

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
FACULDADE DE FÍSICA**

WELLINGTON AUGUSTO TEIXEIRA PINHEIRO

***A PEER INSTRUCTION* COMO FACILITADORA NO ENSINO DA DILATAÇÃO
DAS LÂMINAS BIMETÁLICAS**

Belém – PA

2021

Wellington Augusto Teixeira Pinheiro

**A PEER INSTRUCTION COMO FACILITADORA NO ENSINO DA DILATAÇÃO
DAS LÂMINAS BIMETÁLICAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Faculdade de Física do Instituto de Ciências
Exatas e Naturais da Universidade Federal do
Pará, como requisito para a obtenção do Grau de
Licenciatura em Física.

Orientador: Prof. Dr. Manoel J. S. Neto

Data da Avaliação: ____/____/____

Conceito: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof

Prof

Prof

VISTO

Prof.

(Diretor da Faculdade de Física)

AGRADECIMENTO

Nesse árduo caminho percorrido até aqui, foram muitas batalhas. Algumas perdidas, mas nunca desisti. Agradeço a Deus por estar sempre comigo, enfrentando os obstáculos, me tornando mais forte e mais experiente. Ele é fiel!

Esta vitória foi construída com o apoio de vários familiares, professores e amigos. Dedico este trabalho em especial aos meus pais, Elaizio Pinheiro (in memoria) e Maria Pinheiro, mulher que sempre viveu para os filhos e apesar de não ter tido a oportunidade de continuar seus estudos, sempre incentivou os filhos e os orientou para pratica do bem. Sou eternamente grato a você minha mãe. Aos meus irmãos e sobrinhos, pelo apoio e união, destacando Talita Pinheiro, pelo carinho em afirmar que o “titio é o melhor” e de forma intensa, me ajudar para o término desta monografia. Minha maravilhosa esposa e parceira, Marília Gabriela, que em nenhum momento desacreditou, pelo contrário, sempre me incentivou. Aos meus três amados filhos, Izabelli, André e Iasmim, que são minha fonte de inspiração e energia, espero servir de exemplo a cada um. Não posso deixar de homenagear a Miguel Vilhena (in memoria), sogro, amigo e grande incentivador para eu seguir esta minha profissão.

Aos mestres que compõem o quadro de professores do curso de licenciatura em Física da UFPA, em especial ao meu orientador Dr Manoel J S Neto pelo apoio e disposição em meio a pandemia que nos limitou em vários aspectos. Agradeço também minha turma 093 noturno pela força durante a caminhada, destacando os colegas João Paulo e Cleiton Miranda.

Não posso esquecer de mencionar os professores do colégio Ideal, em especial, Clínia Coelho, Rômulo Diniz, Leila Cristina, Leandro Rego, Alexandre Arruda, Alberto Neto e Reginaldo Rodrigues, profissionais de extrema competência que ao longo da minha permanência na escola, sempre estiveram dispostos a me ajudar. Também sou grato a Professora-coordenadora Claudia Tobias por acreditar no meu trabalho e me acolher tão bem no meu primeiro emprego.

RESUMO

Neste trabalho, é levantado o uso de metodologias no ensino de Física que podem proporcionar um aprendizado dinâmico, interessante e motivador ao aluno. O ensino de Física tem encontrado muita dificuldade em sala de aula. A mudança na tradicional abordagem da aula expositiva, vem ganhando força na busca de tornar o aluno motivado, tendo papel de destaque no processo, aproveitando o que ele já possui de conhecimento e desenvolvendo seu senso crítico. Nesse processo destaca-se o uso de metodologias ativas como a *Peer Instruction* e a atividade experimental, além do uso de tecnologias e aplicativos educacionais, como ferramentas facilitadoras no entendimento de leis e teorias que abrangem a Física. Tal procedimento ocorreu durante duas aulas de uma turma de alunos do 2º ano de um curso particular específico de Física, fazendo as devidas exposições no primeiro encontro, onde foi abordado os conceitos básicos e, no segundo encontro, foi aplicado o teste conceitual e realizado a atividade experimental. Em seguida expomos a análise dos dados com os resultados da pesquisa, onde apresenta de maneira explícita as respostas dos alunos antes e após a realização do experimento e aplicação da PI e assim, fizemos a devida conclusão deste trabalho, na qual obteve resultados expressivamente positivos e satisfatórios.

Palavras-chaves: Ensino de Física, Aprendizagem significativa, *Peer Instruction*, Lâminas bimetálicas.

ABSTRACT

In this work, the use of methodologies in the teaching of Physics that can provide a dynamic, interesting and motivating learning to the student is raised. Physics teaching has encountered a lot of difficulties in the classroom. The change in the traditional approach of the expository class, has been gaining strength in the search to make the student motivated, having a prominent role in the process, taking advantage of what he already has knowledge and developing his critical sense. In this process, the use of active methodologies such as Peer Instruction and experimental activity stands out, in addition to the use of technology apps and education, as facilitating tools in the understanding of laws and theories that encompass Physics. Such procedure occurred during two classes of a class of 2nd year students of a specific Physics course, doing as they were looked for in the first meeting, where the basic concepts were addressed and, in the second meeting, the conceptual test was applied and carried out at experimental activity. Then, we expose the analysis of the data with the results of the research, where it presents in an explicit way the responses of the students before and after the realization of the experiment and application of the IP and thus, finalization due of this work, in which obtained expressively positive results and satisfactory.

Keywords: Physics teaching, Learning concerns, Peer instruction, Bimetallic blades.

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1 – Diagrama do processo de implementação do método Peer Instruction</u> ...	11
<u>Figura 2 – Exemplo Card de respostas</u>	12
<u>Figura 3 – Cartão resposta</u>	13
<u>Figura 4 – Lâmpada bimetálica retirada de um pisca-pisca</u>	14
<u>Figura 5 – Funcionamento de uma lâmpada pisca-pisca</u>	15
<u>Figura 6 – Exemplo de slide de aula</u>	16
<u>Figura 7 – Exemplo questão aplicada no teste</u>	17
<u>Figura 8 – Procedimento de corte de caixa de leite</u>	18
<u>Figura 9 – Fenômeno de dilatação térmica da tira</u>	19
<u>Figura 10 - Fenômeno de dilatação térmica da tira 2</u>	20
<u>Figura 11 – Resultado teste conceitual</u>	21
<u>Figura 12 – Resultado reaplicação teste conceitual</u>	22

SUMÁRIO

<u>1. INTRODUÇÃO</u>	4
1.1. <u>PROBLEMA</u>	5
1.2. <u>JUSTIFICATIVA</u>	6
1.3. <u>OBJETIVOS</u>	7
1.3.1. <u>Geral</u>	7
1.3.2. <u>Específico</u>	7
1.4. <u>ESTRUTURA DO TRABALHO</u>	7
<u>2. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA</u>	8
<u>3. O QUE É A PI</u>	9
3.1. <u>DESCREVER A PI</u>	10
<u>4. USO DO APLICATIVO PLICKERS PARA A COLETA DE DADOS NA VOTAÇÃO</u>	12
4.1. <u>O USO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL</u>	13
4.2. <u>O QUE SÃO AS LÂMINAS BIMETÁLICAS</u>	14
<u>5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA <i>PEER INSTRUCTION</i> E DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NA TURMA DE 2 ANO DO ENSINO MÉDIO</u>	16
5.1.1. <u>Material usado</u>	18
5.1.2. <u>Procedimentos da atividade experimental realizada em sala de aula</u>	18
<u>6. RESULTADOS</u>	20
<u>7. CONCLUSÃO</u>	22
<u>REFERÊNCIAS</u>	24
<u>APÊNDICE A – Slides e Apostila</u>	26
<u>APÊNDICE B – Questões do teste conceitual</u>	31

1. INTRODUÇÃO

É certo que as Pesquisas em ensino de Física têm avançado muito nos últimos anos. Oficinas, Artigos em revistas, projetos, livros, muito material tem sido produzido para tal tipo de estudo. Apesar disso este ensino atualmente encontra diversas dificuldades nas salas de aula (MOREIRA, 1998).

