

ENSINO DA CAPACIDADE TÉRMICA POR MEIO DE EXPERIMENTAÇÃO E MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO

Joner Ney Vieira da Silva ¹
Manoel J. da Silva Neto ²

RESUMO

Neste trabalho foi utilizado um fogão artesanal alimentado à vela de parafina para ensinar o tema de capacidade térmica às turmas de segundo ano do ensino médio de uma escola pública no estado do Pará. As aulas foram sustentadas por abordagens de ensino como a experimentação e a modelagem matemática, que por sua vez, foram fundamentadas no socio interacionismo de Vygotsky, onde se valorizou o conceito de instrumentos mediadores, a interação entre os alunos, as internalizações de conceitos e o papel do professor na zona de desenvolvimento proximal desses sujeitos. O fogão artesanal se tornou um instrumento mediador no campo real e os dados extraídos da experimentação e modelados matematicamente funcionaram como instrumentos psicológicos (signos) que expressaram conceitos vistos e internalizados ao longo das aulas. Para que esses objetivos fossem alcançados foi necessário que se diagnosticasse a zona de desenvolvimento real dos alunos por meio de questionários, para em seguida, direcioná-los à zona de desenvolvimento potencial, sendo o professor uma espécie de tutor dentro desse processo. As aulas envolveram duas turmas matutinas, cada uma possuindo trinta e seis alunos. Como resultado, os alunos demonstraram uma compreensão mais significativa dos conceitos abordados, podendo fazer a relação do fenômeno físico com a linguagem matemática expressa em tabelas e gráficos, alcançando assim, os objetivos estabelecidos dentro da proposta pedagógica.

Palavras-chave: Ensino de Física, Capacidade térmica, Experimentação, Modelagem matemática, Socio interacionismo.

INTRODUÇÃO

Diante dos muitos desafios que o professor de física da rede pública enfrenta em sala de aula e sem as condições necessárias para superá-los, ele acaba, por muitas vezes, se limitando a imitar os métodos utilizados pelos professores dos cursos preparatórios para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Essa prática também é uma exigência dos próprios alunos e de seus pais, e que obriga o professor, como expõe há muito tempo Rosa e Rosa (2005) e Moraes e Araújo (2012) a priorizar as aulas expositivas e as resoluções de exercícios com fórmulas e contas matemáticas descontextualizadas da prática do cotidiano. Essa pressão pode ser fruto de um pensamento alimentado por grande parte da sociedade, no qual se crê que uma boa escola é aquela onde há um número expressivo de alunos aprovados nesses exames (ROSA; ROSA, 2007).

¹ Mestre em Ensino de Física, MNPEF/ Universidade Federal do Pará - UFPA, jonorney@gmail.com;

² Doutor em Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Física - Universidade Federal do Pará - UFPA, mjneto@ufpa.br.

Dessa forma, tal prática pedagógica acaba se tornando o que Freire na obra “Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática docente” caracteriza como educação bancária, onde segundo o autor, o professor faz depósitos de conhecimento e o aluno é apenas um receptáculo de tais informações. O autor critica essa prática dizendo que “...ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua produção ou a sua construção (FREIRE, 2015, p.45)” e numa perspectiva que pode ser considerada alinhada à teoria Sócio interacionista, elaborada pelo pesquisador e psicólogo Lev Vygotsky, Freire exemplifica que “na prática de se velear, se confirmam, se modificam, ou se ampliam esses saberes (FREIRE, 2015, p.24)”, mostrando assim, que valoriza entre tantos saberes, o saber prático necessário ao aprendiz.

Vygotsky (1998), por exemplo, enfatiza o saber prático realizado por meio de instrumentos físicos, que ele chama de mediadores. E é ao redor desses instrumentos, interagindo, que também as pessoas constroem o seu conhecimento. E no sentido de valorizar esse saber, compreende-se que as atividades experimentais investigativas estão entre as tantas alternativas que podem amenizar as dificuldades que os alunos enfrentam para aprenderem a física escolar. Essas atividades podem ocorrer tanto em sala de aula, quanto no laboratório convencional, utilizando tanto materiais alternativos, quanto materiais industrializados. Tais práticas, se bem planejadas, possibilitam aos alunos o envolvimento com o conhecimento que se quer ensinar de maneira mais estimulante, como mostra em seus diversos trabalhos, Carvalho (2009; 2010; 2012, 2013; 2014; 2018).

