



ISSN nº. 2595-7341

Vol. 5, nº. 2, Maio-Agosto, 2022

DOI: <https://doi.org/10.20873/uft-v5n2/15235>

**APLICAÇÃO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (PBL)  
INVERTIDA E ENSINO SOB MEDIDA DA TERMODINÂMICA COM FOCO  
NA PERCEÇÃO NO COTIDIANO**

APPLICATION OF INVERTED PROBLEM-BASED LEARNING (PBL) AND  
TEACHING TAILORED TO THERMODYNAMICS WITH A FOCUS ON  
PERCEPTION IN EVERYDAY LIFE

APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS INVERTIDOS (ABP)  
Y ENSEÑANZA A LA MEDIDA DE LA TERMODINÁMICA CON ENFOQUE EN LA  
PERCEPCIÓN EN LA VIDA COTIDIANA

**Pâmella Gonçalves Barreto Troncão<sup>1</sup>**  
**Thiago Cupertino Gomes<sup>2</sup>**  
**Raphael Maciel Sales<sup>3</sup>**  
**Antonio dos Santos Oliveira<sup>4</sup>**  
**Ederson Silva Gonzalez<sup>5</sup>**  
**Alana Cruz de Sousa<sup>6</sup>**

---

<sup>1</sup> Possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (2006), mestrado em Física pela Universidade Federal Fluminense (2009) e doutorado em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (2014). Atualmente é professora de magistério superior e coordenadora do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física na Universidade Federal do Tocantins do Campus de Araguaína. Trabalha na área de Ensino de Física e de Física da Matéria Condensada. Neste último, trabalha com ênfase em Materiais Magnéticos e Propriedades Magnéticas, tais como: Filmes Finos, Magnetron Sputtering, Exchange Bias e Ressonância Ferromagnética.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Tocantins.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Tocantins.

<sup>4</sup> Universidade Federal do Tocantins.

<sup>5</sup> Residente do Núcleo Física, UFT.

<sup>6</sup> Possui Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Tocantins (2015) e Pós-Graduação na área de concentração, Ensino de Física, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF-UFT/2018).

**Resumo:** Este trabalho apresenta os resultados de um projeto de intervenção realizado durante a Residência Pedagógica do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Tocantins. Foi utilizado como metodologia o Ensino sob Medida - Aprendizagem Baseada em Problemas Invertida - para ensinar Termodinâmica. Este projeto foi aplicado em uma escola da rede pública de ensino do estado do Tocantins na 2<sup>o</sup> série do Ensino Médio. Como resultado principal, foi observado a dificuldade dos alunos em relacionar a Física ensinada em sala de aula (conceitos) com a prática do cotidiano (dia a dia). Além de mostrar, com o conteúdo trabalhado em aula, que o uso do método adotado foi capaz de demonstrar a importância do avanço científico para a melhoria da vida humana.

**Palavras-chave:** PBL invertido. Termodinâmica. Ensino Médio.

**Abstract:** This work presents the results of an intervention project carried out during the Pedagogical Residency of the Degree in Physics at the Federal University of Tocantins. Tailored Teaching - “Inverted Problem-Based Learning” was used as a methodology to teach Thermodynamics. This project was applied in a public school in the state of Tocantins in the 2nd grade of high school. As a main result, it was observed the students’ difficulty in relating Physics taught in the classroom (concepts) with everyday practice (day to day). In addition to showing, with the content worked in class, that the use of the adopted method was able to demonstrate the importance of scientific advancement for the improvement of human life.

**Keywords:** Inverted PBL. Thermodynamics. High school.

**Resumen:** Este trabajo presenta los resultados de un proyecto de intervención realizado durante la Residencia Pedagógica de la Licenciatura en Física de la Universidad Federal de Tocantins. Enseñanza a Medida - Se utilizó como metodología para la enseñanza de la Termodinámica el “Aprendizaje Basado en Problemas Invertidos”. Este proyecto fue aplicado en una escuela pública del estado de Tocantins en el 2<sup>o</sup> grado de secundaria. Como principal resultado se observó la dificultad de los estudiantes para relacionar la Física impartida en el aula (conceptos) con la práctica cotidiana (día a día). Además de mostrar, con el contenido trabajado en clase, que el uso del método adoptado logró demostrar la importancia del avance científico para el mejoramiento de la vida humana.

**Palabras clave:** ABP invertida. Termodinámica. Escuela Secundaria.

## **INTRODUÇÃO**

O presente trabalho é o resultado da aplicação de um projeto de intervenção apresentado no programa Residência Pedagógica, de acordo com o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Tocantins (UFT).

