caindo na Casa “Escorregou no gelo, vá para o refrigerador” ou
- Tirando a instrução “Escorregou no gelo, vá para o refrigerador”.

Se acontecer uma dessas situações mova seu peão até a casa “Refrigerador”, sem receber o seu “Calor Inicial” da casa Início e deverá ficar 3 rodadas sem jogar.

Há três formas de sair do Refrigerador:

- Tirando um 7 na roleta ou
- Transferindo 5.000 Joules na terceira rodada após a 3ª tentativa de tirar um 7 na roleta e não conseguir ou
- Utilizando a carta “Processo Isovolumétrico”.

Se o peão parar na casa “Refrigerador” não há com o que se preocupar, pois estará apenas esfriando a cabeça.

Figura 13 – Casa “Refrigerador”



Fonte: Autoria Própria

Para aumentar suas chances de vencer, o jogo Termodidática conta com 2 tipos de substâncias que podem ser adquiridas e que farão ganhar calor: elementares e compostas:

- Substâncias simples (Figura 14) são formadas por apenas um tipo de elemento químico, e podem ser adquiridas sempre que cair em uma dessas casas, caso ela não tiver dono. Como fornecedor deverá cobrar Joules dos jogadores que pararem nessa casa. Esse valor está indicado em sua Substância. Caso pare na substância simples de outro jogador, será quem deverá fornecer calor.

Figura 14 – Substância Simples

<p><b>Ferro (Fe)</b> Calor Transferido: 1-790 J 1 Máquina Térmica: 8-950 J 2 Máquinas Térmicas: 26-800 J 3 Máquinas Térmicas: 80-500 J 4 Máquinas Térmicas: 111-750 J Máquina de Stirling: 134-100 J</p> <p>Construir: Máquina Térmica: 13-400 J Máquina de Stirling: 13-400 J Trabalho: 11-180 J</p>	<p><b>Substância Elementar</b> <b>Ferro (Fe)</b> Trabalho: 11-180 J</p> <p><math>\Delta T</math>: 470 K <math>\rightarrow</math> 520 K Calor específico: 447 J/kg·K</p> <p><b>Termodinâmica</b></p>
---	---

Fonte: Autoria Própria

b) Substâncias compostas (Figura 15) podem ser formadas por mais de um tipo de elemento. São 6: Vidro, Latão, Água, Madeira, Rocha, Aço. Caso seja o dono de uma substância composta e alguém parar nela, multiplique o número tirado nos dados pela quantidade de calor indicada na Substância. Assim não poderá construir máquinas em uma substância composta, mas quando for dono de todas essas substâncias a quantidade de calor cobrado será o dobro do indicado na carta.

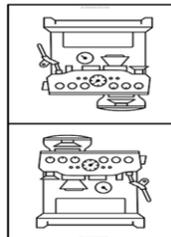
Figura 15 – Substância Composta

<p><b>Latão</b></p> <p>Calor Transferido: 2-900 J (Valor multiplicado pelos pontos do display) Trabalho: 7-200 J</p>	<p><b>Substância Composta</b> <b>Latão</b> Trabalho: 7-200 J</p> <p><math>\Delta T</math>: 42 K <math>\rightarrow</math> 80 K Calor específico: 380 J/kg·K</p> <p><b>Termodinâmica</b></p>
--	--

Fonte: Autoria Própria

**Máquinas Térmicas** (Figura 16): Quando cair em alguma das suas substâncias simples terá o direito de negociar uma máquina térmica, sempre na sua vez de jogar. A quantidade de calor necessária é informada na Substância. Pode construir até 4 máquinas em uma substância – depois disso somente uma máquina de Stirling.

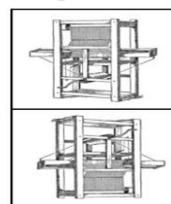
Figura 16 – Máquina Térmica



Fonte: Autoria Própria

**Máquinas de Stirling** (Figura 17): Uma grande Isoterma! Para sua construção é necessário que haja na substância 4 máquinas térmicas. Transfira a quantidade de calor indicada na Substância e troque todas as máquinas pela nova. Somente pode possuir uma máquina de Stirling por substância. E só podem ser construídas na sua vez de jogar.

Figura 17 – Máquina Térmica de Stirling



Fonte: Autoria Própria

Quando acabar as máquinas disponíveis, o jogador de esperar até que um dos jogadores se desfaça das suas para adquiri-las do Calorífero (na sua vez de jogar). Podendo a qualquer momento do jogo fazer uma oferta, desde que a mesma não apresente máquinas. Todos os jogadores podem negociar suas substâncias a qualquer momento.

A transferência de trabalho pode transferir energia pelas suas substâncias que não tiverem máquinas. Para isso, entregue ao Calorífero a Substância que deseja negociar que ele lhe transferirá a energia necessária em forma de Trabalho no valor indicado na própria Substância. Caso alguém caia na casa. Para recuperar a Substância, forneça o valor indicado na Substância + 20% (apenas na sua vez de jogar).

Todas as transferências feitas para o Calorífero e entre os jogadores devem ser feitas em Joules. Se não possuir mais energia, obedeça à seguinte ordem de negociação:

1. Desfaça-se das máquinas térmicas e máquinas de Stirling, negociando com o Calorífero pela metade da quantidade de Joules indicada na Substância;
2. Receba energia na forma de Trabalho;
3. Negocie suas substâncias com outros jogadores. Se ninguém tiver interesse, negocie com o Calorífero pela quantidade de Joules indicada no tabuleiro.

No Calorífero não há empréstimos de Joules.

