



ENSINO DA TERMOLOGIA UTILIZANDO A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION

Cristiane Azevedo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física do Instituto de Ciências Exatas e Naturais no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:

Profa. Dra. Maria da Conceição Gemaque Matos

Coorientador:

Profa. Dra. Maria Lúcia de Moraes Costa

Belém - Pará

2019

O ENSINO DE TERMOLOGIA UTILIZANDO A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION.**CRISTIANE AZEVEDO**

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

ORIENTADORA:
Prof.ª Dra. **MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS**
(MNPEF - UFPA)**MEMBRO INTERNO**
Prof.ª Dra. **SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA**
(MNPEF - UFPA)**MEMBRO EXTERNO**
Prof. Dr. **SERGIO ANTONIO DE SOUZA FARIAS**
(MNPEF - UFOPA)

Belém - PA
Maio - 2019



ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

ATA DA 34ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTITULADA "O ENSINO DE TERMOLOGIA UTILIZANDO A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION" PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 15 HORAS DO DIA 23 DE MAIO DE 2019, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELA CANDIDATA **CRISTIANE AZEVEDO**, MATRÍCULA Nº **201668870004**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROFA. DRA. MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS (ORIENTADORA)**, **PROFA. DRA. SIMONE DA GRAÇA DE CASTRO FRAIHA (MEMBRO INTERNO)** E **PROF. DR. SÉRGIO ANTONIO DE SOUZA FARIAS (MEMBRO EXTERNO)**. EM SEGUIDA, A CANDIDATA FOI SUBMETIDA À ARGUIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DA CANDIDATA.

CANDIDATA:

Cristiane Azevedo

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos
(Orientadora - MNPEF – UFPA)

Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)

Sérgio Antônio de Souza Farias
Prof. Dr. Sérgio Antonio de Souza Farias
(Membro Externo – MNPEF - UFOPA)



PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado Nacional
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

TEMA: "O ENSINO DE TERMOLOGIA UTILIZANDO A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION".

A Banca Examinadora composta pelos Professores: Dr. Maria da Conceição Gemaque de Matos (Orientadora), Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha (Membro Interno), e Dr. Sérgio Antonio de Souza Farias (Membro Externo), consideram a candidata **CRISTIANE AZEVEDO**.

APROVADA

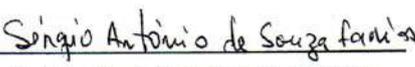
Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 10 de maio de 2019.



Profa. Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos
(Orientadora - MNPEF - UFPA)



Profa. Dra. Simone da Graça de Castro Fraiha
(Membro Interno - MNPEF - UFPA)



Prof. Dr. Sérgio Antonio de Souza Farias
(Membro Externo - MNPEF - UFOPA)

FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A994e Azevedo, Cristiane.
Ensino de Termologia utilizando a Metodologia Peer Instruction / Cristiane Azevedo, . — 2019.
147 f.
- Orientador(a): Profª. Dra. Maria da Conceição Gemaque de Matos
Coorientação: Profª. Dra. Maria Lúcia de Moraes Costa
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

1. Ensino. I. Título.

CDD 530.07

“A menos que modifiquem a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”

“Albert Einstein”

AGRADECIMENTOS

A todos os funcionários da Faculdade de Física por proporcionarem um ambiente agradável e propício para o nosso aprendizado.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação do MNPEF , por todos os ensinamentos e compreensão as minhas dificuldades durante os meus estudos e elaboração deste trabalho.

As professoras Maria da Conceição Gemaque Matos e Maria Lúcia de Moraes Costa, minhas orientadoras, pelo apoio, paciência e incentivo para realização deste trabalho. Acreditaram em mim quando eu mesma não acreditava mais.

À minha família, por todo carinho e apoio dedicado a mim nos momentos de aflição. Em especial, à minha mãe Cecília e meu companheiro Marco Antônio, por estarem sempre ao meu lado nos momentos de dificuldades.

Aos meus colegas da pós-graduação pelas risadas, pela ajuda nos trabalhos e nos estudos. Com certeza a convivência com todos tornou esta caminhada mais leve.

Aos meus amigos Adriana Meireles, Elder Lopes, Gilson Borges e Orlando Oliveira por toda ajuda, parceria nos trabalhos e estudos, pela amizade que se expandiu além do mestrado.

Aos alunos e funcionários da escola, na qual foi aplicada a proposta, principalmente a coordenação pedagógica e administrativa, pelo suporte e ajuda na realização deste trabalho.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização da minha pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

ENSINO DE TERMOLOGIA USANDO A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION

Cristiane Azevedo

Orientadora: Profa. Dr^a. Maria da Conceição Gemaque Matos

Coorientador: Profa. Dr^a. Maria Lúcia de Moraes Costa

O objetivo deste trabalho é uma proposta de ensino da Termologia utilizando as metodologias ativas, Peer Instruction e Just-in-time teaching, promovendo um engajamento dos estudantes em seu processo de ensino e aprendizagem. A proposta foi aplicada em uma turma do segundo ano do ensino do médio de uma escola pública de Ananindeua (Pa). Foram 9 aulas, sendo uma aula destinada a resolução de problemas numéricos, três para realização das tarefas de leitura e as demais para exposições e aplicação dos testes conceituais. Este trabalho está embasado na teoria histórico-cultural de Vygotsky, considerando as interações sociais fundamentais para a aprendizagem dos indivíduos. Os resultados dos testes conceituais e dos pré e pós-testes demonstram um ganho significativo na aprendizagem dos alunos. Foram utilizados textos de apoio, testes conceituais, demonstrações experimentais, problemas numéricos e exibição de um vídeo. Os estudantes demonstram com aplicação do método boa receptividade, o que resultou em um maior interesse deles pelas aulas de Física.

Palavras-chave: Física, Ensino Médio, Termologia, Peer Instruction, Just-in-time Teaching.

Belém - Pará

Maio de 2019

ABSTRACT

TEACHING THERMOOLOGY USING PEER INSTRUCTION METHODOLOGY

Cristiane Azevedo

Orientadora: Prof.^a Dra. Maria da Conceição Gemaque MatosCoorientadora: Prof.^a Dra. Maria Lúcia de Moraes Costa

The aim of this work is to teach Thermology using active methodologies, Peer Instruction and Just-in-time teaching, promoting students' learning in their teaching and learning process. The proposal was applied in a second year class of the middle school of an Ananindeua (Pa) public school. There were 9 classes, one class for solving numerical problems, three for reading tasks and the other for expositions and application of conceptual tests. This work is based on the historical-cultural theory of Vygotsky considering the fundamental social interactions for the learning of individuals. The results of the conceptual tests and the pre- and post-tests demonstrate a significant gain in student learning. Support texts, conceptual tests, experimental demonstrations, numeric problems and video display were used. Student opinion demonstrates that the methods were well received which resulted in a greater interest of them in physics classes.

Keywords: Physics, Secondary Education, Thermology, Peer Instruction, Just-in-time Teaching.

Belém-Pará

2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Diagrama das etapas do Ensino sob Medida	22
Figura 2- Diagrama das etapas do método Peer Instruction	25
Figura 3- Diagrama combinação dos métodos EsM e IpC	27
Figura 4- Flascards e votação usando flascards	28
Figura 5- Clickers e cartões codificados do aplicativo Plickers	28
Figura 6- Votação usando Plickers	29
Figura 7- cartões do aplicativo Plickers	41
Figura 8 - Página inicial do aplicativo Plickers	42
Figura 9- Área de cadastro do aplicativo Plickers	42
Figura 10- Área do usuário	43
Figura 11- Área Your Library	43
Figura 12- Gráfico demonstrativo votações TC1 a TC5	48
Figura 13- Alunos realizando experiências do balão	51
Figura 14- Gráfico demonstrativo votações TC11 a TC15	52
Figura 15- Alunos realizando experiência sobre condução	54
Figura 16- Barras usadas na experiência de condução	55
Figura 17- Gráfico demonstrativo votações TC19 a TC23	55
Figura 18- alunos realizando experiência e breve exposição	56
Figura 19- Gráfico demonstrativo votações TC26 a TC30	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Dados do ganho Hake	59
Tabela 2- Ganho Normalizado por aluno	60

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE CALOR E TEMPERATURA	31
QUADRO 2- PLANEJAMENTO DAS AULAS	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. ESTUDOS ANTERIORES	20
2.1 Just-in-Time Teaching ou Ensino Sob Medida	20
2.2 Peer Instruction ou Instrução pelos Colegas	22
2.3 Combinação dos métodos Ensino sob Medida e Instrução pelos Colegas	26
3. REFERENCIAL TEÓRICO	30
3.1 Concepções alternativas sobre calor e temperatura	31
3.2 A teoria histórico-cultural de Vygotsky	33
4. METODOLOGIA	36
4.1 Escola de aplicação	36
4.2 Aplicação da proposta	36
4.3 Material utilizado	38
4.3.1 Tarefas de Leitura (TL)	39
4.3.2 Testes Conceituais (TC)	39
4.3.3 Listas de problemas numéricos	40
4.3.4 Questionário de avaliação	41
4.4 Instrumento de Coleta de Dados – O Aplicativo Plickers	41
5. RELATO DAS AULAS	45
5.1 Primeira aula	45
5.2 Segunda aula	45
5.3 Terceira aula	47
5.4 Quarta aula	49
5.5 Quinta aula	50
5.6 Sexta aula	52
5.7 Sétima aula	54
5.8 Oitava aula	56
5.9 Nona aula	57
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	58
6.1 Resultados dos testes conceituais	58
6.2 Resultado das Tarefas de Leitura	58
6.3 Resultado Comparativo dos Pré-testes e Pós-testes	59

6.4 Opinião dos alunos	61
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	64
8. REFERÊNCIAS	65
Anexo A: Tarefas de Leitura	68
Anexo B: Testes Conceituais	79
Anexo C: Problemas Numéricos	87
Anexo D: Questionário de Avaliação	89
Anexo E: Inventário sobre concepções de calor e temperatura	90
Apêndice A: Produto Educacional	95

1. INTRODUÇÃO

É comum encontrarmos alunos considerando a Física uma das disciplinas mais difíceis de aprender e por isso apresentam certa aversão a mesma. A maioria não consegue contextualizar e aplicar os conceitos físicos estudados para interpretar e descrever os fenômenos observados no seu cotidiano. Um dos fatores que contribui para este cenário é, em geral, um ensino de Física descontextualizado da sua vida real dando maior ênfase ao formalismo matemático e priorizando a resolução de problemas numéricos, sem uma conexão com a parte conceitual. Há evidências no contexto educacional que:

Hoje, a Matemática está alojada de forma definitiva no seio da Física. Nos livros e artigos, vê-se que a Matemática recheia o discurso físico por meio de funções, equações, gráficos, vetores, tensores, inequações e geometrias diversas, entre outros (PIETROCOLA, 2010, P.79).

Nesse cenário, devido à importância da Matemática na organização das teorias e princípios físicos, alguns autores veem a sua adequação como um critério de racionalidade e não apenas de empirismo ou convencionalismo (SIMON, 2005). O Ensino de Física apenas matematizado, de forma abstrata vem sendo uma das causas da aversão a disciplina.

Os desafios educacionais para o enfrentamento deste cenário são variados, escolas sem estrutura adequada, turmas lotadas, a falta de laboratórios para aulas práticas, excessiva carga horária dos professores, ou seja, uma realidade que todos nós já conhecemos (Rezende, Ostermann, 2015). Mas será que esses são os únicos problemas? Nós, professores, avaliamos os conhecimentos que os alunos adquirem ao longo do ano, mas não avaliamos os nossos métodos de ensino, não questionamos sobre o que e como estamos ensinando.

É importante nos questionarmos quanto a nossa prática dentro da sala de aula, o quanto ela está contribuindo para a mudança dessa realidade no processo de ensino e aprendizagem. Não podemos obter resultados diferentes agindo da mesma forma. É necessário mudar, e foi com este objetivo que ingressei no mestrado profissional, modificar minha prática pedagógica com intuito de contribuir para melhorar o ensino de Física dentro da minha comunidade escolar e mudar esta realidade, em outros espaços educacionais.

As pesquisas no ensino de Física têm demonstrado que o modelo tradicional de aulas, exclusivamente expositivas, centrada na pessoa do professor onde o único

papel do aluno é ouvir e memorizar conteúdos e equações mecanicamente, sem significados, que logo serão esquecidos pelos estudantes, pouco contribui para mudar esta realidade, tampouco colabora para uma aprendizagem mais significativa dos conceitos físicos que possibilite ao aluno uma mudança conceitual de suas concepções prévias.

Freire (1987) denomina este modelo de educação como educação bancária. Nesse modelo o aluno é considerado como uma caixa vazia onde o professor deposita a informação e espera que o aluno armazene e a utilize quando necessário. Dessa forma não acontece aprendizagem quando se exige apenas memorização é necessário que o aluno interaja de forma crítica e reflexiva com o conteúdo (Freire, 1997).

Buscamos um ensino que ajude na formação de um aluno crítico, com autonomia e reflexivo, mas para isso é preciso que o professor planeje atividades que o aluno exercite habilidades, como interpretar, analisar e relacionar com os conteúdos estudados, então buscar engajar o aluno no seu processo de ensino aprendizagem, de modo mais ativo e assim contribuir para mudança de sua postura passiva.

As metodologias ativas de aprendizagem tem se mostrado um caminho frutífero no intuito de modificar este papel passivo do aluno, tornando o mais ativo no seu processo de ensino e aprendizagem, mudando a configuração da sala de aula e colocando o aluno no lugar central das discussões, fazendo o participar cognitivamente da construção do conhecimento

O *Peer Instruction*, traduzido como instrução por pares ou instrução pelos colegas (IpC), é um exemplo de metodologia ativa de aprendizagem, que busca motivar e engajar os alunos no seu processo de ensino e aprendizagem tornando-o mais participativo durante as aulas.

O método é centrado na aprendizagem conceitual. A vivência em sala de aula tem demonstrado o quanto o ensino de Física descontextualizado tem dificultado a aprendizagem conceitual de forma mais reflexiva, portanto, esta pesquisa fundamentada na leitura de Manzur (2015) et all, busca responder o seguinte questionamento: **Em que termos o uso da INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (PEER INSTRUCTION), pode propiciar uma aprendizagem conceitual de Termologia mais reflexiva e crítica?**

Tal questionamento considera que “os objetivos básicos do Peer Instruction são: explorar a interação entre os estudantes durante as aulas expositivas e focar a atenção dos estudantes nos conceitos que servem de fundamento” (MANZUR, 2015, p. 10). Aplicando tal estratégia deve-se criar um ambiente colaborativo, onde a aprendizagem ocorre a partir das interações professor/aluno e, ou aluno/aluno.

Esta pesquisa apresenta uma proposta para o ensino de Termologia, com alunos do ensino médio, utilizando atividades interativas de ensino. O objetivo Geral da pesquisa é: **Aplicar a metodologia INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS (PEER INSTRUCTION) na aprendizagem conceitual de Termologia buscando uma aprendizagem mais reflexiva e crítica.** Buscando propiciar uma aprendizagem significativa e interativa, considerando os alunos como protagonistas da sua própria aprendizagem, a pesquisa desmembra o objetivo geral nos seguintes objetivos específicos:

- a) Aplicar a proposta metodológica de Ensino sob Medida (EsM) associada a Instrução por Colegas (IpC) na construção dos conceitos de Temperatura, Calor, Equilíbrio Térmico, Calor Sensível e Transferência de Calor.
- b) Propiciar um contexto de aprendizagem colaborativa com a participação ativa dos alunos na construção dos conceitos de Termologia,
- c) Elaborar uma Sequência Didática para a aplicação do Método Ensino sob Medida (EsM) associado a Instrução pelos Colegas (IpC) no Ensino Conceitual de Termologia na Educação Básica.

A proposta será aplicada em turmas do segundo ano do ensino médio de uma escola pública, A metodologia Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) será aplicada com os fundamentos teóricos de Eric Mazur. O método consiste em uma breve exposição dos conceitos físicos seguida de testes conceituais para verificação da aprendizagem, considerando que:

O grande potencial do IpC, sob uma óptica vygotskyana, estaria na promoção de interações sociais qualificadas entre quem compartilha os significados socialmente aceitos pela comunidade científica, o professor, e os alunos, e deles entre si. (ARAUJO, MAZUR, 2013, p. 373).

Nessa perspectiva, consideramos que, em uma aula expositiva mesmo que o professor faça perguntas para estimular a participação dos alunos poucos acabam interagindo. O método IpC estimula toda a sala participar da discussão.

A aplicação IpC prevê um estudo prévio dos alunos sobre os assuntos a serem tratados na aula, por isso é muito comum associá-lo a outro método ativo, o

Just-in-Time Teaching, traduzido na literatura como Ensino sob Medida (EsM), a utilização dos dois métodos combinados tem se mostrado eficiente na aprendizagem conceitual dos estudantes (Crouch; Manzur, 2001; Lasry; Manzur; Watkins, 2008; Oliveira, Veit, Araujo, 2015).

No EsM, o professor indica previamente o material a ser estudado para aquela aula, o aluno, após a leitura, responde duas ou três perguntas conceituais que irão abordar o seu entendimento sobre o assunto e suas possíveis dúvidas. Assim o professor, antecipadamente, tem conhecimento das dificuldades dos alunos.

“O EsM operacionaliza o levantamento de dúvidas e dificuldades dos alunos permitindo que o professor possa de fato levar em conta o conhecimento prévio deles na organização do ensino” (ARAUJO, MANZUR 2013, p. 373)

Desta forma o professor poderá organizar suas exposições orais e selecionar os testes conceituais centrado naquilo em que o aluno não aprendeu durante a sua leitura prévia, ou nos pontos de maior dificuldade.

No IpC, após uma breve exposição sobre o assunto, focando nos conceitos de que os alunos mais tiveram dificuldade de entendimento, o professor lança um teste conceitual, de múltipla escolha, os alunos registram suas respostas, após um tempo estipulado pelo professor para reflexão, que pode ser de um a dois minutos. Se o percentual de acertos for igual ou superior a 70 %, o professor passa para o próximo tópico, repetindo a metodologia, se o índice de acertos for entre 30 % a 70 %, o professor propõe que os estudantes formem pequenos grupos para discutirem sobre suas respostas, reforçando seus argumentos com objetivo de convencer o colega que a sua resposta é a correta. Se o índice de acertos for de até 30 %, o professor deve retornar o assunto explicando novamente o conceito de uma forma diferente e lançar outro teste conceitual. A utilização dessa metodologia favorece a autonomia do educando. Estimulam tomadas de decisões individuais e coletivas, atitudes essenciais da prática social.

A estrutura desta dissertação passa a abordar no capítulo 2 trabalhos relacionados aos temas Ensino sob Medida e Instrução pelos Colegas que serviram de embasamento para o desenvolvimento deste trabalho. No capítulo 3 é apresentada a teoria histórico-cultural de Vygotsky e um estudo das concepções prévias sobre calor e temperatura que nortearam o desenvolvimento deste trabalho. A seguir, no capítulo 4, apresentamos o material elaborado para aplicação da proposta, os relatos das aulas, o contexto da aplicação e os instrumentos para

aplicação da proposta, o inventário de avaliação e o aplicativo de coleta de dados Plickers. A discussão dos resultados dos testes conceituais e dos pré e pós-testes encontra-se no capítulo 5. No capítulo 6 são feitas as considerações finais.

2. ESTUDOS ANTERIORES

O jovem vive em um mundo cada vez mais interativo e tecnológico, mas seu ambiente escolar não utiliza ferramentas tecnológicas e tampouco proporciona a interatividade. Mas nas últimas décadas ocorreu uma ampla produção e divulgação de trabalhos que apresentam experiências de novas práticas pedagógicas que exploram o uso de novos recursos didáticos que buscam auxiliar o professor em uma nova forma de ensinar. Em sua grande maioria essas novas práticas pedagógicas baseiam-se em uma visão construtivista e interacionista da educação. Dentre essas metodologias abordaremos neste capítulo o Ensino sob Medida (EsM) e Instrução pelos Colegas (IpC)

2.1 Just-in-Time Teaching ou Ensino sob Medida (EsM)

O Just-in-Time Teaching, traduzido na literatura como Ensino sob medida (EsM), é um método desenvolvido pelo professor Gregor M. Novak, juntamente com Evelyn T. Patterson, Andrew D. Gavrin e Wolfgang Christian na década de 1990 (Oliveira, 2012). O Ensino sob Medida é uma estratégia de ensino que utiliza a tecnologia e a Web para melhorar as atitudes e o desempenho dos alunos (Gavrin, 2006).

O Just-in-time incentiva os alunos a se prepararem previamente para as aulas promovendo uma aprendizagem ativa. Ajuda os professores a identificar os pontos fortes e fracos de seus alunos, também incentiva a escrita como parte integrante da aprendizagem. (Gavrin, 2006, p. 09-tradução).

Para muitos professores o ambiente de sala de aula ideal é aquele em que os alunos estão todos quietos prestando atenção no que o professor fala, mas segundo Meyers e Jones, (1993) para que o aluno tenha uma aprendizagem efetiva, ele deve fazer algo mais do que só ouvir (apud BARBOSA, MOURA, 2013, p. 55). Para uma aprendizagem ativa é preciso que o aluno seja mais do que um mero espectador, é preciso que ele se envolva ativamente no processo.

Assim, aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor. Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo

de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento (BARBOSA, MOURA, 2013, p.55).

Nesta proposta vamos encontrar Oliveira, Veit e Araújo (2013) aplicaram o EsM, em Escola Pública do Rio Grande do Sul em duas turmas, uma com 30 alunos e outra com 15 alunos. Os autores constataram um aumento no tempo de estudo semanal dos alunos, criando um hábito de estudo frequente assim como o nível de confiança dos alunos na realização dos testes conceituais.

Garvin (2006) aplicou a metodologia em um curso introdutório de Física na IUPUI (Indiana University Purdue University Indianapolis) o uso da metodologia resultou em uma diminuição de 40% no número de evasão do curso, também mostrou melhorar os hábitos de estudo dos alunos assim como o ganho cognitivo dos alunos mensurados através de testes.

No EsM o professor utiliza a internet para indicar aos alunos material de estudo (ex: Textos, vídeos, simulações, etc) para que o aluno se prepare previamente para a aula realizando tarefas de leituras (TL), também chamadas de tarefas de aquecimento (WarmUp), consultando o material indicado pelo professor, (Oliveira, Veit, Araujo, 2015, Araújo, Manzur, 2013). As tarefas de leitura devem conter questões conceituais que não sejam respondidas com uma simples transcrição do material, mas que possibilite ao aluno uma reflexão mais crítica sobre o mesmo.

O objetivo dessa etapa é desenvolver autonomia e o hábito do aluno de estudar antes da aula. A comunicação entre professor e aluno nessa fase se dá basicamente por meio eletrônico (via e-mail ou postagens em plataformas digitais, como Moodle). A dificuldade do acesso à internet não é uma barreira para o uso do EsM, o professor pode adaptá-lo conforme sua realidade, como entregar o material impresso para seus alunos (Santos, 2016). Na realização do nosso trabalho utilizamos o material impresso, pois alguns alunos relataram não ter acesso à internet, eles teriam que se deslocar de suas casas e pagar pelo acesso em algum cyber.

As respostas das tarefas de leituras é um excelente feedback para o professor, assim ele pode ajustar suas estratégias em sala de aula às necessidades dos alunos, procurando a melhor maneira de sanar as dificuldades manifestadas por eles (Oliveira, 2012). No método tradicional centramos nossa atenção no conteúdo a ser ministrado, o professor já possui um roteiro pré-determinado e estruturado,

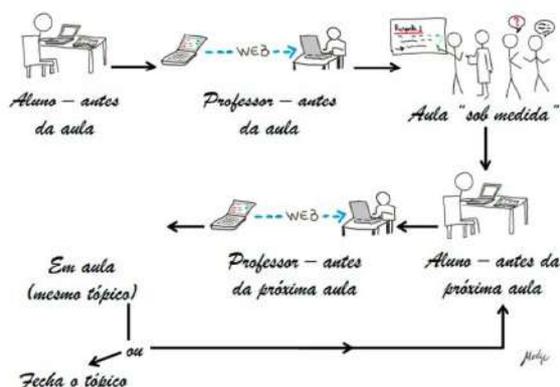
com os conteúdos e atividades que irá desenvolver e ele faz da mesma maneira em todas as turmas.

Com a aplicação do EsM colocamos as dúvidas dos alunos como ponto de partida para estruturarmos a aula, buscando a melhor abordagem para sanar suas dificuldades, reforçando aquilo que ficou mais obscuro para o aluno e suprimindo os conceitos que foram compreendidos facilmente, portanto o professor terá que adaptar suas aulas às necessidades de cada turma (Araújo, Manzur, 2013). Isso vai exigir que o professor invista mais tempo no seu planejamento, pois cada turma pode apresentar diferentes demandas.

As tarefas de leituras além de incentivar o engajamento do aluno e auxiliar o professor no mapeamento das dificuldades encontradas pelos estudantes, pode ser também um valioso instrumento para detectar as concepções alternativas dos alunos a cerca de determinado conceito. A aprendizagem dos alunos é mais efetiva quando se leva em consideração o seu conhecimento prévio (MOREIRA, 2015).

Sabe-se que a aprendizagem significativa caracteriza-se pela interação entre o novo conhecimento é o conhecimento prévio [...].Sabe-se que o conhecimento prévio é, isoladamente, a variável que mais influencia a aprendizagem. (MOREIRA, 2015, P. 225)

Fig. 1 – Etapas do Ensino sob Medida



Fonte: Madge Bianchi dos Santos (2016)

2.2 Peer Instruction ou Instrução pelos Colegas (IpC)

O método Peer Instruction (traduzido na literatura por Instrução pelos Colegas) foi elaborado pelo professor Eric Mazur, da universidade de Harvard (EUA), na década de 1990, e tem se mostrado uma alternativa viável as aulas

tradicionais, onde o professor ocupa o papel central na exposição de idéias e conceitos, os alunos apenas assistem passivos às explicações do professor, mesmo apresentando dúvidas, poucos têm a iniciativa de se manifestarem durante a aula.

Métodos ativos de aprendizagem tem se mostrado essenciais na modificação da configuração tradicional da sala de aula, buscando maior engajamento dos alunos antes e durante as aulas, tornando o um agente ativo no seu processo de ensino e aprendizagem, incentivando um maior envolvimento cognitivo do aluno no exercício de habilidades, como reflexão, interpretação, síntese e comunicação permitindo uma maior reflexão crítica, levando o aluno ser construtor do seu conhecimento e possibilitando uma aprendizagem significativa. Moreira (2015, p. 219) considera que a “Aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz”.

Dentre as metodologias ativas, o Peer Instruction tem alcançado resultados relevantes na aprendizagem e no engajamento dos alunos (Müller 2017)

Apesar do IpC ter sido elaborado na década de 90, ele é pouco difundido principalmente no ensino médio, poucas instituições de ensino utilizam a metodologia. No Brasil, o método tem se tornado conhecido através dos trabalhos e dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF.

O IpC é um método de ensino centrado da aprendizagem dos conceitos fundamentais dos assuntos abordados e na interação dos alunos, envolvendo-os em discussões durante as aulas (Araujo, Manzur, 2013). Propiciando uma maior interação e colaboração na aprendizagem entre os mesmos.

Ao contrário da prática comum de fazer perguntas informais durante uma palestra tradicional, que tipicamente envolve apenas alguns alunos, o Peer Instruction incorpora um processo de questionamento mais estruturado que envolve todos os alunos da turma (CROUCH, et al, 2007, p. 5-Tradução).

Ou seja, o método aperfeiçoa o tempo em sala, resolvendo problemas recorrentes nos métodos tradicionais, como, por exemplo, o fato do professor gastar muito tempo em exposições, o que fatalmente leva a dispersão dos alunos, pois não conseguimos prender sua atenção por muito tempo, O IpC torna as aulas mais interativas, fazendo o aluno participar das discussões, mudando sua postura passiva durante a aula. Reservamos pouco tempo para questionamentos para que os alunos possam sanar suas dúvidas. Os alunos que não compreenderam os conceitos e têm

dificuldade de se manifestarem, permanecem com suas dúvidas, com o método o aluno aprende com a ajuda dos colegas e, para muitos, é mais fácil expressar suas dificuldades para os amigos do que para o professor. Outra vantagem da aplicação do IpC para o professor, é o feedback da aprendizagem do aluno durante a aula, observando aqueles que apresentam mais dificuldades, através do rendimento nos teste conceituais. O professor pode acompanhar a evolução do aluno durante a aplicação dos testes.

Em uma metodologia tradicional, em que o professor explica toda a matéria e só no final do semestre ou bimestre é que ele aplica uma avaliação dos conhecimentos adquiridos pelo aluno, é que ele vai perceber as dificuldades e as lacunas que os estudantes apresentam, assim, o IpC permite ao professor intervir e sanar dúvidas no momento da aula, permitindo que o aluno obtenha maior êxito nos testes finais.

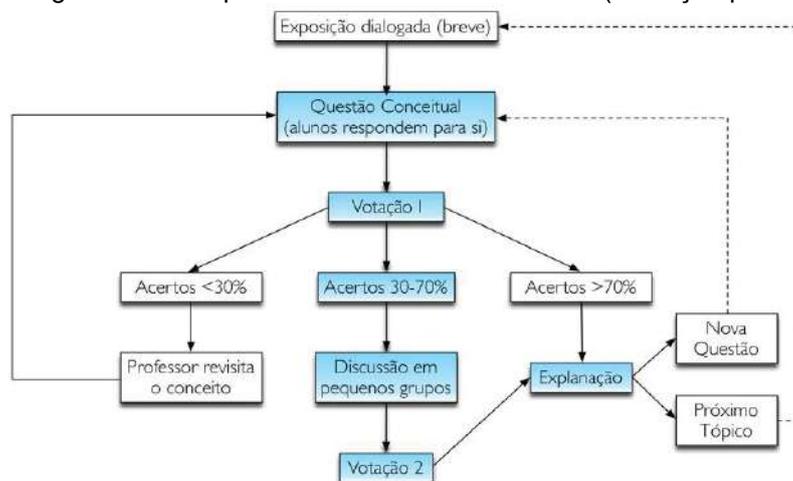
Para aplicação do IpC é necessário que o aluno faça uma leitura prévia dos conteúdos que serão abordados na aula e para assegurar que esta etapa seja cumprida, é comum associá-lo a outro método, Ensino sob Medida (EsM), a combinação dos dois métodos tem mostrado relevantes resultados na aprendizagem dos alunos (Crouch, et al., 2001, Araujo, Manzur, 2013, Manzur, 2015, Oliveira, Veit, Araujo, 2015).

