

# TRANSFERÊNCIA DE ENERGIA TÉRMICA: UMA PROPOSTA INTEGRANDO ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO

**Fernanda Teresa Moro** – fernanda.moro@universo.univates.br  
Universidade do Vale do Taquari, PPG em Ensino de Ciências Exatas  
Lajeado - RS

**Italo Gabriel Neide** – italo.neide@univates.br  
Universidade do Vale do Taquari, PPG em Ensino de Ciências Exatas  
Lajeado - RS

**Márcia Jussara Hepp Rehfeldt** – mreinfeld@univates.br  
Universidade do Vale do Taquari, PPG em Ensino de Ciências Exatas  
Lajeado - RS

**Resumo:** Este trabalho resulta de uma pesquisa qualitativa desenvolvida com estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular do município de Erechim, RS, parte da dissertação de Mestrado da autora principal. A pesquisa buscou investigar as implicações do uso de simulações computacionais vinculadas às atividades experimentais na aprendizagem significativa dos estudantes no conteúdo transferência de energia térmica, em especial a condução, convecção e radiação do calor. Neste trabalho será apresentado um material que possa contribuir na aprendizagem significativa de conceitos de transferência de energia térmica, integrando atividades experimentais e simulações computacionais. A aplicação e posterior análise desta intervenção, permitiu inferir que a elaboração de propostas metodológicas que integrem as atividades experimentais e as simulações computacionais podem constituir-se em um material potencialmente significativo para o trabalho do professor, visando a aprendizagem significativa dos estudantes.

**Palavras-chave:** Atividades Experimentais, Simulações Computacionais, Aprendizagem Significativa

## 1 INTRODUÇÃO

A prática pedagógica desenvolvida por muitos professores no processo de ensino da Física ainda está centrada essencialmente na aplicação de fórmulas e apresentação de conceitos e leis. A atividade experimental, aliada às simulações, pode ser uma possibilidade de transição de um modelo de ensino transmissivo, onde o estudante é mero espectador, para práticas que o tornem atuante no processo de construção do conhecimento. Nesse sentido, Teodoro e Veit (2002) enfatizam o uso de tecnologias como um facilitador nos processos de ensino e de aprendizagem, sobretudo no que se reporta a sistemas dinâmicos. Deste modo, entende-se que o ensino da Física não deve deter-se unicamente à teoria e ao “treino” de exercícios repetitivos. Acredita-se que as atividades experimentais, quando integradas com

simulações computacionais, podem tornar as aulas mais interessantes e contribuir para a construção de conceitos em vários campos da Física.

Levando em consideração os pressupostos acima, foi realizado um estudo de como a integração entre as atividades experimentais e as simulações computacionais pode contribuir na aprendizagem significativa dos fenômenos relacionados à transferência de energia térmica, visto que, muitos estudantes apresentam dificuldades em diferenciar calor e temperatura, bem como as formas de propagação da energia térmica.

Muitas simulações computacionais podem ser utilizadas aliadas às atividades experimentais durante as aulas de Física, em especial, no tópico de Termologia, como por exemplo, o *Energy2D* e o *PhET*, que foram utilizados nesta proposta. Observando a necessidade de novas metodologias e recursos para a aprendizagem significativa de conceitos da Física e, visando também à realidade financeira da maioria das escolas, elaborou-se uma proposta de baixo custo para ser utilizada no ensino da transferência de energia térmica. A intervenção pedagógica foi realizada com uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola particular do município de Erechim, RS. A intervenção foi dividida em oito encontros (totalizando 16 horas/aula), participando desta, trinta e cinco alunos.

Esta produção está baseada na integração entre três atividades experimentais e três simulações computacionais e é fundamentada na teoria de aprendizagem significativa de Ausubel (2003). Conforme a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel o conhecimento prévio, subsunçor, é fator determinante para ocorrer a aprendizagem significativa; outros dois fatores importantes são a predisposição do indivíduo para aprender e o material utilizado ser potencialmente significativo.