Uma dessas dificuldades está relacionada a metodologia empregada pelo professor, que na maioria das vezes se utiliza de uma metodologia tradicionalista, clássica, sendo apenas um “repassador” do conhecimento ao aluno. O pouco uso de situações práticas no cotidiano do aluno, mostrando conteúdo sem uma conexão com a realidade, além do exagero de ferramentas matemáticas utilizadas são algumas práticas que podem comprometer o real entendimento e a curiosidade do aluno sobre a tal disciplina.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+).

“No entanto, as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com as demais competências desejadas para a realidade desses jovens.” (BRASIL, 2002, p. 2)

Na Opinião de Mizukami (1986): “Toda ação educativa, para que seja válida, deve, necessariamente, ser precedida tanto de uma reflexão sobre o homem como de uma análise do meio de vida desse homem concreto, a quem se quer ajudar para que se eduque. ”

Numa visão da educação básica, é de extrema importância que o professor realize uma mudança na sua prática docente, no que diz respeito a procurar uma metodologia mais eficiente a ser aplicada em suas turmas. Uma metodologia que vise desenvolver no aluno o senso crítico, valorizando os conhecimentos prévios deste aluno, para que ele possa interliga-los aos novos conceitos apresentados e desta forma dar significado ao que é aprendido. Afirmar Ausubel:

“Para que ocorra realmente aprendizagem significativa não é suficiente que o novo material seja intencional e que se relacione substancialmente com as ideias correspondentes abstractamente [...]. É também necessário que esse conteúdo idealmente pertinente exista na estrutura cognitiva do aluno em particular”. (AUSUBEL, 1982, p.215).

Outro ponto a se destacar e que vem a favorecer o aprendizado é o uso de uma prática que promova interação entre os alunos através de discussões. Segundo Vygotsky (1984), a aprendizagem significativa se intensifica quando as atividades realizadas favorecem a interação dos alunos, compartilhando seus costumes de linguagens, hábitos e conhecimentos prévios, de modo que isso venha potencializar, num possível debate conceitual para a resolução de problemas e procure tirar as possíveis dúvidas entre eles, a fim de deixá-los bem mais à vontade na discussão dos assuntos abordados.

Neste contexto, optamos nesta monografia, colocar em prática uma metodologia ativa que proporciona uma aprendizagem significativa chamada *Peer instruction* (PI), elaborada por de Eric Mazur, com o intuito de potencializar o ensino de Física. O método foi realizado com auxílio do aplicativo Plickers, para a coleta de todos os dados relevantes da PI. Aliada a *Peer Instruction*, destacamos outra metodologia de grande relevância na área das ciências da natureza, que é a atividade experimental. Esta atividade possui a vantagem de motivar e aguçar o interesse do aluno, auxiliando em um melhor entendimento da teoria através da prática.

1.1. PROBLEMA

No último semestre do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal do Pará, o licenciando cursa uma disciplina chamada Metodologia específica da Física, onde ele é colocado diante de diversas metodologias de aprendizagens dentro do contexto da Física. Tal disciplina, promove uma grande e importante reflexão sobre como proporcionar aulas diferenciadas, dinâmicas, atrativas e que coloquem o aluno como personagem principal do processo ensino-aprendizagem.

Aqui, julgo importante que o leitor saiba brevemente que em todas minhas experiências docentes, desde o ensino fundamental, médio e em grande parte do superior, as aulas de Física eram abordadas da mesma maneira: o professor como o centro do Conhecimento, repassando informações e o aluno, passivamente, apenas recebendo-a. Assim, o Ensino de Física se resume em o aluno resolvendo questões clássicas de livros, colocadas em listas de exercício, tudo de forma mecânica com excesso de fórmulas matemáticas, para no final ser testado através de uma prova. Realidade que para muitos alunos torna-se aterrorizante e trágica, fazendo da disciplina Física uma grande frustração.

Daí veio, o interesse e preocupação com 'O que fazer em sala de aula para promover um ensino de Física mais eficiente possível? '.

1.2. JUSTIFICATIVA

No desafio de buscas de metodologias diferenciadas para o ensino e aprendizagem da Física, o uso da PI (*Peer Instruction*) vem sendo destacada por alguns professores em sala de aula. Fato este, que vem dar o embasamento a esta monografia, enfatizando a Aprendizagem ativa como forte aliada do professor atualmente. A *Peer Instruction*, se mostra uma metodologia pedagogicamente bem eficiente, a fim de deixar claro todos os fundamentos conceituais ensinados pelo professor, de modo a direcionar os alunos para um melhor desempenho à frente dos conteúdos abordados.

Junto à esta metodologia, que segue seu próprio roteiro na qual foi desenvolvida, foi utilizado uma tecnologia de informação e comunicação (TICs) como recurso didático que dinamiza todo o processo, o aplicativo chamado Plickers. Nele, listamos todos os alunos, aplicamos os testes, recebemos as respostas e analisamos individualmente o desenvolvimento do aluno, logo também, o progresso da turma.

Destaca-se também o uso da Experimentação em sala de aula como uma metodologia complementar, rica, motivadora e demais atraente que faz o aluno se envolver de forma intensa com a investigação, socializar em discursões em torno do fenômeno e possibilita uma relação entre o conhecimento científico com os aspectos de sua vivência, o que vem facilitar ainda mais o processo de ensino aprendizagem.

A área escolhida para aplicação das metodologias destacadas foi a da Física térmica, no que tange ao estudo da dilatação térmicas dos sólidos, introduzida na aplicabilidade das lâminas bimetálicas. Essas metodologias, em sintonia, irão fazer o aluno mergulhar nas ciências com mais interesse, curiosidade, priorizando os conceitos, relacionando teoria e prática. Desta forma, fortalecendo as bases necessárias à verdadeira compressão dos assuntos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Geral

Possibilitar uma melhor compreensão dos conceitos da Física térmica em sala de aula, através da implementação de metodologias ativas, enfatizando a metodologia Peer Instruction.

1.3.2. Específico

- a) Utilizar a *Peer instruction* e a atividade experimental como metodologias ativas no ensino das lâminas bimetálicas.
- b) Tornar o ensino da dilatação linear dos sólidos, mais atrativo e interessante, motivando o aluno através do uso de metodologias diferentes daquelas usadas no ensino clássico-tradicional.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho aponta alguns problemas relevantes enfrentados no ensino de Física, principalmente no ensino médio. Posteriormente é elencado possíveis soluções. Neste sentido, o capítulo 2, destaca a teoria de Ausubel sobre aprendizagem significativa como instrumento facilitador na Educação. Logo em seguida, o capítulo 3 mostra o que é a metodologia *Peer Instruction* de Eric Mazur, e descreve sua aplicação. O capítulo 4 esclarece o uso do aplicativo Plickers e retrata a importância da atividade experimental das lâminas bimetálicas. No capítulo 5, descreve os dois momentos da aplicação da metodologia PI em sala de aula. No capítulo 6 é exposta a análise com os resultados da pesquisa, onde é apresentado, de maneira explícita, os dados coletados em todo processo, e seus rendimentos, ratificando a eficiência das metodologias aplicadas. Por fim, o capítulo 6, mostra a devida conclusão deste trabalho, na qual obteve resultados expressivamente positivos e satisfatórios com a abordagem de experimento e a aplicação da metodologia *Peer Instruction*, seguindo das referências mencionadas e os apêndices utilizados nas aulas.

2. TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Tendo em vista o real cenário do ensino de Física e um modelo de aprendizagem que seja mais eficiente para embasa nosso momento atual. Se torna necessário uma mudança na metodologia empregada pelo professor em sala de aula, e uma ruptura da pratica arcaica do ensino passivo ainda existente, acreditando que o aluno deva receber informações prontas e ter, como única tarefa, repeti-las na íntegra. Portanto, buscamos o uso de metodologias apoiadas em teorias que estejam de acordo com alguns filósofos da educação, como Ausubel, protagonistas da teoria de Aprendizagem Significativa.

