

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

BENÍCIO MARCOS RODRIGUES

PROJETO DE PESQUISA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA, COM
BASE NA METODOLOGIA INVESTIGATIVA-ARGUMENTATIVA**

**JARAGUÁ DO SUL
DEZEMBRO/2024**

BENÍCIO MARCOS RODRIGUES

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA, COM
BASE NA METODOLOGIA INVESTIGATIVA-ARGUMENTATIVA**

Monografia apresentada ao Curso
de Licenciatura em Física do
Instituto Federal de Santa Catarina
para a obtenção do diploma de
Licenciado em Física

Orientadora: Dicleia Dobrowolski

JARAGUÁ DO SUL
DEZEMBRO/2024

BENÍCIO MARCOS RODRIGUES

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TERMODINÂMICA, COM
BASE NA METODOLOGIA INVESTIGATIVA-ARGUMENTATIVA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Licenciado em Física, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo indicada.

Jaraguá do Sul, 19 de dezembro de 2024.

Prof^a. Dicleia Dobrowolski, Ms

Orientadora

Instituto Federal De Santa Catarina

Prof^a. Cátia Regina Barp Machado, Ms

Instituto Federal De Santa Catarina

Prof^a. Luziane Oliveira Carvalho, Ms

EEB Heleodoro Borges

"A educação é uma vela no escuro, essencial para iluminar a mente e combater a ignorância."

Carl Sagan, O mundo assombrado pelos demônios.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo elaborar, aplicar e avaliar uma sequência didática sobre termodinâmica, com foco no ensino de conceitos como calor, temperatura e dilatação térmica, utilizando a metodologia investigativa-argumentativa. A pesquisa é caracterizada como um relato de experiência, uma vez que descreve e analisa a aplicação prática da sequência didática em sala de aula, com a intenção de refletir sobre a eficácia da metodologia adotada. A sequência didática foi composta por atividades teóricas e práticas, incluindo experimentos no laboratório e questões contextualizadas com o cotidiano dos alunos, estimulando a reflexão crítica e a construção de hipóteses. A metodologia aplicada foi qualitativa, com análise das respostas dos alunos a questionários, permitindo avaliar o nível de compreensão dos conceitos trabalhados. Os resultados indicaram que a metodologia aplicada favoreceu o desenvolvimento de habilidades científicas básicas, como justificativas e raciocínio lógico, embora tenha sido necessário um reforço no aprofundamento das explicações e na utilização das fórmulas matemáticas. A pesquisa contribui para o entendimento de como o ensino investigativo pode ser utilizado para a formação de cidadãos cientificamente alfabetizados, aptos a compreender e aplicar conceitos científicos em sua vida cotidiana.

Palavras-chave: Alfabetização científica. Ensino de Física. Investigação. Argumentação. Relato de experiência.

ABSTRACT

This study aims to design, apply, and evaluate a didactic sequence on thermodynamics, focusing on the teaching of concepts such as heat, temperature, and thermal expansion, using the investigative-argumentative methodology. The research is characterized as a narrative of experience, as it describes and analyzes the practical application of the didactic sequence in the classroom, reflecting on the effectiveness of the adopted methodology. The didactic sequence included both theoretical and practical lessons, with laboratory experiments and questions contextualized with students' daily life, encouraging critical reflection and hypothesis construction. The methodology employed was qualitative, analyzing students' responses to questionnaires to evaluate their understanding of the concepts taught. The results indicated that the applied methodology favored the development of basic scientific skills such as justification and logical reasoning, although reinforcement was needed in providing deeper explanations and using mathematical formulas. This research contributes to understanding how investigative teaching can be used to form scientifically literate citizens, capable of comprehending and applying scientific concepts in their daily lives.

Keywords: Scientific literacy. Physics teaching. Investigation. Argumentation. Narrative of experience.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	10
2.1 RELATO DE EXPERIÊNCIA	10
2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA	11
2.3 EIXOS ESTRUTURANTES E INDICADORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA (AC).....	14
2.4 ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO.....	17
3 METODOLOGIA	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	20
4.2 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO	23
4.2.1 Questões abertas:	23
4.2.1.1 Respostas às questões abertas:.....	24
4.2.2 Questões objetivas:	28
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS.....	33
APENDICE.....	35

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, diversos trabalhos e pesquisas vêm se preocupando na possibilidade de que as aulas permitam a alfabetização científica aos alunos (SILVA et al., 2020). Alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer-lhes condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade, relacionados aos conhecimentos científicos (SASSERON, 2013).

É bem sabido que a influência das ciências em nossa sociedade não é unidirecional, o que evidencia a importância de que não se reconheça a ciência e a sociedade apartadas, uma à mercê da outra. Ciência e sociedade são transformadas e transformadoras, portanto a ciências devem ser compreendidas e aplicadas à sociedade em situações atuais. Conhecer ciências tem alto grau de comprometimento com a constante mudança no mundo (SASSERON, 2015).

Os laboratórios, assim como as salas de aula, são espaços tradicionalmente relacionados ao ensino e permitem que o trabalho e as relações entre alunos e professor ocorram. Sasseron (2013) escreve que os laboratórios, apesar de ligados ao ensino de ciências, são mal aproveitados nas escolas brasileiras, tanto pela falta de recursos, como pela falta de planejamento. Tornar esses espaços adequados está vinculado aos objetivos de ensino e que o planejamento é o principal meio para atingir tais objetivos.

Além disso, Scarpa (2015) discute o papel fundamental da argumentação no ensino de Ciências, especialmente como ferramenta para a construção de conhecimento por meio do diálogo e da troca de ideias entre alunos e professores. A argumentação, ao ser integrada ao ensino por investigação, permite que os alunos articulem suas ideias, defendam pontos de vista, promovendo um ambiente de aprendizagem colaborativa e reflexiva. Sasseron (2015) reforça a importância do ensino por investigação como uma abordagem que envolve os alunos em atividades práticas e experimentais, permitindo que eles formem suas próprias conclusões com base na análise de evidências. Sasseron destaca como essa metodologia estimula o questionamento e a curiosidade científica, e também integra a argumentação como parte do processo investigativo, ajudando os estudantes a defenderem e justificarem suas hipóteses com base no raciocínio lógico e nas evidências coletadas.

Essa combinação de investigação e argumentação no ensino de ciências tem se mostrado essencial para promover o pensamento crítico e a aprendizagem ativa, elementos fundamentais para o desenvolvimento de uma alfabetização científica eficaz. De forma complementar, o uso de relatos de experiência tem ganhado destaque na literatura educacional, especialmente no contexto do ensino de ciências. Tais relatos se configuram como narrativas produzidas pelos próprios docentes, que refletem e compartilham suas vivências no processo de ensino-aprendizagem. Os relatos de experiência no contexto educacional têm se mostrado uma ferramenta valiosa para a reflexão e aprimoramento das metodologias de ensino. O relato de experiência permite aos educadores refletirem sobre suas práticas pedagógicas, favorecendo o desenvolvimento de soluções inovadoras e a troca de saberes.

Este trabalho é baseado na aplicação de uma sequência didática visando a aquisição de elementos da alfabetização científica, através do ensino pelo diálogo argumentativo e pela metodologia por investigação. Nesse sentido, o presente trabalho consistiu na elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática sobre termologia, calor e dilatação térmica, na Escola Heleodoro Borges. Os alunos, após as aulas, resolveram questões objetivas e problemas abertos propostos, as respostas foram analisadas a partir de uma matriz de indicadores da alfabetização científica.

A sequência didática visou a aquisição de elementos da alfabetização científica, através do ensino pelo diálogo argumentativo e pela metodologia por investigação. Nesse sentido, o presente trabalho consistiu na elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática sobre termologia, calor e dilatação térmica. Os alunos, após as aulas, resolveram questões objetivas e problemas abertos propostos pelo pesquisador, as respostas foram analisadas a partir de uma matriz de indicadores da alfabetização científica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica versa sobre Alfabetização Científica, eixos estruturantes da Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Relato de Experiência.

2.1 RELATO DE EXPERIÊNCIA

O texto escrito é uma das formas mais conhecidas de divulgação científica, sendo a publicação científica escrita, um método recorrente para registrar as reflexões dos autores, permitindo a análise e discussão tanto pelos pares no campo acadêmico, quanto pela sociedade. Reconhecendo a importância de criar e divulgar conhecimento científico, é essencial compreender as diversas metodologias e formas de estruturar textos acadêmicos, entre elas, o relato de experiência (RE). O relato de experiência é fundamental para a produção de conhecimento científico, pois permite a apresentação crítica de práticas e intervenções, contribuindo para a melhoria das ações científicas e profissionais.

O Relato de Experiência em contexto acadêmico pretende, além da descrição da experiência vivida (experiência próxima), a sua valorização por meio do esforço acadêmico-científico explicativo, por meio da aplicação crítica-reflexiva com apoio teórico-metodológico (experiência distante). (MUSSI, FLORES, ALMEIDA 2021, p. 64).