## 2 DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

Esta proposta foi dividida em oito aulas, e fez parte da intervenção de uma pesquisa desenvolvida no Mestrado em Ensino de Ciências Exatas. O Quadro 1 apresenta os conteúdos, atividades, recursos e objetivos referentes à intervenção pedagógica realizada. As atividades de simulação computacional desta pesquisa foram exploradas no *Energy2D*<sup>1</sup> - *Interactive Heat Transfer Simulations for Everyon* do *National Science Foundation -The Concord Consortium* (EUA), e no *PhET Interactive Simulation*<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Disponível em <http://energy.concord.org/energy2d/>

<sup>2</sup> Disponível em [https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/](https://phet.colorado.edu/pt_BR/)

O *Energy2D* é um programa de simulação interativa de modelos que envolvem as formas de transferência de energia térmica por condução, convecção e radiação. Pode ser usado como uma ferramenta de pesquisa e *design* para explorar e analisar os fluxos de energia térmica e massa em estruturas bidimensionais, sob diferentes condições ambientais, como a luz do sol e do vento.

Quadro 1- Atividades realizadas durante a intervenção pedagógica

<b>Aula</b>	<b>Atividades</b>	<b>Objetivos</b>
Aula 1	Questionário Semiestruturado	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos acerca de conceitos de temperatura, calor e formas de propagação da energia térmica.
Aula 2	Atividade experimental sobre condução	Verificar a condutibilidade térmica em diferentes materiais.
Aula 3	Simulações do <i>Energy 2D</i> sobre condução	Estabelecer relações entre a atividade experimental realizada e as simulações computacionais.
Aula 4	Atividade experimental sobre convecção	Perceber a formação de correntes de convecção.
Aula 5	Simulações do <i>Energy 2D</i> sobre convecção	Estabelecer relações entre a atividade experimental realizada e as simulações computacionais.
Aula 6	Atividade experimental sobre Radiação	Reconhecer a diferença na taxa de absorção de calor por radiação entre materiais de cores escuras e claras.
Aula 7	Simulação do <i>PhET</i> sobre radiação	Estabelecer relações entre a atividade experimental realizada e as simulações computacionais.
Aula 8	Elaboração do mapa conceitual em duplas e apresentação	Elaborar um mapa conceitual abordando a temática estudada e suas relações com o cotidiano e apresentá-lo.

Fonte: Autor da pesquisa, 2018.

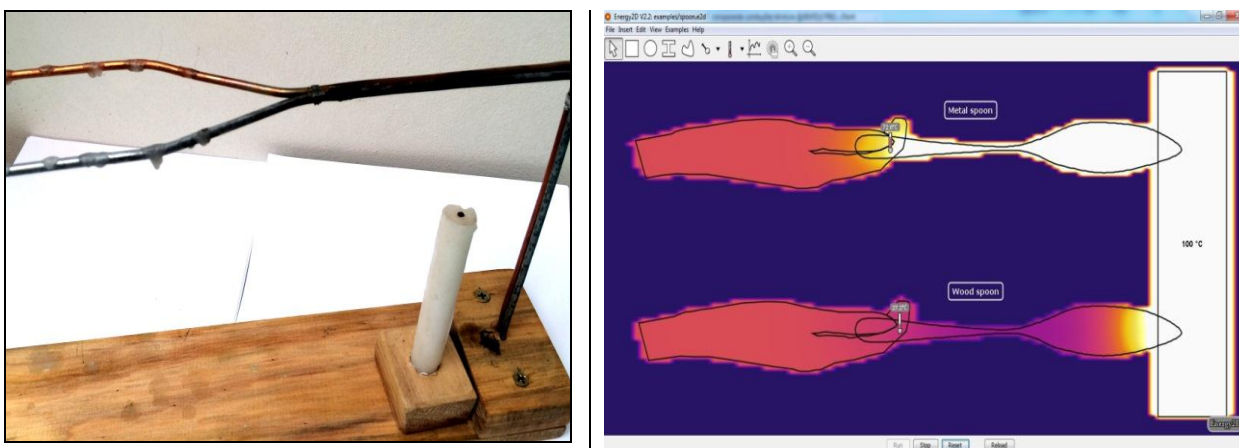
Já o *PhET* da Universidade do Colorado, surgiu como uma proposta para melhorar a maneira como a ciência é ensinada e aprendida. As simulações são em Java, *Flash* ou *HTML5*, e podem ser executadas *on-line* ou fazendo *download*. Nas simulações, procura-se conectar fenômenos diários com a ciência, oferecendo modelos fisicamente corretos de maneira acessível. Cabe salientar que nesse trabalho incorporou-se algumas das simulações apresentadas no *PhET* e no *Energy2D*, integradas às atividades experimentais, abordando as formas de propagação da energia térmica. Na sequência são apresentadas as atividades da intervenção pedagógica.