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é um método de instrução caracterizado pelo uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento de pensamento crítico e habilidades de solução de problemas e a aprendizagem de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão (RIBEIRO, 2005, p. 32).

Esse método de abordagem se originou na escola de medicina da universidade Mc Master (Canadá) no final dos anos 60, inspirado nos estudos de casos da escola de direito de Harvard (EUA) na década de 1920. Mas é possível encontrar exemplos de implementação da PBL em todo o sistema educacional: tanto em Universidades quanto em escolas de ensino fundamental e médio (BRANDA, 2009).

A PBL tem sido adaptada a diferentes contextos educacionais, e pode ser encontrada aplicada em vários países, inclusive no Brasil. Existem relatos de aplicação bem-sucedida da PBL como uma estratégia educacional parcial, isto é, em disciplinas isoladas dentro de um currículo convencional (WILKERSON; GIJSELAERS, 1996).

O ensino de Física está voltado, muitas vezes, para aprendizagem de cálculos matemáticos e conceitos fora do contexto e da realidade do aluno e recebem pouca atenção nos currículos escolares, especialmente pelo tempo reduzido de contato semanal para a disciplina. Diferente dos métodos de ensino convencionais, que atribui problemas de aplicação após a introdução de conceitos, o PBL busca apresentar os problemas baseados na realidade do estudante de forma aberta à interpretação para iniciar e motivar a aprendizagem colaborativa, construtiva e contextualizada.

O método PBL busca desenvolver habilidades, atitudes objetivas, analíticas e críticas nos alunos, atributos esses que lhes darão melhor flexibilidade no decorrer do percurso de suas vidas (MAMEDE, 2001).

Como pilar da sociedade, a educação é uma atividade primariamente humana e tem como foco o início do desenvolvimento do indivíduo, a disseminação e aplicação do conhecimento, sendo essencial em todas as culturas e em todas as épocas, e, como a sociedade e o indivíduo, que sempre estão em constante mudança, também deve sempre estar se aperfeiçoando.

A escolha do método foi motivada com esse objetivo, uma abordagem complementar ao ensino tradicional e não como um método para substituir o modelo atual.

Da mesma forma, o Ensino sob Medida (EsM) busca desenvolver condições para que o professor planeje e elabore a aula voltada para a dificuldade dos alunos. A técnica do Ensino sob Medida consiste em fornecer um material para estudo

prévio, e colher um feedback do aluno acerca deste estudo para auxiliar na aula. De acordo com Araújo e Mazur é uma

[...] excelente opção para levar em consideração o conhecimento prévio dos alunos na elaboração de aulas que endurecem dificuldades específicas da turma para a qual se destina. Além disso, esse método tem se mostrado efetivo para formar o hábito de estudo antes das aulas, por parte dos alunos (ARAÚJO; MAZUR, 2013, p. 364).

Esse método foi elaborado pelo professor Gregor Novak da Universidade de Indiana (EUA) e colaboradores, em 1999.

O principal objetivo trabalho foi propor uma inversão do método da Aprendizagem Baseada em Problemas com a visão da construção do pensamento científico, como um aditivo ao método tradicional utilizado e no método do Ensino sob Medida promovendo a participação dos alunos, mediante debates e problematização de temas originários da própria sala de aula, de como a matéria estudada pode ser aplicada ou observada no dia a dia e como uma teoria específica foi construída ou desenvolvida ao longo da história.

Neste contexto, este trabalho pretende apresentar, a partir de um texto de divulgação científica, seminários e uma roda de conversa com os alunos, a PBL e o EsM com o intuito de fomentar debates e discussões sobre a Termodinâmica, especificamente o efeito Leidenfrost (WELLS et al, 2015), visando que os alunos relacionem a teoria que modela o fenômeno físico estudado e suas aplicações no dia a dia.

## **DESENVOLVIMENTO**

Este trabalho se desenvolveu em cinco etapas: a escolha do texto científico (WELLS et al, 2015), realização de atividades, a roda de conversa com os alunos da escola campo, a aplicação de um questionário e a realização de um seminário pelos residentes do curso de Física. Este trabalho foi realizado numa turma da 2º série do Ensino Médio (EM) de uma escola da rede pública de ensino do Estado do Tocantins. Os resultados aqui apresentados se referem especialmente ao questionário e ao planejamento do seminário.

A roda de conversa foi considerada por ser entendida como importante para instigar o aluno a pensar em uma solução ou apenas refletir sobre o tema, promover certa expectativa e interesse em relação ao conteúdo.