Segundo Ludke e Cruz (2010), a elaboração e divulgação do conhecimento científico requerem a compreensão das diversas metodologias e modalidades para a estruturação de escritos acadêmicos, como o relato de experiência. Este tipo de relato não se restringe a pesquisas acadêmicas, mas inclui o registro de experiências vivenciadas em diferentes contextos, como pesquisas, ensino e projetos de extensão universitária.

2.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

A Alfabetização Científica, como objeto de ensino de ciências, segundo Sasseron (2015), visa a construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo que cerca o indivíduo. Resolver problemas cotidianos é tão importante quanto saber ler e escrever. Tomar decisões corretas, orientadas pela ciência, mesmo que minimamente, tem influência tanto na vida do indivíduo quanto na sociedade onde ele vive. Segundo Paulo Freire (1980) “a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes”.

Souza (2012) diz que o alfabetizado cientificamente não precisa saber tudo sobre as Ciências, mas deve ter conhecimentos suficientes de vários de seus campos e saber como esses conhecimentos são transformados para a sociedade.

O ensino por investigação e a argumentação representam modalidades de interação, trabalhadas para o desenvolvimento da Alfabetização Científica em sala de aula. A problematização das ciências, amparada na curiosidade dos alunos, é outro método que auxilia a desenvolver a racionalidade crítica e permite a discussão, frente aos problemas da sociedade em que estão inseridos.

Nesse sentido, este trabalho de pesquisa se insere nesse contexto, contribuindo para o estudo sobre a Alfabetização Científica, a partir do ensino-aprendizagem, por meio do emprego de metodologias baseadas em questões problemas, que priorizem a argumentação e o ensino através de situações problemas, por investigação. Deseja-se com esse estudo avaliar a importância dessa metodologia para a aquisição de elementos estruturantes, concernentes à alfabetização científica, e identificar a aprendizagem e a capacidade de resolver problemas, através de questionários avaliativos, aplicados aos alunos.

O presente estudo teve como objeto averiguar a presença dos indicadores de alfabetização científica, elaborados por Sasseron (2008), nas respostas dos alunos a um questionário disponibilizado na plataforma google formulários, após a aplicação de uma sequência didática baseada no ensino por argumentação e investigação. Buscou-se assim, investigar se o diálogo argumentativo com os alunos sobre situações cotidianas favorece o ensino-aprendizagem, possibilitando, aos alunos, a aquisição de elementos da linguagem científica e verificar se o uso de experimentos

demonstrativos para testar hipóteses e solucionar problemas auxilia na aquisição da linguagem científica, por parte dos alunos.

A alfabetização científica corresponde à preocupação em desenvolver um ensino de ciências comprometido com a formação crítica dos alunos de forma que estes, a partir dos conhecimentos científicos trabalhados, adquiram habilidades importantes para atuarem de maneira ativa e consciente no espaço socioeconômico e cultural em que estão inseridos (VILAÇA; BERTINI 2022).

Alguns artigos utilizam os termos Letramento Científico ou Enculturação Científica, segundo (PANIAGUA; SOARES; SANTOS, 2021), diversos autores trazem significados muito similares para os termos acima, e não há um consenso sobre a sua utilização. Ele considera que todos os conceitos apresentados para cada termo são sinônimos e são fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem.

Pesquisas sobre Alfabetização Científica vêm sendo realizadas em todo o mundo, preocupados em apontar o papel da linguagem no ensino e aprendizagem como meio de compreender conceitos científicos. Reformas curriculares recentes têm destacado a importância da vivência dos estudantes em práticas científicas de investigação. Avaliações em larga escala como PISA, buscam estratégias para avaliar as práticas científicas, reconhecendo que ensinar e aprender ciências vai além da memorização de fatos e conceitos (CARVALHO, 2018).

O ensino por investigação se configura como uma abordagem metodológica promissora para o desenvolvimento da Alfabetização Científica, justamente por colocar o aluno diante de problemas carentes de soluções, aproximando, dessa forma, o fazer pedagógico do fazer científico (ALMEIDA; SASSERON, 2015).

Silva e Sasseron (2021) fazem um levantamento sobre os artigos que falam em Letramento Científico (LT) Enculturação científica (EC) e Alfabetização científica (AC), indicando que as divergências e semelhanças entre os conceitos não são originárias do campo da pesquisa em educação em ciências. O letramento científico é frequentemente definido como a capacidade de utilizar o conhecimento científico em contextos sociais e práticos. Envolve a habilidade de interpretar, aplicar e comunicar conceitos científicos de maneira eficaz, promovendo a participação ativa na sociedade. O foco está na função social das ciências e no desenvolvimento de atitudes e valores em relação a elas.

A alfabetização científica, por outro lado, está mais relacionada à compreensão e uso da linguagem científica. Envolve a capacidade de decodificar e codificar informações científicas, permitindo uma compreensão mais profunda dos conceitos e processos científicos. A alfabetização científica é vista como um passo inicial para o letramento científico, fornecendo a base necessária para a aplicação prática do conhecimento. A enculturação científica vai além do letramento e da alfabetização, refere-se ao processo pelo qual os estudantes vivenciam aspectos da cultura científica durante as aulas de ciências. Este conceito enfatiza a importância de os alunos terem contato com práticas, normas e valores da comunidade científica, além de conceitos, leis e teorias. Este processo envolve a imersão em práticas científicas autênticas, permitindo que os indivíduos adquiram elementos do fazer científico.

A enculturação científica promove uma compreensão mais profunda e integrada da ciência como uma prática social e cultural. Ainda, de acordo com as autoras, a enculturação científica é um processo fundamental para integrar os estudantes na cultura científica, permitindo que eles compreendam e utilizem os conhecimentos científicos de maneira crítica e reflexiva. Esse processo é essencial para formar cidadãos capazes de participar ativamente na sociedade e tomar decisões informadas sobre questões científicas e tecnológicas.

A adoção da expressão Alfabetização Científica por pesquisadores da área (Lorenzetti & Delizoicov, 2001, Sasseron & Carvalho, 2011), sustenta-se no entendimento do processo de alfabetização como concebido por Paulo Freire (2014), ou seja, um processo que não se vincula apenas a ações dos sujeitos em decifrar e dominar códigos escritos, e que se concretiza por meio e a partir da autoformação manifestada como agência para análise de situações e contextos (SILVA, SASSERON, 2021, p. 4).

Segundo Bizzo (2009) o ensino de ciências deve proporcionar aos alunos a oportunidade de desenvolver a capacidade de buscar explicações lógicas e razoáveis diante do desconhecido. Já de acordo com Magalhães e Castro (2016), o ensino de ciências deve ter uma metodologia dinâmica que desafie os estudantes através de problemáticas, direcionando-os para a compreensão de conceitos científicos por meio de observação, reflexão e investigação. Esse conceito serve de suporte norteador para os eixos estruturantes da alfabetização científica. Utilizando indicadores de alfabetização científica, é possível analisar o desenvolvimento das

habilidades científicas dos estudantes de maneira eficaz. Além disso, as autoras destacam a importância de integrar atividades práticas e experimentais no currículo, pois essas atividades promovem um aprendizado mais ativo e significativo.

2.3 EIXOS ESTRUTURANTES E INDICADORES DA ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA (AC)

De acordo com Sasseron (2008), os indicadores da AC relacionam aptidões que se desenvolvem na necessidade de esclarecer uma situação. Esses eixos estruturantes incluem habilidades de investigação, argumentação e comunicação, que são essenciais para a construção do conhecimento científico. A autora destaca que essas habilidades permitem aos estudantes não apenas compreender os conceitos científicos, mas também aplicá-los de maneira crítica e reflexiva em diferentes contextos.

Sasseron e Carvalho (2008) destacam requisitos que indicam o grau de AC de um cidadão, resumindo em três pontos relevantes, denominados “eixos estruturantes da Alfabetização Científica” que servem de apoio na idealização das aulas e são norteadores no planejamento do ensino de ciências. As autoras estruturam a sequência didática em três eixos principais:

O primeiro dos eixos estruturantes refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. A importância deles reside na necessidade, exigida em nossa sociedade, de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender, até mesmo, pequenas informações e situações do dia a dia.

O segundo eixo preocupa-se com a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática. Em nosso cotidiano, sempre nos defrontamos com informações e novas circunstâncias que exigem reflexões e análises, considerando o contexto antes de proceder. Deste modo, tendo em mente a forma como as investigações científicas são realizadas, podemos encontrar subsídios para o exame de problemas do dia a dia que envolvam conceitos científicos ou conhecimentos advindos deles.

O terceiro eixo estruturante da AC compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Isso indica que

quase todos os aspectos da vida são influenciados pelas ciências e tecnologias. Esse eixo é fundamental para garantir um futuro saudável e sustentável para a sociedade e o planeta.

A partir desses eixos são estabelecidos indicadores para as habilidades desenvolvidas que são características do “fazer ciências”. Esses indicadores orientam as habilidades que devem ser desenvolvidas no decorrer da aula, para que o processo de construção de conhecimentos culmine na AC.