Carvalho (2013) afirma que as experimentações no ensino de física deveriam estar presente em todas as salas de aula, continuamente, mas não de qualquer forma, e sim, de forma a permitir que os alunos ajam, pensem, perguntem, respondam, interajam, resolvam problemas, e o mais difícil, expressem esse conhecimento em linguagem científica e matemática.

Com base nessas ideias, este trabalho teve como objetivo principal “ensinar capacidade térmica aos alunos de duas turmas do 2º ano do ensino médio, utilizando um fogão artesanal alimentado à vela de parafina, por meio do qual se realizaram experimentações e modelagem matemática”. Para que essa ação fosse concretizada, foi utilizado o laboratório de ciências como meio sociocultural, onde se fez o uso de instrumentos físicos e de signos, se promoveu interações entre os alunos e se provocou o confronto dos conhecimentos previstos por eles com os resultados obtidos nas experimentações e com os conhecimentos expressos no livro didático utilizado por esses sujeitos. O professor, por sua vez, buscou interferir na zona de desenvolvimento proximal (ZDP) dos alunos, orientando-os para que adequassem, os seus conhecimentos e a linguagem utilizada com os conhecimentos já estabelecidos classicamente.

REFERENCIAL TEÓRICO

Há uma vasta literatura que versa sobre as dificuldades e os fracassos do ensino de física nas escolas brasileiras. Contudo, pesquisadores em ensino de ciências e especificamente em ensino de física vêm buscando alternativas que mudem a trajetória que o ensino desta área vem seguindo. Por exemplo, vários autores dissertam sobre experiências pedagógicas que utilizam a Teoria Sociointeracionista como fundamentação para o ensino de física. Isso se deve às

múltiplas possibilidades que o socio interacionismo apresenta como alternativas para se amenizar ou mesmo para se resolver diversos problemas encontrados nesta área de ensino ao longo de sua história. Para Carvalho (2013), o socio interacionismo não é definido apenas pela comunicação entre o professor e o aluno, mas também pelo ambiente em que a comunicação acontece e onde o aluno interage com os problemas, os assuntos, a informação e os valores culturais dos próprios conteúdos com os quais se está trabalhando em sala de aula.

Dentro dessa teoria, o termo “mediação” é um importante conceito utilizado. Oliveira (1997), uma das primeiras autoras a escrever sobre o tema no Brasil, conceitua como mediação “o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação”. Assim, a relação deixa de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento. Vygotsky (1998) distinguiu dois tipos de elementos mediadores: os instrumentos e os signos. Os instrumentos físicos ou utensílios fazem mediação entre o homem e o meio que o cerca, proporcionando ao mesmo, maiores possibilidades de agir sobre o local em que está inserido. Essas experiências podem ser internalizadas e mais tarde reproduzidas através de instrumentos psicológicos, chamados de signos, e posteriormente, podem ser comunicadas sistematicamente.

A experimentação sendo um tipo de abordagem realizada por meio de instrumentos físicos, se enquadra dentro da teoria socio interacionista, pois a mesma oportuniza aos sujeitos envolvidos no processo, para que tenham uma experiência pedagógica mediada por esses instrumentos, o que é uma prática que se feita de maneira adequada, pode potencializar significativamente a aprendizagem desses sujeitos.

Carvalho (2010) comenta que a importância da experimentação é inquestionável e deveria ocupar lugar central no ensino (CARVALHO, 2012). Lembrando que o objetivo deste tipo de atividade não é para a produção de tecnologia e de teorias e sim, para o aprendizado em ciências, ou seja, seu objetivo é estritamente pedagógico, como Gibin e Filho (2016) deixam esclarecido e que a mesma se torna mais significativa quando acompanhadas de outras abordagens, como a modelagem matemática, como o faz, por exemplo, Neto (2018).

A utilização dos instrumentos psicológicos (signos) é outro fator contido nas teorias de Vygotsky e que tem lugar de destaque neste trabalho. Assim, como os instrumentos, os signos também são mediadores, só que agora, dentro do campo psicológico. Signos são marcas externas que podem auxiliar o homem em tarefas que exigem memorização e atenção e podem representar uma realidade ausente no tempo e no espaço. São exemplos de signos no ensino de física: os números, as tabelas, os gráficos, as equações, etc.