Com enfoque cognitivista, ou seja, com a preocupação em o, aluno ter a capacidade de organizar as ideias sobre o conhecimento de determinado assunto e assim, não haver apenas uma memorização, a teoria da aprendizagem significativa diz ao professor que ele deve considerar importante aquilo que o aluno já possui de conhecimento, chamado de conhecimento prévio. O conceito, ideia ou a preposição já existente na estrutura mental do aluno, chama-se subsunçor e é ele que possibilita dar um significado ao novo conhecimento que lhe será apresentado (ideia âncora). Se apresentado como uma ponte, ele torna possível a interação entre a nova informação com os conceitos já existentes na estrutura cognitiva. Esses subsunçores sofrem modificações ao longo do tempo, vão variando em clareza, abrangência e estabilidade. Trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático que pode evoluir e até mesmo involuir.

Oposta a aprendizagem significativa, a aprendizagem mecânica traz as informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes na estrutura cognitiva do aluno. Neste caso, o conhecimento fica “solto”, sem ligar-se ao subsunçores específicos, armazenando o novo conhecimento de forma arbitrária, ocasionando uma forma de memorização, sem um real entendimento.

Outro ponto relevante da teoria da aprendizagem significativa é que o professor deve recorrer, inicialmente, a levantar uma situação real (motivação dentro do contexto social), através de uma questão que possibilite ao aluno elaborar, ao seu modo, aquilo que ele ache pertinente. Desta forma, o aluno mobilizará conhecimentos que estabelecem uma tese que poderá ser certa ou não. Por fim, essa aprendizagem só é válida quando o aluno consegue, ampliar e reconfigurar aquilo que ele recebe. Fica evidente que a aprendizagem para ser significativa, na concepção de Ausubel

(1982), depende da estrutura cognitiva e da interação social em medidas simultâneas. Este fato é corroborado por Moreira (1982, p.3), ao elucidar que

“A psicologia cognitivista preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição, e tem como objetivo identificar os padrões estruturados dessa transformação. É uma teoria particular, cuja asserção central é a de que ver, ouvir, cheirar, etc., assim como lembrar, são atos de construção que podem fazer maior ou menor uso dos estímulos externos, dependendo da circunstância, isto é, das condições pessoais de quem realiza o processo.”

3. O QUE É A PI.

Sabe-se que o professor é um eixo fundamental na educação que pode proporcionar uma enorme qualidade do ensino. A eficácia do processo Ensino-aprendizagem ocorre quando o professor procura desenvolver habilidades, atitude e conhecimentos de novas ferramentas pedagógicas que as mudanças necessárias e novos desafios na educação o impõe.

Nesse processo, a descentralização do professor é de fundamental importância. Com esta preocupação, em 1991, O Professor e Pesquisador Eric Mazur, da Universidade Harvard (EUA), baseado nas pesquisas de artigos de Halloun e Hestenes, desenvolveu para seus alunos da disciplina de Introdução à Física, a metodologia *Peer Instruction*. (MAZUR, 2015).

A *Peer Instruction* (PI ou instrução por pares) é uma metodologia de ensino interativa, que coloca em prática uma aprendizagem ativa, ou seja, insere o aluno como elemento principal no processo de ensino-aprendizagem, rompendo assim com o antigo método baseado apenas na aula expositiva do ensino tradicional. A PI tem como objetivo promover discussões entre os alunos e o professor, mais principalmente entre os próprios alunos, tudo isso diante de questões conceituais bem elaboradas nos pontos-chaves do referido assunto. Essa interação fomenta o pensamento crítico, induz o poder do questionamento e promove um debate ativo fortalecendo a assimilação dos conceitos ali mostrados.

3.1. DESCREVER A PI

A *Peer instruction* tem por objetivos básicos promover uma maior interação entre os alunos e melhorar o entendimento dos conceitos fundamentais da Física. Para isto, a metodologia segue um roteiro. Primeiramente é entregue aos alunos notas de aulas (também pode ser o capítulo do livro didático ou sistema de ensino usado na instituição, ou um vídeo ou até mesmo um site) para uma leitura previa dos assuntos que serão abordados durante a aula expositiva.

Dessa maneira, a aula expositiva permitirá esclarecer as possíveis dificuldades encontradas na leitura das notas, além de complementar o entendimento dos assuntos, fornecendo exemplos adicionais pertinente nos pontos onde devem ser aprofundados, o que dará ao aluno um melhor embasamento e uma maior confiança. Essa aula será focada em uma série de apresentações curtas sobre os pontos chaves tendo o cuidado para evitar definições, conceitos, demonstrações e exemplos já usados nas notas entregues.

Cada abordagem será seguida de um teste conceitual, que faz o levantamento dos alunos que entenderam ou não o assunto. O tempo da aula expositiva tem, normalmente, um tempo mínimo de 15 minutos (tempo para realizar a apresentação dos pontos chaves e aplicar o teste conceitual).

Após a checagem das respostas corretas, decorre que:

a) Se os resultados destas respostas apresentarem uma porcentagem inferior a 30 %, verifica-se a necessidade de o professor retomar o tópico analisado enfatizando agora outras abordagens, de uma maneira mais detalhada, em um ritmo mais lento e rico em exemplos. Daí sim, aplica-se outro teste conceitual com outras questões para uma nova votação e avaliação dos alunos.

b) Se os resultados destas respostas apresentarem uma porcentagem superior a 70 %, significa que o professor deverá prosseguir com o próximo tópico, haja vista que a maioria da turma entendeu o objeto de estudo do tópico, respondendo corretamente ao teste conceitual.

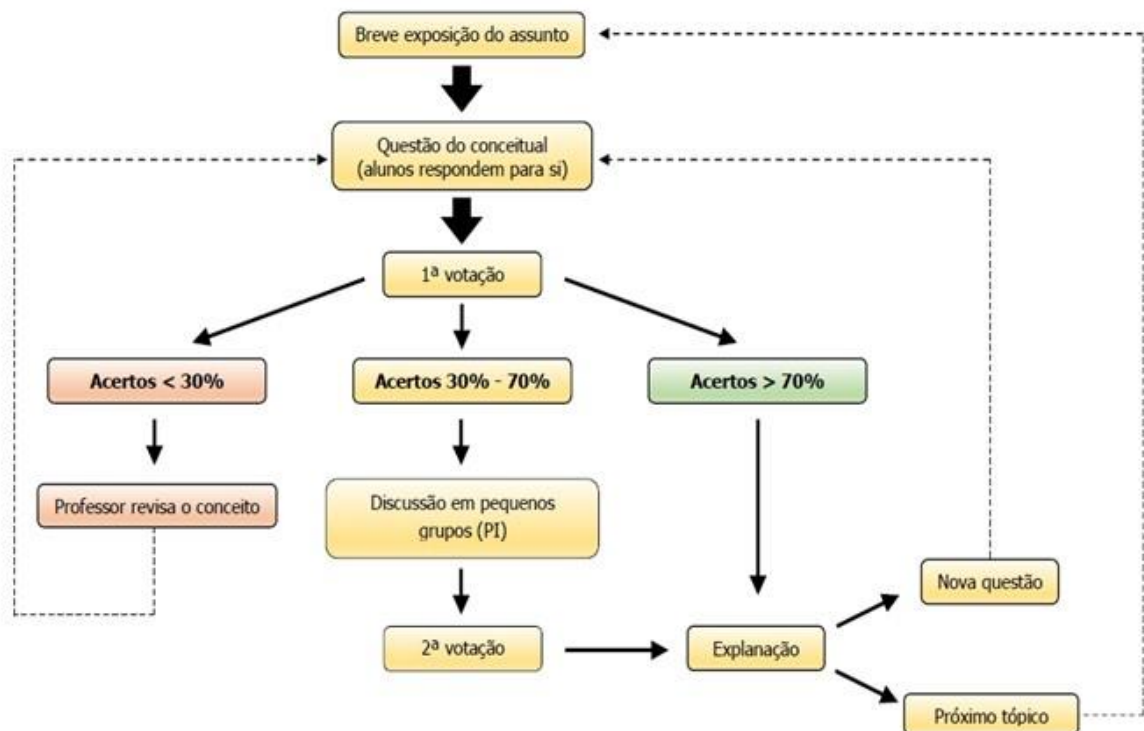
c) Agora, se os resultados destas respostas apresentarem uma porcentagem que sem encontra dentro do intervalo que vai de 30% até 70%, constata-se que provavelmente houveram muitos alunos com dúvidas. É neste momento que se aplica o ponto chave da metodologia *peer instruction*. O professor de posse das respostas de cada aluno, formará duplas ou pequenos grupos, procurando deixar unidos os

alunos que escolheram alternativas diferentes. Com essa atitude, o professor consegue promover discussões entre os alunos, afim de que no debate, seja levantado o questionamento da escolha da alternativa de cada aluno. Nesse formato, o debate livre, deixa os alunos mais à vontade para se expressar, na tentativa de convencer o outro de que sua resposta está correta.