As tarefas de leitura têm objetivo de mapear as principais dificuldades que os alunos encontraram ao ler o material, elas servem de subsídio para o professor preparar suas exposições e selecionar os seus testes conceituais. Para Mazur (2015) a qualidade dos testes é essencial para o sucesso do IpC, eles devem:

- focar em um único conceito,
- dispensar equações para serem resolvidos,
- conter respostas de múltipla escolha,
- conter uma linguagem clara e objetiva,
- possuir o grau de dificuldade adequado,

A Figura 2 demonstra o esquema de aplicação do método Instrução pelos Colegas (IpC).

Figura 2: Diagrama das etapas do método Peer Instruction (Instrução pelos Colegas).



Fonte: Araújo, Manzur, 2013, p. 2013.

A aula com o IpC inicia-se com o professor fazendo uma exposição dialogada por 10 ou 15 minutos, em seguida ele propõe uma questão conceitual, de múltipla escolha, com objetivo de estimular a reflexão do aluno a cerca do conceito estudado, o professor deve ler com os alunos a questão para que não fique dúvidas sobre o comando da questão.

Os alunos, individualmente, votam na alternativa que julgam correta, o professor registra as respostas. Se o índice de acertos for acima de 70 %, o professor revela a alternativa correta e faz uma breve explicação e passa para o próximo tópico, repetindo a sequência. Agora se o percentual for entre 30% e 70 %, o professor solicita que os alunos formem pequenos grupos e discutam sobre suas escolhas, utilizando argumentos para convencer seus colegas de sua resposta, “Cria-se com isso, entre os alunos, um ambiente de amplo debate e discussões a respeito dos conceitos físicos presentes na questão analisada.” (OLIVEIRA, VEIT e ARAÚJO, 2015, p.183).

Pesquisas demonstram que os alunos que acertaram a questão conduzem os alunos que erraram à resposta correta. O professor deve dispor de 3 a 5 minutos para esta etapa da discussão. Após o debate os alunos votam novamente, pode-se usar a mesma questão ou um novo teste que aborde o mesmo conceito. Se o índice de acertos for inferior a 30 %, o professor deve explicar novamente de uma forma diferente e iniciar novamente a sequência.

2.3 Combinação dos métodos Ensino sob Medida e Instrução pelos Colegas

A aplicação do IpC desde do início exigia que o aluno tomasse contato com o conteúdo da aula previamente, por isso professor Mazur indicava seções do livro ou notas de aulas para que os alunos estudassem antes dos encontros presenciais. Para garantir que os alunos lessem o material antes da aula, ele aplicava um quizzes, testes conceituais, depois essas tarefas de leitura foram substituídas pelo Ensino sob Medida (MÜLLER, 2017).

Portanto um ponto chave é conseguir que os estudantes façam parte do trabalho antes da aula expositiva. Para assegurar que façam suas tarefas de leitura antes da aula, implementei o Just-in-time teaching, uma técnica muito efetiva que complementa o Peer Instruction [...] (MAZUR, 2015, p. 24)

Se os alunos estudam previamente, os assuntos poderão contribuir melhor nas discussões, usarão argumentos mais consistentes, e desta forma, o debate ganha em qualidade. Trabalhos recentes demonstram que a combinação dos dois métodos é eficaz na aprendizagem dos alunos e potencializa o uso do IpC (Müller, 2013; Oliveira; Veit; ARAÚJO, 2015).

Oliveira (2012) aplicou os métodos combinados em uma escola pública do Rio Grande do Sul em uma turma do Curso Técnico Integrado em Química com trinta alunos. A aplicação ocorreu em doze encontros. O autor analisou o ganho de aprendizagem e a receptividade dos alunos em relação aos métodos obtendo resultados positivos para ambos os critérios.

Santos (2016) agregou os métodos IpC e EsM a uma sequência de ensino abordando Tópicos de Ondulatória em duas turmas de segundo ano do ensino médio de uma escola da rede privada de Santa Catarina, a aplicação ocorreu em nove aulas utilizando o aplicativo Plickers como sistema de votação. Os resultados mostraram que ocorreu aprendizagem e uma boa receptividade dos alunos à nova metodologia.

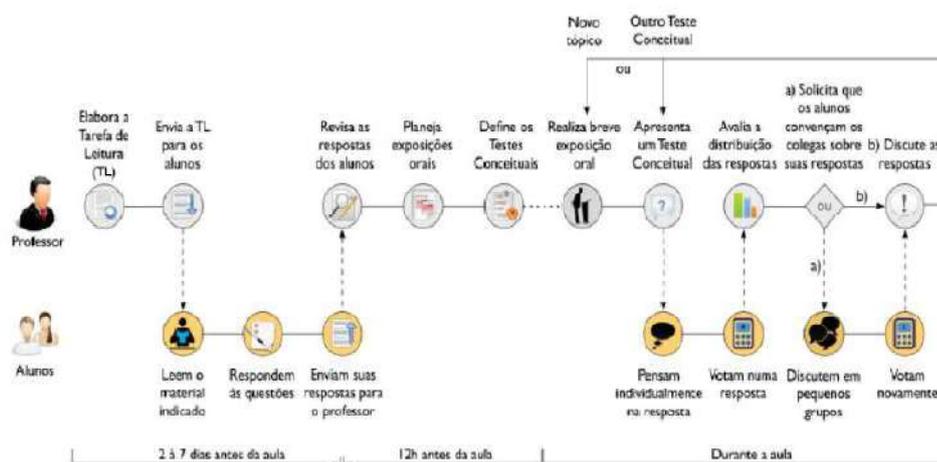
Diniz (2015) utilizou o IpC em uma turma de primeiro ano do ensino médio, com 28 alunos, para o ensino de tópicos de Mecânica. Diniz comparou os resultados obtidos no teste FCI (Force Concept Inventory), questionário com 30 questões de múltipla escolha, aplicado como pré e pós teste. As turmas onde o IpC foi aplicado mostraram um ganho Hake de 0,10 enquanto as turmas de controle o

¹ teste de múltipla escolha que avalia a compreensão dos alunos sobre os conceitos fundamentais da mecânica newtoniana. (MAZUR, 2015)

índice foi de 0,02 e 0,03 demonstrando a eficiência do método em relação ao método tradicional.

A aplicação do EsM juntamente com o IpC possibilita ao professor conhecer as concepções prévias dos alunos, direcionando o seu planejamento para as exposições orais e a escolha dos testes conceituais (Araújo, Mazur, 2013). Portanto o EsM desempenha duas funções dentro da estratégia de ensino. Primeiro faz o aluno interagir com o material de estudo previamente, assim ele se prepara para os debates em sala, em segundo, fornece ao professor o *feedback* possibilitando a ele identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Figura 3– Diagrama da combinação dos métodos EsM e IpC



Fonte: Araújo e Mazur, 2013, p. 374

Araújo e Mazur (2013) propõem a seguinte estrutura para combinação dos métodos:

1º momento: o professor elabora a tarefa de Leitura (TL) e em seguida envia aos alunos.

2º momento: os alunos lêem o material indicado pelo professor e respondem as tarefas de leitura e enviam as respostas para o professor.

3º momento: o professor analisa as respostas das TL e prepara sua exposição oral e escolhe os testes conceituais.

4º momento: No encontro presencial (durante a aula) o professor faz uma breve exposição sobre um tópico (5 a 15 minutos).

5º momento: o professor lança um teste conceitual, é importante que o professor leia em voz alta o enunciado para que os alunos não tenham dúvida sobre o comando.

6º momento: os alunos, individualmente, analisam a questão e escolhem a alternativa que julgam correta (1 a 2 minutos).

7º momento: o professor registra as respostas dos alunos. Para o registro das respostas pode ser usado vários recursos. Os alunos podem simplesmente levantar as mãos. Esse método é mais demorado para que o professor registre as respostas e também permite que os alunos vejam como seus colegas votam e o aluno que não esteja seguro de sua resposta pode ser influenciado a votar na mesma alternativa do aluno que ele julga saber mais.

Outro recurso bastante usado são os cartões ou flashcards (Oliveira, 2012, Santos, 2016). Pode-se usar também dispositivos eletrônicos de rádio frequência que se comunicam com o computador do professor, chamados clikers. O método de votação não interfere significativamente no ganho cognitivo dos alunos (Lasry, 2008). Recentemente o aplicativo Plickers foi criado como ferramenta para fazer a leitura ótica de cartões codificados.



(a)

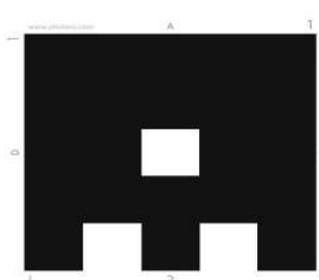


(b)

Figura 4: (a) exemplo de um cartão resposta (flashcard), (b) votação utilizando flashcard – fonte: Oliveira, 2012.



(a)



(b)

Figura 5: (a) receptores sem fio clikers - Fonte: <http://www.flickr.com/photos/unav/>; (b) cartões codificados do aplicativo Plickers - Fonte: <https://www.plickers.com/cards>.



Figura 6 : votação usando o aplicativo Plickers - Fonte: Autora

Ainda nessa etapa o professor analisa os índices de acertos e se o percentual for menor que 30 %, o professor retorna ao 4 ° momento e revisita o tópico, usando uma abordagem diferente e logo em seguida ele lança um teste conceitual (5° momento), podendo repetir a questão ou optar por outro teste que aborde o mesmo conceito. Se o índice de acertos for entre 30% e 70% o professor segue para o 8° momento e se o percentual de respostas corretas for 70% ou mais, ele segue para 11° momento.

8° momento: sem revelar a alternativa correta o professor solicita que os alunos formem pequenos grupos (de 2 a 4 alunos) para discutirem sobre suas respostas, tentando convencer seus pares. É importante que os amigos escolham colegas que votaram em alternativas diferentes.

9° momento: os alunos, após a discussão, votam novamente.

10° momento: o professor registra novamente as respostas.

11° momento: o professor revela a alternativa correta e faz uma breve exposição. Analisando cada item das alternativas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo abordaremos a Teoria de aprendizagem histórico-cultural de Vygotsky, que orientou o desenvolvimento deste trabalho e um estudo sobre as concepções prévias sobre os conceitos de calor e temperatura.

3.1 Concepções alternativas sobre calor e temperatura

Ao longo de décadas vários trabalhos em pesquisa no ensino de Física tem buscado identificar as concepções prévias dos alunos e como elas interferem na sua aprendizagem. Estas idéias prévias são construídas a partir do senso comum, baseadas na interação do indivíduo com os fenômenos que ele observa e vivencia no seu cotidiano. “Estas concepções continuam sendo uma das importantes causas das dificuldades apresentadas pelos alunos na aquisição do conhecimento científico” (KÖHNLEM, PEDUZZI, 2002).

Segundo Mortimer (2006), o aluno aprende a partir do que ele já sabe, então identificar suas idéias prévias é fundamental para sua aprendizagem. Então se o objetivo é que os alunos abandonem ou modifiquem suas concepções alternativas, o professor deve pensar em estratégias que possibilitem o aluno refletir criticamente sobre elas, ou seja, o professor deve confrontá-las. Criar um ambiente de ensino colaborativo em que o aluno atue ativamente é essencial para conseguir esse objetivo, pois o ensino tradicional tem se mostrado pouco eficiente nesse propósito.

É ledo engano pensar que longas exposições sobre os conceitos cientificamente corretos e exaustivas resoluções de problemas farão os alunos substituir suas concepções alternativas pelas cientificamente corretas. De acordo com Villani:

[...] não é produtivo ignorar a bagagem cultural do aluno e todo o conjunto de noções espontâneas que ele carrega ao se deparar com o ensino formal na escola. Se não cuidar adequadamente da Física espontânea dos alunos sobrarão duas estruturas superpostas, entre as quais os alunos escolherão uma dependendo do contexto; em geral quando o problema envolver muitos elementos formais usarão a aprendizagem formal; quando o problema envolver elementos do dia-a-dia e com características bem figurativas ou capazes de estimular a percepção, usarão o esquema espontâneo. (VILLANI et. al., 1982, p. 125-150).

Tratando especificamente das concepções de calor e temperatura, dois pesquisadores Australianos Shelley Yeo e Marjan Zadnik, da Universidade de Curtin, desenvolveram uma inventário com 26 questões, de múltipla escolha, para avaliar as concepções e crenças dos alunos sobre os conceitos térmicos (Yeo, Zadnick, 2001, Louzada, 2012).

O instrumento foi aplicado a 478 estudantes australianos, em quatro anos consecutivos, com faixa etária de 15 a 18, em nove instituições diferentes. Com base nos resultados, os autores classificaram as concepções dos alunos em quatro eixos: (A) calor, (B) temperatura, (C) transferência de calor e mudança de temperatura, (D) propriedade térmicas dos materiais (Louzada, 2012). As questões do inventário retratam situações do dia-a-dia e apresenta em suas alternativas concepções alternativas dos estudantes, encontradas na literatura. A tabela abaixo apresenta as concepções prévias mais comuns relacionadas aos eixos (A), (B), (C), e (D).

Quadro 1 – concepções dos alunos relacionadas as questões do inventário

Concepções alternativas	Números de perguntas
A: concepções de calor dos alunos	
Calor é uma substância.	10, 22
Calor não é energia.	22
Calor e frio são diferentes.	10, 13, 18, 23, 24
Calor e temperatura são a mesma coisa.	15, 18
O calor é proporcional à temperatura.	7, 11 e 15
O calor não é um conceito mensurável.	7
B: Concepções de temperatura dos estudantes	
Temperatura é a "intensidade" do calor.	15
A pele ou o toque podem determinar a temperatura	16
Percepções de quente e frio não estão relacionadas à transferência de energia.	10, 18, 21, 22
Quando a temperatura de ebulição permanece constante, algo está "errado".	5
O ponto de ebulição é a temperatura máxima que uma substância pode atingir.	19
Um corpo frio não contém calor.	7, 10, 11, 22, 26
A temperatura de um objeto depende do seu tamanho.	1, 9, 14
Não há limite para a temperatura mais baixa.	25
C: Concepções dos estudantes sobre transferência de calor e mudança de temperatura.	
O aquecimento sempre resulta em um aumento na temperatura.	3, 4, 5
O calor só se desloca para cima.	20
O calor aumenta.	20

Calor e fluxo frio como líquidos.	10, 13
A temperatura pode ser transferida	7, 13
Objetos de diferentes temperaturas que estão em contato um com o outro, ou em contato com o ar a diferentes temperaturas, não necessariamente atingiram para a mesma temperatura. (Equilíbrio térmico não é um conceito).	1, 2, 3, 6, 9, 10, 17, 24
Objetos quentes naturalmente resfriam, objetos frios naturalmente aquecem	3, 13
O calor flui mais lentamente pelos condutores, fazendo com que pareçam quentes.	25
A teoria cinética não explica realmente a transferência de calor. (Explicações são recitadas, mas não acreditadas).	18, 20, 21
D: Concepções de estudantes sobre “propriedades térmicas” de materiais.	
Temperatura é uma propriedade de um determinado material ou objeto.	9, 14, 16, 24
O metal tem a capacidade de atrair, reter, intensificar ou absorver calor e frio.	9, 14, 16, 20
Objetos que se aquecem rapidamente não se tornam facilmente frios.	25
Materiais diferentes contêm a mesma quantidade de calor.	11
O ponto de ebulição da água é sempre 100 ° C.	4, 8, 19
O gelo está a 0 ° C e/ou não pode mudar a temperatura.	1
A água não pode estar a 0 ° C. (a água é sempre líquida).	2, 11
O vapor é superior a 100 ° C.	6, 19
Materiais como lã têm a capacidade de aquecer as coisas.	17, 23
Alguns materiais são difíceis de aquecer: são mais resistentes ao aquecimento.	26
Bolhas significa fervura.	
As bolhas em água fervente contêm “ar”, “oxigênio” ou “nada”.	12

Fonte: Louzada, 2012, p. 43

O inventário criado pelos pesquisadores pode ser utilizado com o objetivo de fazer um levantamento das concepções prévias dos alunos para orientar as estratégias de ensino do professor e também como instrumento de avaliação para medir o ganho cognitivo, servindo com pré-teste e pós-teste (Louzada, 2012). Em nosso trabalho ele foi utilizado na segunda opção, para avaliarmos a eficácia das metodologias, Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida, na mudança das concepções prévias dos alunos.

3.2 A teoria histórico-cultural de Vygotsky

A teoria histórico-cultural desenvolvida por Lev Vygotsky defende que o indivíduo é um ser social e sua aprendizagem se dá através das interações sociais. Segundo Moreira (2015), o desenvolvimento cognitivo decorre do contexto social e cultural que a criança está inserida. Em casa ou no ambiente escolar, o seu desenvolvimento cognitivo acontece através da interação com indivíduos mais experientes, a criança observa e interage, criando sua própria idéia e internalizando isso. Assim, uma criança nunca saberá para que serve um copo se um adulto não ensinar para que serve, a simples interação dela com o objeto não garante a aprendizagem. É preciso que ela seja ensinada a usar o copo ou veja alguém usando, dessa forma ela passa reproduzir o ato e internalizar essa ação.

Então é através da mediação que ocorre a conversão das relações sociais em processos mentais superiores (linguagem, pensamento e comportamento) (Moreira,2015). “Mediação em termos genéricos é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento” (OLIVEIRA, 2002, p. 26).

A mediação é o principal aporte da teoria do construtivismo de Vygotsky. Segundo Moreira (2015), a mediação ocorre quando os indivíduos compartilham instrumentos e signos.

Um instrumento é algo que pode ser usado para fazer alguma coisa; um signo é algo que significa alguma outra coisa. Existem três tipos de signos: 1) indicadores: são aqueles que têm uma relação de causa e efeito com aquilo que significam (e. g., fumaça indica fogo, porque é causada por fogo); 2) icônicos: são imagens ou desenhos daquilo que significam; 3) simbólicos: são os que têm uma relação abstrata com o que significam, são signos linguísticos os números são signos matemáticos; a linguagem, falada e escrita, e a matemática são sistemas de signos. (MOREIRA, 2015, p. 109).

Todo conhecimento adquirido e acumulado pelo homem ao longo da sua história é transmitido para as gerações futuras através dos instrumentos e signos construídos pela sociedade.

O homem hoje não constrói casas como construía na idade média, o pássaro conhecido popularmente como João de Barro constrói sua casa como sempre fez, a habilidade que ele possui de construir sua casa não se modifica. O que queremos dizer com isso é que o homem aprende com a geração que convive e

no momento em que vive. Os instrumentos e os signos se modificam conforme a época e a cultura em que o indivíduo está inserido.

“A combinação do uso de instrumentos e signos é característica apenas do ser humano e permite o desenvolvimento de funções mentais ou processos psicológicos superiores” (MOREIRA, 2015, p.109).

Na teoria de Vygotsky o desenvolvimento da inteligência e da personalidade é resultado da aprendizagem. As características biológicas são importantes, mas não são suficientes para desenvolver aptidões e habilidades que o ser humano necessita para atuar sobre o seu meio, são as relações sociais que constituem a condição essencial para seu desenvolvimento. Assim a aprendizagem antecede o desenvolvimento do indivíduo (Carrara, 2004).

Vygotsky distingue dois níveis de desenvolvimento:

1- Zona de desenvolvimento real: refere-se às etapas já alcançadas pelo indivíduo, aquilo que ele já consegue realizar sem ajuda de ninguém, o que permite que ele solucione problemas de forma independente.

2- Zona de desenvolvimento potencial: é a capacidade que o indivíduo tem de realizar tarefas, desde que seja motivado ou ajudado por companheiros mais capazes e experientes.

A aprendizagem não é um ato solitário, é uma experiência social que ocorre na região que Vygostky chama de zona de desenvolvimento proximal (ZDP), que seria a distância existente entre aquilo que o sujeito já sabe e pode fazer sozinho, seu conhecimento real, e aquilo que o sujeito é capaz de realizar com ajuda de outra pessoa, seu conhecimento potencial (Moreira, 2015)

Segundo Rivière (1987, p. 96, apud MOREIRA, 2015, p. 114): “a aprendizagem se converte em condição para o desenvolvimento de funções mentais superiores, desde que se situe na zona de desenvolvimento proximal do sujeito, definida como a diferença entre o que ele é capaz de fazer por si só e o que ele pode fazer com ajuda de outros.”

Então, nessa perspectiva, é necessário que a sala de aula seja um ambiente colaborativo, o professor pode e deve estimular a participação ativa, a cooperação e a troca de idéias entre os alunos e assim, os que já conseguiram compreender os significados compartilhados durante a aula podem ajudar aqueles que ainda não conseguiram. Então o professor deve estimular trabalhos em grupo ou usar

metodologias que promovam a interação entre os alunos, para que eles compartilhem e expressem suas idéias.

IpC é uma metodologia para envolver os alunos durante as aulas através de testes conceituais, procurando envolver todos os alunos nas discussões. Ao debaterem sobre suas idéias os estudantes estão compartilhando significados, aqueles que estão mais adiantados podem ajudar os que ainda não compreenderam os conceitos.

Portanto, entendemos que a metodologia de Manzur está totalmente apoiada sobre a teoria de Vygostky, utilizando da mediação para promover a aprendizagem. No método IpC o professor e os alunos assumem o papel de mediadores da aprendizagem.

O ensino sob medida atuaria como uma metodologia que auxilia o professor a detectar os conhecimentos que fazem parte da zona de desenvolvimento real dos alunos, através das respostas às tarefas de leitura, ou seja, identificar aquilo que ele já sabe. Dessa forma o professor pode organizar os alunos em grupos, alternando aqueles que estão mais adiantados com os que estão mais atrasados para que ocorra a colaboração entre eles.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo descrevemos o contexto da aplicação da proposta, assim como uma descrição das aulas e dos materiais utilizados e necessários para aplicação do IpC

4.1 Escola de aplicação

A aplicação da proposta do produto educacional apresentado nesta pesquisa foi realizada em uma escola estadual de ensino fundamental e médio da rede pública, fundada em 02 de Março em 1953 por uma congregação religiosa. A escola funcionava inicialmente em sistema de internato para moças. Em 14 de março de 1959 mudou-se para o prédio no qual funciona atualmente, e passou a aceitar alunas externas. Neste mesmo ano se firma um convênio com a Secretaria de Educação do Estado (SEDUC).

Nos anos de 2010-2012, a escola passou por um processo de transição de escola conveniada, mantida por uma congregação religiosa conjuntamente com o Governo, para uma escola pública mantida exclusivamente pelo Estado. Devido a este processo, a escola ficou muitos anos sem reforma ou reparos em sua estrutura física, o que ocasionou uma deterioração e precariedade em suas instalações, com salas de aulas sem portas, sem refrigeração, algumas salas de aulas são separadas de outras por paredes de madeira. A escola não possui laboratórios de Ciências e Informática. Possui apenas três retroprojetores (data-show) para uso dos professores. A escola oferece ensino fundamental e médio funcionando em dois turnos, manhã e tarde, com 1198 alunos. Atualmente a escola passa por uma reforma para refrigeração das salas e adequação de espaços para o funcionamento de um laboratório multidisciplinar (Física, Química e Biologia).

4.2 Aplicação da proposta

A proposta foi aplicada em uma turma do 2º do ensino médio, do turno da manhã, com 44 alunos, sendo 23 do sexo feminino e 21 do sexo masculino, com faixa etária entre 14 e 17 anos. As turmas do ensino médio possuem três aulas semanais de Física, com duração de 45 minutos. Na turma na qual a proposta foi

aplicada, as aulas ocorriam na segunda feira, duas aulas geminadas, e na terça feira, uma aula.

Para verificar as concepções prévias e posterior comparação de ganhos cognitivos em relação à aprendizagem dos alunos antes e depois de ministrar os conteúdos, utilizando a metodologia IpC, decidimos aplicar o inventário sobre conceitos térmicos idealizados por dois professores australianos, Yeo e Zadnik, como pré-teste e pós-teste.

O meu objetivo em utilizar uma metodologias ativa como o IpC é auxiliar alunos na superação de suas dificuldades , promovendo uma aprendizagem mais significativa, possibilitando assim uma mudança conceitual dos conceitos errôneos para cientificamente corretos, tornando as aulas mais dinâmicas e os alunos mais ativos em seu processo de ensino e aprendizagem. Então organizei o material em atividades de tarefas de Leitura, aulas expositivas dialogadas usando IPC, e demonstrações práticas e listas de exercícios numéricos.

Abordamos os seguintes conteúdos:

- Temperatura, calor e equilíbrio térmico.
- Calor específico e calor sensível.
- Transferência de Calor: condução, convecção e irradiação.

Quadro 2 – Planejamento das aulas

Encontros	Conteúdo	Estrutura da Atividade
1ª Aula (90 minutos)	Pré-teste Apresentação das metodologias.	<ul style="list-style-type: none"> • Apresentação oral das metodologias que serão aplicadas nas aulas. • Aplicação do pré-teste.
2ª Aula (45 minutos)	Calor, Temperatura e equilíbrio térmico.	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade de leitura TL1.
3ª Aula (45 minutos)	Calor, Temperatura e equilíbrio térmico.	<ul style="list-style-type: none"> • Realização de experimento - experiência das bacias: sensação térmica e temperatura - sobre sensações térmicas observando a relação que os alunos fazem com os conceitos de temperatura e calor. • Aula dialogada sobre os conceitos: calor, temperatura, energia interna e equilíbrio térmico; • Aplicação de testes conceituais usando IpC.

4ª Aula(45minuto)	Calorimetria: calor específico e calor sensível.	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade de leitura TL2
5ª Aula (90 minutos)	Calorimetria: calor específico e calor sensível.	<ul style="list-style-type: none"> • Exibição do vídeo: calor específico – Prof.Flavio- https://www.youtube.com/watch?v=J5fst-9l7n8 • Experimento dos balões; • Aula dialogada sobre os conceitos de capacidade térmica, calor específico e calor sensível. • Aplicação de testes conceituais utilizando IpC.
6ª aula (45 minutos)	Propagação de calor: condução, convecção e radiação.	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade de Leitura TL3
7ª aula (90 minutos)	Propagação de calor (I) – condução; condutores e isolantes.	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade experimental para demonstração da propagação por condução. • Aula dialogada sobre condução térmica, condutores e isolantes. • Aplicação de testes conceituais utilizando o IpC.
8ª aula (45 minutos)	Propagação de calor (II) – convecção e Irradiação.	<ul style="list-style-type: none"> • Atividade experimental; • Aula dialogada sobre os processos de convecção e irradiação; • Aplicação dos testes conceituaisutilizandolpC.
9ª aula (90 minutos)	Calorimetria: Capacidade térmica, calor específico e calor sensível.	<ul style="list-style-type: none"> • Resolução de problemas numéricos;

4.3 Material utilizado

Os materiais utilizados são: tarefas de leitura, incluindo textos de apoio, testes conceituais e os problemas numéricos, cartões do aplicativo Plickers, celular e datashow.

4.3.1 Tarefas de leituras (TL)

As tarefas de leituras (Anexo A) são compostas de textos adaptados dos livros GREF e Física Conceitual e questões que abordam conceitos apresentados no texto e sobre as dificuldades de compreensão que os alunos encontraram ao ler o texto.

As tarefas de leitura foram impressas e realizadas em sala de aula, escolhemos este procedimento para que houvesse um melhor controle sobre as respostas dos alunos e para que eles se familiarizassem com a metodologia. O objetivo das tarefas de leitura é fazer com que o aluno tenha um contato prévio com o conteúdo que será trabalhado durante a aula e assim possa participar mais ativamente e contribuir nas discussões durante os testes conceituais. Optamos pelas tarefas de leituras impressas devido à dificuldade dos alunos de acesso à internet.

A primeira tarefa de leitura aborda os conceitos de calor, temperatura, equilíbrio térmico e energia interna. A segunda tarefa trata dos conceitos de calor específico, calor sensível e capacidade térmica e a terceira tarefa de leitura apresenta os tipos de propagação de calor: condução, convecção e radiação.

4.3.2 Testes Conceituais (TC)

Segundo Mazur (2015), os testes conceituais (Anexo B) abordam os conceitos fundamentais para compreensão dos alunos acerca de determinado fenômeno, e estimular a aprendizagem através da interação dos alunos. Os testes conceituais segundo Mazur (2015) devem:

- focar em um único conceito,
- apresentar respostas de múltiplas escolhas,
- serem redigidos de forma não ambígua,
- não depender de equações para resolver,
- não devem ser fáceis demais, nem difíceis demais,

Os testes conceituais foram selecionados de vestibulares e retirados da literatura existente (livros de física, sites especializados e etc). Para cada aula foram selecionados dez testes, mas aplicamos apenas cinco testes por aula. Apesar do tempo previsto para as aulas em que os testes foram realizados tivessem 90 minutos, essas aulas eram realizadas no auditório, o que passava a ser necessário

deslocar os alunos, montar o equipamento e arrumar as cadeiras para organizar os alunos. Isso demandava gasto de tempo das aulas. Escolhemos os testes de acordo com as dificuldades apresentadas pelos alunos nas tarefas de leitura.

Com esta explanação queremos destacar a importância para o fato de o professor ter testes extras e mais de um teste que aborde o mesmo conceito, caso o professor precise reforçar os conceitos que os alunos ainda apresentam dificuldades de compressão, mesmo depois das discussões. Inicialmente, o professor deve ler os testes de forma clara para que o aluno não tenha dúvida sobre o comando da questão. Deve também orientar aos alunos que não conversem sobre as questões na primeira votação. Esta tarefa pode ser difícil de controlar em uma turma grande, pois, é comum que os alunos queiram comentar suas respostas com os colegas no intuito de ajudá-los. Eles devem ser convencidos que o momento da troca de informações vai acontecer em outra etapa da atividade.

Foram selecionados 32 testes no total, sendo que do teste 1 a 10 abordam os conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico, de 11 a 18 tratam dos conceitos de calor específico, capacidade térmica e calor sensível, das questões 19 a 25 tratam da condução térmica, condutores e isolantes e de 26 a 32 sobre convecção, radiação e situações envolvendo os três processos de propagação.