Pietrocola (2010) afirma que os símbolos e signos matemáticos empregados na física representam os conceitos, que por sua vez, representam objetos do mundo científico. Sendo assim, surge a modelagem matemática, que é uma forte aliada da experimentação, sendo a mesma, segundo Bassanezi (2015), o processo de criação de modelos em que estão definidas as estratégias de ação do indivíduo sobre a sua realidade, que busca alguma explicação ou entendimento de determinadas situações reais, e para que ocorra, é necessário primeiramente que se escolha um tema e em seguida, colem-se os dados referentes a esse tema. Esses dados podem ser coletados através de uma atividade experimental, por exemplo. Após os dados serem coletados, em geral, são organizados em tabelas, pois, assim, favorecem uma análise mais eficiente, e ainda podem contribuir na construção de gráficos das curvas de tendências.

Ao realizar uma atividade experimental que está atrelada à modelagem matemática, torna-se necessário analisar qual é a abertura que se dá para a participação do aluno dentro da atividade, para então, saber se a mesma tem sentido para esse aluno, pois, de acordo com Carvalho (2010) “tradicionalmente, o ensino de física é voltado para o acúmulo de informações e o desenvolvimento de habilidades estritamente operacionais”, carecendo de contextualização.

METODOLOGIA DE PESQUISA

Este é o resultado da primeira de quatro etapas de uma dissertação produzida durante o curso do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará (polo 37), cujo tema foi “Possibilidades didáticas para o ensino de capacidade térmica e calor específico por meio de um fogão à vela de parafina”.

De acordo com Moreira apud Andre (1998) este tipo de pesquisa pode ser considerado de natureza qualitativa por não envolver, por parte do professor, a manipulação de variáveis e nem o tratamento experimental, e sim, por envolver e valorizar as interações sociais e por considerar que as experiências adquiridas pelos alunos foram mediadas à medida que os alunos interagiam uns com os outros, possibilitando a construção de interpretações, de significados e de uma visão geral desses sujeitos. Para se identificar os conhecimentos prévios dos alunos, ou seja, a zona de desenvolvimento real desses indivíduos, utilizou-se como instrumento um questionário. Esse questionário possuía apenas duas perguntas, de cunho investigativo, com respostas de múltipla escolha e com um pedido de justificativa sobre o porquê de o aluno ter escolhido aquela alternativa.

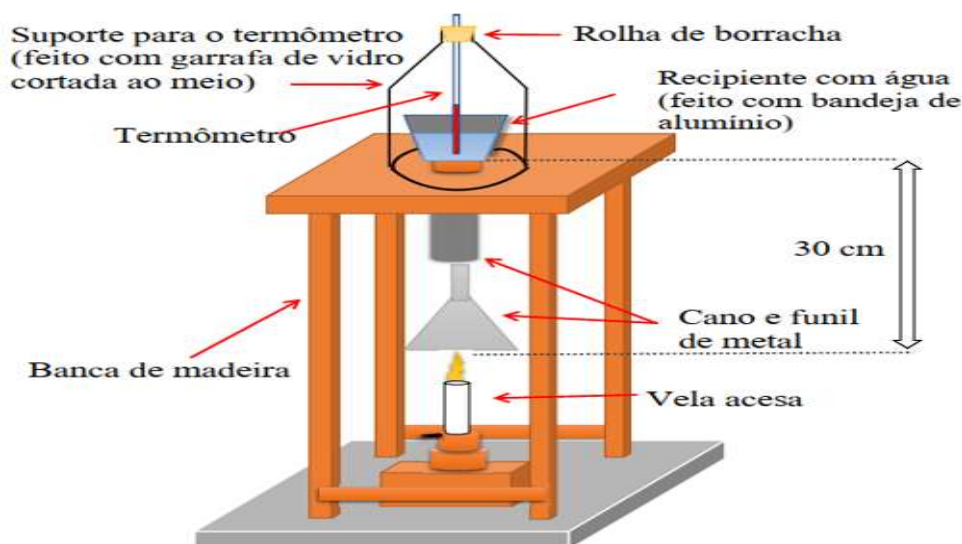
METODOLOGIA DE SALA DE AULA

A prática pedagógica de que trata este trabalho foi aplicada em duas diferentes turmas, que foram denominadas por Turma 01 e Turma 02. Essas turmas eram matutinas, porém, as atividades ocorreram no contraturno, dentro do laboratório de ciências, em dois diferentes dias, demorando cada atividade duas horas-aula de 40 minutos. Cada turma foi dividida em dois grupos de aproximadamente dezoito alunos, denominados de Grupo A e grupo B, que por sua vez foram subdivididos em seis grupos com três componentes. O Grupo A realizou as atividades antes do intervalo e o Grupo B realizou essas atividades após o intervalo.