Sem revelar a resposta correta, o professor faz o papel de mediador nos grupos, deixando os alunos refletirem baseados nos conceitos físicos, buscando dessa forma, contribuir com uma melhor compreensão de cada um deles no assunto tratado.

Após essa rica troca de conhecimentos, uma nova votação (2ª votação) é feita a respeito da questão anteriormente apresentada, com o intuito de se obter uma melhor porcentagem de acertos em relação a votação anterior (1ª votação).

Figura 1 – Diagrama do processo de implementação do método *Peer Instruction*

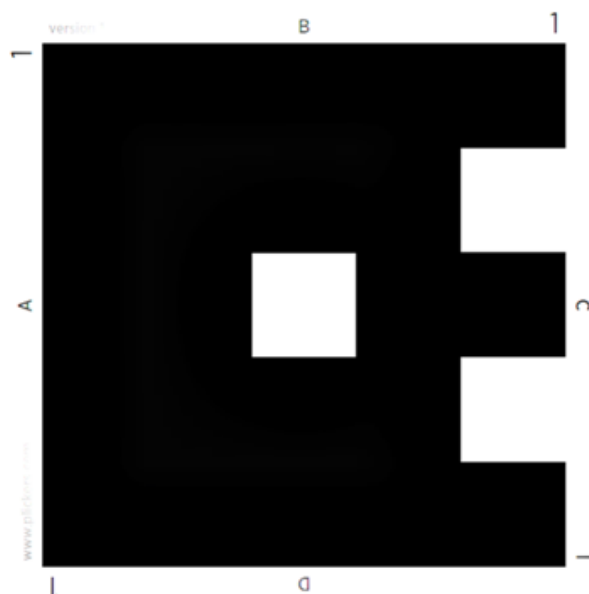


Fonte: Adaptado de Lasry, Mazur e Watkins (2008)

4. USO DO APLICATIVO PLICKERS PARA A COLETA DE DADOS NA VOTAÇÃO.

A aplicação da metodologia PI requer o uso de algum instrumento para a coleta de dados dentro de um sistema de votação. Dentre várias maneiras de registrar essa coleta de dados, decidimos utilizar uma ferramenta digital para viabilizar o tempo da coleta das respostas durante a votação e que também dinamizasse com credibilidade os resultados obtidos. O aplicativo Plickers foi escolhido para ser utilizado como ferramenta digital. Este aplicativo é um programa de coleta de dados que permite ao professor escanear as repostas dos alunos e acompanhar o desempenho individual e da turma em tempo real. Ele permite o registro de cada aluno, elaboração de exercícios e testes, criação de gráficos e vários outros recursos que promovem uma dinâmica e uma devolutiva rápida ao professor. Está disponível de maneira gratuita para smartphones, tablets e PCs no site www.plickers.com. A princípio, o professor cria um perfil e em seguida realiza o cadastro de suas turmas, insere os nomes dos alunos, gera o banco de questões e no caso de questões de múltipla escolha, o aplicativo disponibiliza cartão resposta (card com QR code) para impressão, onde constam o número de identificação de cada aluno. A seguir, na figura 2, temos um exemplo do card de respostas do aluno.

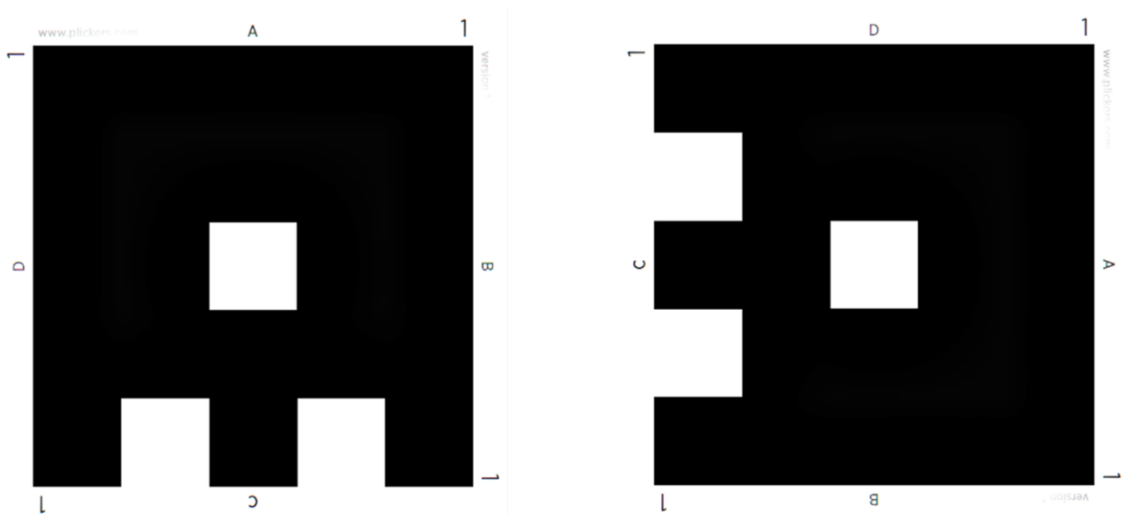
Figura 2 – Exemplo Card de respostas



Fonte: Plickers (2019)

A coleta de dados acontece quando os alunos levantam o card para mostrar sua escolha de resposta e o professor, com aplicativo instalado em seu dispositivo móvel, direciona a sua câmera para os cards e aguarda a captura das respostas pelo aplicativo. O Plickers faz imediatamente a leitura das respostas e armazena em seu relatório. Cada cartão possibilita ao aluno escolher uma dentre as quatro alternativas diferentes (A, B, C e D), de acordo com a orientação em que o cartão é posicionado na hora da captação da resposta pelo dispositivo do professor. A seguir temos as imagens de um card colocado em duas posições diferentes, retratando duas possíveis escolhas de alternativa. Na figura 3.1, a posição do card indica que o aluno 1 (número indicado no canto do card), está escolhendo a alternativa A (letra observada ao centro superior do card). Enquanto na figura 3.2, mostra que o aluno 1, está escolhendo alternativa D, e assim, cada uma das quatro posições possíveis para mostrar o card, teremos uma alternativa escolhida pelo aluno.

Figura 3 – Cartão resposta



3.1. Aluno 1 e Alternativa A. 3.2. Aluno 1 e Alternativa D

Fonte: Plickers (2019)

4.1. O USO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL.

A atividade experimental no processo pedagógico se destaca como uma metodologia fascinante e motivadora para o aluno e professor. Quando bem aplicada, assegura uma base de conhecimentos contextualizados que permite aos alunos fazerem julgamentos; tomar iniciativas; elaborar argumentos; apresentar proposições alternativas, além de promover uma maior interação entre os alunos e professor. Esta

metodologia também contribui para uma forte relação entre os conteúdos teóricos e as situações do cotidiano dos alunos.

De acordo com Araújo e Adib,

“[...] de modo convergente a esse âmbito de preocupações, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 02).

SANTOS (2005) destaca que:

“O ensino por meio da experimentação é quase uma necessidade no âmbito das ciências naturais. Ocorre que podemos perder o sentido da construção científica se não relacionarmos experimentação, construção de teorias e realidade socioeconômica e se não valorizarmos a relação entre teoria e experimentação, pois ela é o próprio cerne do processo científico” (SANTOS, 2005, p.61).

Assim, a atividade experimental aliada a *Peer Instruction* estreita e aperfeiçoa o entendimento dos conceitos científicos, desempenhando uma melhora na compreensão das leis e teorias que regem a Física.

Como aponta Amaral.