A partir desses eixos foram estabelecidos os indicadores de alfabetização científica, que consideram as habilidades utilizadas pelos cientistas durante suas investigações e que servem como parâmetros para identificar que a alfabetização científica está em processo. Esses indicadores são algumas habilidades próprias das ciências e do fazer científico, habilidades comuns desenvolvidas e utilizadas para a resolução, discussão e divulgação de problemas em quaisquer áreas das ciências quando se dá a busca por relações entre o que se vê do problema investigado e as construções mentais que levam ao entendimento dele (SILVA; LORENZETTI, 2020, p. 7).

Silva & Lorenzetti (2020) estruturam três grandes grupos de indicadores, relacionados com os Eixos Estruturantes:

1. Obtenção de dados: Envolve a seriação, organização e classificação de informações, essenciais para entender as variáveis envolvidas em um fenômeno.
2. Estruturação do pensamento: Inclui o raciocínio lógico e proporcional, fundamentais para a construção de ideias lógicas e objetivas sobre os fenômenos naturais.
3. Busca de relações: Abrange o levantamento e teste de hipóteses, justificativas, previsões e explicações, que surgem nas etapas finais das discussões e ajudam a descrever as situações.

Vale a pena ressaltar que a presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outro. Ao contrário: durante as argumentações em sala de aula nas quais os alunos tentam explicar ou justificar uma ideia, é provável que os indicadores demonstrem suporte e apoio à explanação que está sendo feita. (SASSERON; CARVALHO; 2008, p.339)

A Tabela 1 extraída do artigo de Sasseron e Carvalho (2008, p. 68) compila os indicadores considerados importantes para avaliação do nível de AC dos alunos.

Tabela 1: Indicadores de Alfabetização Científica

Grupo	Indicador	Descrição
PRIMEIRO	Seriação de informações	Está ligada ao estabelecimento de bases para a ação investigativa.
	Organização de informações	Surge quando se procura preparar os dados existentes sobre o problema investigado.
	Classificação de informações	Aparece quando se busca estabelecer características para os dados obtidos.
SEGUNDO	Raciocínio lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas.
	Raciocínio proporcional	Assim como o raciocínio lógico, é o que dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento.
TERCEIRO	Levantamento de hipóteses	Aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema.
	Teste de hipóteses	Trata-se das etapas em que as suposições anteriormente levantadas são colocadas à prova.
	Justificativa	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto.
	Previsão	Este indicador é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
	Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas.

Fonte: (SASSERON; CARVALHO, 2008)

Sasseron (2008) enfatiza que a alfabetização científica deve começar desde o ensino fundamental, com propostas que desenvolvam habilidades aplicáveis em diversos contextos, não apenas nas aulas de ciências.

2.4 ENSINO POR EXPERIMENTAÇÃO E ARGUMENTAÇÃO

A argumentação desempenha um papel crucial no ensino de ciências, pois promove o desenvolvimento do pensamento crítico e a compreensão profunda dos conceitos científicos.

A argumentação é compreendida “[...] como uma atividade discursiva que se caracteriza pela defesa de pontos de vista e consideração de perspectivas contrárias” (LEITÃO, 2007, p. 75). Quando promovida em contextos de ensino de ciências, a argumentação pode contribuir significativamente para a compreensão de conceitos científicos, a resolução de problemas e o desenvolvimento do pensamento crítico.

Argumentar é expressar razões sobre o que pensamos ou fazemos. Assim, compreender a argumentação é importante tanto para formularmos boas razões para as afirmações proferidas, quanto para avaliarmos as razões fornecidas por outros sobre suas ideias e ações. (SCARPA, 2015, p. 18).

A argumentação no ensino de ciências ajuda os alunos a desenvolver competências importantes, como a capacidade de analisar dados, avaliar evidências e construir argumentos lógicos e coerentes.

Na área de ciências da natureza, a pesquisa é caracterizada por etapas de raciocínio e comunicação que resultam em processos argumentativos. A argumentação é uma atividade central, onde os cientistas utilizam evidências empíricas e pressupostos teóricos para formular hipóteses, previsões, modelos e explicações, construindo argumentos para sustentar ou refutar afirmações e persuadir a comunidade científica (SÁ; QUEIROZ, 2011).

O ensino por investigação é uma abordagem pedagógica que incentiva os alunos a explorarem questões científicas de maneira ativa e participativa. Quando relacionado com a argumentação, essa metodologia se torna ainda mais poderosa, pois promove o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas.

De acordo com Sasseron 2015, o ensino por investigação estimula os alunos a formular perguntas, coletar dados e analisar evidências. Durante esse processo, a argumentação é essencial para que os alunos possam justificar suas conclusões e persuadir seus colegas sobre a validade de suas descobertas.

3 METODOLOGIA

O trabalho consiste em através de uma sequência didática, com aulas experimentais e dialogadas, com ênfase no levantamento de hipóteses e na argumentação, com a inserção de exemplos de situações presentes no cotidiano e demonstrações em laboratório, avaliar o nível de entendimento de conceitos físicos dos alunos sobre calor, termologia e dilatação térmica. A partir das intervenções didáticas, baseadas na metodologia investigativa-argumentativa, foi analisado, através da aplicação de uma atividade avaliativa, a aquisição de elementos da alfabetização científica, pelos alunos. Os questionários resolvidos pelos alunos eram individuais, com perguntas objetivas e subjetivas.

Essa pesquisa, portanto, é do tipo qualitativa e bibliográfica. Para tanto, uma busca em periódicos e livros se faz necessária, a fim de analisar a literatura referente aos temas de Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação, e levantar indicadores e parâmetros de avaliação qualitativa para aplicar na análise das atividades avaliativas.

Segundo Gil (2002), a pesquisa bibliográfica baseia-se em materiais já elaborados, como livros e artigos científicos. Embora, quase todos os estudos exijam algum trabalho dessa natureza, algumas pesquisas são desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas.

De acordo com Gil (2002), pesquisa bibliográfica tem objetivo de proporcionar o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Gerhardt e Silveira (2009) explicam que pesquisa qualitativa se preocupa com aspectos que não podem ser quantificados e concentra-se na explicação dos padrões observados.

A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. (GIL 2002, p. 45)

A pesquisa em questão pode ser tomada, ainda, como um relato de experiência, de acordo com (MUSSI; FLORES; ALMEIDA; 2021) relato de experiência é:

[..] expressão escrita de vivências, capaz de contribuir na produção de conhecimentos das mais variadas temáticas, é reconhecida a importância de discussão sobre o conhecimento. O conhecimento humano está interligado ao saber escolarizado e às aprendizagens advindas das experiências socioculturais. O seu registro por meio da escrita é uma relevante possibilidade para que a sociedade acesse e compreenda questões acerca de vários assuntos[...] (MUSSI; FLORES; ALMEIDA; 2021, p. 63)

A sequência didática foi realizada de forma presencial na Escola Heleodoro Borges, em Jaraguá do Sul, em duas turmas do Ensino Médio. Parte das aulas foram aplicadas no laboratório, com uso de instrumentos para ilustrar conceitos físicos. Durante a aula, os alunos foram instigados a levantar hipóteses sobre os fenômenos observados, associando com questões significativas, para eles, do cotidiano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta etapa da monografia serão apresentados o descritivo da sequência didática aplicada, os dados levantados bem como as análises dos mesmos.

4.1 APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O texto abaixo descreve a aplicação da sequência didática sobre termodinâmica no dia 01/12/2021:

A aula aconteceu no laboratório de física da escola, ainda no final da pandemia, mas, no momento que a variante delta deu uma trégua. Os alunos sentaram-se nas bancadas e inicialmente foi realizada a montagem do experimento dilatômetro (experimento utilizado para medir as alterações de volume causadas por processos físicos ou químicos). Em seguida, questiono aos alunos o que aconteceria se os materiais, em forma de cilindros: latão, alumínio e aço, tivessem uma das suas pontas colocadas no balão aquecido do dilatômetro. A resposta foi unânime de que o material após ser aquecido sofreria dilatação. Ao serem questionados sobre em qual das dimensões do material a dilatação seria mais visível, a resposta, também, foi unânime, de que seria no sentido do comprimento, uma vez que o diâmetro do cilindro era bem menor do que o comprimento. Usando, em seguida, um laser, então sugeri que os alunos resolvessem o seguinte problema: “Como poderia comparar as dilatações dos cilindros de diferentes materiais? Responderam que seria possível usar um paquímetro. Insisti: “E, usando apenas laser?” A resposta foi muito interessante, os alunos começaram a pensar a respeito e sugeriram uma forma: Incidir a mira do laser da outra extremidade do material para o quadro branco e marcar um ponto, a seguir aquecer os materiais e marcar os deslocamentos do ponto no quadro, provocados pela dilatação. Os alunos puderam medir a distância entre os pontos, sem e com o deslocamento, para cada material. Em seguida fiz diversas questões acerca do assunto, tais como:

“Por que há materiais que dilatam mais que outros?”

“Quais são as formas de aquecer um corpo para que ele sofra dilatação?”