Inicialmente, em grupo, os alunos responderam a um questionário individual, em seguida interagiram discutindo sobre as respostas apresentadas por cada um deles e posteriormente chegaram a um acordo para apresentarem uma única resposta. Após a realização do preenchimento do questionário de natureza qualitativa, iniciou-se a atividade experimental com a coleta de dados feita pelos alunos. Para que a proposta experimental fosse executada, foram confeccionados seis fogões artesanais (Figura 01), que seriam utilizados pelos grupos. Os membros dos grupos tinham funções específicas como “observa a mudança de temperatura no termômetro”, “observar a passagem do tempo no cronômetro”, “preencher a tabela” e

“transferir os dados da tabela para o papel quadriculado” para então “traçar as curvas de aquecimento” e assim “fazer o gráfico das curvas de tendência da temperatura no decorrer dos dez minutos de observação”.

Figura 01: Fogão artesanal



Fonte: elaborado pelo autor (2020)

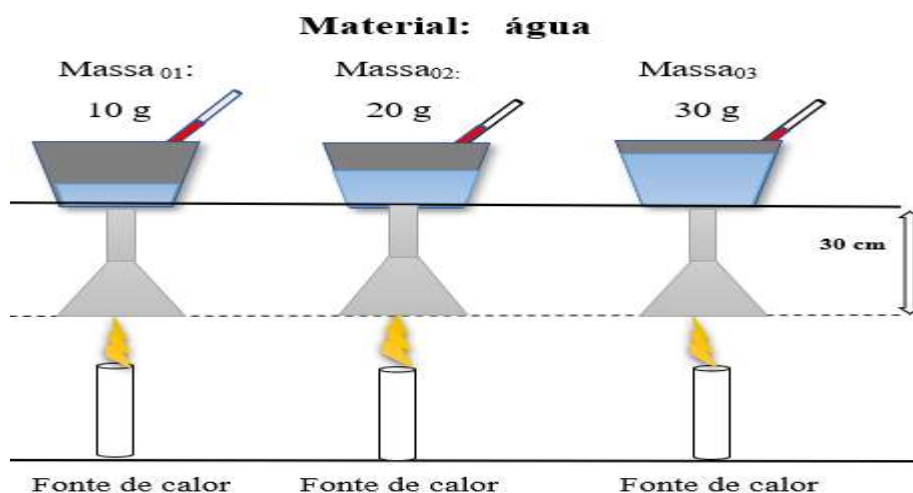
Essa parte da atividade, de cunho experimental, que foi realizada pelos alunos, pode ser considerada de natureza quantitativa, visto que dela se extraem, se interpretam e se manipulam dados de um fenômeno físico, contudo, ela não é objeto de pesquisa deste trabalho, e sim, objeto de pesquisa da prática dos alunos. Portanto, pode-se dizer que este trabalho é de cunho qualitativo e o trabalho dos alunos foi de cunho quantitativo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao iniciar as atividades propostas o aluno teve contato com um texto investigativo intitulado: “Variação da temperatura de diferentes massas do mesmo material” cujo conteúdo está descrito a seguir: “Um recipiente de metal, contendo água, é colocado em um suporte que está sobre a chama de uma vela a uma distância de 30 cm de altura, durante um tempo de 10 minutos. O calor da chama da vela é transmitido através de um funil acoplado a um cano, ambos de metal, até o recipiente com água, o que faz com que a mesma aqueça.

Um aluno realiza, sequencialmente, as medições da variação da temperatura de três diferentes massas de água, de medidas 10 g, 20 g e 30 g, colocadas sobre a chama, como esquematizado na Figura 02. Qual das massas terá maior/ menor variação de temperatura? Por que?”

Figura 02 - Três diferentes massas de água sobre a fonte de calor



Fonte: elaborado pelo autor (2020)

O propósito da pergunta inicial era provocar os alunos para que gerassem um “retrato” de seus conhecimentos prévios, ou seja, de sua zona de desenvolvimento real, para em seguida, direcioná-los dentro da zona de desenvolvimento proximal de acordo com esses resultados, e assim, futuramente extrair o melhor que esses alunos pudessem dar, ou seja, conduzi-los até a sua zona de desenvolvimento potencial. Após essa etapa em que os alunos responderam ao diagnóstico, foi proposto que dialogassem dentro do grupo e chegassem a uma única resposta. Nesse caso, em razão do diálogo com os outros colegas, a zona de desenvolvimento real desses alunos foi alterada, aproximando os níveis de entendimento dos membros do grupo.