“[...] ajudar a compreender as possibilidades e os limites do raciocínio e procedimento científico, bem como suas relações com outras formas de conhecimento; criar situações que agucem os conflitos cognitivos no aluno, colocando em questão suas formas prévias de compreensão dos fenômenos estudados; representar, sempre que possível, uma extensão dos estudos ambientais quando se mostrarem esgotadas as possibilidades de compreensão de um fenômeno em suas manifestações naturais, constituindo-se em uma ponte entre o estudo ambiental e o conhecimento formal. (AMARAL, 1997, p. 14).”

4.2. O QUE SÃO AS LÂMINAS BIMETÁLICAS

As lâminas bimetálicas são dispositivos constituídos por um par de lâminas metálicas de mesmo comprimento, feitas com materiais diferentes, justapostas que sofrem os efeitos da dilatação térmica. Ao ser aquecida por exemplo, um dos lados tira dupla tornassem mais longo do que o outro lado fazendo com que ela vergue, formando uma curva. Por outro lado, ao ser resfriada ela tende a vergar-se no sentido oposto, pois o metal que mais se expande também é o que mais se contrai.

A envergadura da tira pode ser utilizada para girar um ponteiro, regular uma válvula ou fechar uma chave em um circuito elétrico.

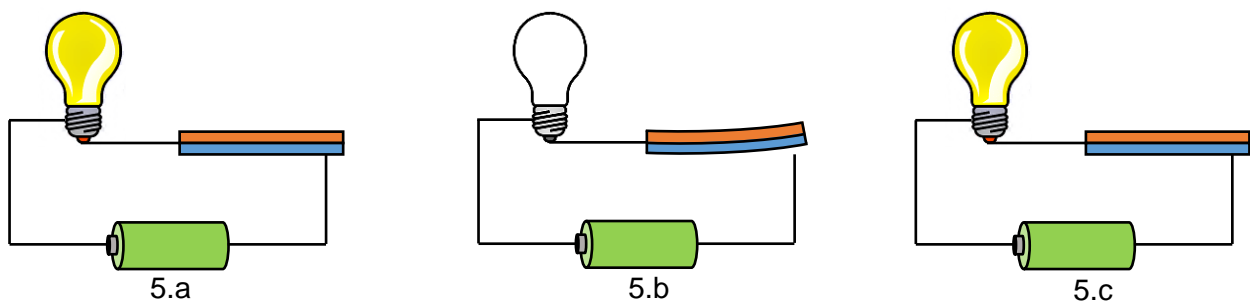
Figura 4 – Lâmpada bimetálica retirada de um pisca-pisca



Fonte: Costa; Souza; Barbosa (2010)

Uma das aplicações das lâminas bimetálicas são as lâmpadas pisca-pisca de uma árvore de Natal. O esquema abaixo apresenta funcionamento de uma lâmpada pisca-pisca. Na figura 5.a, quando a corrente elétrica passa pela lâmina bimetálica, ela se aquece provocando sua dilatação e o encurvamento da lâmina para cima (o α do alumínio é maior que o α do cobre). Isso é o suficiente para interromper a corrente elétrica, abrindo o circuito e apagando a lâmpada, figura 5.b. Após algum tempo, a lâmina esfria e devido à contração térmica ela volta ao comprimento inicial, figura 5.c, fecha o circuito e novamente é percorrido pela corrente elétrica até que um novo aquecimento provoque novamente a curvatura da lâmina.

Figura 5 – Funcionamento de uma lâmpada pisca-pisca



Legenda (α é o coeficiente de dilatação linear)

- Cobre $16 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
- Alumínio $24 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

5.a. Corrente elétrica passando. 5.b. Interrupção de corrente. 5.c. Retorno a posição inicial

Fonte: o autor (2021)

5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *PEER INSTRUCTION* E DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL NA TURMA DE 2 ANO DO ENSINO MÉDIO.

No 1º dia de aplicação, aconteceu a entrega de uma apostila aos alunos, onde consta os conceitos que permeiam a dilatação térmica, como por exemplo: calor, temperatura, equilíbrio térmico e algumas situações que retratam as consequências ocorridas pela propagação do calor nos sólidos (dilatação e contração), além de uma lista de exercício de nível básico. Também neste dia foi ministrada uma aula expositiva, com ajuda do Datashow e auxílio da ferramenta PowerPoint. Nela foram abordadas situações que inserem os conceitos referentes ao assunto, dentro da realidade dos alunos, conseguindo assim, atrair a atenção e o interesse da turma, e de certa forma mobilizar suas ideias acerca do assunto e o surgimento de eventuais dúvidas. A parte matemática, retratada através das fórmulas, foi mostrada de forma suave e sem ser dada tanta ênfase, haja vista que neste momento o objetivo é estimular os alunos e consolidar os conceitos.

Os slides da apresentação bem como apostila entregue aos alunos, estão mostrados no apêndice A. Destaca-se abaixo, figura 6, apenas um slide da apresentação.

Figura 6 – Exemplo de slide de aula



(Fonte: MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B. Curso de Física, volume 2, editora Scipione, 2011. P. 21)

Para pensar melhor...

- Como facilitar a abertura da tampa metálica de um vidro de azeitonas ?
- A tampa de metal e o vidro sofrerão alterações quando aquecidas?
- Como esse fenômeno pode ser explicado fisicamente?

Fonte: elaborada pelo autor, 2021.

No 2º dia, iniciamos a aula com teste conceitual contendo 5 questões objetivas (questões de múltiplas escolhas com 4 alternativas), onde em cada questão foi abordado um conceito chave do assunto explanado na aula anterior. Foi dado aos alunos, um tempo de 2 minuto para a formulação da resposta e sua escolha para cada questão. O teste conceitual foi mostrado a turma, através do Datashow, com auxílio da ferramenta Powerpoint.

Temos logo abaixo, figura 7, a imagem de uma das questões aplicadas no teste conceitual. As demais questões se encontram no apêndice B.

Figura 7 – Exemplo questão aplicada no teste

Um incêndio ocorreu no lado direito de um dos andares de um edifício construído com estrutura metálica (fig 1). Devido ao incêndio, que ficou restrito ao lado direito, o edifício sofreu uma deformação (fig 2). Tal deformação está relacionada à

figura 1 *figura 2*

A lei da Inércia
 B lei da ação e reação
 C ação do vento
 D dilatação térmica

Fonte: elaborada pelo autor, 2021.

As respostas de cada aluno foram coletadas através do aplicativo Plickers da seguinte forma: a cada aluno foi entregue um card com QR code que fará a correspondência com as alternativas (a, b, c e d). O aluno ao escolher a sua resposta, deve levantar o card com o QR code em determinada posição que corresponde a letra escolhida como resposta. Essa mecânica se repetiu para cada uma das cinco questões. Ao final do teste o aplicativo mostrou a porcentagem de acertos da turma.

Após avaliação rápida desta porcentagem de acertos, foi decidido formar duplas (pares), dando um tempo de 2 minutos para, em discussão, manterem as respostas dadas ou escolherem outra resposta. Em seguida, refizemos o teste conceitual e realizamos uma nova coleta de respostas. Verificando agora um aumento na porcentagem de acertos.

Nesse momento, antes de mostrar a resposta correta de cada questão, seguindo a orientação de Mazur (2015), estipulamos 5 minutos da aula para realizar, através da atividade experimental, a demonstração sobre dilatação das lâminas bimetálicas.