Se mesmo após negociar as substâncias e não conseguir Joules suficientes para suprir as variações de temperatura, assim chega-se ao Zero Absoluto. Transfira todo calor que sobrou a quem se deve. Se tiver Substâncias em Trabalho, o Calorífero ficará com as mesmas e fornecerá Joules para cada jogador quem tem a receber. Caso ainda faltem Joules, o jogador ficará no prejuízo. No que diz respeito a temperaturas verdadeiramente quentes, o limite máximo é conhecido como Temperatura de Planck. Quando apenas um dos jogadores não tiver ido ao Zero Absoluto, ele se tornará o grande vencedor!

As casas especiais possuem um diferencial: quando os jogadores põem seus peões nela LED's são acesos em lugares específicos do tabuleiro. A casa “Aquecedor” é responsável por ligar três LED's vermelhos do lado esquerdo do tabuleiro, enquanto as casas “Refrigerador” e “Escorregou no gelo, vá para o refrigerador” ligam LED's azuis no lado direito do tabuleiro. Esse princípio se dá pelas diferentes interações com a condutividade. Quando o corpo humano ou um material que possui capacitância elétrica entra em contato com o material condutor de energia é transformado em sinal que ao ser enviado à plataforma é convertido em sinais que são transformados em luz.

No desenvolvimento do jogo (Figuras 18 e 19), no cálculo da quantidade de calor foram levados em consideração os pontos de fusão e ebulição de cada elemento para calcular o devido calor de transformação.

Figura 18 – Tabuleiro: Vista Frontal



Fonte: Autoria Própria

Figura 19 – Tabuleiro: Vista Superior

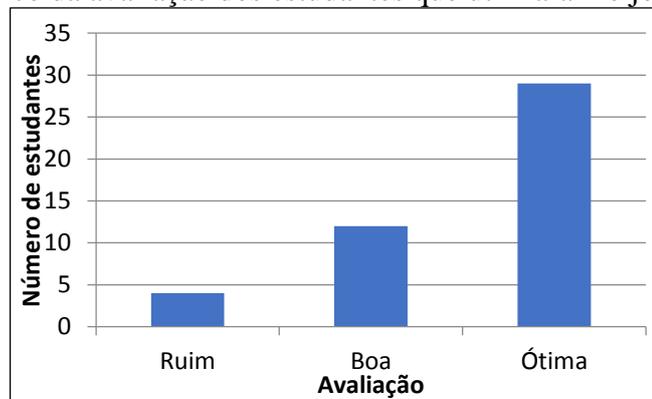


Fonte: Autoria Própria

### 3 AVALIAÇÃO DO JOGO

O jogo foi criado no intuito de auxiliar no aprendizado dos estudantes de Engenharia como método recreativo de aprendizagem e tem sido utilizado pelos alunos como forma complementar de estudo. Dessa forma, realizou-se uma pesquisa com esses estudantes buscando resultados qualitativos da utilização do jogo para a fixação do conteúdo. Cerca de 45 estudantes relataram suas experiências com a didática utilizada, as quais foram classificadas em “ótimas”, “boas” e “ruins”. Esses dados são apresentados na Figura 1, a seguir.

Figura 1. Gráfico da avaliação dos estudantes que utilizaram o jogo Termodidática.



Fonte: Autoria própria.

Sendo assim, constatou-se que 64,4% classificou a didática utilizada como “Ótima”, 26,7% como “Boa” e 8,9% como “Ruim”. Dessa forma, com uma aprovação de cerca de 91,1% dos estudantes de Engenharia, o jogo Termodidática apresentou resultados bastante satisfatórios e, de fato, serviu como veículo para a fixação de conteúdos.

### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para contornar as limitações citadas, foi utilizada uma única fonte como base para os valores dos calores específicos de cada substância, a obra Halliday (2006). Para calcular a quantidade de calor evitou-se utilizar variações de temperatura que englobam-se os pontos de fusão e ebulição, facilitando os cálculos.

Portanto, o projeto apresentou resultados satisfatórios, o jogo de fato ajuda no

desenvolvimento lúdico e aprendizado do indivíduo, contribuindo de forma significativa para o aperfeiçoamento da capacidade intelectual e sócio-comunicativa. Sendo assim, a Termodidática trazendo consigo o tema Termodinâmica, incentiva o participante a aprender brincando.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; de Paula, J. (2012); Físico-Química. Vol. 2. Nona Edição. LTC:Rio de Janeiro.

BROUGERE, G. O Jogo e a Educação. Porto Alegre: Art Med Editora, 1998.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., Fundamentos de física. 7ª edição, vol. 2, editora LTC, 2006.

Instituto de Física Gleb Wataghin (2014); Capacitância. Slide virtual. Disponível em: <<http://midia.cmais.com.br/assets/file/original/bc19adc4984d1dd3d06412d78fe66d166e7c3514.pdf>>. Acesso em: 22 de ago. 2017.

SOARES, M. H. F. B. e CAVALHEIRO, E. T. G.; “Ludo Químico: Um Jogo Didático para Ensinar Termoquímica”. *Química Nova na Escola*, 22, 2006.

MESSEDER 2017. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132017000200523&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132017000200523&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em 22 de ago. 2017.

## TERMODIDÁTICA: GAME FOR ENGINEERS

**Abstract:** *The present work has a different approach to the learning of thermodynamics, seeking through the development of a new educational strategy in the teaching of Chemistry. In order to provide the participant with a pleasure training instrument, develop a playful competition "Termodidática", a board game that consists of the purchase and sale of chemical substances. It is intended to observe the socio-educational performance of the issues, seeking to improve the intelligences and the capacity to interact with other people, and to meet the potential of each one. The aim is to present a new method that provides the resources for the development of their capacity to think and their creativity.*

**Keywords:** *Game. Thermodynamics. Board.*