4.3.3 Listas de problemas numéricos

Reservamos uma aula para resolução de problemas numéricos. Foram selecionados dez problemas, divididos em três blocos: o primeiro com quatro questões e o segundo e o terceiro cada um com três questões (Anexo C).

Os alunos foram divididos em dupla para realizar a tarefa, ainda seguindo a ideia de Vygotsky que a aprendizagem se dá pela interação social, os alunos se ajudaram mutuamente na realização da tarefa. Cada dupla recebeu o primeiro bloco de questões e somente quando acertava todas as questões do bloco, eles passavam para o segundo bloco e da mesma forma para o terceiro. Os alunos podiam refazer as questões quantas vezes fossem necessárias para acertar, assim como tirar suas dúvidas com o professor. Neste processo vale destacar a importância do professor circular pela sala visando uma contínua orientação dos alunos.

4.3.4 Questionário de avaliação

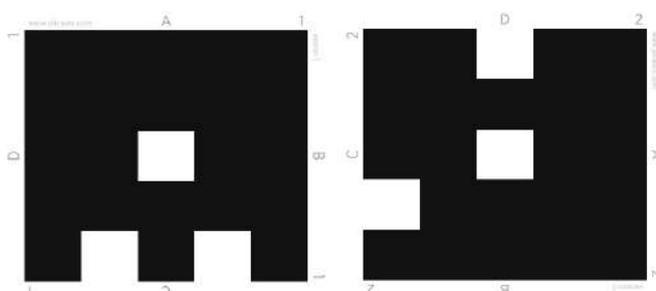
Os alunos avaliaram as metodologias aplicadas através de um questionário (Anexo D), onde eles registraram suas opiniões sobre os testes conceituais, as tarefas de leitura, as atividades experimentais e expressaram suas opiniões se essas metodologias os ajudaram a compreenderem melhor os conteúdos trabalhados.

4.4 Instrumentos de Coleta de Dados - O Aplicativo Plickers

Para registrar as respostas aos testes conceituais utilizamos o aplicativo Plickers. O aplicativo plickers é uma ferramenta disponível gratuitamente na internet e pode ser usada em aparelhos celulares com sistemas operacionais Android e IOS. O uso do aplicativo permitirá ao professor obter uma estatística das respostas dos seus alunos de maneira rápida, ele saberá quantos acertaram ou erraram a questão e quem acertou e errou, o professor poderá acompanhar o rendimento individual de cada aluno.

Os alunos precisam apenas expor o cartão de votação em uma posição específica que estará sendo associado à alternativa, posicionando o cartão de forma que a letra (A, B, C ou D) que indica a alternativa escolhida fique voltada para cima e o professor faz a leitura do cartão usando a câmera do celular. Os cartões são individuais, de formatos diferenciados e numerados, assim o professor pode associar cada cartão pelo número da chamada do aluno, assim o numero 1 da chamada receberá o cartão 1.

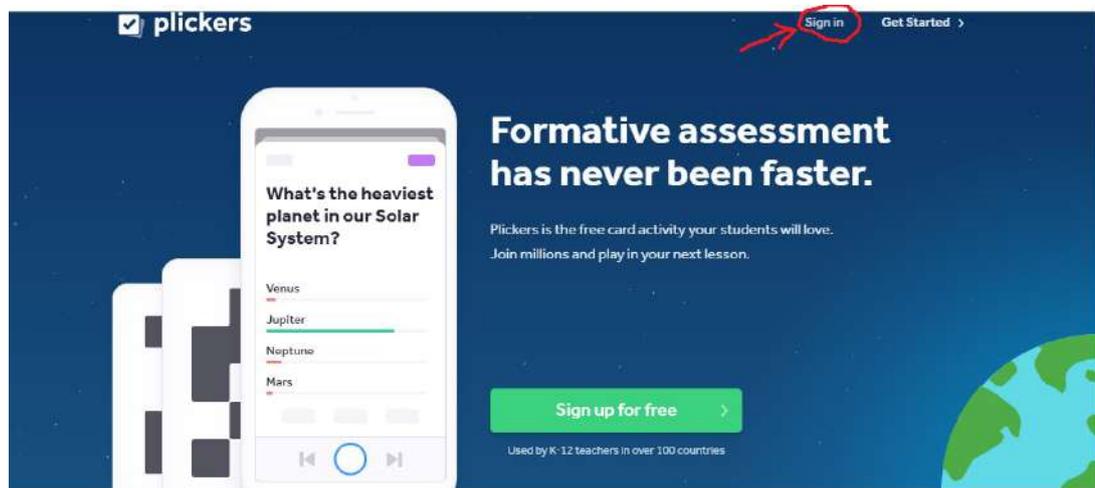
Figura 7: cartões do aplicativo Plickers



Fonte: Adaptado de assets.plickers.com/plickers-cards/PlickersCards <aceso em 03 dez. 2018>

Para se cadastrar precisamos acessar o site www.plickers.com e só depois utilizamos o aplicativo no smartphone para aplicar as questões na sala de aula. Para criar a conta precisamos inserir nome, sobrenome ou e-mail e senha figuras 8 e 9.

Figura 8- página inicial do aplicativo Plickers



Fonte: <https://get.plickers.com>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

Figura 9 – área de cadastro

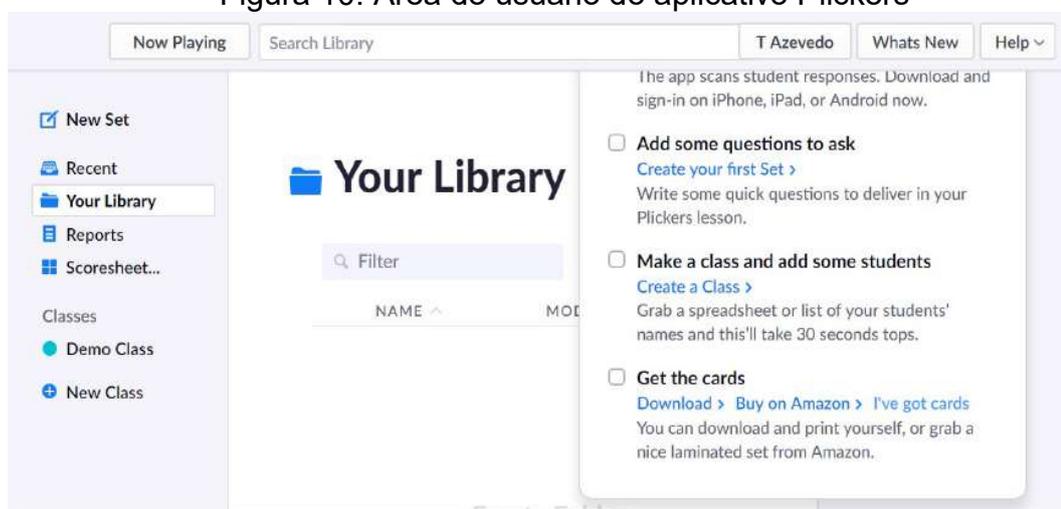
Fonte: <https://get.plickers.com>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

Depois de se cadastrar, o usuário poderá criar as pastas associadas às turmas, inserindo o nome dos alunos na área do usuário (Figura – 10), e encontrar a função para cadastrar as turmas e os alunos (*Make a class and add some students*), gerar os cartões (*Get the cards*) e adicionar as questões (*add some*

questions). As questões ficam registradas na área Your Library, podendo ser editadas a qualquer momento.

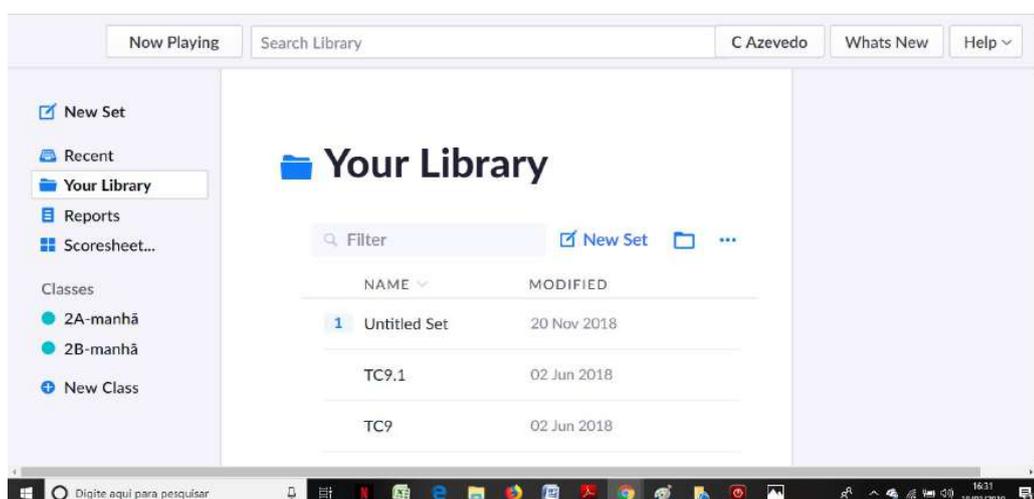
Embora as funções do aplicativo Plickers estejam no idioma inglês, sua manipulação é simples. A coleta das votações através do dispositivo plickes independe de conexão via internet e somente o professor precisa usar o celular. O desempenho dos alunos é armazenado na própria conta de usuário do professor, podendo ser acessado através da função *reports*, presente na área de trabalho do usuário. De posse dos resultados dos testes conceituais, o professor terá condições de medir o aprendizado da turma a respeito de tópicos específicos dos assuntos expostos por meio dos testes conceituais.

Figura 10: Área do usuário do aplicativo Plickers



Fonte: <<https://get.plickers.com>>. Acesso em: 20 Fev. 2019

Figura 11- Área YourLibrary, onde ficam armazenadas as questões.



Fonte: <<https://get.plickers.com>>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

As estatísticas geradas pelos resultados que ficam armazenadas na área **Reports** possibilitam o professor identificar as dificuldades dos alunos e orientar nas estratégias de ensino que devem ser adotadas para melhorar a aprendizagem dos alunos. É importante que os resultados não sejam usados somente como critérios de avaliação dos alunos, mas como estímulo para sua participação ativa no processo.

5. RELATO DAS AULAS

Este capítulo destina-se a apresentar o processo desenvolvido nas sequências das aulas, conforme planejado (quadro 2) apresentando o relato dos alunos, mantendo no anonimato a identidade dos mesmos.

5.1 Primeira aula

Na primeira aula apresentei as metodologias EsM e IpC para os alunos e os informei que eles estavam fazendo parte de uma pesquisa de ensino para o desenvolvimento da minha dissertação de mestrado. Ainda nesta aula apliquei o teste inicial com o objetivo de identificar as concepções prévias dos alunos sobre os conceitos de calor e temperatura. Informei-os que o teste não era avaliativo, mas ressaltai a importância de suas respostas tanto para a pesquisa como para uma posterior avaliação da aprendizagem.

5.2 Segunda aula

Realizamos a primeira tarefa de Leitura, estavam presentes 36 alunos. Os alunos, individualmente, leram o texto TL1 e responderam as questões. Inicialmente eles demonstraram preocupação em serem penalizados ao fornecer respostas erradas, então os informei que o objetivo da atividade não era esse, mas perceber se eles tinham compreendido as informações do texto e descobrir suas principais dificuldades no entendimento durante a leitura. Abaixo, colocamos as questões e algumas respostas dadas pelos alunos.

TL1.1 -Após a leitura do texto (1), você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa(s).

- *Aluno A6: “Sim, A parte em que fala sobre as energias das moléculas, em que algumas situações ela ganhava energia e em outras ela perdia”*
- *Aluno A19: “Sim, as moléculas diferem uma das outras, pois podem ser constituídas por um ou mais átomos iguais ou diferentes”*
- *Aluno A25: “O texto é claro em suas explicações a respeito da troca de energia que ocorre com corpos de temperaturas diferentes, não deixando nenhuma dúvida ao leitor quanto ao assunto”*

A maioria dos alunos declarou não apresentar dúvidas sobre a leitura, mas apesar disso observamos vários erros conceituais em suas respostas nas das atividades **TL1.2** e **TL1.3** As dúvidas mais freqüentes estavam relacionadas ao tipo de energias associadas às moléculas.

TL1.2-Você coloca uma pedra de gelo em um copo com água na temperatura ambiente (30°C), como você explica a diminuição de temperatura da água?

- Aluno A30: *“Por causa da temperatura baixa do gelo cede e a água recebe essa temperatura.”*
- Aluno A18: *“O calor da água com temperatura ambiente passa para pedra de gelo, ou seja, a pedra derrete com o calor e a água esfria com a falta do calor”*
- Aluno A22: *“Porque o gelo vai dar o calor dele e a água vai receber e o gelo derrete e a água fica gelada pois ficou com o frio do gelo”*
- Aluno A7: *“Há uma transferência de energia (calor), o calor passa espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, nesse caso da água para o gelo”*

TL1.3- Segundo o que você aprendeu sobre o conceito de calor, analise e comente as frases abaixo e classifique-as em correta ou incorreta.

- a- O calor é a energia contida nos corpos quentes.
- b- Uma sopa quente esfria com o tempo, pois fornece calor para o ambiente.
- c- O frio é uma forma de energia que atua no sentido contrário do calor.
- d- Apenas a diferença de temperatura provoca a transferência de calor entre os corpos.
- e- Devemos manter a porta da geladeira fechada para não deixar o frio sair.

- Aluno A18: *“a- incorreta, ocorre uma translação de temperatura”*
- Aluno A22: *“a- incorreta, na física é errado dizer que um corpo tem calor, pois ele é definido como energia transferida devido a diferença de temperatura”*

- Aluno A24: “*b- correta, o calor da sopa passa para o ambiente*”

É possível perceber na resposta do aluno A30 que ele considera calor e temperatura como sendo sinônimos, faz confusão ao utilizar os termos na sua afirmação.

Os alunos A18 e A22 consideram o calor contido nos corpos, ou seja que o calor é uma coisa presente nos corpos quentes.

5.3 Terceira aula

A aula ocorreu no ambiente titulado como auditório, mas, na verdade é uma sala ampla usada pelos professores para exibição de vídeos ou em aulas utilizando o datashow. A referida sala fica mais distante das outras salas de aula e do corredor de circulação, onde geralmente é muito barulho. Estavam presentes 30 alunos. Comecei a aula distribuindo os cartões utilizados para votação e fizemos uma simulação para que eles aprendessem como utilizar o mesmo.

Antes da aula foram feitas análises nas respostas dos alunos, na tarefa de leitura, com objetivo de embasar a nossa exposição oral sobre os conceitos, dando um maior enfoque sobre as dificuldades e dúvidas apresentada pelos estudantes. Observei que apesar da maioria dos alunos não ter manifestado dificuldades em compreender o texto, verifiquei em algumas respostas evidências de confusão entre os conceitos de calor e temperatura.

Iniciei a aula com a demonstração da experiência das três bacias que utiliza as sensações térmicas (quente e frio) para diferenciar os conceitos de calor e temperatura e compreender o tato como uma forma não confiável de avaliar a temperatura de um corpo.

Neste experimento colocamos uma das mãos na água gelada e a outra na água morna durante uns trinta (30) segundos, em seguida retiramos as mãos e colocamos cada uma das mãos nas vasilhas que estão no meio (com água natural), o experimento será realizado por dois alunos voluntários.

Após o término do experimento, foi feito as seguintes perguntas:

Qual a sensação térmica (quente ou frio) sentida quando a mão foi colocada na água morna?

Qual a sensação térmica (quente ou frio) sentida quando a mão foi colocada na água gelada?

Qual a sensação térmica sentida quando as mãos foram colocadas na água à temperatura ambiente?

Por acaso a temperatura da água (a sensação térmica) está diferente para cada mão?

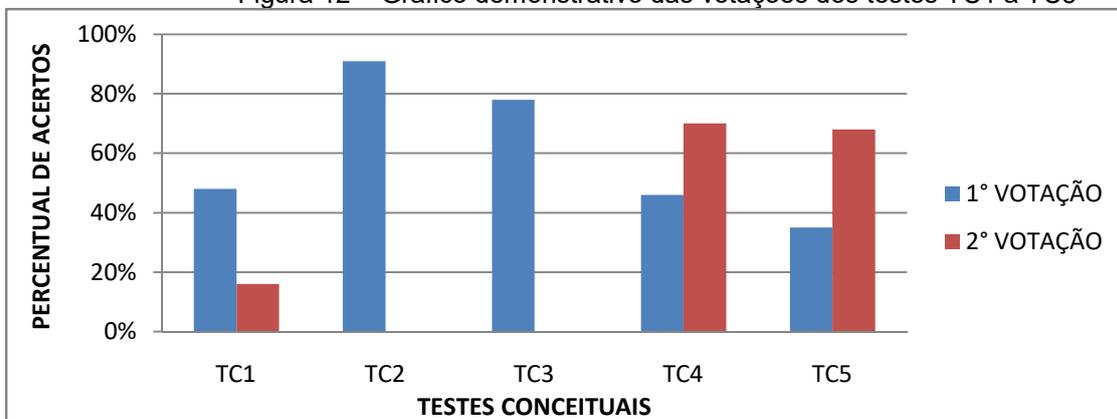
Após uma breve discussão sobre o experimento, abordei os conceitos de calor, temperatura e equilíbrio em uma breve exposição, seguida dos testes conceituais TC1, TC2, TC3, TC4 e TC5 (anexo B).

O teste TC1 apresentou na primeira votação um índice de acertos de 48%, então pedimos aos estudantes que formassem pequenos grupos (três ou quatro alunos) para discutirem sobre a questão e suas respostas, após votassem novamente. Na segunda votação obtivemos um índice menor de acertos 16%. De acordo com método IpC sugere que o professor faça novamente uma breve exposição retomando os conceitos trabalhados, então explanamos sobre o conceito de calor e em seguida lançamos a questão TC2, o índice de acertos foi de 92%.

Na sequência, fizemos uma breve exposição sobre o conceito de temperatura e equilíbrio térmico, em seguida apresentamos o teste conceitual TC3, o percentual de acertos foi 78 %, como índice foi satisfatório exploramos a resposta correta com os alunos e seguimos para o próximo teste conceitual. O teste TC4 obteve na primeira votação um índice de 46 % de acertos, então, novamente promovemos a discussão sobre a questão, em seguida abrimos a votação novamente utilizando a mesma questão, na segunda o índice de acertos foi 70%.

A seguir fizemos o teste TC5, na primeira votação o percentual de acertos foi 52%. Na segunda votação, após a discussão dos pares o índice aumentou para 80%. Segue abaixo a figura 12 com o demonstrativo das votações.

Figura 12 – Gráfico demonstrativo das votações dos testes TC1 a TC5



Fonte: autora

Em três testes houve debate e observamos que em dois as discussões se mostraram frutíferas promoveram um aumento significativo das respostas corretas, os alunos discutiram as idéias e os argumentos dos alunos que acetaram as questões parecem conver os que ainda não tinham compreendido os conceitos.

5.4 Quarta aula

Nessa aula, realizamos a segunda atividade de leitura TL2 (anexo B), 38 alunos estavam presentes. Os alunos realizaram a atividade mais tranquilamente, do que na primeira vez, pois já estavam conscientes que as respostas erradas não ocasionariam uma eventual perda de pontos. Segue abaixo as questões da atividade TL2 e algumas respostas dos alunos.

TL2.1 - Após a leitura do texto , você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa(s).

- Aluno A42: *“Não tive nenhuma dúvida”*
- Aluno A36: *“sim, uma grama de uma substância constituída de moléculas de massa pequena conterà mais moléculas do que uma grama de outra substância constituída de moléculas de massas maiores.”*
- Aluno A4: *“sim, por que aquele sofre mais calor sofrerá menor variação de temperatura?”*

TL2.2- Se dizemos que a capacidade térmica de corpo é igual a 20 cal/°C. O que isso significa?

- Aluno A37: *“Significa que a cada 20 calorías existe 1° C”*
- Aluno A13: *“Que ele tem a temperatura igual 20 °C”*
- Aluno A41: *“Significa que a cada 20 calorías o corpo aumenta 1°C”*
- Aluno A10: *“Significa a cada um grau Celsius, elevado ou diminuído, o corpo precisará ganhar ou perder 20 calorías”*

TL2.3 – Considere duas panelas de mesma massa, uma de cobre outra de alumínio. Considerando os calores específicos dessas substâncias.

- a) Qual delas você escolheria para aquecer determinada quantidade de alimento mais rapidamente? Justifique.
- b) E para manter o alimento aquecido mais tempo, depois de retirado do fogo?

- Aluno A10: *“(a) Escolheria a panela de cobre, pois seu calor específico é maior que o do alumínio, portanto sofre uma maior variação de temperatura. (b) Escolheria a panela de alumínio que sofre menor variação de temperatura, pois seu calor específico é maior do que do cobre.”*
- Aluno A13: *“(a) Alumínio, porque as panelas são feitas de alumínio e também porque ele sofre menor calor, ou seja, a variação de temperatura é maior. (b) o cobre vai demorar mais esfriar.”*
- Aluno A41: *“(a) alumínio, porque ganha rápido energia térmica do fogo por causa do calor específico. (b) o cobre é um excelente condutor de calor”*

Em algumas respostas observamos a persistência dos obstáculos epistemológicos apresentados no início da aplicação da metodologia. Também verificamos que os alunos estavam fazendo confusão com as unidades de medidas das grandezas.

5.5 Quinta aula

Dias antes do quinto encontro, analisei as respostas à atividade de leitura da aula anterior, percebi que conceitos trabalhados anteriormente ainda estavam confusos para alguns alunos. Então iniciei a aula revisitando os conceitos de calor e temperatura e revisando as unidades de medida das grandezas.

Como demonstração realizei a experiência do balão que não estoura. Utilizamos três balões de aniversário, enchemos um balão com ar, outro com areia e o terceiro com água. Acendemos três velas e aproximamos os balões, colocando-os sobre a vela, que tem como objetivo é relacionar que o balão com água ele não aquece ao ponto de estourar, devido o calor específico da água.

Figura 13– alunos realizando a experiência do balão



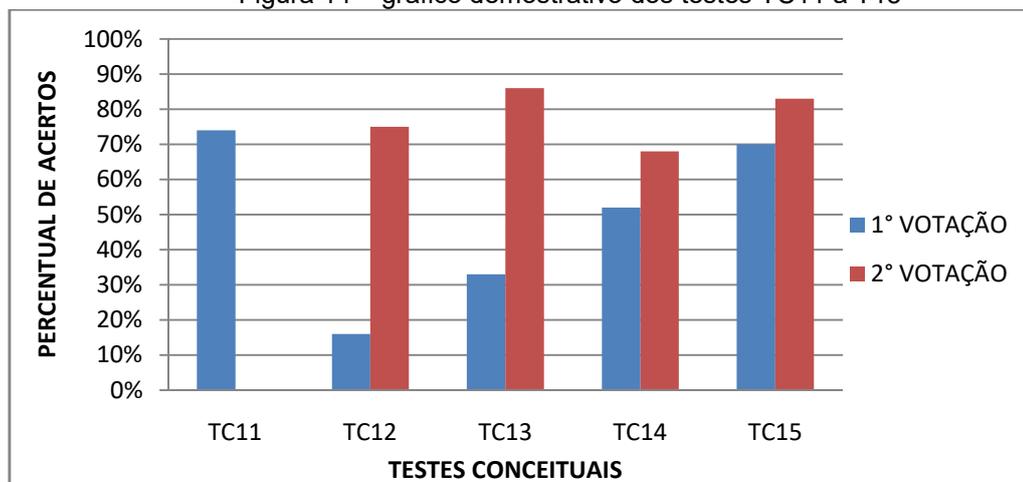
fonte: Autora

Em seguida lançamos as seguintes perguntas aos alunos.

O que observamos nesse experimento? Qual o balão demorou mais para estourar? Por que vocês acham que isso aconteceu?

Posteriormente exibi um vídeo sobre calor específico do professor Flávio Cunha (<https://www.youtube.com/watch?v=J5fst-9I7n8>). Então abordei os conceitos de calor específico e calor sensível. Logo em seguida fizemos o primeiro teste conceitual TC11 e o índice de acerto foi de 78%, este índice é satisfatório, em seguida o segundo teste conceitual TC12 atingiu na primeira votação um nível de acerto de 16%, como sugere o método IpC, retomei a explicação sobre o conceito de calor específico, dando outros exemplos de fenômenos relacionados, então abri a segunda votação, obtendo o percentual de acertos de 75%. O teste seguinte TC13 atingiu 33% de respostas corretas na primeira votação, e após a discussão entre os alunos o índice aumentou para 86%. O teste TC14 na primeira votação obteve o score de acertos de 53% e na segunda 68%, como não foi atingindo o percentual desejado, pedi que os alunos debatessem novamente sobre suas respostas, optei por não repetir o teste e optei por outro teste que abordasse o mesmo conceito, então lancei o teste TC15 e na primeira votação o índice foi de 70%, apesar do nível ser satisfatório optei por promover a discussão novamente e repetir a votação, na segunda votação o nível de acertos subiu para 83%.

Figura 14 – gráfico demonstrativo dos testes TC11 a T15



Fonte: autora

Na segunda aula, com aplicação dos testes conceituais, percebi os alunos mais engajados nas discussões e empenhados em responder os testes. Semelhante o que ocorreu na primeira aplicação, os percentuais de acertos após a discussão aumentaram.

5.6 Sexta aula

Realizamos a tarefa de Leitura TL3 (anexo B). Os alunos realizaram a leitura do texto individualmente e responderam as questões. Estavam presentes 32 alunos. Esta atividade possui uma questão para os alunos relatarem suas dificuldades sobre o entendimento do texto e três questões objetivas sobre os conceitos abordados. Abaixo segue as respostas de alguns alunos.

TL3.1 Após a leitura do texto , você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa.

- Aluno A17: *“Achei claro o texto, só a radiação não entendi muito bem”*
- Aluno A22: *“não entendi sobre a condutibilidade dos corpos”*
- Aluno A30: *“não entendi como o calor pode se propagar através de ondas eletromagnéticas”*

Percebemos que a maior dificuldade dos alunos foi entender a propagação por radiação. É compreensivo porque eles ainda não estudaram sobre ondas eletromagnéticas.

TL3.2 . (UFTM) A respeito dos processos de transmissão de calor, considere:

- I. Na convecção, o calor é transferido de um lugar para outro tendo como agentes os próprios fluidos;
- II. na condução, ocorre a transferência de energia cinética entre as partículas;
- III. na irradiação, o calor é transmitido sob a forma de ondas eletromagnéticas.

É correto o contido em

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

Aproximadamente 71,9 % dos alunos marcaram a resposta correta, a alternativa “e”, 12,5% marcaram a alternativa “a” e 15,6 % escolheram a opção “d”.

TL3.3 (UNISINOS-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. A preferência por roupas claras se deve ao fato de que elas:

- a) **absorvem menos radiação térmica do que as roupas escuras.**
- b) refletem menos a radiação térmica do que as roupas escuras.
- c) absorvem mais a radiação térmica do que as roupas escuras.
- d) impedem a formação de correntes de convecção com maior facilidade do que as roupas escuras.

O percentual de 56,25 % dos alunos optaram pela alternativa correta “a”, 25% escolheram a opção “b”, 12,5 % marcaram a letra “c” e 6,25% preferiram a alternativa “d”

TL3.4 (CFT-MG) As modernas painéis de aço inox possuem cabos desse mesmo material, que é um _____ condutor de calor. Eles não queimam as

mãos das pessoas, porque possuem um formato vazado, facilitando a troca de calor por _____ do ar através deles.

A opção que completa, correta e respectivamente, as lacunas é

- a) mau / irradiação.
- b) bom / irradiação.
- c) bom / convecção.
- d) mau / convecção.
- e) bom / condutor

Somente duas alternativas foram votadas 53,12% escolheram a alternativa “c” e 46,88% escolheram a questão “e”.

5.7 Sétima aula

Iniciei a aula com um experimento sobre condução térmica, explorando os conceitos de condutor e isolante. Utilizamos uma barra de cobre e um espeto de churrasco com pingos de parafina distribuídos sobre as barras. Colocamos a extremidade da barra e o espeto de churrasco sob a chama de uma vela. Pedi para os alunos observarem em qual dos materiais a parafina iria derreter primeiro. De imediato eles responderam que seria na barra de cobre, perguntei se eles saberiam explicar o porquê, alguns apenas responderam que era porque o cobre esquentava mais, eu insisti com a pergunta, mas por que ele esquenta mais, alguns responderam que devido ao calor específico.

Figura 15 – alunos realizando experiência sobre condução térmica.



Fonte : autora

Figura 16 – barra de cobre e palito de churrasco usados da experiência de condução

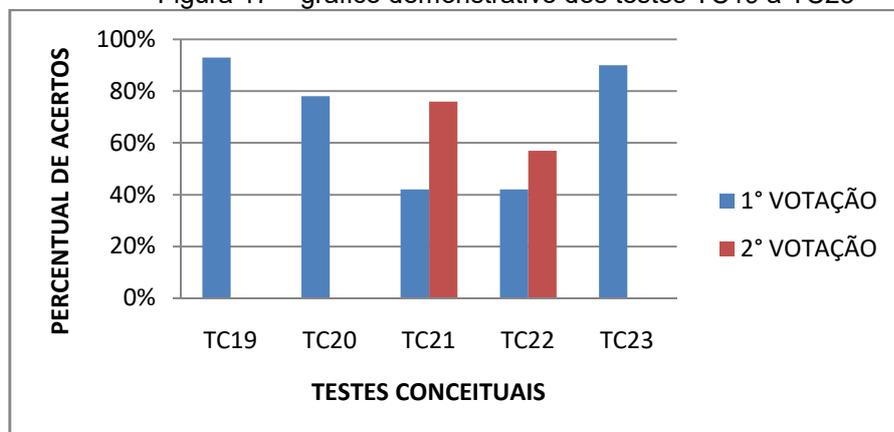


Fonte : autora

Em seguida pedi para os alunos observassem o derretimento dos pingos de parafina, baseando minha exposição sobre condução explorando o experimento.