“O que é calor e como ele se propaga?”

“Como o calor interfere na dilatação dos materiais?”

“O que está acontecendo no âmbito molecular ao ocorrer a dilatação?”

“Quais exemplos de dilatação podem ser evidenciados na Natureza?”

Houve muita discussão e participação da turma, alguns chegaram bem próximo da interpretação física dos fenômenos. Pois, já haviam tido uma parte desse conteúdo nas aulas com a professora regente.

Comecei a falar sobre os coeficientes de dilatação dos corpos e como os mesmos são obtidos, por meio da experimentação. Após conversar e colocar a fórmula da dilatação no quadro, indago:

Se as lajotas que revestem um piso se dilatarem. Qual será o tipo de dilatação: linear, superficial ou volumétrica?

Os alunos responderam que seria dilatação superficial, pois a área era muito maior que a espessura das mesmas.

Novamente, buscando questões envolvendo o cotidiano, pergunto se os alunos já haviam visto que os fios de luz, nos dias quentes tendem a formar uma “barriguinha” e ao esfriar ela diminui. Os alunos responderam que sim e citaram outros exemplos.

Na continuidade, pergunto aos alunos se o processo inverso também acontecia, ou seja, se os materiais que levam maior tempo para se dilatarem, também demoram mais para resfriarem. A pergunta pôde ser averiguada através dos materiais e das medidas de suas temperaturas, durante o processo de aquecimento e de resfriamento.

Em seguida proponho um novo problema: “Ao dilatar uma porca, a sua parte central, vazada, aumenta ou diminui?”

Essa questão gerou muita polêmica, a turma se dividiu, entre os que afirmaram que a parte interna vazada da porca aumentaria de diâmetro; e os que achavam que diminuiria. Ambos os grupos justificaram com argumentos, as suas posições, explicando através dos conceitos abordados o que aconteceria. Entre as respostas, houve as afirmações: “Diminui porque ao dilatar a área interna diminui”. O experimento foi realizado e os alunos ficaram impressionados com o resultado, demonstrando que suas hipóteses, construídas através de argumentos lógicos, porém intuitivos, não estavam corretas. Então, alguns alunos foram chamados para o meio da sala, e foi sugerido que dessem as mãos, formando um círculo, e em

seguida, que pensassem serem moléculas, sujeitas a um aquecimento. Como ocorreria a dilatação? Os alunos se afastaram, esticando os braços e aumentando o diâmetro do círculo. E entenderam que no caso da porca, aconteceu a mesma coisa. No decorrer da aula, faço novas perguntas para a turma:

“Como os termômetros medem a temperatura?”

“O que faz a água do chuveiro esquentar?”

“Como a resistência do chuveiro não rompe ao sofrer dilatação?”

“E o Efeito Joule?” Vocês lembram o que é?”

“Por que os disjuntores caem?”

Quanto aos disjuntores, os alunos lembraram que quando os aparelhos de ar condicionado estão ligados, o disjuntor cai. Houve bastante discussão sobre isso! Expliquei que os disjuntores poderiam ser formados por duas placas coladas, de diferentes materiais, ao aquecer ambas, uma delas se dilataria mais que a outra, a que teve maior dilatação dobraria e empurraria a que teve dilatação menor, interrompendo o circuito. Então, foi a vez de perguntar o que poderia ser feito para que o disjuntor da escola parasse de cair. Os alunos contribuíram com soluções possíveis e aproveitei para explicar sobre os cuidados necessários com as instalações elétricas e como elas devem estar adaptadas para os aparelhos que serão ligados.

A seguir, foi perguntado aos alunos se os líquidos e gases também se dilatam? E, se eles sabiam usar uma panela de pressão, se já haviam cozinhado feijão. Em seguida foi mostrado um vídeo que retratava um balão de oxigênio sendo resfriado. As perguntas continuaram:

“Por que não devemos calibrar os pneus dos carros quando estão quentes?”

“Se o carro está quente o volume é maior ou menor? De quem? Do pneu ou volume do gás, no interior do pneu?”

A seguir, houve uma discussão sobre duas garrafas, que em um experimento, com a professora regente, foram colocadas na geladeira. Uma com água e a outra sem. O último ponto da aula foi sobre o comportamento anômalo da água, ao ser resfriada na temperatura de 0 °C a 4 °C, e o quanto a vida na Terra depende dessa “anomalia”.

Foi uma aula com experimentos demonstrativos investigativos, em que os alunos foram levados a pensar sobre fenômenos cotidianos, ou não, a formular

hipóteses para tentar solucionar problemas, construir argumentos para explicar suas hipóteses de maneira a justificá-las e testar essas hipóteses, por meio dos experimentos. A metodologia empregada nesta sequência didática foi a do ensino por investigação e argumentação.

4.2 ANÁLISE DAS RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO

Na sequência são apresentadas as análises das respostas do questionário divididos em questões abertas e questões objetivas.

4.2.1 Questões abertas:

Após a aplicação da sequência didática, foi aplicado um questionário através do google formulários, conforme descrito na sequência didática presente no apêndice deste trabalho, que contém treze questões, sendo sete questões objetivas de múltipla escolha e seis questões de respostas abertas. As questões foram aplicadas com intuito de verificar o entendimento matemático e conceitual sobre dilatação térmica. Os resultados deste trabalho são baseados na análise das questões abertas desse questionário. A análise relacionou as respostas com os indicadores da Tabela 1 (p 16).

A tabela 1 engloba indicadores de AC para atividades de investigação, mas nem todos, os indicadores, são aplicáveis às questões propostas neste trabalho. Portanto, apenas alguns indicadores foram selecionados para analisar os caracterizadores de alfabetização científica nas respostas das questões do questionário aplicadas aos alunos. Os indicadores selecionados foram Organização de informações, Classificação de informações, Raciocínio lógico, Justificativa e Explicação, cada indicador apresenta alguns critérios, como descritos a seguir:

Organização de informações: Capacidade de estruturar as informações relevantes (variáveis, condições iniciais, fenômenos) de forma lógica e sequencial, estruturando a resposta em etapas.

Classificação de informações: O aluno identifica corretamente os tipos de variáveis, constantes, fenômenos em categorias bem definidas.

Justificativa: A capacidade de justificar a resposta com base nos conceitos físicos. É a habilidade de sustentar um argumento ou ideia de forma convincente, mostrando as razões pelas quais algo é válido ou relevante.

Raciocínio lógico: Quando o aluno estabelece relações entre os dados e os conceitos para construir um argumento

Explicação: Quando o aluno elabora explicações detalhadas coerentes com os conceitos físicos de forma clara.

4.2.1.1 Respostas às questões abertas:

O texto a seguir apresenta as questões abertas aplicadas aos alunos, bem como as suas respostas. Com base nessas respostas, foram classificados os indicadores de AC.

5) Nos dias de frio, é comum ouvir a expressão: "Esta roupa é quentinha". Essa expressão não é adequada, explique por quê.

Aluno 1: "Pois ela mantém o calor ao invés de esquentar"

Aluno 2: "Por que não é a roupa que é quente, é o nosso corpo que esquenta."

Aluno 3: "A roupa absorve a temperatura do corpo, por isso tem a sensação de 'quentinha'."

Aluno 4: "Não sei"

Aluno 5: "A roupa não é quente, ela só faz com que a temperatura do nosso corpo não saia"

Aluno 6: "Não é a roupa que está quentinha e sim o corpo"

Aluno 7: "O corpo que transmite a temperatura e a roupa contém o calor"

Aluno 8: "Porque não é a roupa que está quente e sim o corpo."

Aluno 9: "A roupa não gera calor, ela armazena o calor do corpo"

Aluno 10: "Não é a roupa que é quentinha, a partir do momento que você se cobre com algo isso permite que o calor do corpo se mantenha."

Aluno 11: "Porque não é a roupa que está quente e o corpo e a roupa só vai manter o calor do corpo."

Aluno 12: "Porque o calor do corpo está contido na roupa"

6) Um mecânico pretende soltar um parafuso de ferro que está emperrado em uma porca de liga de ferro com níquel. Qual deveria ser o procedimento do mecânico? Justifique.

Aluno 1: "Esquentar a porca"

Aluno 2: "Aquecer a porca do parafuso para que ela dilate e solte com mais facilidade"

Aluno 3: "Esquentar a porca, com isso ela dilata e sai facilmente."

Aluno 4: "Com o calor, faz ela dilatar"

Aluno 5: "Como o fogo esquentou a porca, o calor fez com que a porca dilatasse e assim foi possível soltar a porca"

Aluno 6: "Aquecer a porca e soltar o parafuso"

Aluno 7: "Aquecer a porca para ficar com uma forma maior e ficar mais fácil de retirar"

Aluno 8: "Esquentar a porca, porque a porca vai dilatar quando esquentada."

Aluno 9: "Esquentar o objeto para que ele dilate e solte com mais facilidade"

Aluno 10: "Esquentar a porca, pois ao aquecer o ferro dilata e solta do parafuso."