## 2.1 Atividade experimental e Simulação do *Energy2D*: Condução Térmica

O objetivo da atividade foi verificar a propagação de calor por condução térmica, observando que materiais diferentes têm diferentes coeficientes de condutibilidade térmica, bem como suas aplicações no cotidiano. Para tanto, a construção da atividade experimental necessitou de uma base de madeira, arame de cobre e arame de ferro (mesma espessura), lamparina (ou vela) e fósforo.

O professor, enquanto mediador do processo, fez os seguintes questionamentos: Qual dos pingos derreteu primeiro? Por que isso aconteceu? A que conclusão você pode chegar? Se uma das hastes utilizadas para colocar os pingos de cera fosse de madeira, o que aconteceria com estes pingos de cera? Em quais situações práticas observamos a condução térmica? A simulação computacional utilizada buscava verificar a condutibilidade térmica em materiais isolantes e condutores, comparando com o observado na atividade experimental. A Figura 1 ilustra a montagem do equipamento para a atividade experimental e a simulação do *Energy2D*.

Figura 1 – Equipamento para a atividade de Condução térmica



Fonte: O autor, 2018.

Algumas análises e discussões posteriores também aconteceram: Compare a colher de metal com a de madeira. Observa-se que ao longo das colheres a variação da temperatura é diferente. Qual das colheres tem maior parte de sua extensão com temperaturas mais altas? Por que a condução no metal atinge temperaturas mais elevadas quando comparada à madeira? Sua estrutura molecular é diferente? Onde você observa situações similares no seu cotidiano? Na atividade experimental onde usamos um arame de ferro e outro de cobre também foi possível observar a condutividade térmica ser maior no cobre. Explique por que o cobre é melhor condutor quando comparado com o ferro.

A simulação computacional permitiu que os estudantes observassem o aquecimento linear da estrutura, com o recurso das cores, comparando com os pingos de cera que linearmente derretiam sobre os fios condutores.

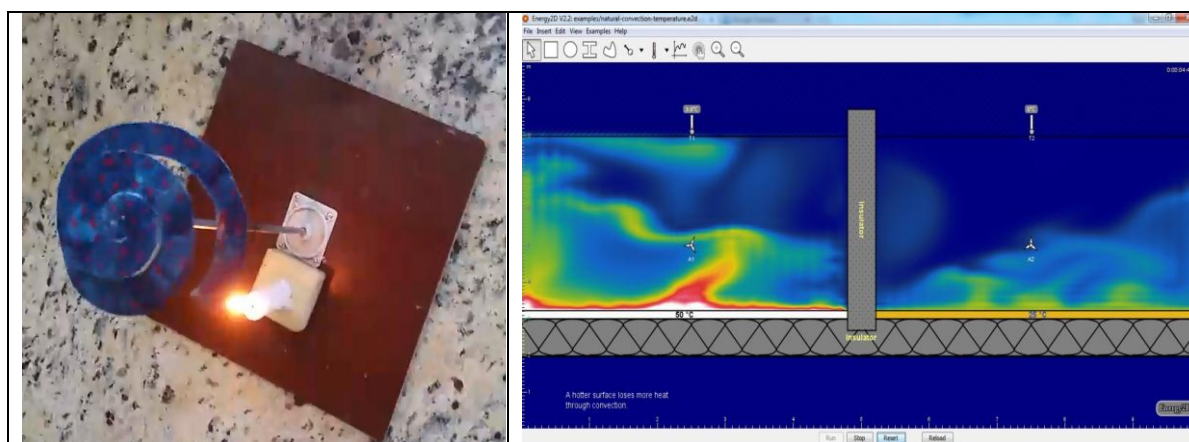
## 2.2 Atividade experimental e Simulação do *Energy2D*: Convecção Térmica

O objetivo desta atividade experimental foi verificar a convecção e suas aplicações no cotidiano. Para a atividade utilizou-se uma lata vazia de refrigerante, arame de ferro, vela (ou lamparina), fósforo e base de madeira. O professor enquanto mediador pode solicitar, antes de montar o equipamento, que os alunos aproximem as mãos da chama da vela (primeiro lateralmente e após na parte superior), observando eventuais diferenças.