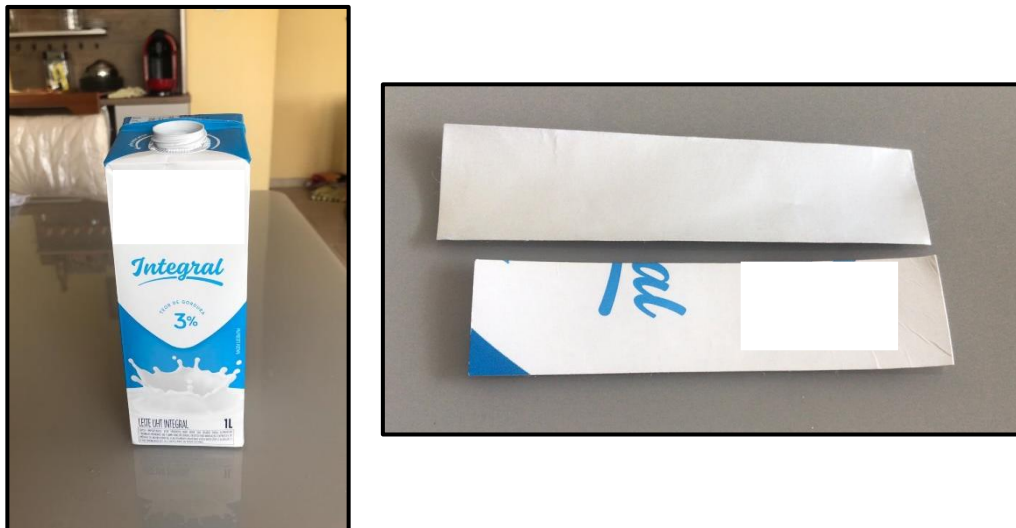
5.1. MATERIAL USADO

- Vela
- Fósforo.
- Caixa de leite longa vida.
- Tesoura

5.2. PROCEDIMENTOS DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL REALIZADA EM SALA DE AULA

Com o uso de tiras (ou fitas) cortada de uma caixa de leite, conseguimos reproduzir “lâminas” formadas por dois materiais diferentes (papelão e alumínio) de mesmo comprimento, como mostrado na figura 8, que irão representar as lâminas bimetálicas.

Figura 8 – Procedimento de corte de caixa de leite



Fonte: elaborada pelo autor, 2021.

Utilizando uma fonte de calor (aqui foi usada uma vela), aproximamos a tira sobre a chama da vela. A tira foi posicionada horizontalmente com a parte aluminizada para baixo e a parte com papelão para cima. Após alguns segundos, nota-se que ocorreu o fenômeno da dilatação térmica e a tira começa a entortar-se (se encurva) para cima, como mostra a figura 9.

Figura 9 – Fenômeno de dilatação térmica da tira



Fonte: elaborada pelo autor, 2021.

Agora, de posse de outra tira, idêntica a primeira, fizemos o mesmo procedimento, porém a tira foi invertida e colocada sobre a chama, ou seja, agora a parte de papelão ficou para baixo e a parte aluminizada para cima. Destacamos aqui um cuidado especial ao manipular a tira nesta posição. Não se deve aproximar demais a tira e a chama, pois o papelão sofrerá facilmente combustão (queima) o que poderá gerar um acidente.

Nesta nova posição, como indicada na figura 10, a tira também recebe calor da chama e passa a sofrer novamente os efeitos da dilatação térmica, fazendo a tira entortar para baixo.

Figura 10 - Fenômeno de dilatação térmica da tira 2



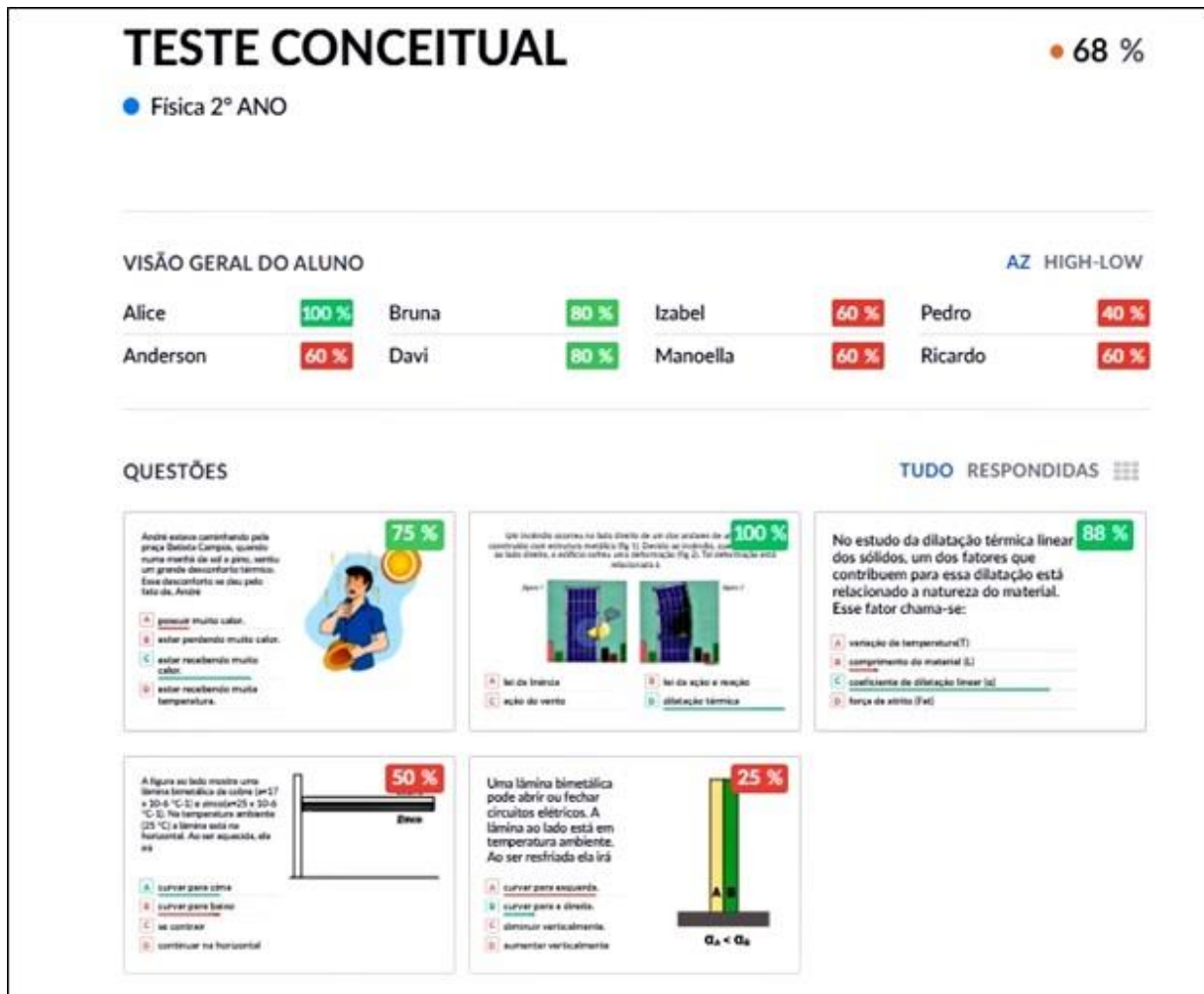
Fonte: elaborada pelo autor, 2021.

Além da rica prática que uma atividade experimental promove em sala de aula nos aspectos ensino-aprendizagem, destaca-se também um outro aspecto importantíssimo que é o do uso de matérias recicláveis de baixo custo e fácil acesso. O que deixa a prática da sala de aula muito mais próxima do dia a dia do aluno.

6. RESULTADOS

A utilização do aplicativo plickers foi fundamental para a coleta e o resultado dos dados obtidos. O relatório da primeira aplicação do teste conceitual descrito na figura 11 mostrou, além da porcentagem de acertos, da turma, que ficou em torno de 68%, mostrou a porcentagem de acerto individual em cada questão. Veja a figura abaixo.

Figura 11 – Resultado teste conceitual



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Com este resultado e seguindo as orientações de Mazur, formamos duplas de alunos para a troca de informações e debates acerca das respostas individuais. Destacando o baixo índice de acertos nas duas últimas questões, em especial a penúltima, procuramos formar as duplas entre um aluno que a acertou e outro que a errou, desta forma procuramos fazer com que o aluno que acertou a questão tente convencer o colega do “porquê” da sua escolha. Após o tempo de 4 minutos, realizamos uma nova testagem com a aplicação do mesmo teste conceitual.

De uma forma muito satisfatória, a reaplicação do teste conceitual mostrou uma porcentagem de acertos de 85%, proporcionando assim um aumento de 25% na porcentagem de acertos em relação a primeira aplicação. Verificou-se que não houve redução da porcentagem de acertos individualmente, dado também importante para avaliação na aprendizagem. Veja na figura a seguir na figura 12.