Aluno 11: "Esquentar a porca para que haja uma dilatação e facilite a sua saída."

Aluno 12: "Ele deve esquentar para dilatar"

7) Explique por que travessas de vidro comum não podem ir ao forno e as de vidro pirex podem.

Aluno 1: "Pois não são temperadas e estouram pela dilatação"

Aluno 2: "Isso tem a ver com o coeficiente de calor específico, então quanto menor for o coeficiente de calor específico mais resistente será o vidro."

Aluno 3: "Por que sofre dilatação e não aguenta temperaturas altas."

Aluno 4: "Depende do vidro que aguentar a temperatura"

Aluno 5: "Porque os coeficientes de dilatação deles são diferentes"

Aluno 6: "A forma que o vidro é temperado é diferente"

Aluno 7: "O vidro comum resiste menos pois a dilatação é menor do que o pirex a choques térmicos"

Aluno 8: "Porque as comuns dilatam e acabam explodindo."

Aluno 9: "Porque as travessas de vidro comum não aguentam altas temperaturas"

Aluno 10: "As travessas de vidro normal têm um coeficiente de dilatação maior do que o vidro pirex."

Aluno 11: "Porque as normais dilatam e acabam estourando."

Aluno 12: "Porque um tem mais resistência térmica e o outro não"

10) Calor e Temperatura são a mesma coisa? Explique a diferença.

Aluno 1: "Calor é um tipo de temperatura e temperatura é uma medida"

Aluno 2: "CALOR é definido como energia cinética total dos átomos e moléculas que compõem uma substância. TEMPERATURA é uma medida da energia cinética média das moléculas ou átomos individuais."

Aluno 3: "Calor: Energia transmitida. Temperatura: Medida da dilatação das moléculas."

Aluno 4: "Temperatura é interno e calor é externo interno"

Aluno 5: "Temperatura é a agitação das moléculas e calor é energia"

Aluno 6: "Temperatura é a agitação das moléculas e calor é a liberação da energia térmica"

Aluno 7: "Calor é uma energia, temperatura é uma medida da dilatação das moléculas"

Aluno 8: "Não. Calor é energia transferida de um corpo e temperatura, é a intensidade da agitação das moléculas"

Aluno 9: "Temperatura é uma medida e calor é uma energia"

Aluno 10: "Temperatura é a agitação das moléculas e o calor é a liberação da energia térmica"

Aluno 11: "Temperatura é a agitação das moléculas e o calor é energia."

Aluno 12: "O energia cinética total dos átomos e moléculas e frio é uma medida da energia cinética média das moléculas ou átomos individuais."

11) Um motorista enche totalmente o tanque de seu carro com álcool e o estaciona ao sol na beira da praia. Ao voltar, verifica que certa quantidade de álcool derramou. Do ponto de vista físico, como você explicaria essa situação?

Aluno 1: "O calor fez que o álcool dilatasse e aumentou de tamanho"

Aluno 2: (Resposta ausente)

Aluno 3: "O tanque dilatou menos que o álcool."

Aluno 4: "Não sei"

Aluno 5: "O tanque dilata menos que o álcool"

Aluno 6: "O tanque tem dilatação menor do que o álcool"

Aluno 7: "O tanque vai ter uma dilatação menor que o álcool"

Aluno 8: "O álcool sofre mais dilatação que o tanque."

Aluno 9: "Evaporação"

Aluno 10: "O tanque tem uma dilatação menor que o álcool."

Aluno 11: "Na verdade o tanque vai sofrer uma dilatação menor que a do álcool."

Aluno 12: "O álcool irá evaporar por causa do calor"

13) De acordo com a tirinha abaixo, Garfield deixou a porta aberta e o ambiente está frio. O que aconteceu para deixar o ambiente frio? Por que deixar a porta aberta pode ter esfriado o ambiente?

Aluno 1: "O ar frio externo invadiu o ambiente"

Aluno 2: (Resposta ausente)

Aluno 3: "O calor do ambiente 'escapa'."

Aluno 4: "Porque o vento percorre pelo local e a massa corporal é pequena, com isso a pessoa sente frio mais rápido"

Aluno 5: "Porque ao deixar a porta aberta não é o frio que está entrando e sim o calor que está saindo"

Aluno 6: "O ar frio entrou em um ambiente que estava quente"

Aluno 7: "Pois o calor está sendo retirado do ambiente e com isso fica mais 'frio'"

Aluno 8: "Porque o calor que estava dentro do cômodo, saiu com a porta aberta."

Aluno 9: "Porque o calor se dissipou por causa da porta aberta"

Aluno 10: "O calor tende sempre ir para a parte mais fria, então ao abrir a porta o calor sai para fora e o ambiente que estava quente esfria."

Aluno 11: "Porque o calor vai escapar pela porta."

Aluno 12: (Resposta ausente)

A seguir, apresenta-se uma tabela que sintetiza os indicadores de Alfabetização Científica (AC) presentes nas respostas dos alunos. Em cada questão, foram registradas as habilidades evidenciadas, tais como raciocínio lógico, justificativas, classificação e organização de informações:

Tabela 2: Classificação dos Indicadores de Alfabetização nas respostas às questões propostas

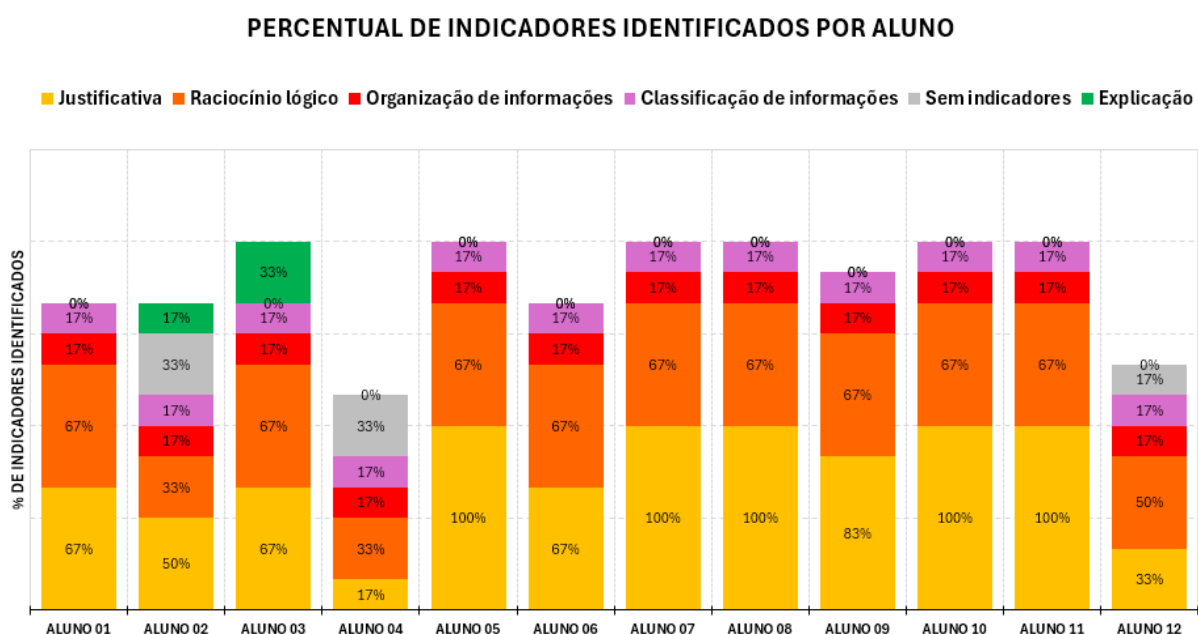
ALUNO	Questão 5	Questão 6	Questão 7	Questão 11	Questão 12	Questão 13
Aluno 1	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 2	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações, Justificativa	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico, Explicação	Sem Indicadores	Sem Indicadores
Aluno 3	Raciocínio lógico, Explicação	Organização de informações, Justificativa	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico, Explicação	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 4	Sem Indicadores	Organização de informações	Classificação de informações	Raciocínio lógico	Sem Indicadores	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 5	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações, Justificativa	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 6	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações	Classificação de informações	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 7	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações, Justificativa	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 8	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações, Justificativa	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 9	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações, Justificativa	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 10	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações, Justificativa	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 11	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações, Justificativa	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa	Raciocínio lógico, Justificativa
Aluno 12	Raciocínio lógico, Justificativa	Organização de informações	Classificação de informações, Justificativa	Raciocínio lógico	Raciocínio lógico	Sem Indicadores

Fonte: Elaborada pelo autor

Algumas respostas, mesmo estando conceitualmente incorretas, apresentaram elementos caracterizados por um ou mais indicadores de Alfabetização Científica (AC). Por isso, essas respostas foram contabilizadas na tabela, pois ainda demonstram a presença de habilidades relevantes para a AC.

Os dados da tabela foram organizados em um gráfico para permitir melhor visualização das habilidades, evidenciadas nas respostas por aluno. O gráfico apresenta o percentual de cada habilidade presente.