O questionário buscou mapear a percepção e as dificuldades dos alunos e foi

utilizado pelos residentes para analisar o grau de compreensão alcançado. As questões propostas não tinham solução direta, portanto não foram utilizadas como método avaliativo, mas para gerar uma discussão acerca do tema de estudo.

Foram realizadas um total de seis perguntas no questionário online, sendo quatro questões de múltipla escolha e duas questões dissertativas. Não houve obrigatoriedade na participação, porém 30 alunos presentes responderam. As perguntas estão apresentadas no quadro 1.

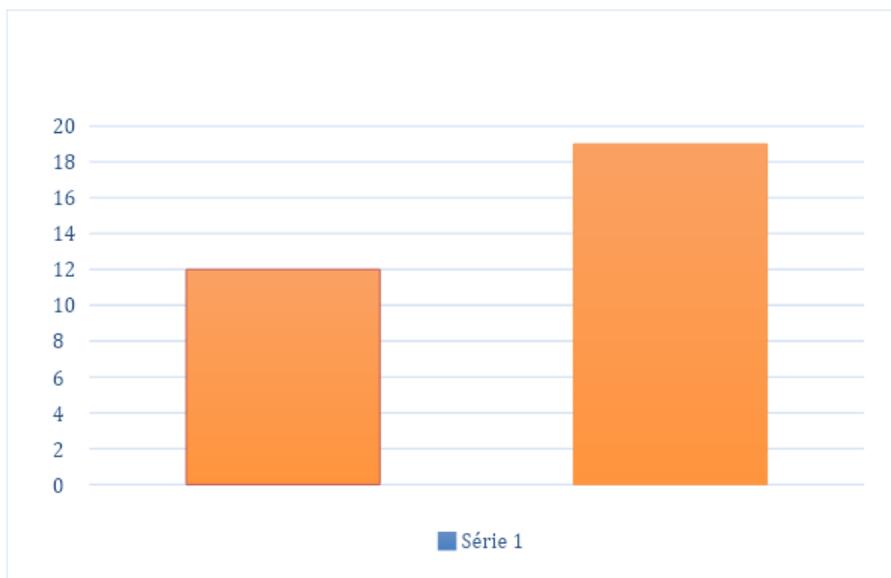
#### Quadro 1 – Questões do questionário.

Questões	Tipo de resposta e opções
1) Vocês conhecem motores a vapor e seus princípios?	Múltipla escolha. Opções: Sim/Não
2) Dos exemplos abaixo, quais aplicam, pelo menos, uma das leis da termodinâmica?	Múltipla escolha. Opções: Usina Hidrelétrica – Exemplo Usina em Lajeado – TO Usina Termoelétrica – Angra – RJ Locomotivas a Vapor Trem Bala – Japão Motor carro a Diesel
3) Sobre o tema do texto, vocês gostariam de saber mais a respeito?	Múltipla escolha. Opções: Sim/Não
4) Segundo a sua opinião, qual fonte de energia poderia ser utilizada\produzida em Marte?	Múltipla escolha. Opções: Solar Usina Termoelétrica Eólica Outra, Qual?
5) Os motores de carro e moto aquecem, explique o porquê.	Dissertativa
6) Sobre qual tema você gostaria de ver em um seminário?	Dissertativa

**Fonte:** Os autores.

É possível observar na figura 1 que, dos 30 alunos da 2ª série do EM, 18 (60%) não conhecem motores a vapor e seus princípios, um tópico básico quando se trata de Termodinâmica, que pode ser trabalhado não somente no EM, mas também no Ensino Fundamental.