Após explicar o processo de propagação de calor por condução, classifiquei os materiais em isolantes e condutores, dando exemplos e aplicações no cotidiano, iniciamos a aplicação dos testes conceituais. O teste TC19 atingiu o índice de acertos de 93%, então apenas comentei a resposta correta. O próximo teste TC20 também obteve um percentual dentro do aceitável 78%, então, explorei a resposta correta e seguimos para o teste TC21, na primeira votação alcançou apenas 42% de acertos o que exigiu a discussão dos pares e uma segunda votação obtendo nesta 76%. O teste TC22 apresentou uma taxa de acertos de 42%, após o debate entre os alunos repetimos a votação o nível de acertos subiu para 56%, mas como ainda ficou abaixo do nível sugerido no método IpC, promovemos mais um discussão em grupos e lançamos um outro teste, o teste TC23 obtendo um índice de acerto de 90%.

Figura 17 – gráfico demonstrativo dos testes TC19 a TC23



Fonte: autora

5.8 Oitava aula

Nesta aula abordei os processos de propagação de calor por convecção e irradiação, através de exibição de slides e dois experimentos. O primeiro experimento sobre convecção.



(a)

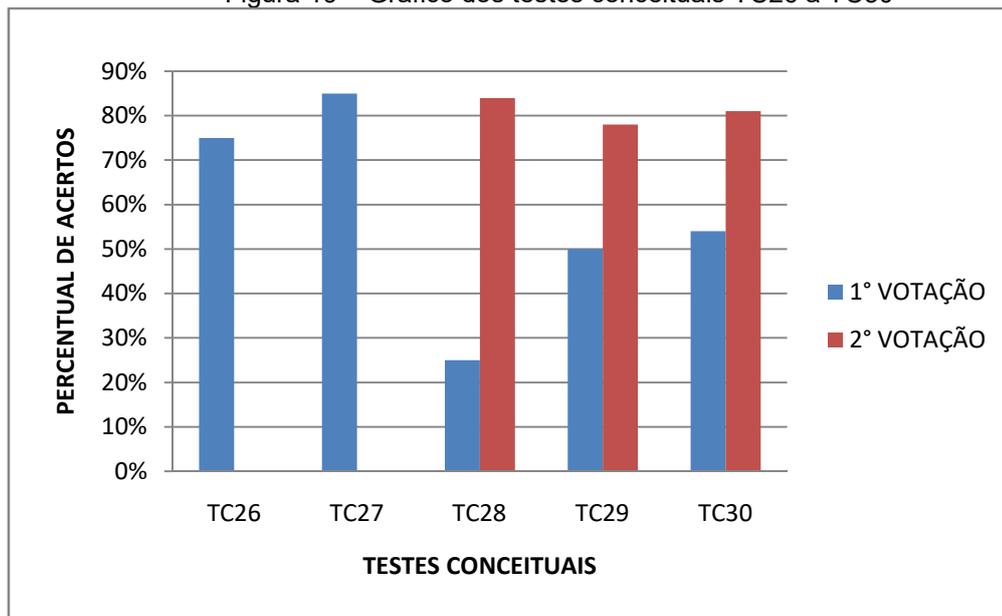


(b)

Figura 18: (a) aluno realizando o experimento de convecção, (b) breve exposição - Fonte: autora

Para este tema selecionamos 5 testes conceituais, o teste TC26 obteve um percentual de acerto de 75%, o segundo teste TC27 atingiu o valor de 85% de respostas corretas, em ambos não houve discussão em grupos. No terceiro, o índice da primeira votação foi 25%, o que provocou o debate em grupo, em seguida efetuamos a segunda votação e o percentual aumentou para 84%. O teste TC29 e o TC30 alcançaram 50% e 54% de acertos, respectivamente, e na segunda votação, feita após a discussão entre os grupos, atingiram 78% e 80% de acertos.

Figura 19 – Gráfico dos testes conceituais TC26 a TC30



Fonte: autora

5.9 Nona aula

Esta aula foi destinada para realização de alguns problemas numéricos. Os alunos foram divididos em duplas para realizar a tarefa. Foram selecionados 10 questões divididas em três blocos. O primeiro com quatro questões, o segundo e o terceiro com três questões cada. A dupla recebia o primeiro bloco e somente quando apresentava as resoluções corretas passava para o próximo bloco. Durante a atividade, circulei pela sala auxiliando nas dificuldades apresentadas pelos alunos. A atividade foi produtiva porque todos os alunos se envolveram. As duplas que não conseguiram terminar os três blocos levaram a tarefa para casa.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo analisamos e discutimos os resultados dos testes conceituais, do pré e pós-teste, das tarefas de leitura e apresentamos algumas opiniões dos alunos sobre a metodologia.

6.1 Resultados dos testes conceituais

Os testes conceituais, observando nos gráficos das figuras 13, 18 e 20, vê-se que em 60% deles houve segunda votação e em todas as segundas votações, o percentual de acerto aumentou, o que está em consonância os estudos sobre a aplicação do IpC, que demonstram que as discussões entre os alunos resulta em uma tendência dos alunos que erraram na primeira votação serem convencidos pelos os argumentos dos alunos que acertaram. Outro ponto positivo foi o engajamento dos alunos nas discussões, podemos dizer que a maioria se envolveu nos debates, as vezes ficavam tão envolvidos das discussões que era difícil retornar a organização para continuar a aplicação dos testes conceituais. Percebemos a mudança de postura deles durante as aulas em relação às aulas tradicionais.

6.2 Resultado das Tarefas de Leitura

Optamos por realizarmos as tarefas de leitura na sala de aula, como já foi citado anteriormente, porque alguns alunos não tinham acesso a internet ou a computadores. Desta forma também tivemos mais tempo para analisar as respostas e prepararmos as exposições já que tínhamos quase uma semana da realização das tarefas para a próxima aula.

Os alunos empenhavam-se na realização das tarefas, mas queriam tirar dúvidas na hora e ficavam perguntando a todo instante se as respostas estavam certas. Em nossa avaliação foi positiva a realização da atividade, pois os alunos se mostraram interessados na leitura e durante as exposições eles faziam referências à situações e conceitos lidos nos textos de apoio, demonstrando o seu entendimento.

6.3 Resultado Comparativo dos Pré-teste e Pós-teste

Utilizamos o inventário de Yeo e zadnik (Anexo E) como pré e pós-teste para avaliarmos a aprendizagem dos alunos frente à aplicação conjunta das metodologias IpC e EsM para os tópicos escolhidos.

A avaliação da aprendizagem foi feita através do ganho de Hake. O ganho de Hake avalia quantitativamente a aprendizagem dos alunos comparando as porcentagens de acertos em dois testes, pré-teste aplicado antes de se ministrar o conteúdo e outro pós- teste no final (Diniz, 2015).

O ganho normalizado ou ganho de Hake é dado por:

$$\langle g \rangle = \frac{\%pós - \% pré}{100 - \% pré}$$

Hake (1998, p. 65 apud Santos, 2015, p. 39) definiu ainda uma escala de normalização:

- 1) "Alto-g" para valores $g \geq 0,7$;
- 2) "Medio-g" para valores $0,3 \leq g < 0,7$
- 3) "Baixo-g" para valores $g < 0,3$.

Hake (1998, apud Diniz, 2015, p.37) demonstra em seu estudo que o ganho normalizado de alunos que são submetidos a métodos tradicionais de ensino obtém um ganho normalizado entre 0,1 e 0,2, e os que têm aulas com metodologias mais interativas, como o IpC, apresentam um ganho entre 0,49 e 0,74. Abaixo seguem o ganho Hake da turma que aplicamos a proposta.

Tabela 1: Dados do ganho de Hake.

Quantidade de alunos	33
Porcentagem de acertos no pré-teste	22 %
Porcentagem de acertos no pós-teste	64 %
Ganho Hake	0,5

Esses resultados mostram que a turma teve um ganho normalizado 0,5 de acordo com os ganhos dos métodos interativos, mas na escala Hake apresenta um valor médio.

Tabela 2 – Ganho normalizado por alunos

Alunos	Pré-teste Porcentagem de acertos	Pós-teste Porcentagem de acertos	GANHO HAKE
A1	20,8%	62,5%	0,5
A2	20,8%	41,6%	0,2
A3	16,6%	50%	0,4
A4	25%	25%	0
A5	33,3%	75%	0,6
A6	33,3%	70,8%	0,5
A7	16,6%	41,6%	0,2
A8	20,8%	58,3%	0,5
A9	25%	83,3%	0,7
A10	25%	79%	0,7
A11	33,3%	70,8%	0,5
A12	4%	50%	0,9
A13	0%	25%	0,3
A14	16,6%	70,8%	0,6
A15	25%	41,6%	0,2
A16	12,5%	50%	0,4
A17	37,5%	70,8%	0,5
A18	25%	75%	0,6
A19	25%	62,5%	0,5
A20	20,8%	62,5%	0,5
A21	25%	75%	0,6
A22	25%	79%	0,7
A23	16,6%	58,3%	0,5
A24	20,5%	54%	0,7
A25	16,6%	66,6%	0,6
A26	16,6%	75%	0,7
A27	25%	70,8%	0,6
A28	20,8%	75%	0,6
A29	12,5%	62,5%	0,6
A30	33,3%	83%	0,7
A31	29%	87,5%	0,8
A32	25%	20 (83%)	0,8
A33	29%	41,6%	0,2

Fonte: autora

No total inicial de 44 alunos, terminamos a pesquisa com 33 alunos, porque 4 alunos foram transferidos, 4 evadiram e 3 alunos não fizeram o pós teste então, seus scores não contabilizaram na avaliação final da turma.

Quando analisamos o ganho por alunos vê-se, que 75% dos alunos apresentou um ganho médio entre 0,3 e 0,7, 9% obteve um ganho alto maior que 0,7 e 12% dos alunos tiveram um ganho baixo, ou seja menor que 0,3. Um aluno não teve ganho normalizado, este aluno faltou com frequência no período das aulas.

Concluimos que as metodologias IpC e EsM contribuíram significativamente para a aprendizagem dos alunos.

6.4 Opinião dos Alunos

Ao final realizamos um questionário para que os alunos avaliassem e expressassem suas opiniões sobre os métodos aplicados. Abaixo temos algumas respostas dos estudantes.

P1 – O que você achou do método utilizado pela professora durante a aulas? Aponte os pontos positivos e negativos?

“Foi bom porque podemos debater bem sobre o conteúdo que estávamos estudando, o ruim foi que tinha que levantar os braços toda hora para apresentar as minhas respostas, mas foi um esforço que valeu a pena”

“Ele é muito prático, porem demora muito ate saber as alternativas de todo mundo”

“Foi uma ótima forma de ensino, pois é diferente do comum e faz com que o aluno se interesse pelo assunto”

“Foi muito bom, não achei nenhum ponto negativo e sim positivo, pois fez os alunos interagirem com a professora”

“Achei uma coisa inovadora, o que não é comum nas escolas públicas, não vi ponto negativo”

De um modo geral a aceitação foi boa pelos alunos, a maioria apontou como ponto positivo a interação entre os alunos e a professora e entre os próprios alunos. Os pontos negativo levantados por eles foi o tempo para fazer a leitura dos cartões e a agitação durante a aula.

P2 – Você acha que as discussões com os colegas ajudaram na compreensão dos assuntos abordados?

“Sim, pois interagir também é um modo de aprender mais e esclarecer as nossas dúvidas.”

“Sim, pois dava a oportunidade para que pudéssemos explicar a razão da nossa escolha e discutir nossos pontos de vista”

“Sim, porque as vezes eu estava errada e os outros me ajudavam a compreender e vice-versa”

Os alunos relataram que as discussões foram importantes para o seu aprendizado e ao conversar com o colega eles tinham menos vergonha do que com o professor.

A maioria se mostrou motivado nas discussões, mas tivemos um relato negativo sobre os debates. O aluno achou injusto ter que votar de novo quando ele acertava a questão.

P3- Quanto aos testes e as votações, o que você achou?

“Achei divertido”

“Estimula bastante o aluno, principalmente quando temos uma segunda chance depois de discutirmos as respostas com os colegas”

“As votações foram bem divertidas e me ajudaram a entender melhor o assunto.”

“Os teste eram ótimos, ajudou a entender melhor o assunto, só tinha que analisar não tinha cálculo, só cansava de levantar a mão para votar.”

No geral os alunos acharam que os testes contribuíram para a compreensão do conteúdo, mas alguns apontaram como ponto negativo ter que levantar a mão para votar várias vezes.

P4 O que poderia ser feito para melhorar a metodologia?

“Que tivesse uma máquina mais especifica para calcular os números de acertos, pois assim não demoraria para saber o resultado final”

“Ter um espaço mais adequado”

“Que a escola tivesse mais suporte”

A maioria dos alunos não responderam essa questão. Em geral os alunos reclamaram do tempo de registrar as respostas, de levantar os cartões repetidamente e da falta de estrutura da sala para aplicação da metodologia.

P5- As demonstrações experimentais auxiliaram na sua aprendizagem?

“Sim, com certeza pelo fato de estarmos vendo os fenômenos discutidos teoricamente”

“Muito melhor que estudar só teoricamente”

“Sim, porque as aulas acabam ficando mais interessantes.”

“Sim, porque estamos vendo e não só lendo. Fica bem melhor usando a experiência como exemplo”

“Sim, a gente presta mais atenção na experiência do que a professora só falando.”

Todos os alunos acham que as demonstrações contribuíram para a compreensão dos conteúdos estudados.

No geral a metodologia foi bem recebida pelos alunos aumentou a motivação deles para as aulas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação das metodologias IpC e EsM nas aulas de termologia foi bastante produtiva, houve um maior engajamento dos alunos, maior rendimento nas avaliações finais e as aulas ficaram mais dinâmicas. A maioria dos alunos se motivou a participar das discussões e se mostrou mais interessada nas aulas de Física. Diminuíram as conversas paralelas e o uso inapropriado do celular durante as aulas. Atribuo esta mudança a aplicação das metodologias ativas de ensino, ao vivenciar uma experiência diferente de ensino, os alunos se sentiram mais estimulados.

Muitas vezes, o ensino de Física prioriza a memorização de equações e resolução de problemas numéricos, ao invés de enfatizar a aprendizagem de conceitos físicos e suas aplicações na interpretação de fenômenos. Um exemplo na Termologia, o aluno resolve problemas para calcular o calor sensível recebido por um corpo ao sofrer uma variação de temperatura, mas não consegue aplicar os conceitos de calor e temperatura corretamente para descrever ou analisar fenômenos da sua vida real. A metodologia Instrução pelos Colegas privilegia a aprendizagem de conceitos através dos testes.

Reconheço que os problemas estruturais das escolas, a falta de laboratórios, salas lotadas são empecilhos para uma boa aprendizagem, mas não são os únicos entraves. É preciso investir e estimular o aperfeiçoamento dos professores. Desta forma eles poderão interagir com outros profissionais, discutir experiências e se apropriar de novas metodologias e tecnologias que os ajudarão a modificar a sua sala de aula tornando-a mais atrativa para o aluno.

É papel do professor de qualquer disciplina estimular o exercício da reflexão, da leitura, da interpretação de texto e da análise crítica dos alunos, tornando-os mais ativos no seu processo de ensino e aprendizagem. Isso é possível envolvendo os alunos em diferenciadas atividades que exijam o seu engajamento. Acredito que isso foi feito com a aplicação das metodologias Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida.

A experiência de trabalhar com as metodologias ativas, Instrução por Colegas e Ensino sob medida, foi gratificante pelos resultados alcançados.

8. 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, v. 30, n. 2: p. 362-384, ago. 2013.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D.G. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. Senac - A Revista da Educação Profissional, v. 39, n.2: p. 48-67, mai. 2013

CARRACA, Kerster (org.). **Introdução à Psicologia da Educação: Seis abordagens**. São Paulo: Avercamp, 2004

CROUCH, C. H. et al. **Peer Instruction: engaging students one-on-one, all at once**. Reviews in Physics Education Research, Illinois, v.1, n. 1, 2007. Disponível em: <http://www.compadre.org/per/perviews/volume1.cfm>. Acesso em 12, jan. 2018

CROUCH, C.H.; MANZUR, E. **Peer Instruction: ten years of experience and results**. American Journal of Physics, College Park, v. 69. P. 970-977, sept. 2001.

DINIZ, A. C. **Implementação do Método Peer Instruction em aulas de Física no Ensino Médio**. 2015. 140 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2015.

Freire, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. 33p

GAVRIN, A. **Just-in-Time Teaching**. Metropolitan Universities. V. 17, n. 4: p. 9-18, jan. 2006.

KÖHNLEIN, J. F. K; PEDUZZI, S. P. **Um estudo a respeito das concepções alternativas sobre calor e temperatura**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 2, n.3, p 84-96, 2002

LASRY, N.; MANZUR, E.; WATKINS, J. **Peer Instruction: from Harvard to the two-year college**. American Journal of Physics, College Park, v. 76, n. 11, p.1066-1069, Nov, 2008

LOUZADA, A. N. **USO DA MODELAGEM COMPUTACIONAL COMO PROPOSTA DE INOVAÇÃO CURRICULAR PARA O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**. Dissertação (Pós Graduação em Informática)- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012

MANZUR, E.; WATKINS, J. **Just-in-Time Teaching and Peer Instruction**, 2009. Disponível em <<https://www.per-central.org/>> . Acesso em: 10 ago. 2018

MANZUR, E. **Peer Instruction: A revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª ed. São Paulo. E.P.U., 2015.

MORTIMER, E. F. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Ed.UFMG, 2006.

MÜLLER, M. G. et al. **Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino Peer Instruction (1991 a 2015)**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 39, n. 3, e 3403, 2017.

MÜLLER, M. G. et al.; **Implementação do método de ensino *Peer Instruction* com o auxílio dos computadores do projeto “UCA” em aulas de física do ensino médio**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Porto Alegre, v. 29, n. Especial 1, p. 491-524, set. 2012.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico** 4. ed. São Paulo: Scipione, 2002.

OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de Eletromagnetismo via Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida para o ensino médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*) e Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015.

PIETROCOLA, M. A. **Matemática como linguagem estruturante do pensamento físico**. In: ANNA M.P.C. [...et al.] **Ensino de Física – São Paulo: Cengage Learning**, 2010 – Coleção Ideias em Ação – P. 79 –98.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. **A prática do professor e a pesquisa em ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação**. Caderno Brasileiro de Física, v 25, n 3: p. 316-337, dez 2205.

SANTOS, M. B. **Uma sequência didática com os métodos Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) e Ensino sob Medida (*Just-in-time Teaching*) para o estudo de Ondulatória no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

SIMONS S. A. **Adequação de Teorias Matemáticas às teorias Físicas: a teoria de relatividade**. In: PIETRACOLA, M.; FREIRE, O. (Eds.) *Filosofia, Ciências e História*. São Paulo: Discurso editorial, 2005.

VILLANI et al. **Analisando o ensino de Física: contribuições de pesquisas com enfoques diferentes**. Revista de Ensino de Física, v. 4, 1982.

YEO, S. ; ZADNIK, M. **Introductory thermal concept evaluation: assessing student's understanding.** *Physics Teacher*, College Park, Md, v. 39, p.496-504, Nov. 2001.

Anexo A: Tarefas de Leitura

TL01- TAREFA DE LEITURA

NOME: _____ N°: _____ TURMA: 2° ANO

O que é o calor? Calor e temperatura são a mesma coisa?



Fonte: GREF, 1998, p. 5

A Ciência propõe um modelo que descreve todas as substâncias formadas por pequenas porções iguais chamadas de moléculas. As moléculas diferem umas das outras, pois podem ser constituídas por um ou mais átomos iguais ou diferentes entre si. Por exemplo, a molécula da água, H_2O , é constituída de um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio.

Neste modelo as moléculas não ficam paradas, elas estão em movimento, como já foi estudado na mecânica, se um corpo possui movimento ele possui energia cinética.

Além da energia cinética translacional da agitação das moléculas, existe a energia em outras formas. Existe a energia cinética rotacional das moléculas e a energia potencial devido às forças entre as moléculas.

A soma de todos os tipos de energias das moléculas que constitui um corpo é chamada de **energia interna**.

A **temperatura** de um corpo está associada especificamente ao movimento de translação das moléculas, ou seja, a sua energia cinética, o movimento das moléculas é mais ou menos intenso dependendo da temperatura do corpo. Então a temperatura de um corpo traduz o grau de agitação das moléculas de um corpo.

Assim se tomamos dois corpos com temperaturas diferentes, o corpo de maior temperatura possui moléculas com mais energia cinética do que o corpo com temperatura menor.

Sabemos que dois corpos a temperaturas iniciais diferentes, ao serem colocados em contato direto, após certo tempo atingem a mesma temperatura.

Um exemplo simples deste fenômeno é quando a mãe acaba de fazer um mingau para o seu bebê e coloca o em um recipiente com água fria para esfriar o mingau. Se um corpo possui maior temperatura, significa que suas moléculas possuem mais energia, assim quando sua temperatura diminui as suas moléculas perdem energia, por outro lado, se sua temperatura aumenta suas moléculas ganham energia, então o que temos entre os corpos é uma transferência de energia. O **calor** é essa energia “em trânsito”, ou seja, é a energia que é transferida de um corpo para outro devido à diferença de temperatura existente entre eles, o calor passa espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, até eles atingirem o **equilíbrio térmico**.

Na situação descrita acima haverá entre ambos uma transferência de calor. O mingau cede calor e a água fria recebe calor. Assim a temperatura do mingau irá diminuir e a da água irá aumentar, até eles atingirem a mesma temperatura, ou seja, o equilíbrio térmico.

Por isso na física é errôneo dizer que um corpo “tem calor”, pois ele é definido como a energia transferida devido à diferença de temperatura, uma vez transferida a energia deixa de ser calor e se transforma em outra forma de energia, como energia cinética translacional das moléculas.

Fonte: HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2002.

TL1 - Após a leitura do texto (1), você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa.

TL2- Você coloca uma pedra de gelo em um copo com água na temperatura ambiente (30°C), como você explica a diminuição de temperatura da água?

TL3- Segundo o que você aprendeu sobre o conceito de calor, analise e comente as frases abaixo e classifique-as em correta ou incorreta.

- a- O calor é a energia contida nos corpos quentes.
- b- Uma sopa quente esfria com o tempo, pois fornece calor para o ambiente.
- c- O frio é uma forma de energia que atua no sentido contrário do calor.
- d- Apenas a diferença de temperatura provoca a transferência de calor entre os corpos.
- e- Devemos manter a porta da geladeira fechada para não deixar o frio sair.

TL02- TAREFA DE LEITURA

NOME: _____ N°: ____ TURMA: 2° ANO

Do que depende o aquecimento e resfriamento das substâncias?

Você já deve ter percebido que certas substâncias esquentam ou esfriam mais rápido do que outras. Vamos supor que um prato de carne com batatas acabou de sair do forno, ambos à mesma temperatura, você percebe que a carne esfria mais rápido que as batatas, assim como também o óleo esquentam mais rápido que a água.

Para explicar este fato recorreremos novamente à estrutura da matéria. Substâncias diferentes necessitam de diferentes quantidades de calor para que uma determinada massa sofra uma variação de temperatura. As substâncias diferentes são formadas por moléculas que têm massas diferentes. Um grama de uma substância constituída de moléculas de massa pequena conterá mais moléculas do que um grama de outra substância constituída de moléculas de massas maiores. Desta forma, para aumentar em 1 °C a temperatura de um grama de uma substâncias que contenha mais moléculas é necessário fornecer uma maior quantidade de calor.

A quantidade de calor necessária para aumentar (ou diminuir) em 1 °C a temperatura de um grama da substância é denominado de **calor específico**.

Substância	Calor específico (cal/g °C)
Acetona	0,52
Areia	0,2
Água	1,0
Cobre	0,09
Etanol	0,59
Ferro	0,11
Ouro	0,03
Prata	0,05
Alumínio	0,22

Assim se fornecemos a mesma quantidade de calor para mesma massa, mas substâncias diferentes, por exemplo, água e areia, a substância que possui maior calor específico sofrerá menor variação de temperatura, ou seja, aquela que possui

menor calor específico esquenta mais rápido do que aquela que possui maior calor específico.

Calculando a energia térmica

Se temos no fogão duas panelas, uma contendo 1l (um litro) e outra 2l (dois litros), gastamos mais tempo para ferver uma massa de maior, significa que precisamos fornecer maior quantidade de calor para ferver. Se pensarmos em como as substâncias são formadas, quando se aumenta a massa, aumenta-se a quantidade de moléculas, então precisamos fornecer mais calor para fazer as moléculas vibrarem, aumentar sua energia cinética, o que traduz num aumento de temperatura. Portanto para quantificar a quantidade de energia térmica consumida ao se aquecer ou resfriar um corpo, além do seu calor específico temos que levar em conta sua massa. Matematicamente podemos expressar o calor recebido (ou cedido) por um corpo ao sofrer uma determinada variação de temperatura como:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

onde {

- m: massa do corpo
- c: calor específico
- Δt : variação de temperatura

A capacidade térmica de um corpo (C) é definida como a razão entre a quantidade de calor que ele troca e a sua variação de temperatura.

$$C = \frac{Q}{\Delta t}$$

Quando misturamos corpos a diferentes temperaturas eles trocam entre si até que suas temperaturas se igualem, isto é que eles atingirem o equilíbrio térmico. Se considerarmos o sistema isolado. A quantidade de calor cedida por dos corpos é igual a recebida pelo outro, então matematicamente podemos expressar:

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$$

TL2.1 - Após a leitura do texto (2), você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa.

TL2.2- Se dizemos que a capacidade térmica de corpo é igual a $20 \text{ cal/}^\circ\text{C}$. O que isso significa?

TL2.3 – Considere duas panelas de mesma massa, uma de cobre outra de alumínio. Considerando os calores específicos dessas substâncias.

c) Qual delas você escolheria para aquecer determinada quantidade de alimento mais rapidamente? Justifique.

d) E para manter o alimento aquecido mais tempo, depois de retirado do fogo?

TL03- TAREFA DE LEITURA

NOME: _____ N°: _____ TURMA: 2° ANO

Tranferência de Calor

Quando você segura uma das extremidades de uma barra de alumínio e coloca a outra sobre a chama de uma vela, a extremidade que você está segurando fica cada vez mais quente, embora não esteja direto na chama. O calor se transmite ao longo da barra até chegar à sua mão. Esse modo de transmissão de calor é chamado de **condução**.

Cada substância é formada por um tipo de molécula diferente que a caracteriza. No caso do alumínio que está no estado sólido, os átomos estão próximos uns dos outros e interagem entre si. Esses átomos não mudam de posição facilmente e por isso os sólidos mantêm a forma e o volume. Os átomos do alumínio como as moléculas dos outros sólidos nesse modelo estão organizados formando uma estrutura regular chamada de rede cristalina.

Os átomos que estão em contato com a chama da vela adquirem energia e passam a vibrar com mais intensidade, interagem com os átomos vizinhos que, sucessivamente interagem com outros, propagando o calor por toda extensão da barra. É dessa forma que o nosso modelo explica a propagação do calor por condução. Os átomos em si, não se deslocam de uma região a outra do material, mas a energia (cinética) se desloca.

Em materiais onde as moléculas interagem menos umas com as outras a condução do calor é menos eficiente. Os maus condutores são chamados de isolantes, é o caso do amianto, da fibra de vidro, da madeira. Os cabos de panelas são de madeira ou de material plástico porque quando a panela está quente, eles sempre se encontram à uma temperatura bem menor, o que nos permite retirar a panela do fogo segurando-a pelo cabo.

Ao tocarmos um piso de madeira, temos a sensação de que este é mais quente que o piso de ladrilho. O pé e o ladrilho trocam calor muito mais rapidamente do que o pé e a



Figura 1 - Fonte: GREF, 1998, p. 33

madeira. A madeira é um mau condutor de calor.

Em determinadas situações é importante na escolha de materiais levarmos em conta o seu comportamento em relação a condução térmica. Para compararmos esses materiais segundo essa característica, definimos uma propriedade: o coeficiente de condutividade que indica quantas calorias de energia térmica são transferidas por segundo, através de 1 cm do material, quando a diferença de temperatura entre as extremidades é de 1°C.

Tabela – condutividade térmicas

Material	K (cal /s . cm . ° C)
Ar seco	0,00006
Lã	0,00009
Papel	0,003
Água	0,0014
Vidro	0,0015
Concreto	0,0025
Gelo	0,0040
Ferro	0,17
Latão	0,26
Alumínio	0,50
Ouro	0,70
Prata	0,97

Roupa "quente" ou "fria"? Mas, é a roupa que é quente? Uma roupa pode ser fria? O cobertor esquenta o nosso corpo?

O frio que sentimos no inverno é devido às perdas de calor do nosso corpo para o meio ambiente que está a uma temperatura inferior. A roupa de lã não produz calor, mas isola termicamente o nosso corpo, pois mantém entre suas fibras uma camada de ar. A lã que tem baixo coeficiente de condutividade térmica diminui o processo de troca de calor entre nós e o ambiente. Esse processo deve ser facilitado no verão como o uso de roupas leves em ambiente refrigerados.

Assim como os sólidos, os líquidos e os gases também são formados por moléculas; porém, essas moléculas não formam redes cristalinas. Isto faz com que a propagação do calor nos líquidos e nos gases quase não ocorra por condução. Num líquido, as moléculas se movimentam mais livremente, restritas a um volume definido e a sua forma varia com a do recipiente que o contém. Nesse caso, o calor se propaga, predominantemente, através do movimento de moléculas que sobem

quando aquecidas e descem quando resfriadas, no processo de **convecção**. Nos gases, as moléculas se movimentam ainda mais livremente que nos líquidos, ocupando todo o espaço disponível; não tem forma nem volume definidos. A convecção também é o processo pelo qual o calor se propaga, predominantemente, nos gases.

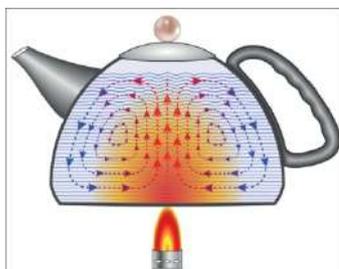


Figura 2 - Correntes de convecção criadas na água de uma chaleira no fogão. Fonte: site: infoescola
Ilustração: Fouad A. Saad / Shutterstock.com

Quando a água é aquecida, as moléculas que estão em baixo passam se movimentar mais rapidamente, afastando-se, em média uma das outras tornando as menos densa, a porção mais quente é menos densa então sobe e a parte mais fria e mais densa move-se para baixo para ocupar o lugar do fluido mais quente do fundo. Dessa maneira, as correntes de convecções mantêm o fluido em circulação enquanto ele esquentam.