Gráfico 1: Percentual de indicadores por aluno

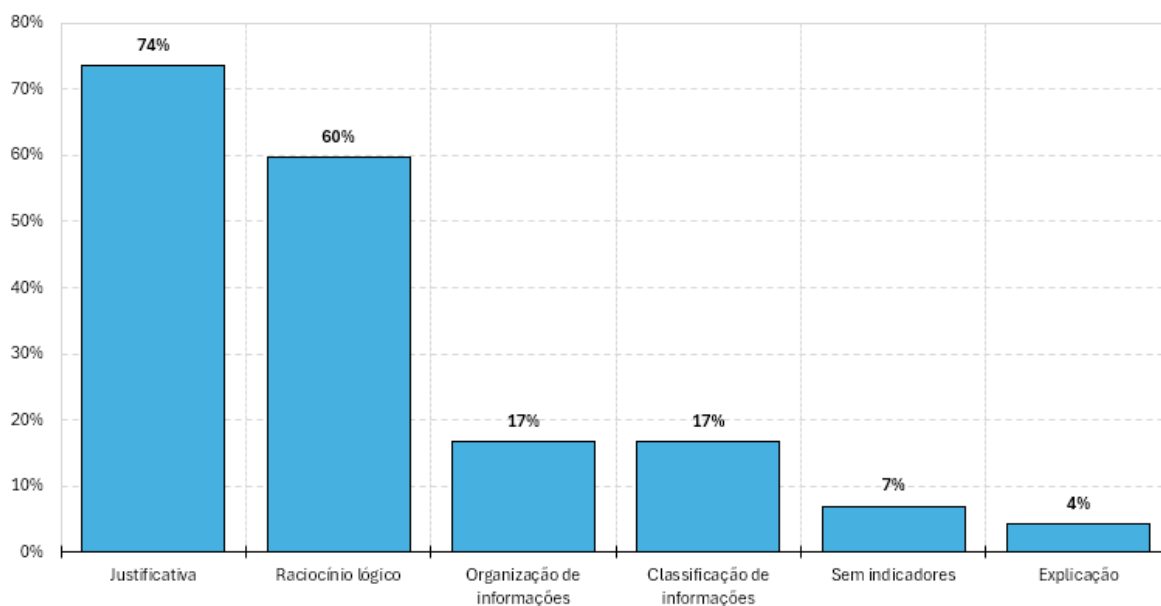


Fonte: Elaborado pelo autor

Para tornar a visualização das características e habilidades, correspondentes aos indicadores presentes nas respostas dos alunos, foi elaborado o gráfico 2, onde é possível visualizar os percentuais, considerando todos os alunos que responderam o questionário.

Gráfico 2: percentual de características dos indicadores na turma

PERCENTUAL DE INDICADORES IDENTIFICADOS NA TURMA



Os gráficos mostram que os indicadores mais frequentes são “Justificativa” e “Raciocínio Lógico”. O indicador de “Justificativa” destaca uma maior ênfase na construção de argumentação, enquanto o indicador de “Raciocínio Lógico” aponta para o pensamento crítico, ambos pilares da alfabetização científica. O que indica que os alunos de forma geral estão conseguindo defender seu ponto de vista de maneira razoável. No entanto, a baixa frequência do indicador de “Explicação” sugere dificuldades em aprofundar e estruturar o conhecimento, apresentando dificuldade de explicar de forma adequada ou de forma clara o seu raciocínio.

4.2.2 Questões objetivas:

A seguir são descritas as sete questões objetivas, que foram classificadas em qualitativas e conceituais:

1) (Qualitativa) (UFRGS-Adaptado) O calor específico da água é de $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Para que a temperatura de uma amostra de 20 g de água varie de 20°C para 50°C , ela deve:

2) (Qualitativa) Uma longa ponte foi construída e instalada com blocos de concreto de 5 m de comprimento a uma temperatura de 20°C em uma região na qual a temperatura varia ao longo do ano entre 10°C e 40°C . O concreto destes blocos tem coeficiente de dilatação linear de $10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Nessas condições, qual distância em cm deve ser resguardada entre os blocos na instalação para que, no dia mais quente do verão, a separação entre eles seja de 1 cm?

3) (Conceitual) Uma lâmina bimetálica composta por zinco e aço está fixada em uma parede de forma que a barra de aço permanece virada para cima. O que ocorre quando a lâmina é resfriada? Dados: α_{Zinco} = Coeficiente de dilatação do Zinco , $\alpha_{\text{Aço}}$ = Coeficiente de dilatação do Aço

4) (Conceitual) Os termômetros medem:

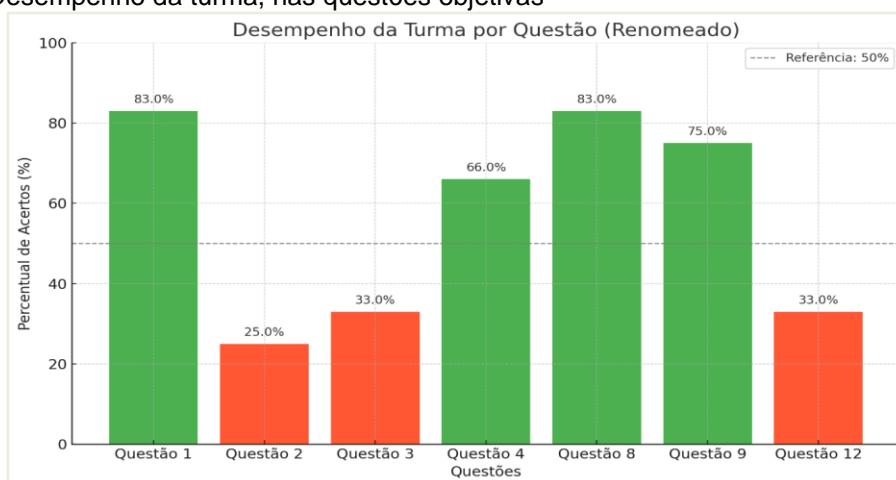
8) (Conceitual) Para a proteção contra curtos-circuitos em residências são utilizados disjuntores, compostos por duas lâminas de metais diferentes, com suas superfícies soldadas uma à outra, ou seja, uma lâmina bimetálica. Essa lâmina toca o contato elétrico, fechando o circuito e deixando a corrente elétrica passar. Quando da passagem de uma corrente superior à estipulada (limite), a lâmina se curva para um dos lados, afastando-se do contato elétrico e, assim, interrompendo o circuito. Isso ocorre porque os metais da lâmina possuem uma característica física cuja resposta é diferente para a mesma corrente elétrica que passa no circuito. A característica física que deve ser observada para a escolha dos dois metais dessa lâmina bimetálica é o coeficiente de:

9) (Conceitual) Considere uma placa sólida feita com um metal homogêneo contendo um orifício circular, como mostra a figura. Se a placa sofrer aquecimento térmico, é correto concluir que o orifício:

12) (Conceitual) Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até 70 °C. Selecione as formas de transmissão de calor envolvidas.

O percentual de acertos nas questões objetivas foram organizadas em um gráfico de barras por questão, apresentado a seguir:

Gráfico 3: Desempenho da turma, nas questões objetivas



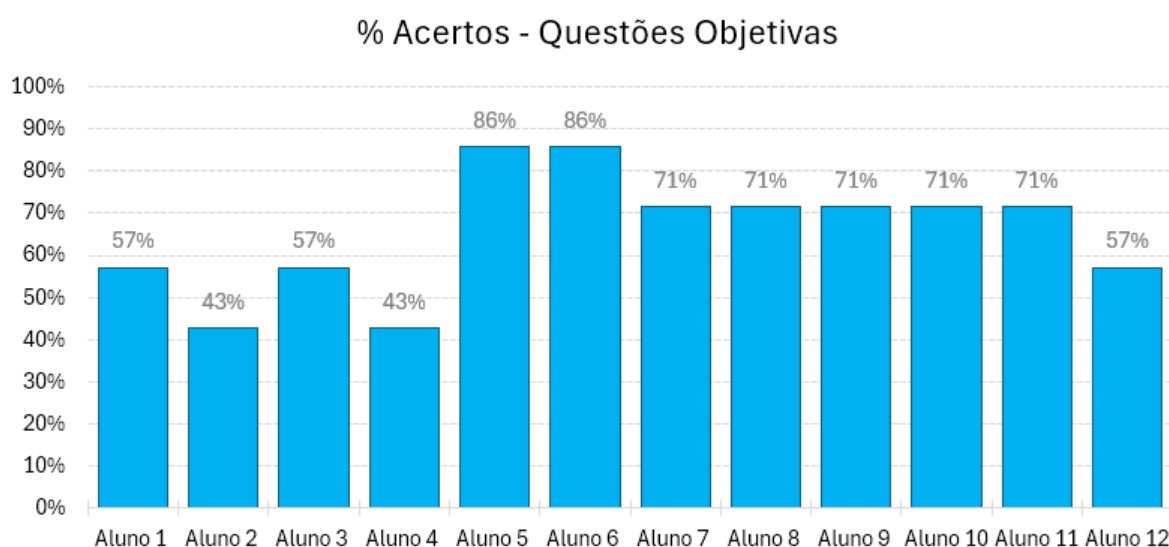
Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico sintetiza o desempenho da turma em cada questão. As barras verdes representam questões em que mais de 50% dos alunos acertaram, enquanto as barras vermelhas mostram questões com desempenho abaixo de 50%. A linha

cinza pontilhada marca a média de 50%, servindo como referência para avaliar o nível geral de acertos.