Figura 12 – Resultado reaplicação teste conceitual

REAPLICAÇÃO TESTE CONCEITUAL

● 85 %

VISÃO GERAL DO ALUNO

AZ HIGH-LOW

Alice	100 %	Bruna	100 %	Izabel	80 %	Pedro	100 %
Anderson	100 %	Davi	80 %	Manoella	60 %	Ricardo	60 %

QUESTÕES

TUDO RESPONDIDAS

100 %

André estava caminhando pela praia Bateria Campos, quando muita areia de sul a pisa, sentiu um grande desconforto térmico. Esse desconforto se deu pelo fato de André:

A) possuir muito calor.

B) estar recebendo muito calor.

C) estar recebendo muita calor.

D) estar recebendo muita temperatura.



100 %


Um modelo comum no lado direito de um dos andares de um edifício com estrutura metálica (Fig. 1). Quando se encontra que se lado direito, o edifício sofreu uma deformação (Fig. 2). Tal deformação está relacionada a:

A) tal da inércia

B) tal da ação e reação

C) ação do vento

D) dilatação térmica



100 %

No estudo da dilatação térmica linear dos sólidos, um dos fatores que contribuem para essa dilatação está relacionado a natureza do material. Esse fator chama-se:

A) variação de temperatura (ΔT)

B) comprimento do material (L_0)

C) coeficiente de dilatação linear (α)

D) força de atrito (F_{at})

75 %

A figura ao lado mostra uma lâmina bimetálica de cobre ($\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) e alumínio ($\alpha = 23 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$). Na temperatura ambiente ($20 \text{ } ^\circ\text{C}$) a lâmina está na horizontal. Ao ser aquecida, ela irá:

A) curvar para cima

B) curvar para baixo

C) se contrair

D) continuar na horizontal



50 %

Uma lâmina bimetálica pode abrir ou fechar circuitos elétricos. A lâmina ao lado está em temperatura ambiente. Ao ser resfriada ela irá:

A) curvar para esquerda.

B) curvar para a direita.

C) diminuir verticalmente.

D) aumentar verticalmente



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Após a reaplicação do teste, realizamos aplicação da atividade experimental para ratificarmos o comportamento das lâminas bimetálicas e logo em seguida, demos início a correção das cinco questões, fazendo os comentários pertinentes acerca de cada alternativa apresentada. Cabe aqui ressaltar o fervor dos alunos ao verificar o real encurvamento da lâmina no experimento e a confirmação da escolha correta na questão mencionada.

7. CONCLUSÃO

Com base no que foi apresentado neste trabalho, é fato que, todo professor deve perceber o quanto o processo educacional é dinâmico e que a cada aula ministrada, algo novo pode ser introduzido. Ele deve também entender que as várias formas de como os alunos aprendem, deve sim ser levado em consideração e que nós estejamos sempre abertos a conhecer novas metodologias que irão apoiar e viabilizar nossa prática de ensino.

É realmente gratificante e empolgante ao professor, observar os debates, a colocação de cada aluno a respeito do seu ponto de vista, os comentários acerca do que levou eles a pensarem na tal resposta. Um contentamento maior se deu ao verificar que na primeira aplicação, o teste conceitual, tenha dado dentro da porcentagem esperada para uma reaplicação (30% a 70%) e desta forma, poder usufruir da grande experiência que a *Peer instruction* é capaz de mostrar através da formação de pares de alunos e trazer para a sala de aula mais um momento de discussão do assunto.

Destaco aqui a grande participação dos alunos durante a aula expositiva respondendo as minhas perguntas, tirando as suas dúvidas e ainda acrescentando situações de sua vivência relacionadas ao tema abordado, tornando a aula muito mais rica e produtiva para ele e para mim. Estas participações trazem inúmeros benefícios para o decorrer da aula, tornando-a muito mais interativa e atraente, ao passo de fazer com que o tempo de aula parecesse escasso, além de tornar a sala de aula um ambiente mais leve, totalmente acolhedor e muito mais propício a troca de conhecimentos entre alunos e professor. Bem distinto do ambiente que paira em uma aula que abusa da metodologia tradicional.

É importante ressaltar aos professores que, para uma boa implementação da *Peer Instruction*, a preparação das notas de aulas (ou apostilas), da aula expositiva e dos testes conceituais, com antecedência são fundamentais.

Foi seguindo os passos sugeridos por Mazur, que conseguimos de forma satisfatória alcançar os objetivos aqui traçados. A obtenção positiva das porcentagens dos resultados vem confirmar o potencial dessa metodologia ativa que foi engrandecida com atividade experimental complementar. O sucesso dessa metodologia PI foi sentido também através dos semblantes dos alunos, pela atenção, interesse e alegria do entendimento demonstrada a cada explicação.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Ivan A. Conhecimento formal, experimentação e estudo ambiental. **Ciência & Ensino**, n. 3, p. 10-15, dez. 1997.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, Junho. 2003.

AUSUBEL, D. P. **A Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo, Moraes, 1982.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura – Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **PCN+ - Ensino Médio, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**, 2002. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/arquivos/PCN_FIS.pdf>. Acesso em 12 mar. 2020.

COSTA, Rosilaine Gomes de Santana; SOUZA, Fábio José dos Santos; BARBOSA, Celso José Viana. Portal do professor: **Os Fenômenos Relacionados com a Dilatação**. 2010. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=20255>>. Acesso em 28 dez. 2020.

LASRY, N.; MAZUR, E.; WATKINS, J. Peer instruction: from Harvard to the two-year college. **American Journal of Physics**, v. 76, n. 11, p. 1066(4), 2008.

MAZUR, Eric. **Peer Instruction - A Revolução da Aprendizagem Ativa**. Editora Penso. Ano 2015

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986. (Temas básicos da educação e ensino)

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem Significativa**, Brasília, ed. da UnB, 1998.

MOREIRA, M.A. e MASSINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

PLICKERS. **Plickers**. 2019. Disponível em: < www.plickers.com>. Acesso em: 14 de out. 2020

SANTOS, C. S. **Ensino de Ciências: abordagem histórico – crítica**. Campinas: Armazém do ipê, 2005

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. Trad. M. Resende, Lisboa, Antídoto, 1979. A formação social da mente. Trad. José Cipolla Neto et alii. São Paulo, Livraria Martins Fontes, 1984.

APÊNDICE A – Slides e Apostila

SLIDES DA AULA

Física Térmica

Dilatação Linear dos sólidos

2º ANO

Professor: Wellington Pinheiro

TEMPERATURA X CALOR

↓

Medida do grau de agitação das moléculas;

↓

É o fluxo de energia térmica causada exclusivamente por uma diferença de temperatura.

CORPO QUENTE ← ENERGIA → **CORPO FRIO**

Imagem: SEE-PE

TEMPERATURA



(Fonte: MÁXIMO, A. e ALVARENGA, B. Curso de Física, volume 2, editora Scipione, 2011. P. 21)

Para pensar melhor...

- Como facilitar a abertura da tampa metálica de um vidro de azeitonas ?
- A tampa de metal e o vidro sofrerão alterações quando aquecidas?
- Como esse fenômeno pode ser explicado fisicamente?

Dilatação Linear

Ocorre quando o corpo sofre expansão em uma dimensão

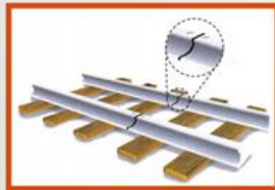
- L_0 : Comprimento inicial
- ΔL : Dilatação sofrida (aumento)
- L : Comprimento final.

A dilatação do fio depende de três fatores:

- da substância da qual é feito o fio (coeficiente de dilatação linear α);

Material	α [K^{-1} ou $(^{\circ}C)^{-1}$]
Alumínio	$2,4 \times 10^{-5}$
Latão	$2,0 \times 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \times 10^{-5}$
Vidro	$0,4 - 0,9 \times 10^{-5}$
Invar (liga de ferro-níquel)	$0,09 \times 10^{-5}$
Quartzo (fundido)	$0,04 \times 10^{-5}$
Aço	$1,2 \times 10^{-5}$

- da variação de temperatura (ΔT) sofrida pelo fio;
- do comprimento inicial do fio (L_0).