Ao colocar a vela na parte inferior do equipamento e observar a movimentação da hélice, os estudantes puderam perceber o sentido das correntes de convecção. Ao apagar a vela, esse movimento lentamente cessa. Alguns questionamentos possíveis: Se você embarcasse em um automóvel que ficou exposto ao sol por muito tempo, com as janelas e portas fechadas, de que forma usaria o ar condicionado do automóvel, a fim de resfriá-lo mais rapidamente? Se fizéssemos o experimento da vela com a hélice no espaço, teríamos alterações? Quais?

Após a atividade experimental foi apresentada a simulação, cujo objetivo era observar a formação de correntes de convecção através da escala de cores e da movimentação do ar, comparando com as observações feitas na atividade experimental. A Figura 2 ilustra o equipamento para a atividade experimental e a tela da simulação do *Energy2D*.

Figura 3 – Montagem do equipamento para a convecção



Fonte: O Autor, 2018.

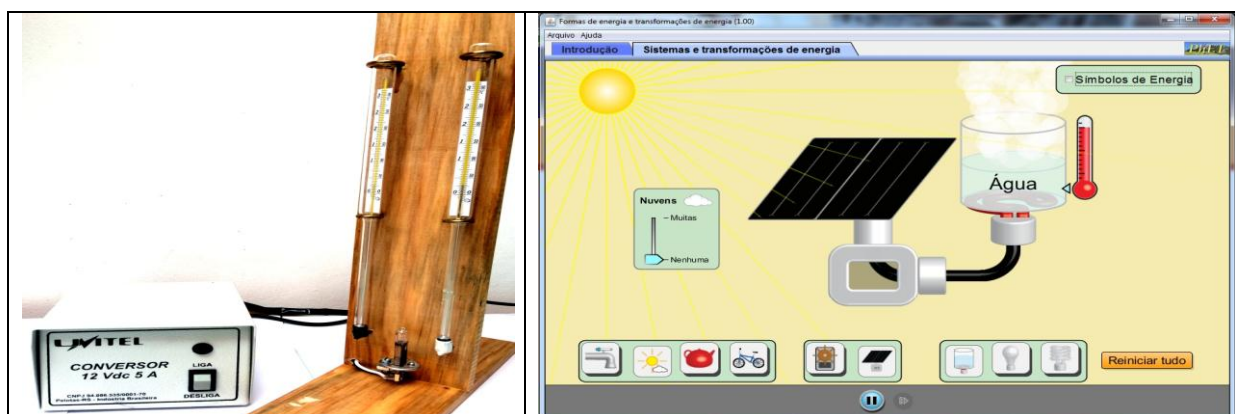
É importante salientar que o estudante precisa perceber a evidência de diferentes porções de fluido que vibram para cima. Alguns questionamentos que foram realizados após as atividades: Ao colocar uma chaleira de água em uma chama no fogão observa-se que ela aquece até alcançar 100°C e começar o processo de evaporação. Ao observar este processo, depois de algum tempo, nota-se a formação de bolhas que começam no fundo da chaleira e que se dirigem à extremidade superior. Qual é a relação que você pode fazer deste processo com a simulação? No aquecimento da água em uma chaleira você percebe a presença de mais de um processo de transferência de calor? No espaço, esse experimento da chaleira permaneceria o mesmo? Teria alterações? Quais?

### 2.3 Atividade experimental e Simulação do *PhET*: Radiação Térmica

A atividade experimental envolvendo a radiação térmica teve como materiais dois termômetros, suporte de madeira, uma fonte de calor (vela, lamparina ou lâmpada) e tinta. A atividade proposta teve como objetivo reconhecer a diferença na taxa de absorção de calor por radiação entre materiais de cores escuras (preto) e claras (branco). Ao manter a lâmpada ligada exatamente à mesma distância dos dois termômetros que estavam em equilíbrio térmico, com os bulbos envolvidos por uma cápsula metálica, uma branca e a outra preta, os estudantes precisaram monitorar e anotar as temperaturas de 3 em 3 minutos, até completar 9 minutos. Após, a lâmpada foi desligada e, nos mesmos intervalos de tempo anteriores, as temperaturas foram monitoradas.

Após, foi trabalhada a simulação computacional do *PhET Interactive Simulation*, cujo objetivo foi verificar os efeitos da radiação térmica. A Figura 3 apresenta a montagem do equipamento experimental e a simulação utilizada.