Com os dados obtidos das respostas das questões objetivas foi realizado o gráfico 4, indicando o percentual de acertos por aluno.

Gráfico 4: Percentual de acertos por aluno



Fonte: Elaborado pelo autor

O desempenho médio da turma nas questões objetivas foi de 65% de acertos. As maiores dificuldades foram observadas na questão 2, que exige cálculos precisos, e na questão 12, que relaciona conceitos físicos com situações do cotidiano. Em contrapartida, as questões conceituais apresentaram os melhores índices de acertos.

As questões que demandam a aplicação de fórmulas evidenciaram um raciocínio emergente, ainda que com erros de substituição ou cálculos incompletos. Esse desempenho destaca a necessidade de reforço no domínio das fórmulas e na interpretação de problemas, para consolidar a aplicação prática dos conceitos.

Os dados levantados das questões abertas e das questões objetivas refletem uma sequência didática que propiciou habilidades iniciais da Alfabetização Científica (justificativa e raciocínio lógico). No entanto, os dados também indicam a necessidade de melhorar a prática pedagógica para fortalecer a habilidade de organizar e explicar as informações de forma mais profunda, além de o entendimento e a capacidade da aplicação de fórmulas matemáticas na solução dos problemas.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo investigou a relação entre indicadores de alfabetização científica e as respostas de um questionário aplicado após uma sequência didática baseada no método investigativo-argumentativo. Os resultados obtidos demonstram que a abordagem investigativa na educação científica pode promover uma compreensão mais profunda dos conceitos científicos entre os alunos.

A análise das respostas dos alunos revelou que a maioria conseguiu aplicar corretamente os conceitos discutidos durante a aula, evidenciando algum nível de alfabetização científica. No entanto, também foram identificadas áreas onde os alunos não desenvolveram indicadores de Alfabetização Científica mais profundos, sugerindo a necessidade de ajuste na sequência proposta para buscar trabalhar mais nessas áreas.

Além disso, a correlação entre os indicadores de alfabetização científica e as respostas do questionário demonstra ser um balizador para orientar a sequência didática.

No presente estudo pode-se concluir que os alunos demonstraram maior capacidade de raciocínio lógico, e uma boa capacidade de justificativa, sendo esses os indicadores mais básicos de AC. Entretanto, poucos alunos apresentaram explicações completas para seu raciocínio que indicariam uma alfabetização mais avançada. A análise dos resultados indica que são necessários ajustes na sequência didática para provocar o desenvolvimento de indicadores de AC mais complexos.

Outro fator que influenciou os resultados obtidos neste trabalho, foi o fato das aulas terem sido administradas no pós pandemia e, com tempo limitado, não possibilitando retomar as questões que não tiveram um nível satisfatório de aquisição de características dos indicadores de AC. Idealmente, as questões respondidas deveriam ser revisitadas em sala de aula, com objetivo de aprofundar os conceitos que não ficaram bem claros, possibilitando aos alunos refazerem suas hipóteses e conclusões. Apesar disso, é importante destacar que a AC é um processo contínuo, e que diversas atividades de ensino-aprendizagem podem contribuir para sua aquisição, não sendo necessário que uma atividade didática seja um fim em si mesma, mas um meio dentro desse processo.

Sugere-se questões que envolvam o uso de gráficos para desenvolver as habilidades de organização e classificação, bem como, atividades investigativas, orientando os alunos a seguirem o método científico.

Futuras pesquisas podem explorar outras metodologias de ensino e sua influência nos indicadores de alfabetização científica, contribuindo para a melhoria contínua da educação científica.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Andrey; SASSERON, Luciana Helena. *As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo*. In: *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*, 2015, Águas de Lindóia, SP. Anais... Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.
- BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil?* 2ª ed. São Paulo: Ática, 2009.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa De; SASSERON, Lúcia Helena. *Ensino e aprendizagem de Física no Ensino Médio e a formação de professores*. *Estudos Avançados*, v. 32, n. 94, p. 43–55, 2018.
- FREIRE, Paulo. *Educação como prática da liberdade*. Editora Paz e Terra, 1980.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo in: CÓRDOVA, Fernanda Peixoto; SILVEIRA, Denise Tolfo. *Métodos de Pesquisa*, 1ª ed, Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 32.
- GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- LEITÃO, Selma. *Processos de construção do conhecimento: a argumentação em foco*. In: GOMES, Ana Maria (Org.). *Psicologia e educação: processos de construção do conhecimento*. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2007. p. 75-96
- LÜDKE, Menga; DA CRUZ, Giseli Barreto. *Contribuições ao debate sobre a pesquisa do professor da educação básica*. *Formação Docente–Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores*, v. 2, n. 3, p. 86-107, 2010.
- MAGALHÃES, Aldeciria; CASTRO, Patrícia Macedo de. *Práticas e fatores para a alfabetização científica: sugestão de aula prática aos professores de ciências*. Boa Vista, RR: Universidade Estadual de Roraima, 2016.
- MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas; FLORES, Fábio Fernandes; ALMEIDA, Cláudio Bispo de. *Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico*. *Práxis Educacional*, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021
- PANIAGUA, Cleiseano Emanuel da Silva; SOARES, Anelise dos Santos Mendonça; SANTOS, Valdinei de Oliveira. *A percepção da alfabetização e do letramento científico nas ciências da natureza por alunos da educação básica, superior e professores no exercício da docência*. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 12, p. 110217–110236, 2021.
- SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete Linhares. *Argumentação no ensino de ciências: contexto brasileiro*. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 13, n. 2, p. 67-76, 2011.

SASSERON, Lúcia Helena. *Alfabetização científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores desse processo em sala de aula*. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena. *Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor*. 2013.

SASSERON, Lúcia Helena. *Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola*. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. *Investigações em ensino de ciências e matemática*. 2008.

SCARPA, Daniela Lopes. *O papel da argumentação no ensino de ciências: lições de um workshop*. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 15-30, 2015.

SILVA, Luciana Evangelista da; CABRAL, Raimunda Ediane da Silva; MALHEIRO, João Manoel da Silva. *Indícios de Alfabetização Científica durante uma Sequência de Ensino Investigativo em um Clube de Ciências*. Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. e138973910–e138973910, 2020.

SILVA, Virginia Roters da; LORENZETTI, Leonir. *A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática*. Educação e Pesquisa, v. 46, p. e222995, 2020.

TAVARES, Irene; SILVA, Maria José. *Reflexão e relato de experiência na prática pedagógica*. Campinas: Editora da Universidade, 2014.

VILACA, Ana Paula Vieira; BERTINI, Luciana Medeiros. *O ensino investigativo para a promoção da alfabetização científica: um estudo do estado da arte*. Ensino em Perspectivas, v. 3, n. 1, p. 1-18, 2022.

APENDICE

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

IDENTIFICAÇÃO
Escola: HELEODORO BORGES Professores (as): Benício Rodrigues. Disciplina: Física. Turma: 3º ano do ensino médio. Número de aulas: 6 aulas de 45 minutos.
SABERES
Termologia: <ul style="list-style-type: none">➤ Calor➤ Temperatura➤ Escalas termométricas➤ Propagação Calor➤ Calor Sensível e latente Dilatação Térmica: <ul style="list-style-type: none">➤ Dilatação Linear➤ Dilatação Superficial➤ Dilatação Volumétrica➤ Propriedades da matéria➤ Energia térmica
OBJETIVOS DE APRENDIZAGEM
O aluno deverá ser capaz de: <ul style="list-style-type: none">➤ Diferenciar Calor de Temperatura➤ Compreender o equilíbrio térmico e as formas de propagação do calor➤ Compreender o fenômeno da dilatação térmica.➤ Interpretar a relação Calor x Dimensão dos materiais, relacionando com as propriedades da matéria➤ Analisar o comportamento dos materiais expostos em diferentes temperaturas.➤ Relacionar o conteúdo com situações do cotidiano e/ou problemas da sociedade➤ Compreender as diferenças entre dilatação Linear, superficial e volumétrica;➤ Inferir sobre métodos para determinar a dilatação dos materiais➤ Conhecer o funcionamento do relógio Comparador➤ Conhecer o princípio de funcionamento do Disjuntor
PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS
AULA 1 PRÁTICA – EXPERIMENTOS EM DILATAÇÃO TÉRMICA. <ul style="list-style-type: none">➤ 1º Momento (10 minutos): Partindo da problemática sugerida pelo livro OPAs 2º ano, será investigado com os alunos suas concepções sobre dilatação dos materiais.