A Terra é aquecida pelo Sol. A energia vinda do Sol atravessa o espaço, e depois a atmosfera para então aquecer a Terra. Já vimos dois meios de propagação de calor **condução** e **convecção** e ambos precisam de um meio material para se propagar, então no espaço vazio entre nossa atmosfera e o Sol a transmissão da energia se dá de outra forma que não necessita de um meio material. Esse processo de propagação de calor que não necessita de um meio material é denominado de **radiação**.

A radiação é a transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas, como a luz visível, a radiação infravermelha e radiação ultravioleta. A radiação infravermelha tem comprimento de onda mais longo do que da luz visível (figura 3)

Todos os objetos – você, eu e tudo e tudo que nos rodeia – emite continuamente energia radiante em determinada faixa de frequência. Corpos com temperaturas cotidianas emitem principalmente ondas infravermelhas de baixa frequência. Quando as ondas infravermelhas de frequência mais alta são absorvidas pela pele, como a proveniente do Sol, você sente a sensação de calor. Assim a radiação infravermelha é frequentemente de radiação térmica.

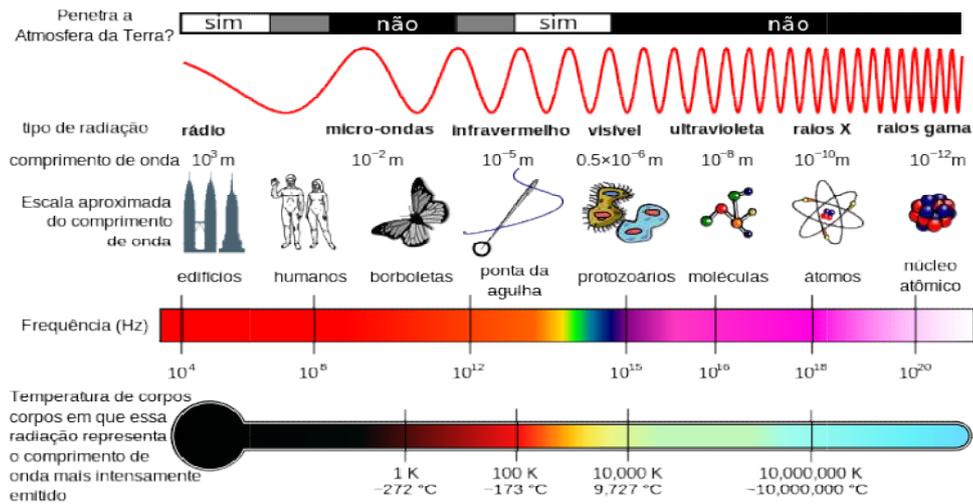


Figura 3 : espectro eletromagnético - Fonte: infoescola

Fonte: texto adaptado HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2002.

TL3.1 - Após a leitura do texto (2), você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa.

TL3.2- . (UFTM) A respeito dos processos de transmissão de calor, considere:

- I. na convecção, o calor é transferido de um lugar para outro tendo como agentes os próprios fluidos;
- II. na condução, ocorre a transferência de energia cinética entre as partículas;
- III. na irradiação, o calor é transmitido sob a forma de ondas eletromagnéticas.

É correto o contido em

- a) I, apenas
- b) II, apenas.
- c) I e II, apenas
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

TL3.3- (UNISINOS-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. A preferência por roupas claras se deve ao fato de que elas:

- a) absorvem menos radiação térmica do que as roupas escuras.
- b) refletem menos a radiação térmica do que as roupas escuras.
- c) absorvem mais a radiação térmica do que as roupas escuras.
- d) impedem a formação de correntes de convecção com maior facilidade do que as roupas escuras.
- e) favorecem a condução do calor por apresentarem maior condutibilidade térmica do que as roupas escuras.

TL3.4 (CFT-MG) As modernas painéis de aço inox possuem cabos desse mesmo material, que é um _____ condutor de calor. Eles não queimam as mãos das pessoas, porque possuem um formato vazado, facilitando a troca de calor por _____ do ar através deles.

A opção que completa, correta e respectivamente, as lacunas é

- a) mau / irradiação.
- b) bom / irradiação.
- c) bom / convecção.
- d) mau / convecção.

Anexo B: Testes Conceituais

TESTES CONCEITUAIS

TC1- Associamos a existência de calor

- (A) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor.
- (B) apenas àqueles corpos que se encontram "quentes".
- (C) a situações nas quais há, necessariamente, transferência de energia.

TC2- Para se admitir a existência de calor

- (A) basta um único sistema (corpo).
- (B) são necessários, pelo menos, dois sistemas.
- (C) basta um único sistema, mas ele deve estar "quente".

TC3- Considere duas esferas idênticas, uma em um forno quente e a outra em uma geladeira. Basicamente em que diferem elas imediatamente após terem sido retiradas do forno e da geladeira respectivamente?

- (A) Na quantidade de calor contida em cada uma delas.
- (B) Na temperatura de cada uma delas.
- (C) Uma delas contém calor e a outra não.

TC4- Dois cubos metálicos A e B são postos em contato. A está mais "quente" do que B. Ambos estão mais "quentes" do que o ambiente. Após um certo tempo, a temperatura de A e B será

- (A) igual à temperatura do ambiente
- (B) igual à temperatura inicial de B
- (C) uma média entre as temperaturas iniciais de A e B.

TC5- (UFP-RS) Considere as afirmações a seguir:

I. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma quantidade de calor.

II. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma temperatura.

III. Calor é transferência de temperatura de um corpo para outro.

IV. Calor é uma forma de energia em trânsito

Das afirmações acima, pode-se dizer que:

- a) I, II, III e IV são corretas
- b) I, II, III são corretas
- c) I, II e IV são corretas
- d) II e IV são corretas

TC6 - Um copo de água está à temperatura ambiente de 30°C. Joana coloca cubos de gelo dentro da água. A análise dessa situação permite afirmar que a temperatura da água irá diminuir por que:

- a) a água irá transferir calor para o gelo.
- b) o gelo irá transferir frio para a água.
- c) o gelo irá transferir frio para o meio ambiente.
- d) o gelo e a água recebem calor do meio ambiente.

TC7 - Leia as informações abaixo.

I- A temperatura está relacionada com o fato de um corpo transmitir sensações térmicas de “mais quente” ou “mais frio” do que outros tomados como referência.

II- A temperatura de um corpo é uma maneira de avaliar a quantidade de calor que ele possui.

III- A temperatura de um corpo é a grandeza física relacionada a energia cinética das moléculas que constitui o corpo.

Sobre as informações anteriores, podemos afirmar que:

- a) todas as afirmativas são verdadeiras.
- b) todas as afirmativas são falsas.
- c) as afirmativas I e II são verdadeiras.
- d) a afirmativa III é verdadeira.

TC8-(UFV-MG) Quando dois corpos de materiais diferentes estão em equilíbrio térmico, isolados do meio ambiente, pode-se afirmar que:

- a) o mais quente é o que possui menor massa.
- b) apesar do contato, suas temperaturas não variam.
- c) o mais quente fornece calor ao mais frio.
- d) o mais frio fornece calor ao mais quente.

TC9- A energia interna de um corpo pode ser associada com

- (B) calor.
- (C) energia cinética de átomos e/ou moléculas.
- (D) energias potenciais de átomos e/ou moléculas.

TC10- Complete a seguinte frase

"O aumento de temperatura que você percebe quando esfrega suas mãos é resultado de _____. Conseqüentemente há condução de _____ para o interior das mãos, resultando, em função disso, um aumento de _____."

- (A) trabalho, calor, energia interna.
- (B) calor, energia, temperatura.
- (C) trabalho, temperatura, calor.

TC11- O que é calor específico?

- a) a quantidade de calor necessária para ferver um ovo;
- b) a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 100 ° C;
- c) a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de 1 grama de água de 1°C;
- d) a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de 1 grama de uma substância de 1°C;

TC12- Dois corpos de massas diferentes estão inicialmente em contato térmico, de modo que suas temperaturas são iguais. Em seguida isola-se um do outro e ambos recebem a mesma quantidade de calor de uma fonte térmica. A respeito de suas temperaturas imediatamente após esta operação, é correto afirmar que:

- a) Devem ser iguais
- b) Serão iguais se os dois corpos tiverem igual volume
- c) Seriam iguais se suas capacidades térmicas fossem iguais.
- d) Somente seriam iguais se o calor específico de um corpo fosse igual ao outro.

TC13- (MED. POUSO ALEGRE-MG) O calor específico sensível do chumbo é $0,03 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ enquanto que o do ferro é $0,10 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Isso significa que:

- a) Se fornecermos a mesma energia calorífica a 1kg de ferro e a 1kg de chumbo, o chumbo aquecerá mais.
- b) Se 1kg de chumbo a 100°C e 1 kg de ferro a 100°C são colocados para esfriar até atingirem a temperatura ambiente, o chumbo liberará maior quantidade de energia calorífica para o ambiente
- c) Para a mesma quantidade desses materiais, é mais fácil (menor gasto de energia) aquecer o ferro do que aquecer o chumbo até uma determinada temperatura.
- d) Se o calor específico do ferro é maior do que o do chumbo, a capacidade térmica do ferro também será maior do que a do chumbo.

TC14- Dois corpos em diferentes temperaturas são postos em contato, formando um sistema isolado. Não havendo mudança de estado ao se atingir o equilíbrio térmico, o corpo que sofre maior variação de temperatura e o de:

- a) menor temperatura.
- b) menor calor específico.
- c) menor capacidade térmica.
- d) menor massa.

TC15- (UFMG-2007 Numa aula de Física, o professor Carlos Heitor apresenta a seus alunos está experiência: dois blocos – um de alumínio e outro de ferro – de mesma massa e, inicialmente, à temperatura ambiente, recebem a mesma quantidade de calor, em determinado processo de aquecimento. O calor específico do alumínio e do ferro são respectivamente, $0,90 \text{ J/calg } ^\circ\text{C}$ e $0,46 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$.

Questionados quanto ao que ocorreria em seguida, dois dos alunos, Alexandre e Lorena, fazem cada um deles um comentário:

- Alexandre: “Ao final desse processo de aquecimento, os blocos estarão à mesma temperatura.”

- Lorena: “Após esse processo de aquecimento ao se colocarem os dois blocos em contato, fluirá calor do bloco de ferro para o bloco de alumínio,”

- a) Apenas o comentário de Alexandre está certo.
- b) Apenas o comentário de Lorena está certo.
- c) Ambos estão certos.
- d) Nenhum dos comentários estão certos.

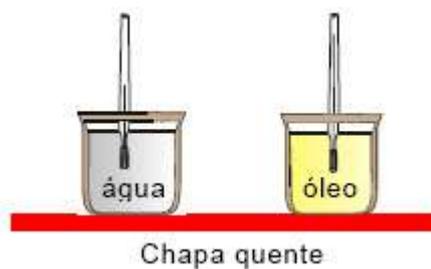
TC16- Numa aula prática de Termologia, o professor realizou a demonstração a seguir:

I - colocou massas iguais de água e óleo, à mesma temperatura, respectivamente, em dois recipientes de vidro pirex, isolados termicamente em suas laterais e respectivas partes superiores;

II - pegou dois termômetros idênticos e colocou um em cada recipiente;

III - em seguida, colocou esses recipientes sobre uma chapa quente.

Passado algum tempo, o professor mostrou para seus alunos que o termômetro do recipiente com óleo exibia um valor de temperatura maior que o do recipiente com água, conforme ilustrado na figura abaixo.



Considerando-se que a água e o óleo receberam a mesma quantidade de calor da chapa quente, é correto afirmar que a temperatura do óleo era mais alta porque.

- a) a condutividade térmica da água é igual à do óleo.
- b) a condutividade térmica da água é maior que a do óleo.
- c) o calor latente da água é igual ao do óleo.
- d) o calor específico da água é maior que o do óleo.

TC17- (UFCE-93) Dois corpos A e B estão inicialmente a uma mesma temperatura. Ambos recebem iguais quantidades de calor. Das afirmativas abaixo:

01. Se a variação de temperatura for a mesma para os dois corpos, podemos dizer que as capacidades térmicas dos dois são iguais.

02. Se a variação de temperatura for a mesma para os dois corpos, podemos dizer que as suas massas são diretamente proporcionais aos seus calores específicos.

03. Se a variação de temperatura for a mesma para os dois corpos, podemos dizer que as suas massa são inversamente proporcionais aos seus calores específicos.

04. Se os calores específicos forem iguais, o corpo de menor massa sofrerá a maior variação de temperatura.

Estão corretas

- a) apenas 01, 02 e 03
- b) apenas 02 e 04
- c) apenas 01, 02 e 04
- d) apenas 01,03 e 04

TC18- Ao visitar a praia durante um belo dia de sol, perceberemos que a areia estará bem quente, enquanto a água estará fria. Marque a alternativa que explica corretamente o motivo da diferença de temperatura entre as duas substâncias.

- a) O calor específico da água é muito menor que o da areia, por isso ela não se esquentar facilmente.
- b) O calor específico da areia é menor que o da água, por isso ela sofre variações de temperatura com maior facilidade.
- c) A quantidade de água é infinitamente superior à quantidade de areia, por isso a água nunca se esquentará.
- d) Por ser um líquido e apresentar maior proximidade das moléculas, a água sempre apresentará maior dificuldade para elevar sua temperatura.

TC19- Quando se coloca uma colher de metal numa sopa quente, logo a colher também estará quente. A transmissão de calor através da colher é chamada:

- a) agitação;
- b) condução;
- c) irradiação;
- d) convecção.

TC20- Um cobertor de lã tem por função:

- a) dar calor ao corpo;
- b) impedir a entrada do frio;
- c) reduzir a transferência de calor do corpo para o exterior;
- d) comunicar sua temperatura ao corpo

TC21- A blusa de lã é um bom isolante térmico porque:

- a) é muito espessa;
- b) retém bastante ar no seu interior;
- c) impede a passagem da corrente de ar pelo corpo;
- d) impede a transpiração e a conseqüente diminuição de temperatura do corpo.

TC22- Os iglus, embora feitos de gelo, possibilitam aos esquimós neles residirem porque:

- a) o calor específico do gelo é maior do que o da água;
- b) o calor específico do gelo é extraordinariamente pequeno, comparado ao da água;
- c) a capacidade térmica do gelo é muito grande;
- d) o gelo não é um bom condutor de calor;

TC23- Quando uma pessoa pega na geladeira uma garrafa de cerveja e uma lata de refrigerante à mesma temperatura, tem sensações térmicas diferentes, porque...

- a) a lata possui maior coeficiente de dilatação térmica.
- b) a lata possui menor coeficiente de dilatação térmica.
- c) a lata possui maior coeficiente de condutibilidade térmica.
- d) a garrafa possui maior coeficiente de condutividade térmica.

TC24- Em nossas casas, geralmente são usados piso de madeira ou de borracha em quartos e piso cerâmico na cozinha. Por que sentimos o piso cerâmico mais gelado?

- a) Porque o piso de cerâmica está mais quente do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- b) Porque o piso de cerâmica está mais gelado do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- c) Porque o piso de madeira troca menos calor com os nossos pés, causando-nos menos sensação de frio.
- d) Porque o piso de cerâmica tem mais área de contato com o pé, por isso nos troca mais calor, causando sensação de frio.

TC25- Tocando com a mão num objeto metálico à temperatura ambiente, notamos que parece mais frio que um objeto de madeira à mesma temperatura.

- a) realmente a madeira é sempre mais quente à temperatura ambiente;
- b) os metais costumam muito a entrar em equilíbrio térmico com o ambiente;
- c) os metais são sempre mais frios que a temperatura ambiente;
- d) o calor que a mão fornece se escoa rapidamente a todo o metal, devido a sua grande condutibilidade térmica;

TC26- O processo de transmissão de calor que pode ocorrer no vácuo (ausência de matéria) é:

- a) condução;
- b) convecção;
- c) absorção;
- d) irradiação

TC27- Nos líquidos, o calor se propaga por:

- a) condução interna;
- b) convecção;
- c) condução externa;
- d) irradiação.

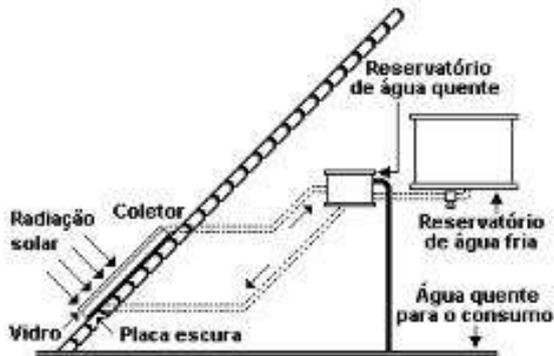
TC28- Uma lareira aquece uma sala:

- a) por irradiação e convecção;
- b) exclusivamente por convecção;
- c) principalmente por condução;
- d) exclusivamente por condução.

TC29- Num planeta completamente desprovido de fluidos apenas pode ocorrer propagação de calor por:

- a) convecção e condução;
- b) convecção e irradiação;
- c) condução e irradiação;
- d) irradiação;

TC30- O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I b) I e II c) II d) II e III

TC31- Numa área de praia, a brisa marítima é uma conseqüência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar). À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia. Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre) pode ser explicado da seguinte maneira:

- a) O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.
- b) O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.
- c) O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.
- d) O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.

TC32- Estufas rurais são áreas limitadas de plantação cobertas por lonas plásticas transparentes que fazem, entre outras coisas, com que a temperatura interna seja superior à externa. Isso se dá porque:

- a) o ar aquecido junto à lona desce por convecção até as plantas.
- b) as lonas são mais transparentes às radiações da luz visível que às radiações infravermelhas.

- c) a expansão do ar expulsa o ar frio para fora da estufa.
- d) o ar retido na estufa atua como um bom condutor de calor, aquecendo o solo.

Anexo C: Problemas Numéricos

BLOCO 1

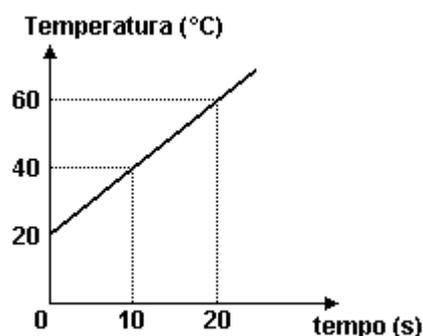
1. Uma peça de ferro de 50 g tem temperatura de 10 °C. Qual é o calor necessário para aquecê-la até 80 °C. Dado: calor específico: 0,11 cal/g°C
2. Uma pessoa bebe 500 g de água a 10°C. Admitindo que a temperatura da pessoa é de 36°C, qual a quantidade de calor que essa pessoa transfere para água? Dado: Calor específico da água: 1 cal/g°C.
3. Mil gramas de glicerina, de calor específico 0,6 cal/g°C, inicialmente a 0°C, recebe 1200 calorias de uma fonte. Determine a temperatura final da glicerina.
4. Uma fonte calorífica fornece calor continuamente, à razão de 150 cal/s, a uma determinada massa de água. Se a temperatura da água aumenta de 20°C para 60°C em 4 minutos, sendo o calor específico sensível da água 1,0 cal/g°C, pode-se concluir que a massa de água aquecida, em gramas, é:

BLOCO 2

1. Para aquecer 500 g de certa substância de 20 °C para 70 °C, foram necessárias 4 000 calorias. Qual a capacidade térmica e o calor específico?
2. Uma bacia contém 15 litros de água à temperatura de 25 oC. Desprezando-se a capacidade térmica da bacia e as perdas para o ambiente, pode-se obter uma mistura á temperatura final de 30 oC. despejando-se na bacia certa quantidade de água a 60 oC. Essa quantidade de água deverá ser de:
3. Uma senhora deseja banhar seu filho em água morna à temperatura de 37 oC e, para isso, conta com um recipiente de capacidade de 20 litros, água “fria” a 20 oC e “quente” a 60 oC. Admitindo que a massa específica da água é 1 g/cm³, que o calor específico é 1 cal/g oC e que ambos são constantes e independem da temperatura, calcular as quantidades de água fria e quente que devem ser misturadas.

BLOCO 3

1. Num experimento , aquece-se um corpo com o objetivo de determinar sua capacidade térmica. Para tanto, utiliza uma fonte térmica, de potência constante, que fornece 30 calorias por segundo e constrói o gráfico anterior. Calcule a capacidade térmica do corpo
2. Em um recipiente de capacidade térmica desprezível, foram aquecidos



20 litros de água, usando-se um aquecedor elétrico de potência 4 000 W. Estando o sistema inicialmente a 20 °C, qual foi o tempo de aquecimento, sabendo que a temperatura final foi 50 °C?

Dados: calor específico da água = $4,0 \cdot 10^3$ J/kg °C; densidade da água = 1,0 kg/l.

3. Uma dona-de-casa em Santos, para seguir a receita de um bolo, precisa de uma xícara de água a 50°C. Infelizmente, embora a cozinha seja bem-aparelhada, ela não tem termômetro. Como pode a dona-de-casa resolver o problema? (Você pode propor qualquer procedimento correto, desde que não envolva termômetro)

Anexo D

Questionário de Avaliação

- 1) Ao estudar os conteúdos de terminologia, utilizamos uma metodologia diferente da tradicional. O que você achou? Aponte os pontos negativos e positivos.

- 2) Você acha que a discussão das respostas com os colegas contribuiu para sua aprendizagem?

- 3) Quanto os testes conceituais e as votações em sala de aula, o que você achou?

- 4) O que poderia ser feito para melhorar a aplicação desta metodologia?

- 5) As demonstrações experimentais auxiliaram na compreensão melhor dos conceitos físicos?

Anexo E: Inventário sobre concepções de calor e temperatura



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE EXATAS E NATURAIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Instituto Bom Pastor”

Aluno: _____ Turma: _____

- ✓ Este questionário diz respeito ao seu entendimento sobre aquecimento e temperatura.
- ✓ Para ajudar a visualizar cada situação, pense num grupo de amigos numa cozinha ou cafeteria. Imagine que eles são observadores e estão interessados em entender fenômenos comuns. Eles explicam suas idéias uns aos outros.
- ✓ Para cada questão, escolha a resposta que está mais próxima ao seu entendimento.
- ✓ Cuidado ao marcar a alternativa que você quer. Algumas questões possuem cinco opções.

1. Qual é a mais provável temperatura do cubo de gelo estocado no compartimento freezer do refrigerador?

a() -10°C b() 0°C c() 5°C d() Depende do tamanho dos cubos de gelo.

2. Pedro retira seis cubos de gelo do freezer e coloca quatro deles num copo de água. Deixa dois numa bancada. Ele mexe e mexe até que os cubos fiquem bem menores e param de derreter. Qual é a mais provável temperatura da água nesse estágio?

a() -10°C b() 0°C c() 5°C d() 10°C

3. Os cubos de gelo que Pedro deixou sobre a bancada não derreteram completamente e estão sobre uma poça de água. Qual é a mais provável temperatura desses pequenos cubos de gelo?

a() -10°C b() 0°C c() 5°C d() 10°C

4. No fogão está uma chaleira cheia de água. A água começa a ferver rapidamente. A mais provável temperatura da água é de?

a() 88°C b() 98°C c() 110°C d() Nenhuma das alternativas está correta.

5. Cinco minutos depois, a água na chaleira continua fervendo. A mais provável temperatura da água neste momento é de?

a() 88°C b() 98°C c() 110°C d() 120°C

6. Qual a temperatura do vapor acima da água fervendo na chaleira?

a() 88°C b() 98°C c() 110°C d() 120°C

7. Leandro pega dois copos de água a 40°C e os mistura com um copo de água a 10°C . Qual a mais provável temperatura da mistura?

a() 20°C b() 25°C c() 30°C d() 50°C

8. João acredita que precisa de água fervendo para fazer uma xícara de chá. E diz a seus amigos: “Eu não poderia fazer chá se eu estivesse acampando nas montanhas, pois a água não ferve na altitude.”

a() Jonas diz: “Sim pode, mas a água fervida lá não é tão quente quanto a que temos aqui.”

b() Tatiana diz: “Não é verdade. A água sempre ferve na mesma temperatura.”

c() Luana diz: “O ponto de ebulição da água diminui, mas a água por si só continua com 100°.”

d() Maria diz: “Eu concordo com João. A água nunca chega ao ponto de ebulição.”

9. Samuel pega uma lata de refrigerante e uma garrafa plástica de refrigerante do refrigerador, onde elas passaram a noite inteira. Ele rapidamente coloca um termômetro na lata de refrigerante. A temperatura é 7° C. Qual é a mais provável temperatura da garrafa de plástico e do refrigerante inserido.

a() Elas estão ambas menos de 7° C.

b() Elas estão ambas iguais a 7° C.

c() Elas estão ambas acima de 7° C.

d() O refrigerante está a 7° C, mas a garrafa está acima de 7° C.

e() Depende da quantidade de refrigerante e/ou do tamanho da garrafa.

10. Poucos minutos depois, Nelson pega a lata de refrigerante e em seguida diz a todos que a área da bancada abaixo da lata está mais fria que o restante da bancada. Qual explicação em sua opinião é a melhor?

a() Jonas diz: “O esfriamento foi transferido da lata de refrigerante para a bancada.”

b() Robson diz: “Não há energia disponível na área da bancada abaixo da lata.”

c() Suely diz: “Algum aquecimento foi transferido da bancada para o refrigerante.”

d() Elias diz: “A lata causa um aquecimento embaixo ao afastar-se da bancada.”

11. Pâmela pergunta a um grupo de amigos: “Se eu colocar 100 gramas de gelo a 0° C e 100 gramas de água a 0° C dentro do freezer, qual eventualmente perderia mais calor?”

a() Catia diz: “As 100 gramas de gelo.”

b() Bruno diz: “As 100 gramas de água.”

c() Nelson diz: “Nenhum, pois ambos possuem a mesma grau de calor.”

d() Mateus diz: “Não há resposta, pois o gelo não contém calor.”

e() Jonas diz: “Não há resposta, pois não temos água a 0° C.”

12. Maria está fervendo água numa panela no fogão. O que você acha que há nas bolhas que formam na água em ebulição? Em sua maior parte.

a() Ar b() Oxigênio e hidrogênio c() Vapor d'água. d() Não há nada nas bolhas.

13. Depois de cozinhar alguns ovos, Maria esfria os ovos colocando-os numa tigela com água fria. Qual das seguintes frases explica o processo de resfriamento?

- a() Temperatura é transferida dos ovos para a água.
- b() O resfriamento é transferido da água para os ovos.
- c() Objetos quentes naturalmente são resfriados.
- d() Energia é transferida dos ovos para a água.

14. Jonas diz que não gosta de sentar nas cadeiras de metal da sala, por que: "elas são mais frias que as cadeiras de plástico." Quem você acredita estar certo?

- a() João concorda e diz: "Elas são mais frias, pois o metal é naturalmente mais frio que o plástico."
- b() Nelson diz: "Elas não são mais frias, elas estão na mesma temperatura."
- c() Luana diz: "Elas não são mais frias, os metais só parecem mais frios porque são mais pesados."
- d() Maria diz: "Elas são mais frias porque o metal tem menos calor a perder que o plástico."

15. Um grupo está ouvindo a previsão do tempo no rádio. Eles ouvem: "... hoje à noite teremos frio 5° C, mais frio que os 10° C de ontem à noite." Qual sentença você está mais de acordo?

- a() Jonas diz: "Que estará duas vezes mais frio esta noite que a noite passada."
- b() João diz: "Que não está certo. 5° C não são duas vezes mais que 10° C."
- c() Maria diz: "Está parcialmente certo, mas ela deveria ter dito que 10° C são duas vezes mais quentes que 5° C."
- d() Samuel diz: "Está parcialmente certo, mas ela deveria ter dito que 5° C é metade do frio de 10° C."

16. Mateus retira uma régua de metal e uma régua de madeira de seu estojo. Ele diz que a de metal está mais fria que a de madeira. Qual a sua explicação preferida?

- a() Metal conduz energia da mão dele mais rapidamente que a madeira.
- b() Madeira é naturalmente uma substância mais quente que o metal.

- c() A régua de madeira contém mais calor que a régua de metal.
- d() Metais são melhores radiadores de calor que a madeira.
- e() Resfriamento flui mais prontamente do metal.

17. Pâmela pega duas garrafas de vidro contendo água a 20° C e as embrulha em toalhas. Uma das toalhas estava molhada e a outra estava seca. 20 minutos depois, ela mediu a temperatura de cada garrafa. A água da garrafa com a toalha molhada estava com 18° C, a água da garrafa com a toalha seca estava com 22° C. Qual a mais provável temperatura do local durante este experimento:

- a() 26° C
- b() 21° C
- c() 20° C
- d() 18° C

18. Daniel simultaneamente pega duas caixa de achocolatado (leite com chocolate), uma fria do refrigerador e uma quente que já estava a algum tempo sobre a bancada. Por que você acha que a do refrigerador estava mais fria que a da bancada? Comparada com a caixa quente, a caixa fria...

- a() contém mais resfriamento.
- b() contém menos calor.
- c() é um pobre condutor de calor.
- d() conduz calor mais rapidamente da mão de Daniel.
- e() conduz resfriamento mais rápido para a mão de Daniel.

19. Robson analisa sua mãe fazendo sopa na panela de pressão porque ela cozinha mais rápido que a panela normal, mas ele não sabe o porquê. (A panela de pressão possui a tampa selada, então a pressão interna aumenta acima da pressão atmosférica.) Com qual pessoa você mais concorda?

- a() Maria diz: "É porque a pressão faz a água ferver acima de 100° C."
- b() Bruno diz: "É porque a alta pressão gera calor extra."
- c() Tatiana diz: "É porque o vapor está a uma temperatura maior que a sopa fervendo."
- d() Daniel diz: "É porque a panela de pressão espalha o calor mais uniformemente através da comida."

20. Pâmela acredita que seu pai coloca o bolo para assar na plataforma superior do forno elétrico porque a parte superior é mais quente que a plataforma inferior. Qual pessoa você acha que está certa?