Ao professor, como personagem mais experiente dentro desse processo, coube orientar os alunos após o diagnóstico, pois alguns deles não demonstravam interesse em responder às questões por medo de errar ou até mesmo por falta de motivação. Porém, a partir dos diálogos, os alunos foram convencidos de que os “erros” também são importantes dentro da construção de conhecimento e que eles não deveriam, naquele momento, se preocupar com esses “erros” e sim, em expor o que sabiam, pois em seguida, eles teriam a oportunidade de aproveitar esses próprios conhecimentos para fazerem as adequações necessárias, e assim, mudariam do conhecimento baseado no senso comum para o conhecimento científico, onde utilizariam uma linguagem mais próxima da linguagem culta e científica.

Assim, por meio dos diálogos em grupo, mediados pelo professor, os alunos apresentaram as suas respostas, das quais foram selecionadas aleatoriamente algumas que estão expostas nos quadros 01 e 02.

Quadro 01 – Diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos (01)

Pergunta 01	Qual das massas terá maior variação de temperatura? 10 g () 20 g () 30 g () Por quê?
Grupos	Respostas dadas pelos alunos
01	A massa 10 g, porque quanto menor a massa, maior será a temperatura.
02	10 g, pois possui menos massa, com isso, a variação da temperatura vai ser

	maior.
03	A massa de 10 g, porque quanto menor a quantidade de água, mais rápido para aquecer.
04	A massa de 10 g, a quantidade sendo menor, a temperatura será maior.
05	A massa de 10 g, porque tem pouca massa.
06	10 g porque é menor a massa.

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Quadro 02 – Diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos (02)

Pergunta 02	Qual das massas terá menor variação de temperatura? 10 g () 20 g () 30 g () Por que?
Grupos	Respostas dadas pelos alunos
01	A massa 30 g, porque quanto maior a massa, menor será a temperatura.
02	30 g, pois, possui mais massa e com isso, a variação da temperatura vai ser menor.
03	A massa de 30 g, porque quanto mais água, mais demora para ser aquecida.
04	A massa de 30 g, a quantidade sendo maior, a temperatura será menor.
05	A massa de 30 g, porque tem mais massa.
06	30 g porque é maior a quantidade de massa.

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Como se observa, após os diálogos, os grupos responderam adequadamente qual das massas teria a maior ou a menor temperatura, mostrando que quanto maior fosse a massa, menor seria a variação da temperatura, e quanto menor fosse a massa, maior seria a variação dessa temperatura. Nesse sentido, este trabalho está de acordo com o que Carvalho (2018) defende, pois mostra que a atividade executada tem um grande potencial para que os alunos desenvolvam argumentos lógicos e científicos, de proporcionalidade e de causalidade.

Carvalho (2018) argumenta que:

Assim as questões do professor devem levá-los a buscar evidências em seus dados, justificativas para suas respostas, fazê-los sistematizar raciocínios como “se” / “então” / “portanto” ou o raciocínio de proporcionalidade, isto é, se uma das variáveis cresce, a outra também cresce ou se uma delas cresce, a outra decresce. Nesse caso, a linguagem científica, isto é, a linguagem argumentativa vai se formando. (CARVALHO, 2018, p.7).

Após realizarem as atividades diagnósticas, apresentadas nos Quadro 01 e 02, os alunos realizaram as atividades práticas, cujas orientações eram “Realize a atividade experimental e

compare os resultados com as respostas que você deu no início da aula (...). Durante 10 minutos, de minuto a minuto, meça a variação da temperatura da massa de água. A cada minuto passado, anote na Tabela 01 o resultado da temperatura correspondente (...).

Os resultados desta parte da atividade foram tabulados e transformados em gráficos. Para os valores referentes à temperatura, foi levado em consideração o erro de escala de instrumentos analógicos, que de acordo com Piacentini (2013) é determinado pela expressão (1).

$$E_{esc} = \pm \frac{\text{Menor divisão de escala}}{2} = \pm \frac{MDE}{2}. \quad (1)$$

Como no termômetro utilizado a menor divisão de escala é igual a 1,0 °C, então o seu erro de escala é igual a:

$$E_{esc} = \pm \frac{1^{\circ}\text{C}}{2} = \pm 0,5^{\circ}\text{C}. \quad (2)$$

A seguir é apresentado um exemplo de resultado obtido por um dos grupos que executaram a atividade experimental:

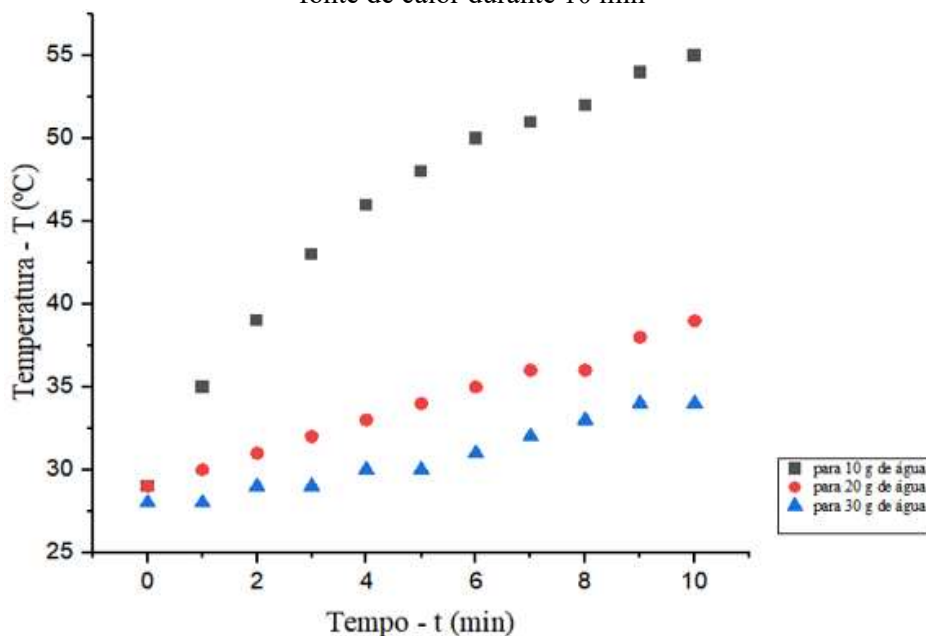
Tabela 01 - ΔT (°C) da água durante 10 min

Tempo (min)	T (°C) p/ 10 g de água	T (°C) p/ 20 g de água	T (°C) p/ 30 g de água
t ₀ = 0,0	T ₀ = 29,0 ± 0,5	T ₀ = 29,0 ± 0,5	T ₀ = 28,0 ± 0,5
t ₁ = 1,0	T ₁ = 35,0 ± 0,5	T ₁ = 30,0 ± 0,5	T ₁ = 28,0 ± 0,5
t ₂ = 2,0	T ₂ = 39,0 ± 0,5	T ₂ = 31,0 ± 0,5	T ₂ = 29,0 ± 0,5
t ₃ = 3,0	T ₃ = 43,0 ± 0,5	T ₃ = 32,0 ± 0,5	T ₃ = 29,0 ± 0,5
t ₄ = 4,0	T ₄ = 46,0 ± 0,5	T ₄ = 33,0 ± 0,5	T ₄ = 30,0 ± 0,5
t ₅ = 5,0	T ₅ = 48,0 ± 0,5	T ₅ = 34,0 ± 0,5	T ₅ = 30,0 ± 0,5
t ₆ = 6,0	T ₆ = 50,0 ± 0,5	T ₆ = 35,0 ± 0,5	T ₆ = 31,0 ± 0,5
t ₇ = 7,0	T ₇ = 51,0 ± 0,5	T ₇ = 36,0 ± 0,5	T ₇ = 32,0 ± 0,5
t ₈ = 8,0	T ₈ = 52,0 ± 0,5	T ₈ = 36,0 ± 0,5	T ₈ = 33,0 ± 0,5
t ₉ = 9,0	T ₉ = 54,0 ± 0,5	T ₉ = 38,0 ± 0,5	T ₉ = 34,0 ± 0,5
t ₁₀ = 10,0	T ₁₀ = 55,0 ± 0,5	T ₁₀ = 39,0 ± 0,5	T ₁₀ = 34,0 ± 0,5

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Após o preenchimento da tabela, os alunos transferiram os dados para o material quadriculado, confeccionando assim o gráfico da variação da temperatura no decorrer do tempo, para cada massa de água, como mostrado no Gráfico 01.