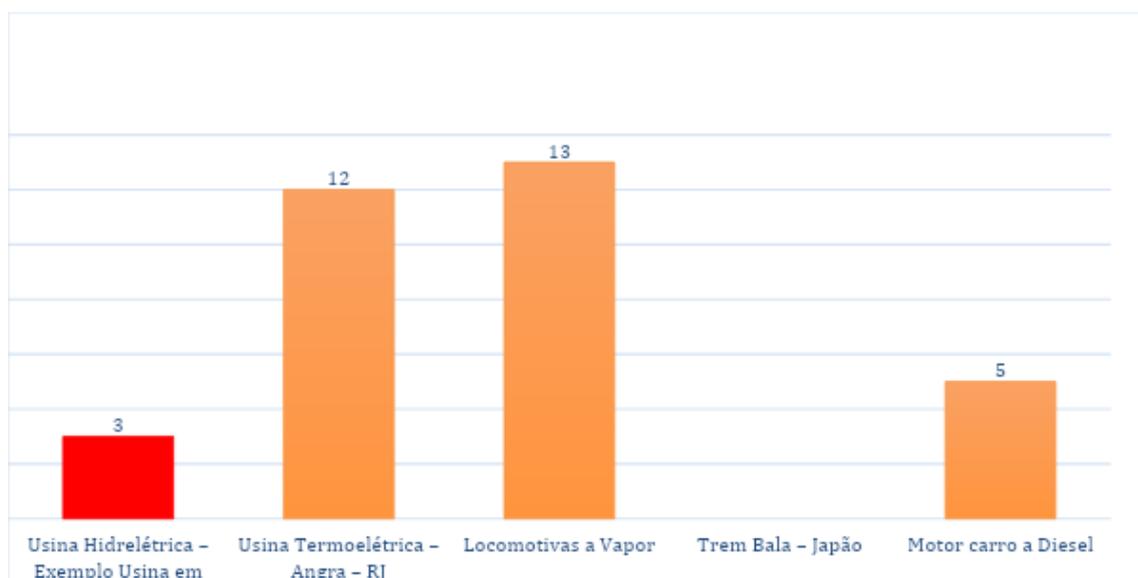
Figura 1 – Apresentação das respostas referente à pergunta 1. **“Vocês conhecem motores a vapor e seus princípios?”**



Fonte: Os autores.

A segunda pergunta possui mais de uma resposta correta, e apenas 1 aluno (aproximadamente 3%) respondeu todas as respostas corretas. Na figura 2 está destacada a Usina hidrelétrica de Lajeado, pois ela está localizada no próprio estado do Tocantins. Novamente percebe-se o desconhecimento ou a não percepção dos alunos, de aplicações práticas do conteúdo de termodinâmica, pois apenas 3 alunos (10%) marcaram essa opção. Outra resposta de destaque é que nenhum aluno marcou a opção do trem bala no Japão e essa era a única opção errada, já que não aplicava diretamente as leis da termodinâmica.

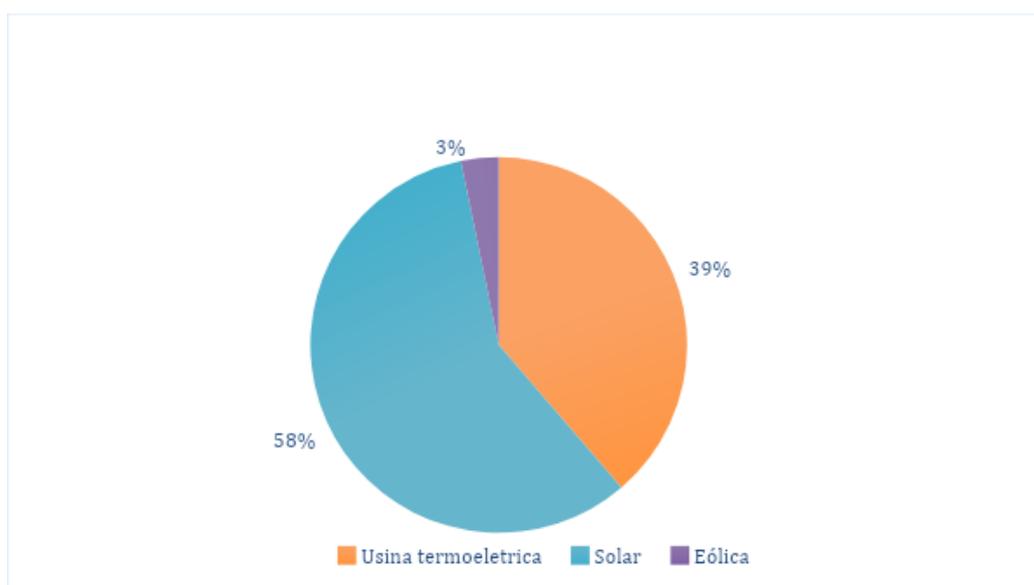
Figura 2 – Apresentação das respostas referente à pergunta 2. **“Dos exemplos abaixo, quais aplicam, pelo menos, uma das leis da termodinâmica?”**



Fonte: Os autores.