- a() Maria diz que é mais quente na parte superior, pois o calor sobe.
- b() Samuel diz que é mais quente porque a forma de metal concentra o calor.

25. Daniel está descrevendo um segmento da TV que ela viu na noite anterior: “Eu vi físicos fazerem imãs supercondutores, que estavam a uma temperatura de -260° C.” Quem você acredita estar certo?

a() Mateus duvida disso: “Você deve ter cometido um erro. Não se pode ter uma temperatura tão baixa quanto essa.”

b() Luana discorda: “Sim você pode. Não há limite para as temperaturas mais baixas.”

c() Nelson acredita que ele esteja certo: “Eu acho que o imã estava próximo da menor temperatura possível.”

d() Daniel não tem certeza: “Eu acho que supercondutores são bons condutores calóricos então não se pode resfriá-los a temperaturas baixíssimas.”

26. Quatro alunos estavam discutindo coisas que fizeram quando crianças. A seguinte conversa foi ouvida: Maria: “Eu costumava cobrir minhas bonecas com cobertores e não entendia o porquê elas não esquentavam.”

a() Nelson respondeu: “É porque os cobertores que você usava eram provavelmente isoladores ruins.”

b() Luana respondeu: “É porque os cobertores que você usava eram provavelmente condutores ruins.”

c() Mateus respondeu: “É porque as bonecas eram feitas de materiais que não armazenavam bem o calor.”

d() Bruno respondeu: “É porque as bonecas eram feitas de materiais que levavam muito tempo para aquecer.”

e() Jonas respondeu: “Todos vocês estão errados”

Com quem você concorda?

Apêndice A: Produto Educacional



Cristiane Azevedo

ENSINO DA TERMOLOGIA UTILIZANDO A METODOLOGIA PEER INSTRUCTION

Profa. Dr. Maria da Conceição Gemaque de Matos

Orientadora

Profa. Dr. Maria Lúcia de Moraes Costa

Coorientadora

Belém

2019

APRESENTAÇÃO

Os conceitos de calor e temperatura são obstáculos epistemológicos estudados com certa abrangência na literatura da pesquisa do ensino de Física. Tais pesquisas demonstram que mesmo após concluírem o ensino médio os alunos ainda conservam suas concepções prévias sobre esses conceitos.

Os alunos são capazes de realizar cálculos para determinar a quantidade de calor que um corpo necessita para sofrer uma determinada variação de temperatura, mas não conseguem distinguir os conceitos de calor e temperatura ou mesmo aplicá-los para interpretar e explicar fenômenos do seu cotidiano.

O ensino tradicional, com aulas exclusivamente expositivas, com ênfase em resolução de problemas apenas numéricos, leva os alunos apenas a memorizar equações, sem uma reflexão sobre o seu significado e sem relacionar com os conceitos estudados.

Então é necessária uma mudança na postura do professor e do aluno no processo de ensino aprendizagem para possibilitar uma reflexão mais crítica sobre o que se aprende e sobre o que se ensina. Nessa perspectiva, aconselha-se o uso de metodologias ativas de ensino com objetivo de motivar professores e alunos em um ensino mais participativo e colaborativo.

Este trabalho utiliza as metodologias ativas *Peer Instruction* (Instrução pelos Colegas – IpC) e *Just-in-time Teaching* (Ensino sob Medida – EsM) em uma proposta para o ensino de tópicos de Termologia, o uso das metodologias combinadas tem se mostrado muito frutífero no ensino de Física, buscando promover uma aprendizagem conceitual mais significativa e estimular o engajamento dos alunos no seu processo de ensino e aprendizagem.

Esta proposta de ensino é o produto educacional desenvolvido a partir da dissertação de mestrado sob orientação das professoras Maria da Conceição Gemaque Matos e Maria Lúcia Costa com objetivo de contribuir para um ensino de Física mais significativo e motivador, assim como auxiliar os professores na realização dos métodos em suas aulas, tornando as mais atrativas e dinâmicas.

Este material apresenta atividades de leituras (TL), testes conceituais (TC) e propostas de atividades experimentais.

Esperamos que este material auxilie o professor na sua prática pedagógica e o estimule a experimentar novas metodologias em suas aulas sempre buscando um melhor aprendizado visando a formação de aluno mais crítico e participativo.

Sumário

1. O que é Just-in-Time Teaching	5
2. O que é Peer Instruction	7
3. Aplicativo Plickers	12
4. Planejamento das aulas	15
4.1 Aula 1	16
4.2 Aula 2	16
4.3 Aula 3	16
4.4 Aula 4	20
4.5 Aula 5	20
4.6 Aula 6	22
4.7 Aula 7	22
4.8 Aula 8	25
4.9 Aula 9	29
5. Referências	30
Anexo A	31
Anexo B	38
Anexo C	41
Anexo D	44
Anexo E	49

1- O que é Just-in-time teaching?

O *Just-in-time Teaching*, traduzido na literatura como Ensino sob Medida (EsM), é um método desenvolvido pelo professor Gregor M. Novak e seus colaboradores na década de 90 (OLIVEIRA,2012). O Ensino sob Medida é uma estratégia de ensino que utiliza a tecnologia e a Web para melhorar as atitudes e o desempenho dos alunos (GAVRIN, 2006).

O Junt-in-time incentiva os alunos a se prepararem previamente para as aulas promovendo uma aprendizagem ativa. Ajuda os professores a identificar os pontos fortes e fracos de seus alunos, também incentiva a escrita como parte integrante da aprendizagem. (Gavrin, 2006, pag 09-tradução).

Para muitos professores o ambiente de sala de aula ideal é aquele em que os alunos estão todos quietos prestando atenção no que o professor fala, mas segundo Meyers e Jones, (1993) para que o aluno tenha uma aprendizagem efetiva ele deve fazer algo mais do que só ouvir (apud BARBOSA, MOURA, 2013, p. 55). Para uma aprendizagem ativa é preciso que o aluno seja mais do que um mero espectador, é preciso que ele se envolva ativamente no processo.

Assim, aprendizagem ativa ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo – ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando – sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de recebê-lo de forma passiva do professor. Em um ambiente de aprendizagem ativa, o professor atua como orientador, supervisor, facilitador do processo de aprendizagem, e não apenas como fonte única de informação e conhecimento (BARBOSA, MOURA, 2013, p.55).

No EsM o professor utiliza a internet para indicar aos alunos material de estudo (ex: Textos, vídeos, simulações, etc) para que o aluno se prepare previamente para a aula realizando tarefas de leitura (TL).

As tarefas de leitura (TL), além de incentivar a leitura e estimular a reflexão do aluno sobre o conteúdo estudado, têm objetivo de mapear as principais dificuldades que os alunos encontraram ao ler o material, elas servem de subsídio para o professor preparar suas exposições e selecionar os seus testes conceituais. Nas tarefas de leitura, o aluno deve responder questões conceituais que abordem os aspectos fundamentais do tema e uma questão para que o aluno descreva as dificuldades encontradas ou os pontos que mais chamaram sua atenção. Assim o professor pode ajustar suas estratégias em sala de aula às necessidades dos alunos

procurando a melhor maneira de sanar as dificuldades manifestadas por eles (OLIVEIRA, 2012). No método tradicional centramos nossa atenção no conteúdo a ser ministrado, o professor já possui um roteiro pré-determinado e estruturado, com os conteúdos e atividades que irá desenvolver e ele faz da mesma maneira em todas as turmas. Com a aplicação do EsM colocamos as dúvidas dos alunos como ponto de partida para estruturarmos a aula buscando a melhor abordagem para sanar suas dificuldades, reforçando aquilo que ficou mais obscuro para o aluno e suprimindo os conceitos que foram compreendidos facilmente, portanto o professor terá que adaptar suas aulas às necessidades de cada turma (ARAÚJO, MAZUR, 2013). Isso vai exigir que o professor invista mais tempo no seu planejamento, pois cada turma pode apresentar diferentes demandas.

Adaptamos a aplicação do EsM para nossa realidade, o material das atividades de leitura (TL) utilizados foram impressos. Realizamos três atividades de leituras, feitas em encontros presenciais, para adaptar os alunos a nova metodologia, pois em experiências anteriores alguns alunos copiavam as respostas dos colegas, mesmo sendo informados que a atividade seria pontuada apenas pelo esforço e pontualidade na entrega e que os erros não provocariam uma punição nesse sentido.

2- O que é *Peer Instruction* ou Instrução pelos Colegas (IpC)?

O método *PeerInstruction* (traduzido na literatura por Instrução pelos Colegas) foi elaborado pelo professor Eric Mazur, da universidade de Harvard (EUA) na década de 1990 e tem se mostrado uma alternativa viável as aulas tradicionais, onde o professor ocupa o papel central na exposição de idéias e conceitos, os alunos apenas assistem passivos às explicações do professor, mesmos apresentando dúvidas poucos têm a iniciativa de se manifestarem durante a aula.

Métodos ativos de aprendizagem tem se mostrado essenciais na modificação da configuração tradicional da sala de aula, buscando maior engajamento dos alunos antes e durante as aulas tornando o um agente ativo no seu processo de ensino e aprendizagem, incentivando um maior envolvimento cognitivo do aluno no exercício de habilidades como reflexão, interpretação, síntese e comunicação permitindo uma maior reflexão crítica levando o aluno ser construtor do seu conhecimento e possibilitando uma aprendizagem significativa.

“Aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz” (MOREIRA, 2015).

O IpC é um método de ensino centrado da aprendizagem dos conceitos fundamentais dos assuntos abordados e na interação dos alunos envolvendo os em discussões durante as aulas (Araujo, Manzur, 2013).

Ao contrário da prática comum de fazer perguntas informais durante uma palestra tradicional, que tipicamente envolve apenas alguns alunos, o PI incorpora um processo de questionamento mais estruturado que envolve todos os alunos da turma.(CROUCH, et al, 2007, p.5-Tradução)

O método otimiza o tempo em sala, resolvendo problemas recorrentes nos métodos tradicionais. O professor gasta muito tempo em exposições, o que fatalmente leva a dispersão dos alunos, pois não conseguimos prender sua atenção por muito tempo, O IpC torna as aulas mais interativas fazendo o aluno participar das discussões, mudando sua postura passiva durante a aula. Reservamos pouco tempo para questionamentos para que os alunos possam sanar suas dúvidas. Os alunos que não compreenderam os conceitos e têm dificuldade de se manifestarem permanecem com suas dúvidas, com o método IpC o aluno aprende com a ajuda dos colegas, algumas vezes é mais fácil para o estudante expressar suas

dificuldades para os amigos do que para o professor. Outra vantagem da aplicação do IpC para o professor é o feedback da aprendizagem do aluno durante a aula, observando aqueles que apresentam mais dificuldades através do rendimento nos teste conceituais, o professor pode acompanhar a evolução do aluno durante a aplicação dos teste. Em uma metodologia tradicional, em que o professor explica toda a matéria e só no final do semestre ou bimestre é que ele aplica uma avaliação dos conhecimentos adquiridos pelo aluno, é que ele vai perceber as dificuldades e as lacunas que os estudantes apresentam, assim o IpC permiti ao professor intervir e sanar dúvidas no momento da aula, permitindo que o aluno obtenha maior êxito nos testes finais.

Para aplicação do IpC é necessário que o aluno faça uma leitura previa dos conteúdos que serão abordados na aula, para assegurar que esta etapa seja cumprida é comum associá-lo a outro método, Ensino sob Medida (EsM), a combinação dos dois métodos tem mostrado relevantes resultados na aprendizagem dos alunos (Crouch, et al., 2007, Araujo, Manzur, 2013, Mazur, 2015, Oliveira, Veit, Araujo, 2015).

As tarefas de leitura têm objetivo de mapear as principais dificuldades que os alunos encontraram ao ler o material, elas servem de subsídio para o professor preparar suas exposições e selecionar os seus testes conceituais. Para Manzur (2015) a qualidade dos testes é essencial para o sucesso do IpC, eles devem:

- focar em um único conceito,
- dispensar equações para serem resolvidos,
- conter respostas de múltiplas escolhas,
- conter uma linguagem clara e objetiva,
- possuir o grau de dificuldade adequado,

Combinação do método Ensino sob Medida e Instrução por Colegas

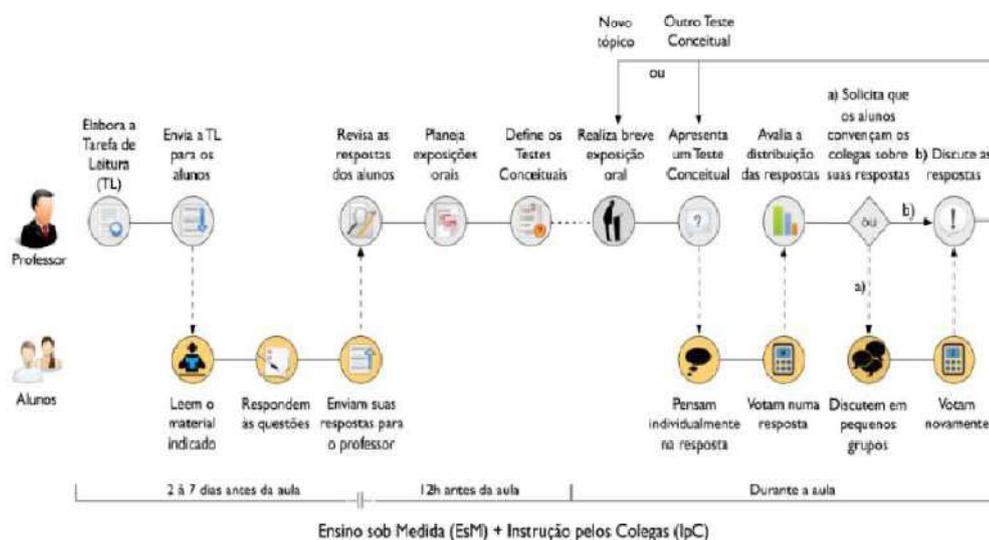
A aplicação do IpC desde do início exigia que o aluno tomasse contato com o conteúdo da aula previamente, por isso professor Mazur indicava seções do livro ou notas de aulas para que os alunos estudassem antes dos encontros presenciais. Para garantir que os alunos lessem o material antes da aula ele aplicava um quizzes, testes conceituais, depois essas tarefas de leituras foram substituídas pelo Ensino sob Medida (MÜLLER, 2017).

Portanto um ponto chave é conseguir que os estudantes façam parte do trabalho antes da aula expositiva. Para assegurar que façam suas tarefas de leituras antes da aula, implementei o Just-in-time teaching, uma técnica muito efetiva que complementa o PeerInstruction [...] (MAZUR, 2015, p. 24)

Se os alunos estudam previamente os assuntos poderão contribuir melhor nas discussões, usando argumentos mais consistentes e desta forma o debate ganha em qualidade.

A aplicação do EsM combinado com o IpC possibilita ao professor conhecer as concepções prévias dos alunos direcionando o seu planejamento para as exposições orais e a escolha dos testes conceituais (Araújo, Mazur, 2013). Portanto o EsM desempenha duas funções dentro da estratégia de ensino. Primeiro faz o aluno interagir com o material de estudo previamente assim ele se prepara para os debates em sala, em segundo fornece ao professor o feedback possibilitando a ele identificar os conhecimentos prévios dos alunos.

Figura (1) – Etapas da combinação dos métodos EsM e IpC



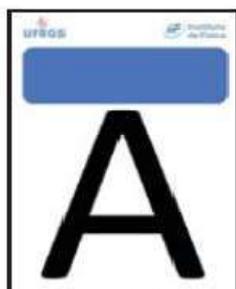
Fonte: Araújo e Mazur, 2013, p. 374

Araújo e Mazur (2013) propõem a seguinte estrutura para combinação dos métodos:

- o professor elabora a tarefa de Leitura (TL) e em seguida envia aos alunos.
- os alunos lêem o material indicado pelo professor e respondem as tarefas de leituras e enviam as respostas para o professor.
- o professor analisa as respostas das TL e prepara sua exposição oral e escolhe os testes conceituais.

- no encontro presencial (durante a aula) o professor faz uma breve exposição sobre um tópico (5 a 15 minutos).
- o professor lança um teste conceitual, é importante que o professor leia em voz alta o enunciado para que os alunos não tenham dúvida sobre o comando.
- os alunos, individualmente, analisam a questão e escolhem a alternativa que julgam correta (1 a 2 minutos).
- o professor registra as respostas dos alunos.

Para o registro das respostas pode ser usado vários recursos. Os alunos podem simplesmente levantar as mãos. Esse método é mais demorado para que o professor registre as repostas também permite que os alunos vejam como seus colegas votam e o aluno que não estão seguros de sua resposta pode ser influenciado a votar na mesma alternativa do aluno que ele julga saber mais. Outro método bastante usado são os cartões ou flashcards (Oliveira, 2012, Santos, 2016). Pode-se usar também dispositivos eletrônicos sem fio que se comunicam com o computador do professor chamados cliques. O método de votação não interfere significativamente no ganho cognitivo dos alunos (Lasry, 2008). Recentemente o aplicativo Plickers foi criado como ferramenta para fazer a leitura de cartões codificados.



(a)



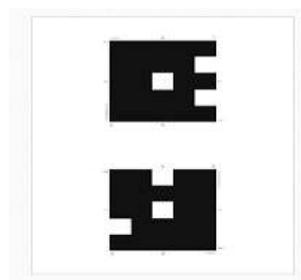
(b)

Fig (2): (a) exemplo de um cartão resposta (flashcard). (b) votação utilizando os flashcards – Fonte: Oliveira, 2012



(a)

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/unav/>



(b)

Fonte: <https://www.plickers.com/cards>

Fig (3): (a) receptor sem fio (clikers). (b) cartões codificados do aplicativo Plickers



Fig.(4) : votação usando o aplicativo Plickers – Fonte: Autora

Ainda nessa etapa o professor analisa os índices de acertos e se o percentual for menor que 30 % o professor retorna ao 4 ° momento e revisita o tópico usando uma abordagem diferente e logo em seguida ele lança um teste conceitual (5° momento), podendo repetir a questão ou optar por outro teste que aborde o mesmo conceito. Se o índice de acertos for entre 30% e 70% o professor segue para o 8° momento e se o percentual de respostas corretas for 70% ou mais ele segue para 11° momento.

- sem revelar a resposta correta o professor solicita que os alunos formem pequenos grupos (de 2 a 4 alunos) para discutirem sobre suas respostas, tentando convencer seus pares. É importante que os amigos escolham colegas que votaram em alternativas diferentes.

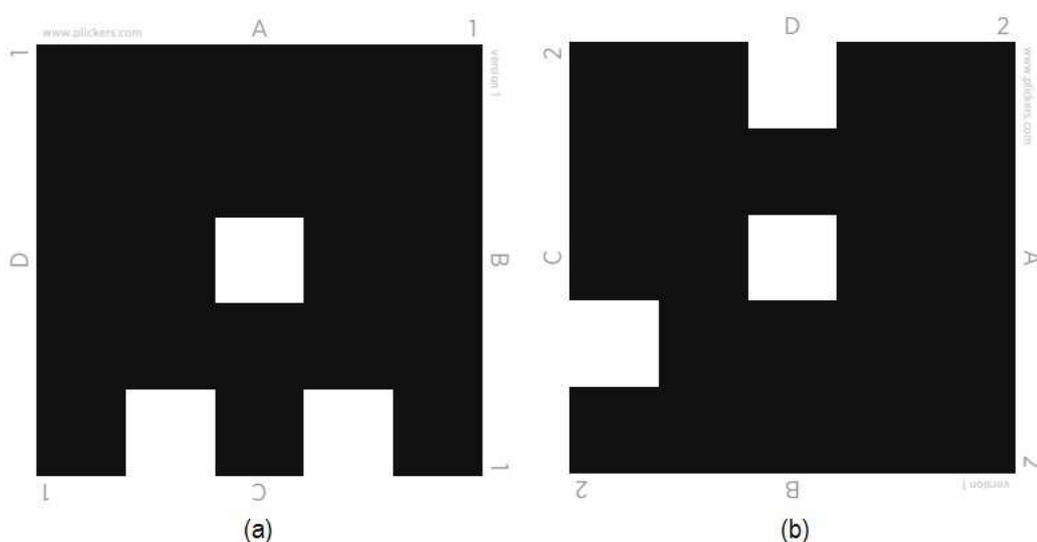
- os alunos, após a discussão, votam novamente.

- o professor registra novamente as respostas

- o professor revela a alternativa correta e faz uma breve exposição. Analisando cada item das alternativas.

3- O Aplicativo Plickers

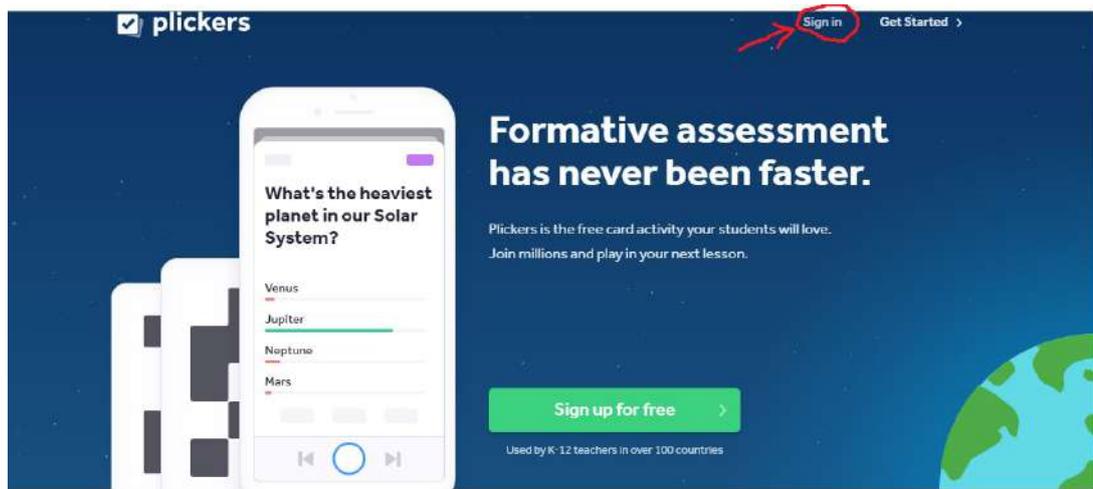
Para registrar as respostas aos testes conceituais nesse trabalho utilizamos o aplicativo Plickers. O aplicativo plickres é uma ferramenta disponível gratuitamente na internet e pode ser usada em aparelhos celulares com sistemas operacionais Android e IOS. O uso do aplicativo permitirá ao professor obter uma estatística das respostas dos seus alunos de maneira rápida, ele saberá quantos acertaram ou erraram a questão e quem acertou e errou, o professor poderá acompanhar o rendimento individual de cada aluno. Os alunos precisam apenas expor o cartão de votação em uma posição específica que estará sendo associado à alternativa, ele posiciona o cartão de forma que a letra (A, B, C ou D) que indica a alternativa escolhida fique voltada para cima e o professor faz a leitura do cartão usando a câmera do celular. Os cartões são individuais de formatos diferenciados e numerados, assim o professor pode associar cada cartão pelo número da chamada do aluno, assim o numero 1 da chamada receberá o cartão 1.



Fonte: Adaptado de assets.plickers.com/plickers-cards/PlickersCards_2up_LargeAnswers_1-40.pdf

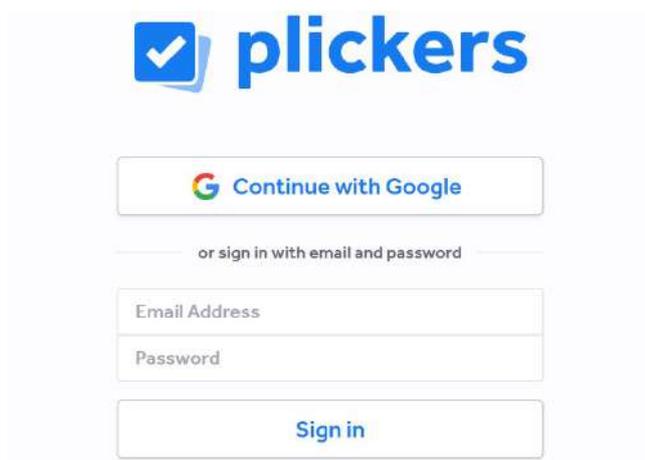
Para se cadastrar precisamos acessar o site www.plickers.com e só depois utilizamos o aplicativo no smartphone para aplicar as questões na sala de aula. Para criar a conta precisamos inserindo nome, sobrenome ou e-mail e senha figuras (5) e (6).

Figura 5- página inicial do aplicativo Plickers



Fonte: <https://get.plickers.com>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

Figura 6 – área de cadastro



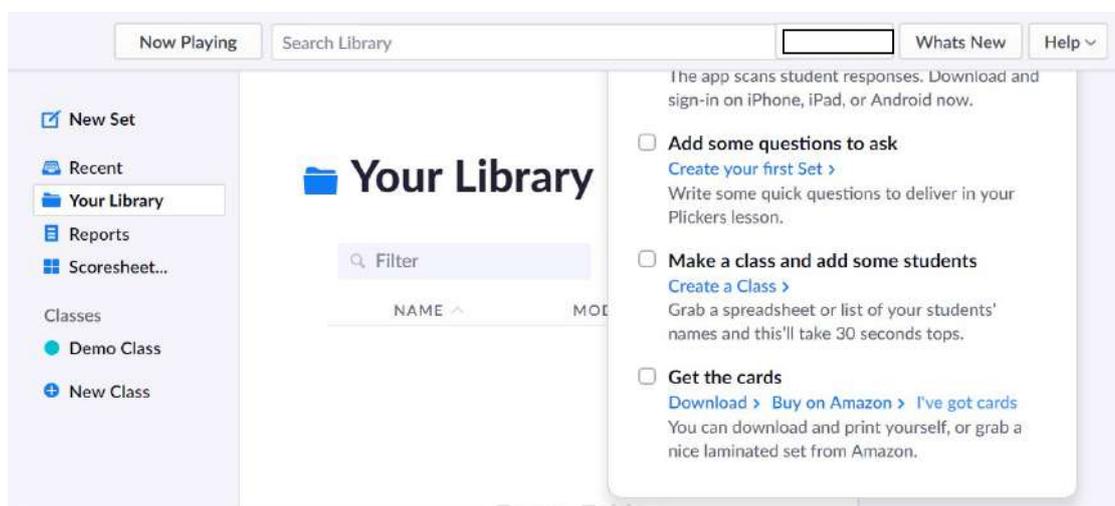
Fonte: <<https://get.plickers.com>>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

Depois de se cadastrar o usuário poderá cadastrar as turmas e os alunos, na área do usuário (Figura – 7), você encontra a função para cadastrar as turmas e os alunos (*Make a class and add some students*), gerar os cartões (*Get the cards*) e adicionar as questões (*add some questions*), as questões ficam registradas na área *Your Library*, podendo ser editadas a qualquer momento.

Embora as funções do aplicativo Plickers estejam no idioma inglês sua manipulação é simples. A coleta das votações através do dispositivo Plickes independe de conexão via internet e somente o professor precisa usar o celular. O desempenho dos alunos é armazenado na própria conta do usuário, podendo ser acessados através da função *reports*, presente na área de trabalho do usuário. De

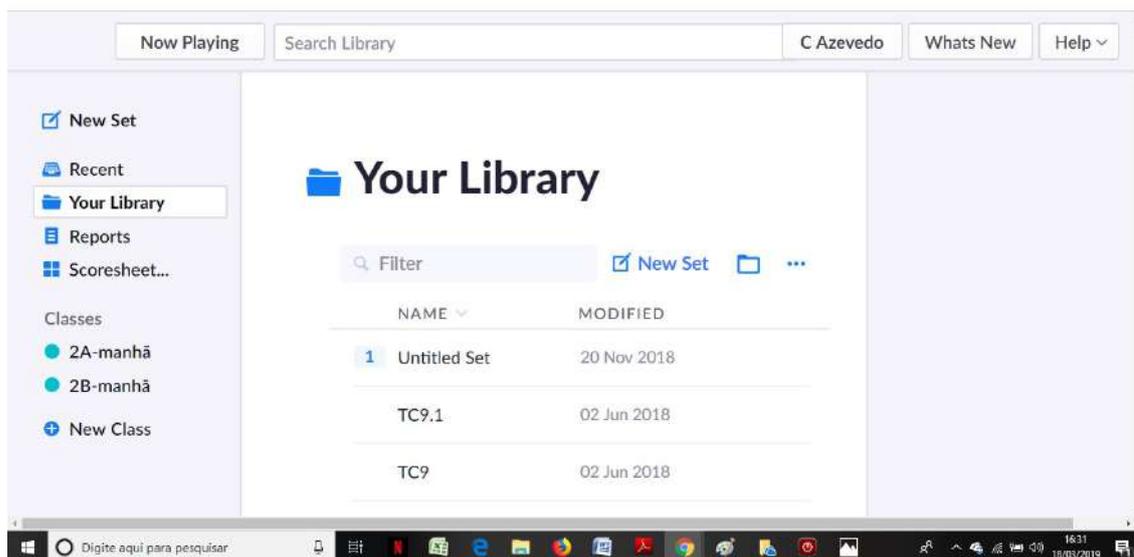
posse dos resultados dos testes conceituais, o professor terá condições de medir o aprendizado da turma a respeito de tópicos específicos dos assuntos expostos por meio dos testes conceituais

Figura 7 – Área do usuário



Fonte: <<https://get.plickers.com>>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

Figura 8- Área Your Library, onde ficam armazenadas as questões.



Fonte: <<https://get.plickers.com>>. Acesso em: 20 Fev. 2019.

As estatísticas geradas pelos resultados possibilitam o professor identificar as dificuldades dos alunos e orientar nas estratégias de ensino que devem ser adotadas para melhor a aprendizagem dos alunos. É importante que os resultados

não sejam usados somente como critérios de avaliação dos alunos, mas também como estímulo para sua participação ativa no processo de aprendizagem.

4- PLANEJAMENTO DAS AULAS

No quadro abaixo segue uma sugestão para distribuição das aulas para o desenvolvimento das metodologias.