Gráfico 01 - Variação da temperatura de diferentes massas de água sob uma fonte de calor durante 10 min



Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Carvalho (2018) argumenta que a linguagem das ciências, não é só uma linguagem verbal. As ciências necessitam de figuras, tabelas e gráficos, e até mesmo da linguagem matemática para expressar suas construções. A autora ensina que é necessário integrar coerentemente, todas as linguagens, e além disso, deve-se introduzir os alunos nos diversos tipos de comunicação, para assim, se construir o conhecimento. Sobre essa prática a autora afirma que:

O professor, ao falar que uma variável depende da outra, por exemplo “quanto mais tempo uma panela ficar no fogo, maior será a temperatura da água”, junto deve apresentar um gráfico demonstrando o aumento dessa temperatura com relação ao tempo. Esse gráfico demonstra determinado aumento de temperatura especificando a informação. Introduzir os alunos nas diversas linguagens das Ciências, é na verdade, introduzi-los na cultura científica. E essa introdução deve ser feita pelo professor, pois, é ele o adulto mais experiente na sala de aula, com muito cuidado, conduzindo os alunos da linguagem cotidiana para a científica, por meio da cooperação e especialização entre elas (CARVALHO, 2018, p.8)

Assim, as aulas oportunizaram os alunos para que incorporassem a matemática no desenvolvimento científico, o que ampliou a sua cultura intelectual, pois os mesmos fizeram o uso dos dados, das tabelas e dos gráficos e verificaram as variáveis do fenômeno (tempo, temperatura e massa da água) e fizeram o uso do raciocínio proporcional ou inversamente

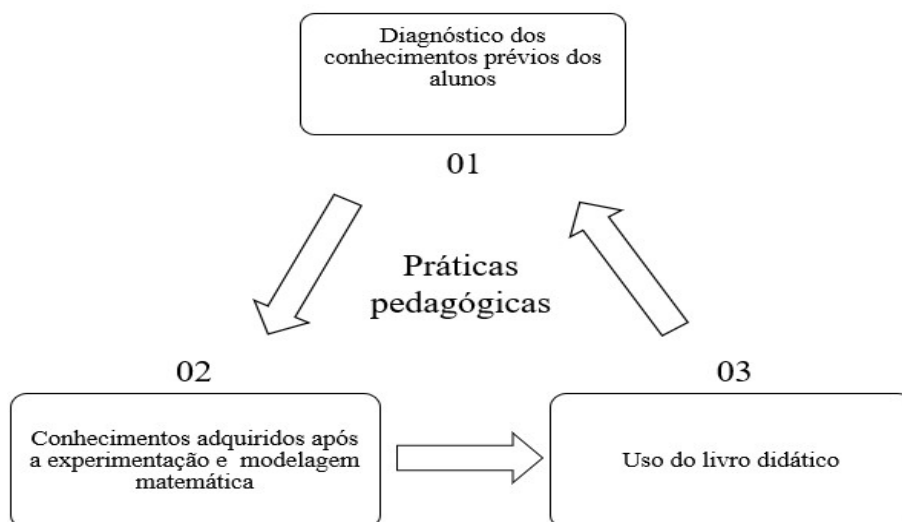
proporcional quando argumentaram que quanto mais água houvesse no recipiente, menor seria a sua temperatura e vice-versa. Além do mais, somente após essas experiências e discussões é que as equações que representam o fenômeno foram incorporadas à aula, pois nesse momento, os alunos já tinham vários conceitos internalizados, e assim, puderam fazer relação dessas informações com as explicações científicas expressas no livro didático, onde transformaram a linguagem conceitual em matemática e vice-versa, correspondendo ao que Carvalho (2010) ensina.

Portanto, quanto a esta etapa relacionada à confecção de um experimento que funcione, que gere os dados dentro do fenômeno estudado e que possibilite a modelagem matemática de tais dados, pode-se dizer que a tarefa foi cumprida com sucesso, pois, os gráficos gerados pelos dados tabulados, puderam ser lidos e discutidos com os alunos o que aumentou o poder de enculturação e letramento científico dos mesmos.

Nesta etapa que envolveu as discussões, o conceito de “internalização” ganhou destaque, já que os alunos não precisaram mais repetir as experimentações para lembrar do que aprenderam, pois os “conteúdos” mentais tomaram os lugares da experiência real. Nesse momento as experiências já estavam sendo mediada pelos signos internalizados, o que permitia aos alunos a interação com evento experimental por meio do pensamento.

Em seguida à experimentação, à modelagem matemática e às discussões, foi realizada uma triangulação de práticas pedagógicas entre “o que os alunos responderam no questionário do diagnóstico” com “os resultados da experimentação” e também com “a literatura expressa no livro didático” com o qual eles ainda não haviam tido contato.

