



Universidade Estadual de Santa Catarina – UDESC

Centro de Ciências Tecnológicas – CCT

Departamento de Física – DFIS

Metodologia do Ensino - MEN0001

Rodrigo Ribamar Silva do Nascimento

**Portfólio Acadêmico (v-0.4.p)**

Joinville/SC

2022

# Sumário

<b>1</b>	<b>ANÁLISE DA TRANSCRIÇÃO - EXPLICANDO O FUNCIONAMENTO DO MICRO-ONDAS</b>	<b>3</b>
<b>1.1</b>	<b>Habilidades do Professor</b>	<b>3</b>
1.1.1	Criando um ambiente construtivo	3
1.1.2	Promovendo a argumentação	7
<b>2</b>	<b>LABORATÓRIO ABERTO</b>	<b>12</b>
<b>2.1</b>	<b>Observando atividades experimentais</b>	<b>12</b>
2.1.1	Questões levantadas sobre a atividade	12
<b>2.2</b>	<b>Texto explicativo</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>Questões para um relatório</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>Aulas de Exercícios</b>	<b>16</b>
3.1.1	Análise dos Enunciados da Lista	16
3.1.2	Proposta: Transformando um Problema Fechado em Problema Aberto	18
<b>3.2</b>	<b>História e Filosofia da Ciência no Ensino</b>	<b>19</b>
3.2.1	Análise: História da ciência – textos para o ensino médio	19
3.2.1.1	Texto I: Força	19
3.2.1.2	Texto II: A Lei da Gravitação Universal	20
3.2.1.3	Texto III: Calor – Substância?	20
<b>3.3</b>	<b>Conclusão das Análises</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>A RELAÇÃO ENTRE A FÍSICA E A MATEMÁTICA</b>	<b>22</b>
<b>4.1</b>	<b>Parte – A: O Papel das Linguagens no Ensino de Ciências</b>	<b>22</b>
4.1.1	Análise da transcrição	22
<b>4.2</b>	<b>Parte – B: Discussão</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	<b>PLANEJANDO UMA AVALIAÇÃO</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Questões</b>	<b>26</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>28</b>

# 1 Análise da Transcrição - Explicando o Funcionamento do Micro-ondas

## 1.1 Habilidades do Professor

### 1.1.1 Criando um ambiente construtivo

A atividade de investigação é proposta em uma aula anterior à transcrição de que trata esta análise, e consiste basicamente na resolução das seguintes questões:

- i) Relacione abaixo os aparelhos e/ou dispositivos que podem ser usados em uma casa, destinados a provocar aquecimento;
- ii) Agrupe-os e explique como eles funcionam.

Por estas questões, identifica-se já de antemão uma certa aproximação da proposta do professor com a abordagem didática do *Ensino por Investigação*. Na perspectiva de **Sasseron (2015)** o Ensino por Investigação tem por objetivos, “*levar os estudantes a realizarem investigação e de desenvolver entre os estudantes um entendimento sobre o que seja a investigação científica*”. Uma característica desta abordagem, reside em promover o papel ativo do aluno na construção do entendimento sobre os conhecimentos científicos, esta ação relaciona-se com a(s) intenção(ões) do professor de oportunizar situações que desenvolvam o protagonismo em sala de aula por parte dos estudantes, uma vez que é transferida a eles a responsabilidade de relacionar, classificar, agrupar e por fim explicar o funcionamento de cada aparelho encontrado em seu ambiente domiciliar. (**MORTIMER; SCOTT, 2002**) sintetiza as intenções do professor em seis categorias inter-relacionadas, tendo uma delas por foco *engajar os estudantes, intelectualmente, no desenvolvimento inicial da "estória científica"*. Neste sentido, estas pesquisas concordam com o papel do professor como o

“...de fazer com que a turma se engaje com as discussões e, ao mesmo tempo em que travam contato com fenômenos naturais, pela busca de resolução de um problema, exercitam práticas e raciocínios de comparação, análise e avaliação bastante utilizadas na prática científica.” (**SASSERON, 2015**, p. 58)