Encontros	Conteúdo	Estrutura da Atividade
1ª Aula	Pré-teste Apresentação das metodologias.	Apresentação oral das metodologias que serão aplicadas nas aulas. Aplicação do pré-teste.
2ª Aula	Calor, temperatura e equilíbrio térmico.	Atividade de leitura (TL1)
3ª Aula		Realização de experimento - experiência das bacias: sensação térmica e temperatura - sobre sensações térmicas observando a relação que os alunos fazem com os conceitos de temperatura e calor. Aula dialogada sobre os conceitos: calor, temperatura, energia interna e equilíbrio térmico; Aplicação de testes conceituais. (TC1-TC6)
4ª Aula	Calorimetria: calor sensível e calor específico	Atividade de Leitura (TL2)
5ª Aula		Exibição do vídeo: calor específico – Prof. Flavio- no endereço: https://www.youtube.com/watch?v=J5fst-9I7n8&t=63s Experimento dos balões; Aula dialogada sobre os conceitos de capacidade térmica e calor específico Aplicação de testes conceituais
6ª aula	Transferência de calor: condução, convecção e irradiação	Atividade de Leitura (TL03)
7ª aula	Propagação de calor (I) – condução; condutores e isolantes.	Atividade experimental para demonstração da propagação por condução. Aula dialogada sobre condução térmica, condutores e isolantes. Aplicação de testes conceituais utilizando o IPC.

8ª aula	Propagação de calor (2) – convecção e Irradiação.	Atividade experimental; Aula dialogada sobre os processos de convecção e irradiação; Aplicação dos testes conceituais.
9ª aula	Calor sensível e calor específico	Resolução de problemas numéricos

Aula 01

Sugerimos a aplicação do inventário de Yeo e Zadnick (anexo A) como pré e pós- teste. A utilização do questionário tem o objetivo de identificar as concepções prévias dos alunos sobre os conceitos de calor e temperatura e avaliar a aprendizagem dos alunos através da comparação do testes antes e depois da aplicação da proposta.

É importante nessa aula o professor apresentar para os alunos os métodos Instrução por Colegas (IpC) e o Ensino sob Medida (EsM).

O Aluno deve responder o questionário individualmente sem consulta a qualquer tipo de material.

Aula 02

Primeira tarefa de leitura (TL1), os alunos devem ler o texto 01 (anexo B) e responder as questões.

Aula 03

Inicie a aula com o experimento das bacias sobre sensações térmicas, as atividades experimentais estimulam a participação dos alunos, assim como torna o ensino da física mais atrativa para o aluno. Em seguida aborde os conceitos de calor, temperatura, energia interna e equilíbrio térmico utilizando o método Instruções por Colegas (IPC)

Objetivo: Definir cientificamente os conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico; relacionar os conceitos de temperatura e calor com fenômenos e situações

do cotidiano e com suas sensações térmicas; promover a interatividade entre os alunos.

Recursos: quatro recipientes, água morna, água gelada e água na temperatura ambiente e termômetros, projetor de imagens e notebook.

Descrição da aula: Antes da realização do experimento, pergunte aos alunos o que eles entendem sobre calor e temperatura, se são a mesma coisa, se não, como eles diferenciam as duas coisas. Os alunos devem discutir com seus pares e chegar a uma conclusão para responder a questão. Após ouvir as opiniões dos alunos, use o experimento das bacias como demonstração, com a participação de alunos voluntários. Em seguida aborde os conceitos de calor, temperatura, energia interna e equilíbrio térmico utilizando o método Instruções por Colegas (IPC)

Descrição do experimento

Neste experimento utilizaremos as sensações térmicas (quente e frio) para diferenciar calor e temperatura, assim como verificar que o tato não é uma forma confiável de avaliar a temperatura de um corpo.

Montagem do experimento:

- Coloque uma das mãos na água gelada e a outra na água morna durante uns trinta (30) segundos.
- Retire as mãos e coloque cada uma das mãos nas vasilhas que estão no meio (com água natural)

Questões para discussão com os alunos

- Qual a sensação térmica (quente ou frio) sentida quando a mão foi colocada na água morna? O que isso significa?
- Qual a sensação térmica (quente ou frio) sentida quando a mão foi colocada na água gelada? O que isso significa?
- Qual a sensação térmica sentida quando as mãos foram colocadas na água à temperatura ambiente? O que isso significa?

- Por acaso a temperatura da água (a sensação térmica) está diferente para cada mão?

TESTES CONCEITUAIS

TC1- Associamos a existência de calor

- (A) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor.
- (B) apenas àqueles corpos que se encontram "quentes".
- (C) a situações nas quais há, necessariamente, transferência de energia.

TC2- Para se admitir a existência de calor

- (A) basta um único sistema (corpo).
- (B) são necessários, pelo menos, dois sistemas.
- (C) basta um único sistema, mas ele deve estar "quente".

TC3- Considere duas esferas idênticas, uma em um forno quente e a outra em uma geladeira. Basicamente em que diferem elas imediatamente após terem sido retiradas do forno e da geladeira respectivamente?

- (A) Na quantidade de calor contida em cada uma delas.
- (B) Na temperatura de cada uma delas.
- (C) Uma delas contém calor e a outra não.

TC4- Dois cubos metálicos A e B são postos em contato. A está mais "quente" do que B. Ambos estão mais "quentes" do que o ambiente. Após um certo tempo, a temperatura de A e B será

- (A) igual à temperatura do ambiente
- (B) igual à temperatura inicial de B
- (C) uma média entre as temperaturas iniciais de A e B.

TC5- (UFP-RS) Considere as afirmações a seguir:

- I. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma quantidade de calor.
 - II. Quando dois corpos estão em equilíbrio térmico, ambos possuem a mesma temperatura.
 - III. Calor é transferência de temperatura de um corpo para outro.
 - IV. Calor é uma forma de energia em trânsito
- Das afirmações acima, pode-se dizer que:

- (A) I, II, III e IV são corretas
- (B) I, II, III são corretas
- (C) I, II e IV são corretas
- (D) II e IV são corretas

TC6 - Um copo de água está à temperatura ambiente de 30°C . Joana coloca cubos de gelo dentro da água. A análise dessa situação permite afirmar que a temperatura da água irá diminuir por que:

- (A) a água irá transferir calor para o gelo.
- (B) o gelo irá transferir frio para a água.
- (C) o gelo irá transferir frio para o meio ambiente.
- (D) o gelo e a água recebem calor do meio ambiente.

TC7 - Leia as informações abaixo.

I- A temperatura está relacionada com o fato de um corpo transmitir sensações térmicas de “mais quente” ou “mais frio” do que outros tomados como referência.

II- A temperatura de um corpo é uma maneira de avaliar a quantidade de calor que ele possui.

III- A temperatura de um corpo é a grandeza física relacionada a energia cinética das moléculas que constitui o corpo.

Sobre as informações anteriores, podemos afirmar que:

- (A) todas as afirmativas são verdadeiras.
- (B) todas as afirmativas são falsas.
- (C) as afirmativas I e II são verdadeiras.
- (D) a afirmativa III é verdadeira.

TC8-(UFV-MG) Quando dois corpos de materiais diferentes estão em equilíbrio térmico, isolados do meio ambiente, pode-se afirmar que:

- (A) o mais quente é o que possui menor massa.
- (B) apesar do contato, suas temperaturas não variam.
- (C) o mais quente fornece calor ao mais frio.
- (D) o mais frio fornece calor ao mais quente.

TC9- A energia interna de um corpo pode ser associada com

- (D) calor.
- (E) energia cinética de átomos e/ou moléculas.
- (F) energias potenciais de átomos e/ou moléculas.

TC10- Complete a seguinte frase

"O aumento de temperatura que você percebe quando esfrega suas mãos é resultado de _____ . Conseqüentemente há condução de _____ para o interior das mãos, resultando, em função disso, um aumento de _____ ."

- (D) trabalho, calor, energia interna.
- (E) calor, energia, temperatura.
- (F) trabalho, temperatura, calor.

Aula 04

Segunda tarefa de Leitura (TL02); leitura do texto 02 (anexo C).

Aula 05

Sugerimos a exibição do vídeo “calor específico”, realize o experimento do balão que não estoura. Aula dialogada abordando os conceitos de capacidade térmica e calor específico utilizando o método IPC.

Objetivo: Compreender porque um material esquenta mais que o outro recebendo a mesma quantidade de calor, construir o conceito de calor específico e calor sensível. Verificar como a variação de temperatura está relacionada à quantidade de calor retirada ou fornecida em um sistema.

Recursos: três balões, velas, fósforo, água e areia, projetor de imagens e notebook.

Descrição do experimento:

Materiais: três balões, fósforos, água, terra e velas.

Montagem do experimento

1. Enche um balão e dá um no na sua abertura, outro com areia e o terceiro com ar
2. Acenda uma três velas e aproxime os balões, colocando-os sob a vela.

Questões para discussão com os alunos

O que observamos nesse experimento? Qual o balão demorou mais para estourar?
Por que você acha que isso aconteceu?

TESTES CONCEITUAIS

TC11- O que é calor específico?

- a) a quantidade de calor necessária para ferver um ovo;
- b) a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de 100°C ;
- c) a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de 1 grama de água de 1°C ;
- d) a quantidade de calor necessária para variar a temperatura de 1 grama de uma substância de 1°C ;

TC12- Dois corpos de massas diferentes estão inicialmente em contato térmico, de modo que suas temperaturas são iguais. Em seguida isola-se um do outro e ambos recebem a mesma quantidade de calor de uma fonte térmica. A respeito de suas temperaturas imediatamente após esta operação, é correto afirmar que:

- a) Devem ser iguais
- b) Serão iguais se os dois corpos tiverem igual volume
- c) Seriam iguais se suas capacidades térmicas fossem iguais.
- d) Somente seriam iguais se o calor específico de um corpo fosse igual ao outro.

TC13- (MED. POUSO ALEGRE-MG) O calor específico sensível do chumbo é $0,03\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ enquanto que o do ferro é $0,10\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$. Isso significa que:

- a) Se fornecemos a mesma energia calorífica a 1kg de ferro e a 1kg de chumbo, o chumbo aquecerá mais.
- b) Se 1kg de chumbo a 100°C e 1 kg de ferro a 100°C são colocados para esfriar até atingirem a temperatura ambiente, o chumbo liberará maior quantidade de energia calorífica para o ambiente
- c) Para a mesma quantidade desses materiais, é mais fácil (menor gasto de energia) aquecer o ferro do que aquecer o chumbo até uma determinada temperatura.
- d) Se o calor específico do ferro é maior do que o do chumbo, a capacidade térmica do ferro também será maior do que a do chumbo.

TC14- Dois corpos em diferentes temperaturas são postos em contato, formando um sistema isolado. Não havendo mudança de estado ao se atingir o equilíbrio térmico, o corpo que sofre maior variação de temperatura e o de:

- a) menor temperatura.
- b) menor calor específico.
- c) menor capacidade térmica.
- d) menor massa.

TC15- (UFMG-2007 Numa aula de Física, o professor Carlos Heitor apresenta a seus alunos está experiência: dois blocos – um de alumínio e outro de ferro – de mesma massa e, inicialmente, à temperatura ambiente, recebem a mesma quantidade de calor, em determinado processo de aquecimento. O calor específico do alumínio e do ferro são respectivamente, $0,90 \text{ J/calg } ^\circ\text{C}$ e $0,46 \text{ J/g } ^\circ\text{C}$.

Questionados quanto ao que ocorreria em seguida, dois dos alunos, Alexandre e Lorena, fazem cada um deles um comentário:

- Alexandre: “Ao final desse processo de aquecimento, os blocos estarão à mesma temperatura.”

- Lorena: “Após esse processo de aquecimento ao se colocarem os dois blocos em contato, fluirá calor do bloco de ferro para o bloco de alumínio,”

a) Apenas o comentário de Alexandre está certo.

b) Apenas o comentário de Lorena está certo.

c) Ambos estão certos.

d) Nenhum dos comentários estão certos.

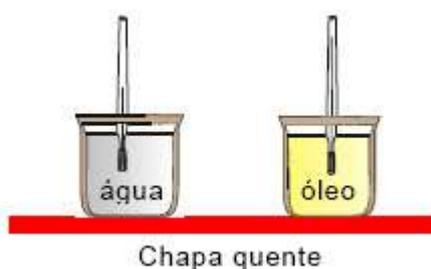
TC16- Numa aula prática de Termologia, o professor realizou a demonstração a seguir:

I - colocou massas iguais de água e óleo, à mesma temperatura, respectivamente, em dois recipientes de vidro pirex, isolados termicamente em suas laterais e respectivas partes superiores;

II - pegou dois termômetros idênticos e colocou um em cada recipiente;

III - em seguida, colocou esses recipientes sobre uma chapa quente.

Passado algum tempo, o professor mostrou para seus alunos que o termômetro do recipiente com óleo exibia um valor de temperatura maior que o do recipiente com água, conforme ilustrado na figura abaixo.



Considerando-se que a água e o óleo receberam a mesma quantidade de calor da chapa quente, é correto afirmar que a temperatura do óleo era mais alta porque.

a. a condutividade térmica da água é igual à do óleo.

b. a condutividade térmica da água é maior que a do óleo.

c. o calor latente da água é igual ao do óleo.

d. o calor específico da água é maior que o do óleo.

TC17- (UFCE-93) Dois corpos A e B estão inicialmente a uma mesma temperatura. Ambos recebem iguais quantidades de calor. Das afirmativas abaixo:

01. Se a variação de temperatura for a mesma para os dois corpos, podemos dizer que as capacidades térmicas dos dois são iguais.

02. Se a variação de temperatura for a mesma para os dois corpos, podemos dizer que as suas massas são diretamente proporcionais aos seus calores específicos.

03. Se a variação de temperatura for a mesma para os dois corpos, podemos dizer que as suas massa são inversamente proporcionais aos seus calores específicos.

04. Se os calores específicos forem iguais, o corpo de menor massa sofrerá a maior variação de temperatura.

Estão corretas

a) apenas 01, 02 e 03

b) apenas 02 e 04

c) apenas 01, 02 e 04

d) apenas 01,03 e 04

TC18- Ao visitar a praia durante um belo dia de sol, perceberemos que a areia estará bem quente, enquanto a água estará fria. Marque a alternativa que explica corretamente o motivo da diferença de temperatura entre as duas substâncias.

a) O calor específico da água é muito menor que o da areia, por isso ela não se esquentar facilmente.

b) O calor específico da areia é menor que o da água, por isso ela sofre variações de temperatura com maior facilidade.

c) A quantidade de água é infinitamente superior à quantidade de areia, por isso a água nunca se esquentará.

d) Por ser um líquido e apresentar maior proximidade das moléculas, a água sempre apresentará maior dificuldade para elevar sua temperatura.

Aula 06

Terceira tarefa de Leitura (TL03), leitura do texto 03 (anexo D)

Aula 07

Inicie a aula com experimento sobre condução, o objetivo é demonstrar a propagação do calor por condução através de materiais diferentes. Em seguida aborde o conteúdo de propagação por condução de forma dialogada utilizando **exemplos do cotidiano do aluno para exemplificar.**

Objetivo: compreender o processo de propagação de calor por condução; identificar materiais como isolante e condutores e aplicar em situações reais para compreender os fenômenos.

Recursos: barra de cobre, palito de churrasco, fósforo, velas, papel alumínio, datashow e notebook.

Descrição do experimento:

- 1- Pingue algumas gotas de vela sobre o fio de cobre, com espaçamentos aproximadamente iguais.
- 2- Espere alguns segundos para que a parafina (vela) endureça sobre a superfície do fio, depois repita o procedimento no palito de churrasco.
- 3- Enrole um pedaço de papel alumínio na ponte do palito de churrasco, para evitar que a madeira queime..
- 4- Acenda as velas na extremidade da barra de cobre e do palito.

Após alguns segundos percebe-se o resultado: a parafina começará a derreter mais rápido na barra de cobre, começando do ponto mais próximo de onde está sendo aquecido até a outra extremidade.

Questões para discussão com os alunos

Em qual dos materiais derreteu antes? Por você acha que isso acontece?

Os pingos de cera derrem todos ao mesmo tempo? Descreva como ocorre? Por que você acha que isso ocorre?

Testes conceituais
<p>TC19- Quando se coloca uma colher de metal numa sopa quente, logo a colher também estará quente. A transmissão de calor através da colher é chamada:</p> <p>a) agitação; b) condução; c) irradiação; d) convecção.</p> <p>TC20- Um cobertor de lã tem por função:</p> <p>a) dar calor ao corpo; b) impedir a entrada do frio; c) reduzir a transferência de calor do corpo para o exterior; d) comunicar sua temperatura ao corpo</p>

TC21- A blusa de lã é um bom isolante térmico porque:

- a) é muito espessa;
- b) retém bastante ar no seu interior;
- c) impede a passagem da corrente de ar pelo corpo;
- d) impede a transpiração e a conseqüente diminuição de temperatura do corpo.

TC22- Os iglus, embora feitos de gelo, possibilitam aos esquimós neles residirem porque:

- a) o calor específico do gelo é maior do que o da água;
- b) o calor específico do gelo é extraordinariamente pequeno, comparado ao da água;
- c) a capacidade térmica do gelo é muito grande;
- d) o gelo não é um bom condutor de calor;

TC23- Quando uma pessoa pega na geladeira uma garrafa de cerveja e uma lata de refrigerante à mesma temperatura, tem sensações térmicas diferentes, porque...

- a) a lata possui maior coeficiente de dilatação térmica.
- b) a lata possui menor coeficiente de dilatação térmica.
- c) a lata possui maior coeficiente de condutibilidade térmica.
- d) a garrafa possui maior coeficiente de condutividade térmica.

TC24- Em nossas casas, geralmente são usados piso de madeira ou de borracha em quartos e piso cerâmico na cozinha. Por que sentimos o piso cerâmico mais gelado?

- a) Porque o piso de cerâmica está mais quente do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- b) Porque o piso de cerâmica está mais gelado do que o piso de madeira, por isso a sensação de mais frio no piso cerâmico.
- c) Porque o piso de madeira troca menos calor com os nossos pés, causando-nos menos sensação de frio.
- d) Porque o piso de cerâmica tem mais área de contato com o pé, por isso nos troca mais calor, causando sensação de frio.

TC25- Tocando com a mão num objeto metálico à temperatura ambiente, notamos que parece mais frio que um objeto de madeira à mesma temperatura.

- a) realmente a madeira é sempre mais quente à temperatura ambiente;
- b) os metais costumam muito a entrar em equilíbrio térmico com o ambiente;
- c) os metais são sempre mais frios que a temperatura ambiente;
- d) o calor que a mão fornece se escoa rapidamente a todo o metal, devido a sua grande condutibilidade térmica;

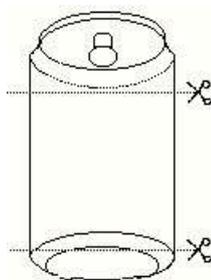
Aula 8

Inicie a aula com dois experimentos para demonstrar a propagação de calor por convecção e irradiação. O objetivo do experimento é demonstrar que o ar aquecido sobe e movimenta o cata-vento. Em uma segunda parte e demonstrar a propagação por irradiação aproximando a mão da vela.

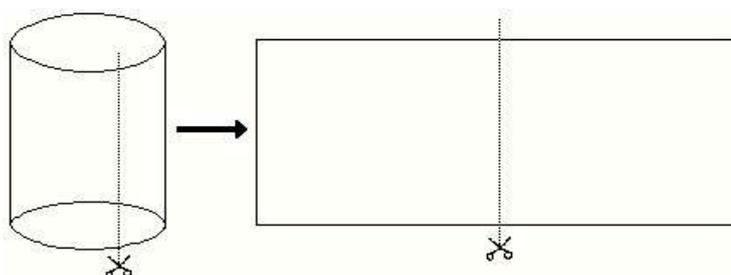
Recursos: uma latinha de refrigerante vazia, estilete ou tesoura, linha de costura, compasso. Régua, vela, fósforo, data show e notebook.

Descrição do experiemnto

- 1- Faça dois cortes: um retirando a parte superior e outro retirando a parte inferior da latinha.



- 2- Após retirar as extremidades da latinha faça um corte na lateral do cilindro para transformá-lo em um retângulo. Em seguida divida o retângulo em duas partes (dois quadrados).

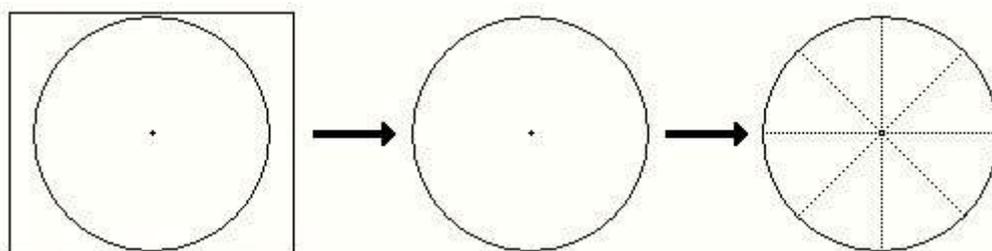


- 3- Com a ponta de metal do compasso, faça um furo no centro do quadrado. Coloque a ponta de grafite no furo e risque um círculo com a ponta de metal no quadrado de latinha.

4- Coloque o quadrado que tem o círculo marcado em cima do outro quadrado de lata. Isso é para não cortar a carteira ou mesa que se está usando como apoio para fazer os cortes. Ou pode-se colocar o círculo sobre um papelão para fazer os cortes com estilete.

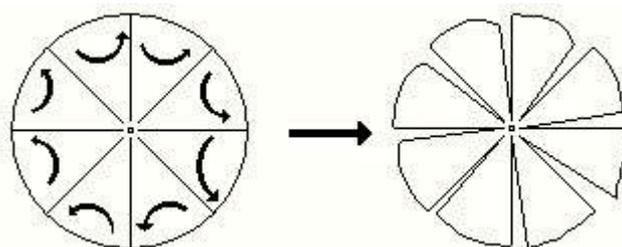
5- Recorte o círculo.

6- Usando a régua e o estilete faça riscos conforme a figura abaixo. Não aperte muito o estilete para não cortar a lata.

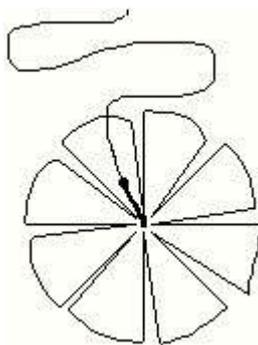


7- Faça cortes com o estilete nas marcas feitas anteriormente, deixando um espaço de cinco milímetros entre o furo do centro e o corte.

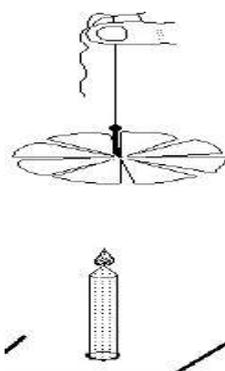
8- Torça cada uma das partes do mesmo modo, tal que resulte a roda de um cata-vento.



9- Afine a ponta de um palito de fósforo com o estilete e encaixe a ponta afinada do palito no furo do cata-vento e amarre a linha de costura no palito.



10 -Acenda a vela e segurando o cata-vento pela linha aproxime da vela, cerca de quinze centímetro sobre a vela.



Fonte: Projeto Experimentos de Física com Materiais do Dia-a-Dia - UNESP/Bauru TMO/FCL

11-Em uma segunda etapa do experimento pedimos para que os alunos aproximem a mão da chama da vela para que eles percebam a temperatura da mão aumentar

Questões para discussão com os alunos

O que acontece com o cata-vento? O que fez o cata-vento se movimentar?
Por que o ar quente sobe?

TESTES CONCEITUAIS

TC26- O processo de transmissão de calor que pode ocorrer no vácuo (ausência de matéria) é:

- a) condução;
- b) convecção;
- c) absorção;
- d) irradiação

TC27- Nos líquidos, o calor se propaga por:

- a) condução interna;
- b) convecção;
- c) condução externa;
- d) irradiação.

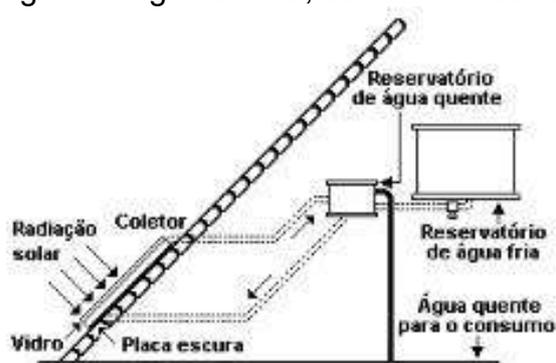
TC28- Uma lareira aquece uma sala:

- a) por irradiação e convecção;
- b) exclusivamente por convecção;
- c) principalmente por condução;
- d) exclusivamente por condução.

TC29- Num planeta completamente desprovido de fluidos apenas pode ocorrer propagação de calor por:

- a) convecção e condução;
- b) convecção e irradiação;
- c) condução e irradiação;
- d) irradiação;

TC30- O resultado da conversão direta de energia solar é uma das várias formas de energia alternativa de que se dispõe. O aquecimento solar é obtido por uma placa escura coberta por vidro, pela qual passa um tubo contendo água. A água circula, conforme mostra o esquema abaixo.



São feitas as seguintes afirmações quanto aos materiais utilizados no aquecedor solar:

- I. o reservatório de água quente deve ser metálico para conduzir melhor o calor.
- II. a cobertura de vidro tem como função reter melhor o calor, de forma semelhante ao que ocorre em uma estufa.
- III. a placa utilizada é escura para absorver melhor a energia radiante do Sol, aquecendo a água com maior eficiência.

Dentre as afirmações acima, pode-se dizer que, apenas está(ão) correta(s):

- a) I b) I e II c) II d) II e III

TC31- Numa área de praia, a brisa marítima é uma conseqüência da diferença no tempo de aquecimento do solo e da água, apesar de ambos estarem submetidos às mesmas condições de irradiação solar. No local (solo) que se aquece mais rapidamente, o ar fica mais quente e sobe, deixando uma área de baixa pressão, provocando o deslocamento do ar da superfície que está mais fria (mar). À noite, ocorre um processo inverso ao que se verifica durante o dia. Como a água leva mais tempo para esquentar (de dia), mas também leva mais tempo para esfriar (à noite), o fenômeno noturno (brisa terrestre) pode ser explicado da seguinte maneira:

- a) O ar que está sobre a água se aquece mais; ao subir, deixa uma área de baixa pressão, causando um deslocamento de ar do continente para o mar.
b) O ar mais quente desce e se desloca do continente para a água, a qual não conseguiu reter calor durante o dia.
c) O ar que está sobre o mar se esfria e dissolve-se na água; forma-se, assim, um centro de baixa pressão, que atrai o ar quente do continente.
d) O ar que está sobre a água se esfria, criando um centro de alta pressão que atrai massas de ar continental.

TC32- Estufas rurais são áreas limitadas de plantação cobertas por lonas plásticas transparentes que fazem, entre outras coisas, com que a temperatura interna seja superior à externa. Isso se dá porque:

- a) o ar aquecido junto à lona desce por convecção até as plantas.
b) as lonas são mais transparentes às radiações da luz visível que às radiações infravermelhas.
c) a expansão do ar expulsa o ar frio para fora da estufa.
d) o ar retido na estufa atua como um bom condutor de calor, aquecendo o solo.

Aula 9

Reserve está aula para a resolução de problemas. Os alunos são divididos em duplas, cada dupla recebe três blocos com questões, o primeiro com quatro questões, o segundo e o terceiro com três questões. Primeiramente é entregue para cada dupla o primeiro bloco, quando a dupla terminar de resolver as questões e entregar para o professor e se as questões estiverem corretas eles receberam o segundo bloco de questões e assim por diante. As questões possuem níveis crescente de dificuldades, assim o aluno vai vencendo etapas ao resolver as questões.

5- Referências

- ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E., **Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem em física**. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362-384, ago. 2013.
- CROUCH, C. H. et al. **Peer Instruction: engaging students one-on-one, all at once**. Reviews in Physics Education Research, Illinois, v.1, n. 1, 2007. Disponível em: <http://www.compadre.org/per/perviews/volume1.cfm>. Acesso em 12, jan. 2018
- BARBOSA, E. F.; MOURA, D.G. **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**. Senac - A Revista da Educação Profissional, v. 39, n.2: p. 48-67, mai. 2013
- GAVRIN, A. **Just-in-Time Teaching**. Metropolitan Universities. V. 17, n. 4: p. 9-18, jan. 2006.
- LASRY, N.; MANZUR, E.; WATKINS, J. **Peer Instruction: from Harvard to the two-year college**. American Journal of Physics, College Park, v. 76, n. 11, p.1066-1069, Nov, 2008
- OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de Eletromagnetismo via Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida para o ensino médio**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)-Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
- OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (*Just-in-Time Teaching*) e Instrução pelos Colegas (*Peer Instruction*) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015.
- MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2ª ed. São Paulo. E.P.U., 2015.
- YEO, S. ; ZADNIK, M. **Introductory thermal concept evaluation: assessing student's understanding**. **Physics Teacher**, College Park, Md, v. 39, p.496-504, Nov. 2001.
- Plickers. Aplicativo de votação. Disponível em <www.plickers.com>acessado em: 18/12/2018.
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2002. 268 p.
- GRAF - Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Leituras de Física: **Física Térmica**, 1998. Disponível em: <<http://www.if.usp.br/br/graf/termo2.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

Anexo A



UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ

INSTITUTO DE EXATAS E NATURAIS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio “Instituto Bom Pastor”

Aluno: _____ Turma: _____

- ✓ Este questionário diz respeito ao seu entendimento sobre aquecimento e temperatura.
- ✓ Para ajudar a visualizar cada situação, pense num grupo de amigos numa cozinha ou cafeteria. Imagine que eles são observadores e estão interessados em entender fenômenos comuns. Eles explicam suas idéias uns aos outros.
- ✓ Para cada questão, escolha a resposta que está mais próxima ao seu entendimento.
- ✓ Cuidado ao marcar a alternativa que você quer. Algumas questões possuem cinco opções.

1. Qual é a mais provável temperatura do cubo de gelo estocado no compartimento freezer do refrigerador?

a() -10°C b() 0°C c() 5°C d() Depende do tamanho dos cubos de gelo.