Sobre a pergunta de número 3, apenas 3% dos alunos não tiveram interesse em saber mais sobre o efeito Leidenfrost e sobre Termodinâmica, ou seja, 1 aluno. Portanto, a metodologia utilizada alcançou o objetivo de motivar e ampliar o interesse deles. A figura 3 apresenta as respostas referente à pergunta 4. O objetivo dessa pergunta foi promover a discussão entre os alunos e, conseqüentemente, o interesse com a extrapolação das aplicações da termodinâmica conhecidas, em conformidade com o texto apresentado pela professora regente da disciplina. Eles convergiram para a ideia de que seria necessário um suprimento de energia constante e confiável com um novo tipo de motor de calor capaz de viabilizar a manutenção e existência de vida em Marte.

Figura 3 – Apresentação das respostas referente à pergunta 4. **“Segundo a sua opinião, qual fonte de energia poderia ser utilizada\produzida em marte?”**



Fonte: Os autores.

As perguntas 5 e 6 foram dissertativas. Sobre a quinta pergunta, apenas 2 alunos (menos de 7%) responderam coerentemente o motivo de motores de carro e moto aquecerem. As respostas foram: “esquenta como forma de energia para movimentar os pistões do carro e mais ou menos assim dentro do motor: abre o pistão entra o combustível e entra uma descarga elétrica, queima o combustível e esquenta o motor” e “por causa da queima do combustível que faz ele funcionar”. A sexta questão não teve uma única resposta, pois dependia do interesse de cada aluno. Porém, com base nas respostas, foi possível notar que os conteúdos mais

solicitados foram energia eólica e motores.

Com base nas respostas, os residentes prepararam um seminário com o intuito de auxiliar no entendimento do conteúdo e contribuir nas principais dificuldades apresentadas pelos alunos. Essa abordagem faz parte do método EsM e tem como diretriz o que diz Araújo e Mazur (2013, p. 372), “[...] aconselha-se que o professor traga para o debate argumentações alinhadas com concepções alternativas sobre os conceitos discutidos, visando mostrar porque elas não se sustentam”.

O seminário tem o potencial de sistematizar o conhecimento, especialmente com o uso de recursos como vídeos e simulações. Neste sentido, a atividade buscou apresentar aos alunos como os questionamentos ou as problematizações realizadas já haviam sido abordadas em algum momento da nossa história.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Analisando as respostas dos alunos, foi possível observar que ainda há uma lacuna entre a Física explicada em aula e a Física do cotidiano. Vale a pena destacar que os alunos não conseguiram associar o conteúdo estudado com sistemas reais como, por exemplo, relacionar alguns conceitos da Termodinâmica com o princípio básico de funcionamento da Usina Hidrelétrica de Lajeado, localizada no estado do Tocantins.

Embora os alunos tenham discutido sobre motores elétricos e a vapor, eles não os associaram com as leis da termodinâmica. Entretanto, foi positivo o fato deles terem entendido a necessidade do aprimoramento de motores de calor para a viabilização de vida em Marte. Isto significa que eles compreenderam o texto trabalhado em aula e verificaram a importância do avanço científico para a melhoria da vida humana.

Este trabalho mostrou que o uso do método PBL foi capaz de identificar as dificuldades dos alunos e mostrar que o conteúdo abordado pode ter conexão com o cotidiano, o que facilita a aprendizagem dos alunos. Além de valorizar a linguagem científica e incentivar o interesse dos alunos por novos assuntos relacionados ao conteúdo trabalhado.

Agradecemos à UFT/Física pelo apoio acadêmico, à Capes pelo apoio financeiro e à escola-campo pelo apoio logístico na realização das atividades da Residência Pedagógica. Todos os autores declararam não haver qualquer potencial

conflito de interesses referente a este artigo.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis. V. 30, n°. 2, p. 362-384, abr. 2013.

BRANDA, L. A. A aprendizagem baseada em problemas: o resplendor tão brilhante de outros tempos. In: ARAÚJO, U. F.; SASTRE, G. *Aprendizagem baseada em problemas no Ensino Superior*. São Paulo: Summus, 2009.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de São Carlos: São Carlos, 2005.

MAMEDE, S. Aprendizagem baseada em problemas: características, processos e racionalidade. In: MAMEDE, S.; PENAFORTE, J. (Org.). *Aprendizagem baseada em problemas: anatomia de uma nova abordagem educacional*. Fortaleza: Hucitec, 2001.

WELLS, Gary G.; AGUILAR, Rodrigo Ledesma; MCHALE, Glen; SEFIANE, Khellil. A sublimation heat engine. **Nature Communications**. V. 6, Article number: 6390. DOI: 10.1038/ncomms7390, 2015.

WILKERSON, L.; GIJSELAERS, W. H. (Ed.). *Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice*. San Francisco: Jossey-Bass, 1996.