Figura 3 – Montagem do equipamento para radiação.



Fonte: O autor, 2018.

É importante destacar que na atividade experimental pode-se observar a variação de temperatura entre corpos claros e escuros, em contrapartida, a simulação permitiu verificar também possíveis conversões de energia durante o processo. O professor fez os seguintes questionamentos para os estudantes: Se nesta simulação fosse utilizada a placa na cor branca, que alterações teríamos? A radiação é uma onda eletromagnética emitida pelo Sol. Mesmo em dias nublados a radiação solar é emitida para a superfície terrestre, por isso a necessidade de filtro solar até nos dias nublados. Baseado nesse princípio, cite outras situações do dia a dia em que a radiação está presente. Encontre nesta mesma simulação, situações em que estejam presentes as outras formas de propagação do calor estudadas (você pode alterar os objetos e as situações nessa simulação).

Ao término das atividades experimentais e das simulações computacionais cada aluno pode construir (individualmente ou em duplas) um mapa conceitual, com o auxílio do *software Cmap Tools* e posteriormente, apresentá-lo. Nestes mapas buscou-se indícios de aprendizagem significativa, partindo de comparações entre os questionários semiestruturados, as falas dos estudantes transcritas a partir das gravações das aulas e os conectores utilizados nestes mapas.

### **3 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Ao comparar os resultados do questionário semiestruturado com as respostas das atividades experimentais e das simulações, bem como com os mapas conceituais construídos, observa-se indícios de que novos conceitos acerca da propagação da energia térmica foram elaborados. Também foi possível observar que houve indícios de modificação dos subsunçores já presentes nas estruturas cognitivas dos estudantes. Conforme Moreira (2011) quando aprendemos de maneira significativa, conseguimos progressivamente diferenciar significados dos novos conhecimentos, percebendo diferenças entre eles. Nesse processo, conforme o autor, é preciso também proceder a reconciliação integradora. Se apenas ocorrer a diferenciação cada vez maior dos significados, corre-se o risco de perceber tudo diferente. Todavia, se ocorrer somente a integração dos significados, pode-se terminar percebendo tudo igual. Moreira (2011) salienta que estes dois processos são simultâneos e necessários à construção cognitiva.

Por meio das atividades realizadas, pode-se perceber indícios que os estudantes estavam mais motivados e predispostos para trabalhar com as atividades experimentais e as simulações, realizando as atividades com entusiasmo e demonstrando interesse. Através da

realização do questionário semiestruturado foi possível verificar que os estudantes apresentavam algumas noções de propagação da energia térmica, principalmente a condução e a radiação, porém não diferenciavam calor e temperatura, o que para muitos significavam sinônimos. Por este motivo, o professor/pesquisador inicialmente estabeleceu a diferenciação destes dois conceitos, através de explicação oral dialogada, utilizando um organizador comparativo.

Ao término das atividades propostas verificou-se que a integração entre atividades experimentais e simulações computacionais possibilitou aos estudantes a visualização dos fenômenos que muitas vezes observam no seu cotidiano, bem como a diferenciação entre as três formas de transferência de energia térmica e, a existência concomitante delas. Também foi possível verificar, tanto nos questionários das atividades experimentais e computacionais, quanto nos mapas conceituais, a evolução nas respostas e nos conceitos abordados, apontando indícios de modificação de subsunções.

As atividades experimentais (reais e virtuais) trabalhadas integradas podem romper com o formalismo existente na estrutura curricular das escolas onde, conforme Moreira (2006), os conteúdos estão listados em um programa que é seguido linearmente, sem idas e voltas, ou como se os aspectos mais importantes devessem ficar para o final. O autor ressalta que a maioria dos livros didáticos também é organizada desta forma linear e cronológica, começando do mais simples e terminando com o mais complexo. O autor destaca que para a aprendizagem significativa ser facilitada, o aprendiz deve ter uma visão inicial do todo, do que é importante para, então, diferenciar e reconciliar significados, critérios, propriedades e categorias. E essa organização linear não promove a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

### **Referências bibliográficas**

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

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica.** In: Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 5., Madrid. **Anais...** Madri, 2006. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visaoclasicavisao critica.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

TEODORO, V. D.; VEIT, E. A.; **Modelagem no ensino/aprendizagem de física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio.** Revista Brasileira do Ensino de Física, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 86 – 96, Jun. 2002.