APOSTILA DE AULA

Física*Dilatação Térmica*

Professor Wellington Pinheiro

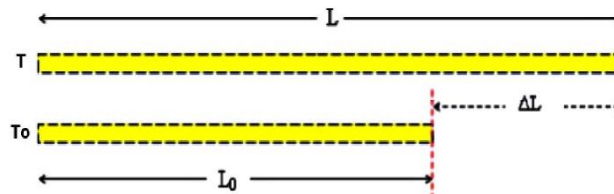
Aluno(a)

► Temperatura X Calor

Já sabemos que o calor é energia térmica em trânsito, fluído espontaneamente do corpo quente para o corpo frio, e que a temperatura é a grandeza que nos permite avaliar o grau de agitação das moléculas dos corpos. Assim com o aumento de temperatura ocorre também aumento na agitação das moléculas em geral este fato causa um aumento da distância média entre elas, o que macroscopicamente é denominado dilatação ou expansão térmica. Conseqüentemente uma redução na temperatura do corpo provocará a contração deste. Porém é difícil perceber a dilatação térmica no dia-a-dia: para se ter uma ideia uma barra de ferro com comprimento de 1 m a 0 °C quando aquecida a 100 °C terá um aumento no seu comprimento de apenas 1 milímetro, logo esses fenômenos quase passam despercebidos.

Dilatação Linear dos sólidos

A Dilatação Linear aplica-se apenas para os corpos em estado sólido, e consiste na variação considerável de apenas uma dimensão. Como, por exemplo, em barras, cabos e fios. Ao considerarmos uma barra homogênea, por exemplo, de comprimento L_0 a uma temperatura inicial T_0 . Quando esta temperatura é aumentada até que T ($>T_0$) a barra passa a ter um comprimento L ($>L_0$).



Com isso é possível concluir que a dilatação linear ocorre de maneira proporcional à variação de temperatura (ΔT) e ao comprimento inicial (L_0). Mas ao serem analisadas barras de dimensões iguais, mas feitas de um material diferente, sua variação de comprimento seria diferente, ou seja, depende do tipo de material com isto porque a dilatação também leva em consideração as propriedades do material com que o objeto é feito, este é a constante de proporcionalidade da expressão, chamada de coeficiente de dilatação linear (α).

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Quando ocorre um impedimento à livre dilatação ou contração de um corpo, surgem forças internas de tensão que podem levar o corpo a se romper ou a se deformar. Por isso, há muitas situações do cotidiano em que a dilatação ou contração térmica é “facilitada” para evitar problemas desse tipo. Eis algumas dessas situações:

- Nas ferrovias, as barras de trilho devem ser assentadas com um espaço (lacuna) entre elas, para permitir a livre dilatação térmica. Os sons de estalos que são familiares aos passageiros de trens, vem das rodas passando sobre essas lacunas. Em dias quentes, os segmentos se expandem e preenchem a lacuna. Se houvesse menos lacunas, o trilho poderia se deformar sob condições muito quentes.



- Nas pontes, viadutos e grandes construções, empregam-se as chamadas juntas de dilatação. Elas evitam que variações das dimensões devidas a mudança de temperatura venham a danificar a estrutura do concreto.

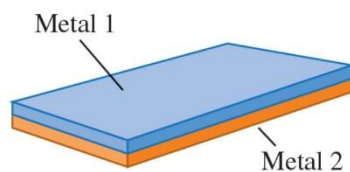


- Nos calçamentos, separam-se as placas de cimento por ripas de madeira ou varas de plástico, que “absorvem” eventuais dilatações das placas, impedindo que elas se rachem.

► LÂMINAS BIMETÁLICAS

Uma das aplicações da dilatação linear mais utilizadas no cotidiano é para a construção de lâminas bimetálicas (figura a), que consistem em duas placas de materiais diferentes, e portanto, coeficientes de dilatação linear diferentes, soldadas. Ao serem aquecidas, as placas aumentam seu comprimento de forma desigual, fazendo com que esta lâmina soldada entorte (figura b).

(a) Uma lâmina bimetálica



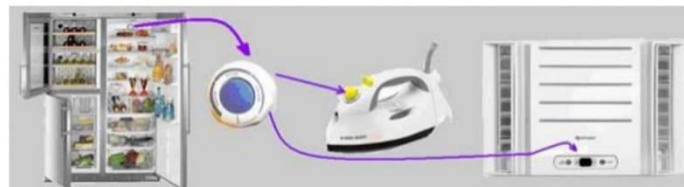
(b) A lâmina se curva quando sua temperatura é elevada.



Como, $\alpha_{\text{latão}} > \alpha_{\text{aço}}$, a variação de comprimento da lâmina de latão será sempre maior. A lâmina que possui maior coeficiente de dilatação linear sofrerá maior dilatação caso seja aquecida e também sofrerá maior contração caso seja resfriado. Da seguinte forma:



As lâminas bimetálicas são muito utilizadas nos relés térmicos (termostatos – dispositivos que desligam automaticamente um circuito quando a temperatura atinge determinado valor) para controlar a temperatura de um dado ambiente, nas geladeiras, freezers, ferro elétrico automático, aparelhos de ar condicionado, fornos de fogões elétricos, etc. Quando a temperatura do ambiente superar certo limite, o termostato deve desligar o aquecedor fazendo sua lâmina bi metálica envergar, abrindo os contatos, e desligando o aparelho da rede elétrica.



Quando a temperatura cair abaixo de certo limite, o aquecedor deve ser novamente ligado com a lâmina curvando-se em sentido oposto e fecha os contatos.

APÊNDICE B – Questões do teste conceitual

1ª QUESTÃO

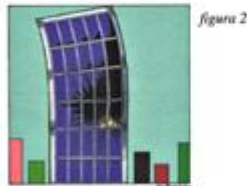
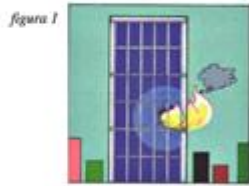
André estava caminhando pela praça Batista Campos, quando numa manhã de sol a pino, sentiu um grande desconforto térmico. Esse desconforto se deu pelo fato de, André



- A possuir muito calor.
- B estar perdendo muito calor.
- C estar recebendo muito calor.
- D estar recebendo muita temperatura.

2ª QUESTÃO

Um incêndio ocorreu no lado direito de um dos andares de um edifício construído com estrutura metálica (fig 1). Devido ao incêndio, que ficou restrito ao lado direito, o edifício sofreu uma deformação (fig 2). Tal deformação está relacionada à



- A lei da Inércia
- B lei da ação e reação
- C ação do vento
- D dilatação térmica

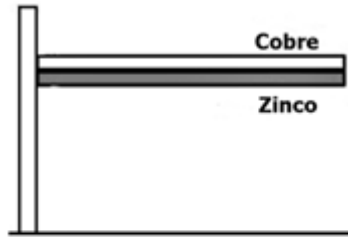
3ª QUESTÃO

No estudo da dilatação térmica linear dos sólidos, um dos fatores que contribuem para essa dilatação está relacionado a natureza do material. Esse fator chama-se:

- A variação de temperatura(T)
- B comprimento do material (L)
- C coeficiente de dilatação linear (α)
- D força de atrito (Fat)

4ª QUESTÃO

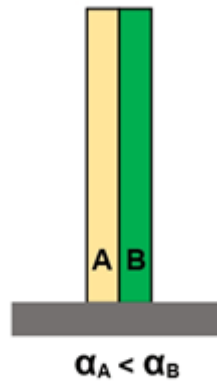
A figura ao lado mostra uma lâmina bimetálica de cobre ($\alpha = 17 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) e zinco ($\alpha = 25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$). Na temperatura ambiente ($25 \text{ } ^\circ\text{C}$) a lâmina está na horizontal. Ao ser aquecida, ela irá



- A curvar para cima
- B curvar para baixo
- C se contrair
- D continuar na horizontal

5ª QUESTÃO

Uma lâmina bimetálica pode abrir ou fechar circuitos elétricos. A lâmina ao lado está em temperatura ambiente. Ao ser resfriada ela irá



- A curvar para esquerda.
- B curvar para a direita.
- C diminuir verticalmente.
- D aumentar verticalmente