2. Pedro retira seis cubos de gelo do freezer e coloca quatro deles num copo de água. Deixa dois numa bancada. Ele mexe e mexe até que os cubos fiquem bem menores e param de derreter. Qual é a mais provável temperatura da água nesse estágio?

a() -10°C b() 0°C c() 5°C d() 10°C

3. Os cubos de gelo que Pedro deixou sobre a bancada não derreteram completamente e estão sobre uma poça de água. Qual é a mais provável temperatura desses pequenos cubos de gelo?

a() -10°C b() 0°C c() 5°C d() 10°C

4. No fogão está uma chaleira cheia de água. A água começa a ferver rapidamente. A mais provável temperatura da água é de?

a() 88°C b() 98°C c() 110°C d() Nenhuma das alternativas está correta.

5. Cinco minutos depois, a água na chaleira continua fervendo. A mais provável temperatura da água neste momento é de?

a() 88°C b() 98°C c() 110°C d() 120°C

6. Qual a temperatura do vapor acima da água fervendo na chaleira?

a() 88°C b() 98°C c() 110°C d() 120°C

7. Leandro pega dois copos de água a 40°C e os mistura com um copo de água a 10°C . Qual a mais provável temperatura da mistura?

a() 20°C b() 25°C c() 30°C d() 50°C

8. João acredita que precisa de água fervendo para fazer uma xícara de chá. E diz a seus amigos: “Eu não poderia fazer chá se eu estivesse acampando nas montanhas, pois a água não ferve na altitude.”

a() Jonas diz: “Sim pode, mas a água fervida lá não é tão quente quanto a que temos aqui.”

b() Tatiana diz: “Não é verdade. A água sempre ferve na mesma temperatura.”

c() Luana diz: “O ponto de ebulição da água diminui, mas a água por si só continua com 100°.”

d() Maria diz: “Eu concordo com João. A água nunca chega ao ponto de ebulição.”

9. Samuel pega uma lata de refrigerante e uma garrafa plástica de refrigerante do refrigerador, onde elas passaram a noite inteira. Ele rapidamente coloca um termômetro na lata de refrigerante. A temperatura é 7° C. Qual é a mais provável temperatura da garrafa de plástico e do refrigerante inserido.

a() Elas estão ambas menos de 7° C.

b() Elas estão ambas iguais a 7° C.

c() Elas estão ambas acima de 7° C.

d() O refrigerante está a 7° C, mas a garrafa está acima de 7° C.

e() Depende da quantidade de refrigerante e/ou do tamanho da garrafa.

10. Poucos minutos depois, Nelson pega a lata de refrigerante e em seguida diz a todos que a área da bancada abaixo da lata está mais fria que o restante da bancada. Qual explicação em sua opinião é a melhor?

a() Jonas diz: “O esfriamento foi transferido da lata de refrigerante para a bancada.”

b() Robson diz: “Não há energia disponível na área da bancada abaixo da lata.”

c() Suely diz: “Algum aquecimento foi transferido da bancada para o refrigerante.”

d() Elias diz: “A lata causa um aquecimento embaixo ao afastar-se da bancada.”

11. Pâmela pergunta a um grupo de amigos: “Se eu colocar 100 gramas de gelo a 0° C e 100 gramas de água a 0° C dentro do freezer, qual eventualmente perderia mais calor?”

a() Catia diz: “As 100 gramas de gelo.”

b() Bruno diz: “As 100 gramas de água.”

c() Nelson diz: “Nenhum, pois ambos possuem a mesma grau de calor.”

d() Mateus diz: “Não há resposta, pois o gelo não contém calor.”

e() Jonas diz: “Não há resposta, pois não temos água a 0° C.”

12. Maria está fervendo água numa panela no fogão. O que você acha que há nas bolhas que formam na água em ebulição? Em sua maior parte.

a() Ar b() Oxigênio e hidrogênio c() Vapor d’água. d() Não há nada nas bolhas.

13. Depois de cozinhar alguns ovos, Maria esfria os ovos colocando-os numa tigela com água fria. Qual das seguintes frases explica o processo de resfriamento?

- a() Temperatura é transferida dos ovos para a água.
- b() O resfriamento é transferido da água para os ovos.
- c() Objetos quentes naturalmente são resfriados.
- d() Energia é transferida dos ovos para a água.

14. Jonas diz que não gosta de sentar nas cadeiras de metal da sala, por que: “elas são mais frias que as cadeiras de plástico.” Quem você acredita estar certo?

- a() João concorda e diz: “Elas são mais frias, pois o metal é naturalmente mais frio que o plástico.”
- b() Nelson diz: “Elas não são mais frias, elas estão na mesma temperatura.”
- c() Luana diz: “Elas não são mais frias, os metais só parecem mais frios porque são mais pesados.”
- d() Maria diz: “Elas são mais frias porque o metal tem menos calor a perder que o plástico.”

15. Um grupo está ouvindo a previsão do tempo no rádio. Eles ouvem: “... hoje à noite teremos frio 5°C , mais frio que os 10°C de ontem à noite.” Qual sentença você está mais de acordo?

- a() Jonas diz: “Que estará duas vezes mais frio esta noite que a noite passada.”
- b() João diz: “Que não está certo. 5°C não são duas vezes mais que 10°C .”
- c() Maria diz: “Está parcialmente certo, mas ela deveria ter dito que 10°C são duas vezes mais quentes que 5°C .”
- d() Samuel diz: “Está parcialmente certo, mas ela deveria ter dito que 5°C é metade do frio de 10°C .”

16. Mateus retira uma régua de metal e uma régua de madeira de seu estojo. Ele diz que a de metal está mais fria que a de madeira. Qual a sua explicação preferida?

- a() Metal conduz energia da mão dele mais rapidamente que a madeira.
- b() Madeira é naturalmente uma substância mais quente que o metal.
- c() A régua de madeira contém mais calor que a régua de metal.
- d() Metais são melhores radiadores de calor que a madeira.
- e() Resfriamento flui mais prontamente do metal.

17. Pâmela pega duas garrafas de vidro contendo água a 20°C e as embrulha em toalhas. Uma das toalhas estava molhada e a outra estava seca. 20 minutos depois, ela mediu a temperatura de cada garrafa. A água da garrafa com a toalha molhada estava com 18°C , a água da garrafa com a toalha seca estava com 22°C . Qual a mais provável temperatura do local durante este experimento:

- a() 26°C b() 21°C c() 20°C d() 18°C

18. Daniel simultaneamente pega duas caixa de achocolatado (leite com chocolate), uma fria do refrigerador e uma quente que já estava a algum tempo sobre a bancada. Por que você acha que a do refrigerador estava mais fria que a da bancada? Comparada com a caixa quente, a caixa fria...

- a() contém mais resfriamento.
b() contém menos calor.
c() é um pobre condutor de calor.
d() conduz calor mais rapidamente da mão de Daniel.
e() conduz resfriamento mais rápido para a mão de Daniel.

19. Robson analisa sua mãe fazendo sopa na panela de pressão porque ela cozinha mais rápido que a panela normal, mas ele não sabe o porquê. (A panela de pressão possui a tampa selada, então a pressão interna aumenta acima da pressão atmosférica.) Com qual pessoa você mais concorda?

- a() Maria diz: "É porque a pressão faz a água ferver acima de 100°C ."
b() Bruno diz: "É porque a alta pressão gera calor extra."
c() Tatiana diz: "É porque o vapor está a uma temperatura maior que a sopa fervendo."
d() Daniel diz: "É porque a panela de pressão espalha o calor mais uniformemente através da comida."

20. Pâmela acredita que seu pai coloca o bolo para assar na plataforma superior do forno elétrico porque a parte superior é mais quente que a plataforma inferior. Qual pessoa você acha que está certa?

- a() Maria diz que é mais quente na parte superior, pois o calor sobe.
b() Samuel diz que é mais quente porque a forma de metal concentra o calor.
c() Bruno diz que é mais quente na parte superior, pois quanto mais quente o ar menos denso ele é.
d() Nelson discorda com todos eles e diz que não é possível ser mais quente na parte superior.

21. Suely está lendo uma questão de múltipla-escolha de um livro de texto: “A transpiração te refresca porque o suor é derramado em sua pele: Qual resposta você diria que ela selecionasse?”

- a() Umedece a superfície, e superfície úmida libera maior calor que superfície seca.”
- b() Drena o calor dos poros e espalha por toda a superfície da pele.”
- c() É a mesma temperatura da sua pele mas evapora e então libera calor.”
- d() É levemente mais fresco que sua pele por causa da evaporação e então o calor é transferido da sua pele para o suor.”

22. Quando Robson usa a bomba para encher os pneus de sua bicicleta, ele nota que a bomba fica um pouco aquecida. Qual explicação abaixo parece ser a melhor?

- a() Energia é transferida para a bomba.
- b() Temperatura é transferida a bomba.
- c() O calor é liberado de suas mãos para a bomba.
- d() O metal existente na bomba faz com que a temperatura aumente.

23. Por que vestimos casacos em tempos frios?

- a() Para manter o frio do lado de fora.
- b() Para gerar calor.
- c() Para reduzir a perda de calor.
- d() Todas as razões anteriores estão corretas.

24. Elias retira alguns picolés do freezer, onde ele tinha os colocados no dia anterior, e diz a todos que o palito de madeira está a uma temperatura superior a parte de gelo. Com qual pessoa você mais concorda?

- a() Nelson diz: “Você está certo, pois o palito de madeira não fica tão frio quanto o gelo.”
- b() Maria diz: “Você está certo porque o gelo contém mais frio que a madeira.”
- c() Samuel diz: “Você está errado, eles apenas parecem diferentes porque o palito contém mais calor.”
- d() Suely diz: “Eu acho que eles estão a uma mesma temperatura porque estão juntos.”

25. Daniel está descrevendo um segmento da TV que ela viu na noite anterior: “Eu vi físicos fazerem ímãs supercondutores, que estavam a uma temperatura de -260° C.” Quem você acredita estar certo?

- a() Mateus duvida disso: “Você deve ter cometido um erro. Não se pode ter uma temperatura tão baixa quanto essa.”

- b() Luana discorda: “Sim você pode. Não há limite para as temperaturas mais baixas.”
- c() Nelson acredita que ele esteja certo: “Eu acho que o imã estava próximo da menor temperatura possível.”
- d() Daniel não tem certeza: “Eu acho que supercondutores são bons condutores calóricos então não se pode resfriá-los a temperaturas baixíssimas.”

26. Quatro alunos estavam discutindo coisas que fizeram quando crianças. A seguinte conversa foi ouvida: Maria: “Eu costumava cobrir minhas bonecas com cobertores e não entendia o porquê elas não esquentavam.”

- a() Nelson respondeu: “É porque os cobertores que você usava eram provavelmente isoladores ruins.”
- b() Luana respondeu: “É porque os cobertores que você usava eram provavelmente condutores ruins.”
- c() Mateus respondeu: “É porque as bonecas eram feitas de materiais que não armazenavam bem o calor.”
- d() Bruno respondeu: “É porque as bonecas eram feitas de materiais que levavam muito tempo para aquecer.”
- e() Jonas respondeu: “Todos vocês estão errados”

Com quem você concorda?

Anexo B

TL01- TAREFA DE LEITURA

NOME: _____ N°: _____ TURMA: 2° ANO

O que é o calor? Calor e temperatura são a mesma coisa?



Fonte: GREF, 1998, p. 5

A Ciência propõe um modelo que descreve todas as substâncias formadas por pequenas porções iguais chamadas de moléculas. As moléculas diferem umas das outras, pois podem ser constituídas por um ou mais átomos iguais ou diferentes entre si. Por exemplo, a molécula da água, H_2O , é constituída de um átomo de oxigênio e dois átomos de hidrogênio.

Neste modelo as moléculas não ficam paradas, elas estão em movimento, como já foi estudado na mecânica, se um corpo possui movimento ele possui energia cinética.

Além da energia cinética translacional da agitação das moléculas, existe a energia em outras formas. Existe a energia cinética rotacional das moléculas e a energia potencial devido às forças entre as moléculas.

A soma de todos os tipos de energias das moléculas que constitui um corpo é chamada de **energia interna**.

A **temperatura** de um corpo está associada especificamente ao movimento de translação das moléculas, ou seja, a sua energia cinética, o movimento das moléculas é mais ou menos intenso dependendo da temperatura do corpo. Então a temperatura de um corpo traduz o grau de agitação das moléculas de um corpo.

Assim se tomamos dois corpos com temperaturas diferentes, o corpo de maior temperatura possui moléculas com mais energia cinética do que o corpo com temperatura menor.

Sabemos que dois corpos a temperaturas iniciais diferentes, ao serem colocados em contato direto, após certo tempo atingem a mesma temperatura.

Um exemplo simples deste fenômeno é quando a mãe acaba de fazer um mingau para o seu bebê e coloca o em um recipiente com água fria para esfriar o mingau. Se um corpo possui maior temperatura, significa que suas moléculas possuem mais energia, assim quando sua temperatura diminui as suas moléculas perdem energia, por outro lado, se sua temperatura aumenta suas moléculas ganham energia, então o que temos entre os corpos é uma transferência de energia. O **calor** é essa energia “em trânsito”, ou seja, é a energia que é transferida de um corpo para outro devido à diferença de temperatura existente entre eles, o calor passa espontaneamente do corpo de maior temperatura para o de menor temperatura, até eles atingirem o **equilíbrio térmico**.

Na situação descrita acima haverá entre ambos uma transferência de calor. O mingau cede calor e a água fria recebe calor. Assim a temperatura do mingau irá diminuir e a da água irá aumentar, até eles atingirem a mesma temperatura, ou seja, o equilíbrio térmico.

Por isso na física é errôneo dizer que um corpo “tem calor”, pois ele é definido como a energia transferida devido à diferença de temperatura, uma vez transferida a energia deixa de ser calor e se transforma em outra forma de energia, como energia cinética translacional das moléculas.

Fonte: HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2002.

TL1 - Após a leitura do texto (1), você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa.

TL2- Você coloca uma pedra de gelo em um copo com água na temperatura ambiente (30°C), como você explica a diminuição de temperatura da água?

TL3- Segundo o que você aprendeu sobre o conceito de calor, analise e comente as frases abaixo e classifique-as em correta ou incorreta.

- i. O calor é a energia contida nos corpos quentes.
- ii. Uma sopa quente esfria com o tempo, pois fornece calor para o ambiente.
- iii. O frio é uma forma de energia que atua no sentido contrário do calor.
- iv. Apenas a diferença de temperatura provoca a transferência de calor entre os corpos.
- v. Devemos manter a porta da geladeira fechada para não deixar o frio sair.

Anexo C

TL02- TAREFA DE LEITURA

NOME: _____ N°: ____ TURMA: 2° ANO:

Do que depende o aquecimento e resfriamento das substâncias?

Você já deve ter percebido que certas substâncias esquentam ou esfriam mais rápido do que outras. Vamos supor que um prato de carne com batatas acabou de sair do forno, ambos à mesma temperatura, você percebe que a carne esfria mais rápido que as batatas, assim como também o óleo esquentam mais rápido que a água.

Para explicar este fato recorreremos novamente à estrutura da matéria. Substâncias diferentes necessitam de diferentes quantidades de calor para que uma determinada massa sofra uma variação de temperatura. As substâncias diferentes são formadas por moléculas que têm massas diferentes. Um grama de uma substância constituída de moléculas de massa pequena conterá mais moléculas do que um grama de outra substância constituída de moléculas de massas maiores. Desta forma, para aumentar em 1 °C a temperatura de um grama de uma substância que contenha mais moléculas é necessário fornecer uma maior quantidade de calor.

A quantidade de calor necessária para aumentar (ou diminuir) em 1 °C a temperatura de um grama da substância é denominado de **calor específico**.

Substância	Calor específico (cal/g °C)
Acetona	0,52
Areia	0,2
Água	1,0
Cobre	0,09
Etanol	0,59
Ferro	0,11
Ouro	0,03
Prata	0,05
Alumínio	0,22

Assim se fornecemos a mesma quantidade de calor para mesma massa, mas substâncias diferentes, por exemplo, água e areia, a substância que possui maior calor específico sofrerá menor variação de temperatura, ou seja, aquela que possui menor calor específico esquenta mais rápido do que aquela que possui maior calor específico.

Calculando a energia térmica

Se temos no fogão duas panelas, uma contendo 1l (um litro) e outra 2l (dois litros), gastamos mais tempo para ferver uma massa de maior, significa que precisamos fornecer maior quantidade de calor para ferver. Se pensarmos em como as substâncias são formadas, quando se aumenta a massa, aumenta-se a quantidade de moléculas, então precisamos fornecer mais calor para fazer as moléculas vibrarem, aumentar sua energia cinética, o que traduz num aumento de temperatura. Portanto para quantificar a quantidade de energia térmica consumida ao se aquecer ou resfriar um corpo, além do seu calor específico temos que levar em conta sua massa. Matematicamente podemos expressar o calor recebido (ou cedido) por um corpo ao sofrer uma determinada variação de temperatura como:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

onde $\left\{ \begin{array}{l} m: \text{ massa do corpo} \\ c: \text{ calor específico} \\ \Delta t: \text{ variação de temperatura} \end{array} \right.$

A capacidade térmica de um corpo (C) é definida como a razão entre a quantidade de calor que ele troca e a sua variação de temperatura.

$$C = \frac{Q}{\Delta t}$$

Quando misturamos corpos a diferentes temperaturas eles trocam entre si até que suas temperaturas se igualem, isto é que eles atingirem o equilíbrio térmico. Se considerarmos o sistema isolado. A quantidade de calor cedida por dos corpos é igual a recebida pelo outro, então matematicamente podemos expressar:

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$$

TL2.1 - Após a leitura do texto (2), você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa.

TL2.2- Se dizemos que a capacidade térmica de corpo é igual a $20 \text{ cal/}^\circ\text{C}$. O que isso significa?

TL2.3 – Considere duas panelas de mesma massa, uma de cobre outra de alumínio. Considerando os calores específicos dessas substâncias.

e) Qual delas você escolheria para aquecer determinada quantidade de alimento mais rapidamente? Justifique.

f) E para manter o alimento aquecido mais tempo, depois de retirado do fogo?

Anexo D

TL03- TAREFA DE LEITURA

NOME: _____ N°: _____ TURMA: 2° ANO

Tranferência de Calor

Quando você segura uma das extremidades de uma barra de alumínio e coloca a outra sobre a chama de uma vela, a extremidade que você esta segurando fica cada vez mais quente, embora não esteja direto na chama. O calor se transmite ao longo da barra até chegar à sua mão. Esse modo de transmissão de calor é chamado de **condução**.

Cada substância é formada por um tipo de molécula diferente que a caracteriza. No caso do alumínio que está no estado sólido, os átomos estão próximos uns dos outros e interagem entre si. Esses átomos não mudam de posição facilmente e por isso os sólidos mantêm a forma e o volume. Os átomos do alumínio como as moléculas dos outros sólidos nesse modelo estão organizados formando uma estrutura regular chamada de rede cristalina.

Os átomos que estão em contato com a chama da vela adquirem energia e passam a vibrar com mais intensidade, interagem com os átomos vizinhos que, sucessivamente interagem com outros, propagando o calor por toda extensão da barra. É dessa forma que o nosso modelo explica a propagação do calor por condução. Os átomos em si, não se deslocam de uma região a outra do material, mas a energia (cinética) se desloca.

Em materiais onde as moléculas interagem menos umas com as outras a condução do calor é menos eficiente. Os maus condutores são chamados de isolantes, é o caso do amianto, da fibra de vidro, da madeira. Os cabos de panelas são de madeira ou de material plástico porque quando a panela está quente, eles sempre se encontram à uma temperatura bem menor, o que nos permite retirar a panela do fogo segurando-a pelo cabo.

Ao tocarmos um piso de madeira, temos a sensação de



Figura 1 - Fonte: GREF, 1998, p. 33

que este é mais quente que o piso de ladrilho. O pé e o ladrilho trocam calor muito mais rapidamente do que o pé e a madeira. A madeira é um mau condutor de calor.

Em determinadas situações é importante na escolha de materiais levarmos em conta o seu comportamento em relação a condução térmica. Para compararmos esses materiais segundo essa característica, definimos uma propriedade: o coeficiente de condutividade que indica quantas calorias de energia térmica são transferidas por segundo, através de 1 cm do material, quando a diferença de temperatura entre as extremidades é de 1°C.

Tabela – condutividade térmicas

Material	K (cal /s . cm . ° C)
Ar seco	0,00006
Lã	0,00009
Papel	0,003
Água	0,0014
Vidro	0,0015
Concreto	0,0025
Gelo	0,0040
Ferro	0,17
Latão	0,26
Alumínio	0,50
Ouro	0,70
Prata	0,97

Roupa "quente" ou "fria"? Mas, é a roupa que é quente? Uma roupa pode ser fria? O cobertor esquenta o nosso corpo?

O frio que sentimos no inverno é devido às perdas de calor do nosso corpo para o meio ambiente que está a uma temperatura inferior. A roupa de lã não produz calor, mas isola termicamente o nosso corpo, pois mantém entre suas fibras uma camada de ar. A lã que tem baixo coeficiente de condutividade térmica diminui o processo de troca de calor entre nós e o ambiente. Esse processo deve ser facilitado no verão como o uso de roupas leves em ambiente refrigerados.

Assim como os sólidos, os líquidos e os gases também são formados por moléculas; porém, essas moléculas não formam redes cristalinas. Isto faz com que a propagação do calor nos líquidos e nos gases quase não ocorra por condução. Num líquido, as moléculas se movimentam mais livremente, restritas a um volume definido e a sua forma varia com a do recipiente que o contém. Nesse caso, o calor se propaga, predominantemente, através do movimento de moléculas que sobem

quando aquecidas e descem quando resfriadas, no processo de **convecção**. Nos gases, as moléculas se movimentam ainda mais livremente que nos líquidos, ocupando todo o espaço disponível; não tem forma nem volume definidos. A convecção também é o processo pelo qual o calor se propaga, predominantemente, nos gases.

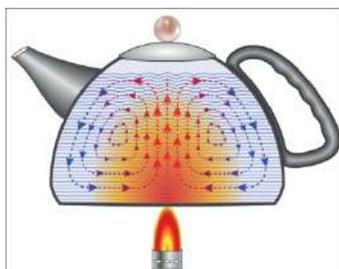


Figura 2 - Correntes de convecção criadas na água de uma chaleira no fogão. Fonte: site: infoescola
Ilustração: Fouad A. Saad / Shutterstock.com

Quando a água é aquecida, as moléculas que estão em baixo passam se movimentar mais rapidamente, afastando-se, em média uma das outras tornando as menos densa, a porção mais quente é menos densa então sobe e a parte mais fria e mais densa move-se para baixo para ocupar o lugar do fluido mais quente do fundo. Dessa maneira, as correntes de convecções mantêm o fluido em circulação enquanto ele esquentam.

A Terra é aquecida pelo Sol. A energia vinda do Sol atravessa o espaço, e depois a atmosfera para então aquecer a Terra. Já vimos dois meios de propagação de calor **condução** e **convecção** e ambos precisam de um meio material para se propagar, então no espaço vazio entre nossa atmosfera e o Sol a transmissão da energia se dá de outra forma que não necessita de um meio material. Esse processo de propagação de calor que não necessita de um meio material é denominado de **radiação**.

A radiação é a transferência de calor por meio de ondas eletromagnéticas, como a luz visível, a radiação infravermelha e radiação ultravioleta. A radiação infravermelha tem comprimento de onda mais longo do que da luz visível (figura 3)

Todos os objetos – você, eu e tudo e tudo que nos rodeia – emite continuamente energia radiante em determinada faixa de frequência. Corpos com temperaturas cotidianas emitem principalmente ondas infravermelhas de baixa frequência. Quando as ondas infravermelhas de frequência mais alta são absorvidas pela pele, como a proveniente do Sol, você sente a sensação de calor. Assim a radiação infravermelha é frequentemente de radiação térmica.

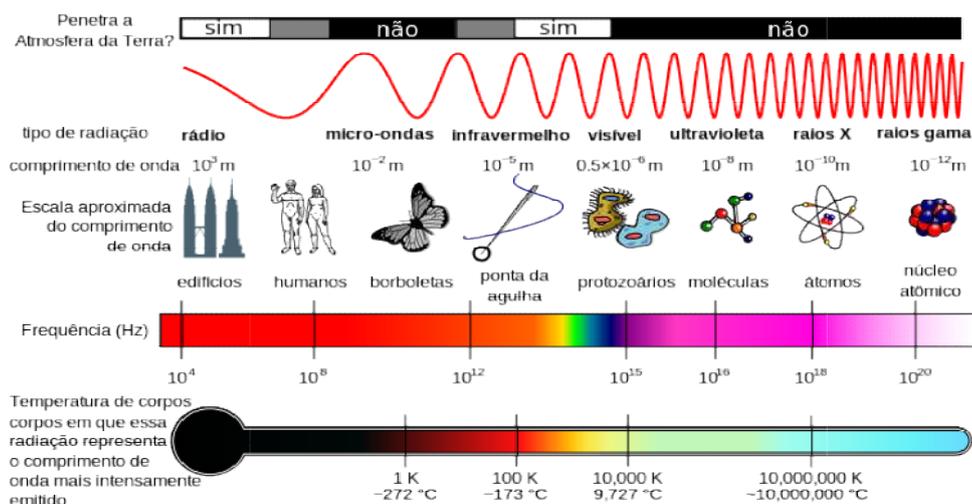


Figura 3 : espectro eletromagnético - Fonte: infoescola

Fonte: texto adaptado HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. 9ª ed. São Paulo: Bookman, 2002.

TL3.1 - Após a leitura do texto (2), você achou alguma coisa confusa? Em caso afirmativo da questão, destaque que a(s) parte(s) que você considerou confusa.

TL3.2- (UFTM) A respeito dos processos de transmissão de calor, considere:

- I. na convecção, o calor é transferido de um lugar para outro tendo como agentes os próprios fluidos;
- II. na condução, ocorre a transferência de energia cinética entre as partículas;
- III. na irradiação, o calor é transmitido sob a forma de ondas eletromagnéticas.

É correto o contido em:

- a) I, apenas.
- b) II, apenas.
- c) I e II, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

TL3.3- (UNISINOS-RS) Profissionais da área de saúde recomendam o uso de roupas claras para a prática de exercícios físicos, como caminhar ou correr, principalmente no verão. A preferência por roupas claras se deve ao fato de que elas:

- a) absorvem menos radiação térmica do que as roupas escuras.
- b) refletem menos a radiação térmica do que as roupas escuras.
- c) absorvem mais a radiação térmica do que as roupas escuras.
- d) impedem a formação de correntes de convecção com maior facilidade do que as roupas escuras.
- e) favorecem a condução do calor por apresentarem maior condutibilidade térmica do que as roupas escuras.

TL3.4 (CFT-MG) As modernas painelas de aço inox possuem cabos desse mesmo material, que é um _____ condutor de calor. Eles não queimam as mãos das pessoas, porque possuem um formato vazado, facilitando a troca de calor por _____ do ar através deles.

A opção que completa, correta e respectivamente, as lacunas é

- a) mau / irradiação.
- b) bom / irradiação.
- c) bom / convecção.
- d) mau / convecção.

Anexo E: Problemas Numéricos

Em dupla resolva os problemas abaixo para fixação dos conteúdos abordados nessa unidade.

BLOCO 1

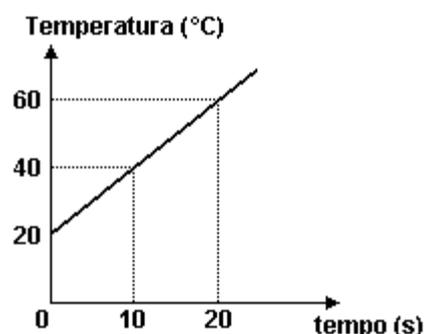
1. Uma peça de ferro de 50 g tem temperatura de 10 °C. Qual é o calor necessário para aquecê-la até 80 °C. Dado: calor específico: 0,11 cal/g°C
2. Uma pessoa bebe 500 g de água a 10°C. Admitindo que a temperatura da pessoa é de 36°C, qual a quantidade de calor que essa pessoa transfere para água? Dado: Calor específico da água: 1 cal/g°C.
3. Mil gramas de glicerina, de calor específico 0,6 cal/g°C, inicialmente a 0°C, recebe 1200 calorias de uma fonte. Determine a temperatura final da glicerina.
4. Uma fonte calorífica fornece calor continuamente, à razão de 150 cal/s, a uma determinada massa de água. Se a temperatura da água aumenta de 20°C para 60°C em 4 minutos, sendo o calor específico sensível da água 1,0 cal/g°C, pode-se concluir que a massa de água aquecida, em gramas, é:

BLOCO 2

1. Para aquecer 500 g de certa substância de 20 °C para 70 °C, foram necessárias 4 000 calorias. Qual a capacidade térmica e o calor específico?
2. Uma bacia contém 15 litros de água à temperatura de 25 oC. Desprezando-se a capacidade térmica da bacia e as perdas para o ambiente, pode-se obter uma mistura á temperatura final de 30 oC. despejando-se na bacia certa quantidade de água a 60 oC. Essa quantidade de água deverá ser de:
3. Uma senhora deseja banhar seu filho em água morna à temperatura de 37 oC e, para isso, conta com um recipiente de capacidade de 20 litros, água “fria” a 20 oC e “quente” a 60 oC. Admitindo que a massa específica da água é 1 g/cm³, que o calor específico é 1 cal/g oC e que ambos são constantes e independem da temperatura, calcular as quantidades de água fria e quente que devem ser misturadas.

BLOCO 3

1. Num experimento, aquece-se um corpo com o objetivo de determinar sua capacidade térmica. Para tanto, utiliza uma fonte térmica, de potência constante, que fornece 30 calorias por segundo e constrói o gráfico anterior. Calcule a capacidade térmica do corpo



2. Em um recipiente de capacidade térmica desprezível, foram aquecidos 20 litros de água, usando-se um aquecedor elétrico de potência 4 000 W. Estando o sistema inicialmente a 20 °C, qual foi o tempo de aquecimento, sabendo que a temperatura final foi 50 °C?

Dados: calor específico da água = $4,0 \cdot 10^3$ J/kg °C; densidade da água = 1,0 kg/l.

3. Uma dona-de-casa em Santos, para seguir a receita de um bolo, precisa de uma xícara de água a 50°C. Infelizmente, embora a cozinha seja bem-aparelhada, ela não tem termômetro. Como pode a dona-de-casa resolver o problema? (Você pode propor qualquer procedimento correto, desde que não envolva termômetro)