Figura 03: Triangulação de práticas pedagógicas



Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Essa triangulação foi importante para que fossem corrigidos possíveis erros conceituais e confirmadas as previsões dos alunos e também para que servisse como uma nova base de conhecimento para novas discussões a respeito de temas ligados à calorimetria. Também por meio da triangulação foi possível transitar para uma linguagem mais próxima da linguagem pedagógica e científica adotada pelos autores do livro texto, onde Aurélio e Toscano (2016) questionam: “Todos os objetos quando recebem a mesma quantidade de energia, sofrem a mesma variação de temperatura?” Os próprios autores respondem que “para uma mesma quantidade de energia recebida, o recipiente com menor quantidade de energia, sofrerá maior variação de temperatura”, o que está de acordo com as respostas de vários grupos de alunos. Já para os alunos cujas respostas continham erros conceituais ou mesmo para os alunos que não responderam, foi uma oportunidade para que formassem opinião sistematizada acerca do tema e assim, pudessem organizar de maneira satisfatórias as suas respostas, fazendo o uso de todas as linguagens que lhes foram disponibilizadas.

Portanto, foi somente após os diagnósticos, experimentações e modelagem matemática, discussões e leitura, que os alunos tiveram contato com o conceito de capacidade térmica, e em seguida, com o tema de calor específico e com a famosa equação fundamental da calorimetria, pois já tinham base conceitual suficiente para realizar os cálculos de maneira significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades experimentais modeladas matematicamente e fundamentadas no sociointeracionismo que foram aplicadas nas referidas turmas do ensino médio são uma prática pedagógica com um grande potencial para contribuir no desenvolvimento intelectual desses alunos. Logicamente não se tem a solução definitiva para todos os problemas do ensino de física, porém com pesquisa, criatividade e esforço é possível amenizá-los, pois quando se pratica atividade experimental com modelagem matemática, oportuniza-se os alunos para que, em consonância com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) possam adquirir habilidades como “analisar fenômenos, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e resultados experimentais (...)” além de “elaborar textos, gráficos, tabelas, (...) e equações de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental”. Criar condições para que os alunos adquiram e desenvolvam essas e outras habilidades é conduzi-los para uma zona de desenvolvimento mais ampla, mais alta, mais profunda e, portanto, com mais potencial.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Física da Universidade Federal do Pará, ao Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio e financiamento.

REFERÊNCIAS

- BASSANEZI, C.B. Modelagem matemática: teoria e prática. São Paulo. Contexto, 2015.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular.
- CARVALHO, A.M.P *et al.* Ciências no ensino fundamental: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 2009.
- CARVALHO, A.M.P. As práticas experimentais no ensino de Física. In: Carvalho, A.M.P...[et al.]. Coleção Ideias e Ação: Ensino de Física. – São Paulo: Cengage Learning, 2010
- CARVALHO, A.M.P. Formação e prática profissional dos professores de Física. In GARCIA, N.M.D *et al* (Org). A pesquisa em ensino de física e a sala de aula: articulações necessárias. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. De (org.). Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. P. 1-20.
- CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 765-794, set-dez. 2018.
- FILHO, A.G; TOSCANO, C. Física: interação e tecnologia. Volume 2. 2ª Edição. Editora Leya, 2016.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 50ª ed – Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.
- GIBIN, G.B.; FILHO, M.P.S. Atividades investigativas em física e química: uma abordagem para o ensino médio. – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.
- MORAES, J.U.P.; ARAÚJO, M.S.T. O ensino de física e o enfoque CTSA: caminhos para uma educação cidadã. 1ª ed – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.
- MOREIRA, M.A; Metodologias de pesquisa em ensino. 1ª ed – São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- NETO, M.J.S. Ensino de física experimental com uso da modelagem matemática. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.
- OLIVEIRA, M.K. “VYGOTSKY Aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico. São Paulo. Editora Scipione Ltda. 1997.
- PIACENTINI, J.J... [et al.]. Introdução ao laboratório de Física. 5ª ed. Florianópolis. Editora da UFSC, 2018.
- PIETROCOLA, M. A matemática como linguagem estruturante do pensamento físico. In: Carvalho, A.M.P...[et al.]. Coleção Ideias e Ação: Ensino de Física. – São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 75-105.
- ROSA, C.W.; ROSA, A.B. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 N° 1 (2005)
- ROSA, C.W.; ROSA, A.B. Ensino da Física: tendências e desafios na prática docente Revista Iberoamericana de Educación. n.º 42/7 – 25 de mayo de 2007
- VIGOTSKI, L.S. A formação social da mente. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.