- 2º Momento (20 minutos): Será apresentado um experimento sobre dilatação térmica.
 - a. (10 min) O experimento consiste em um suporte onde é possível expor ao calor de uma lamparina uma barra de material metálico.
 - b. (5 min) Neste momento, será questionada a turma quais formas é possível verificar se o material está dilatando.
 - c. (5 min) Após o breve debate, apresentarei os dispositivos que os experimentos têm para verificar a dilatação.
- 3º Momento (20 minutos): Executar o experimento sobre dilatação linear:
 - a. (5 min) Aquecer e medir a dilatação da barra de alumínio
 - b. (5 min) Aquecer e medir a dilatação da barra de cobre
 - c. (5 min) Aquecer e medir a dilatação da barra de Aço?
 - d. (5 min) Comparar a dilatação das 3 barras, e questionar o motivo para os diferentes valores
- 4º Momento (10 minutos): Com base nas conclusões anteriores, questionar o comportamento de um furo quando submetido ao calor
- 5º Momento (10 minutos): Apresentar e executar o experimento "Anel de Gravesande".



- 6º momento (5 minutos): Apresentar um vídeo sobre a dilatação dos gases.
 - a. https://www.youtube.com/watch?v=ncK4JSX9Ps8&list=PL7fz5w1f_AL0CQkyZ5EvLYCNKnE1XifWd&index=11



- 7º momento (5 min): Momento para debater sobre o conteúdo e tirar dúvidas.

AULA 2 TEÓRICA – DILATAÇÃO TÉRMICA.

- 1º Momento (10 minutos): Revisar conceitos básicos de Calor e temperatura.
- 2º Momento (15 minutos): Apresentar definição física da dilatação térmica
- 3º Momento (15 minutos): Apresentar os tipos de dilatação Térmica
- 4º Momento (20 minutos): Apresentar Fórmulas, e o conceito de Coeficiente de Dilatação

- 5º Momento (10 minutos): Apresentar o princípio de funcionamento do Disjuntor elétrico e do termostato (conceito do par bimetálico)
- 6º momento (20 minutos): Diálogo livre sobre Dilatação aparente, comportamento anômalo da dilatação da água

AULA 3 AVALIAÇÃO – DILATAÇÃO TÉRMICA.

- 1º Momento (5 minutos): Organização da sala para apresentar o formulário de questões
 - a. Consultas serão permitidas
 - b. Dúvidas e elucidação das questões serão permitidas desde que solicitadas ao professor.

RECURSOS DIDÁTICOS

- Laboratório de Física
- Experimento dilatação linear
 - a. Dispositivo "Dilatômetro"
 - b. Laser
 - c. Lamparina
- Experimento de dilatação superficial -
 - a. Dispositivo - "Anel de Gravesande"
 - b. Lamparina
- Vídeos [Dilatação dos gases](#)

AVALIAÇÃO

- 10 questões:
 - Formulário on line

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

GRAF. Física 2. São Paulo, EDUSP, vários autores, 1990.

Hipermídias de Apoio ao Professor de Física. Disponível em :
<https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mostra_hipermidias.php>

DE CARLI, Eloir. Utilizando demonstrações em vídeo para o ensino de física térmica no ensino médio. 2014.

https://www.youtube.com/watch?v=ncK4JSX9Ps8&list=PL7fz5w1f_AL0CQkyZ5EvLYCNKnE1XifWd&index=11 Acesso em:

INSTITUTO AYRTON SENNA. **Orientação para Planos de Aulas (OPA). Ciências da Natureza – 2º ano/1º bimestre.** Uma parceria entre a Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina e o Instituto Ayrton Senna [2017], 64 p.

ANEXOS

Experimento 1:

Material

- 1 Dilatômetro;
- 3 barras de diferentes metais ;
- 1 lamparina;
- 1 laser.

Procedimento:

1. Fixar o laser no local posicionado na extremidade móvel do dispositivo
2. Alinhar o laser com o anteparo de medição
3. Acender a lamparina
4. Posicionar uma das barras e verificar a movimentação do laser no anteparo
5. Repetir para as outras duas barras.

Experimento 2:

Material

- 1 Esfera metálica;
- 1 Anel metálico;
- 1 lamparina;

Procedimento:

1. Em temperatura ambiente, passar a esfera de aço por dentro do anel metálico
2. Aquecer a esfera e tentar passar a mesma pelo anel, observar que a esfera dilatou e não passou.
3. Com a esfera ainda aquecida, aquecer o anel e observar que agora a esfera passa dentro do anel.

Questionário:

TERMOLOGIA E DILATAÇÃO TÉRMICA

benicio.m.rodrigues@gmail.com [Mudar de conta](#)



Não compartilhado

* Indica uma pergunta obrigatória

Nome: *

Sua resposta _____

1) (UFRGS-Adaptado) O calor específico da água é de $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$. Para que a temperatura de uma amostra de 20 g de água varie de 20°C para 50°C , ela deve: *

- Liberar 600 cal
- Absorver 600 cal

2) Uma longa ponte foi construída e instalada com blocos de concreto de 5 m de comprimento a uma temperatura de 20°C em uma região na qual a temperatura varia ao longo do ano entre 10°C e 40°C . O concreto destes blocos tem coeficiente de dilatação linear de $10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Nessas condições, qual distância em cm deve ser resguardada entre os blocos na instalação para que, no dia mais quente do verão, a separação entre eles seja de 1 cm ? *

- 1,01
- 1,10
- 1,20
- 2,00
- 2,02

3) Uma lâmina bimetálica composta por zinco e aço está fixada em uma parede *
de forma que a barra de aço permanece virada para cima. O que ocorre quando a
lâmina é resfriada? Dados: α Zinco = Coeficiente de
dilatação do Zinco, α Aço = Coeficiente de dilatação do Aço



$$\alpha \text{ Aço} = 11 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$
$$\alpha \text{ Zinco} = 25 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

- As duas barras sofrem a mesma dilatação.
- A lâmina bimetálica curva-se para cima.
- A lâmina bimetálica curva-se para baixo.
- A lâmina quebra, uma vez que é feita de materiais diferentes.
- Lâminas bimetálicas não podem ser resfriadas.

4) O termômetros medem: *

- Calor
- Temperatura
- Grau de Agitação das Moléculas

5) Nos dias de frio, é comum ouvir a expressão: “Esta roupa é quentinha”. *
Essa expressão não é adequada, explique por que.

Sua resposta _____

6) Um mecânico pretende soltar um parafuso de ferro que está emperrado em uma porca de liga de ferro com níquel. Qual deveria ser o procedimento do mecânico? Justifique. *



Sua resposta

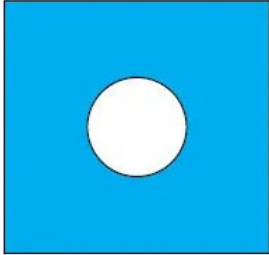
7) Explique porque travessas de vidro comum não podem ir ao forno e as de vidro pirex podem. *

Sua resposta

8) Para a proteção contra curtos-circuitos em residências são utilizados disjuntores, compostos por duas lâminas de metais diferentes, com suas superfícies soldadas uma à outra, ou seja, uma lâmina bimetálica. Essa lâmina toca o contato elétrico, fechando o circuito e deixando a corrente elétrica passar. Quando da passagem de uma corrente superior à estipulada (limite), a lâmina se curva para um dos lados, afastando-se do contato elétrico e, assim, interrompendo o circuito. Isso ocorre porque os metais da lâmina possuem uma característica física cuja resposta é diferente para a mesma corrente elétrica que passa no circuito. A característica física que deve ser observada para a escolha dos dois metais dessa lâmina bimetálica é o coeficiente de: *

- dureza
- elasticidade
- dilatação térmica
- compressibilidade
- condutividade elétrica

9) Considere uma placa sólida feita com um metal homogêneo contendo um orifício circular, como mostra a figura. *
Se a placa sofrer aquecimento térmico, é correto concluir que o orifício:



- apresentará contração superficial, como se fosse feito do mesmo material da placa.
- apresentará contração superficial, como se fosse feito de um material diferente do da placa.
- não apresentará dilatação superficial, seja expansão ou contração.
- apresentará dilatação superficial expansiva, como se fosse feito do mesmo material da placa
- apresentará dilatação superficial expansiva, como se fosse feito de um material diferente do da placa.

10) Calor e Temperatura são a mesma coisa? Explique a diferença. *



Sua resposta

11) Um motorista enche totalmente o tanque de seu carro com álcool e o estaciona ao sol na beira da praia. Ao voltar, verifica que certa quantidade de álcool derramou. Do ponto de vista físico, como você explicaria essa situação? *

Sua resposta _____

12) Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até 70 °C. Selecione as formas de transmissão de calor envolvidas. *

- Condução
- Radiação
- Convecção
- Transferência de Energia

13) De acordo com a tirinha abaixo, Garfield deixou a porta aberta e o ambiente está frio. O que aconteceu para deixar o ambiente frio? Por que deixar a porta aberta pode ter esfriado o ambiente? *



Sua resposta _____