Partindo-se deste pressuposto e lendo na transcrição as falas dos alunos, notou-se que grande parte das investigações giraram em torno da natureza de funcionamento do forno de micro-ondas, onde os alunos são convidados indiretamente a obter uma melhor compreensão dos conceitos físicos envolvidos na questão. Inicialmente o fazem por meio do diálogo entre os pares, o trecho a seguir ilustra um pouco desta dinâmica:

- 2. [J]: A gente coloca...da radiação...como a gente faz? É irradiação ou radiação?

- 3. [E]: Eu acho que é i
- 4. [F]: Vou procurar no dicionário... [pega na sua mala um dicionário em edição de bolso]

Se tratando de conceitos científicos já consolidados e estruturados, é fundamental para o estudante estar diante do termo preciso atribuído ao conceito. Pela transcrição não é possível afirmar se o(a) aluno(a) [J] o faz despretensiosamente ao buscar num primeiro momento, delimitar o termo correto antes mesmo de apropriar-se do conceito, mas ao estabelecê-lo, consolida um dos três eixos estruturantes da *Alfabetização Científica* apresentados na pesquisa, sendo ele

“...a compreensão básica de termos e conceitos científicos, retratando a importância de que os conteúdos curriculares próprios das ciências sejam debatidos na perspectiva de possibilitar o entendimento conceitual;”  
SASSERON, op. cit., p. 57

Após lerem a definição da palavra *irradiação* encontrada no dicionário, os alunos começam a se questionar,

- 6. [F]: “ato ou efeito de irradiar, bombardeio de uma substância por um feixe de partículas”
- 7. [J]: Mas... até aí...
- 8. [E]: Então vê radiação...

Não satisfeitos com a definição da primeira palavra encontrada no dicionário, buscam pela definição da segunda: *radiação*

- 11. [J]: Como assim, ele provoca luz?... mas o aquecimento, o calor... de onde vem o calor? Da luz?
- 12. [E]: Do feixe de luz
- 13. [J]: Será... assim? Eu não sei...
- 14. [E]: Eu acho que também deve ser um tipo de filamento
- 15. [F]: Achei... “radiar: emitir ondas e energia calorífica, luminosa, etc. Cintilar, resplandecer”.

Deste trecho em diante, percebe-se um movimento integrado na direção de constituir as bases norteadoras das discussões e os fundamentos das construções argumentativas que se estenderão ao longo da atividade. Não é evidente, mas pode-se inferir com certa cautela, que o aluno [J] procura encontrar nas definições do dicionário substantivos como:

*filamento*; *calor* e *resistor* cujo os quais estão relacionados ao aquecimento, mas que de alguma forma lhe é mais familiar. Esta etapa é delicada e exige destreza do professor em identificar sob quais bases os estudantes irão fundamentar seus posicionamentos diante da proposta, além disso, ter clareza sobre os objetivos da atividade é essencial tanto para os alunos, quanto para o professor.

É claro que os significados das palavras *radiação* e *irradiação* assim encontradas no dicionário, contribuem muito pouco para elucidar os conceitos físicos por trás da tecnologia de aquecimento utilizada em micro-ondas, pelo contrário, arrisco a dizer que podem até confundir os alunos<sup>1</sup>, mas se essa conduta for bem explorada sob a supervisão do professor, pode tornar os resultados didaticamente mais interessantes, como indicado na pesquisa

“... o ensino por investigação exige que o professor valorize pequenas ações do trabalho e compreenda a importância de colocá-las em destaque como, por exemplo, os pequenos erros e/ou imprecisões manifestados pelos estudantes, as hipóteses originadas em conhecimentos anteriores e na experiência de sua turma, as relações em desenvolvimento.” (SASSERON, 2015, p. 58)

Vemos então que a atividade em análise permitiu a iniciação destes processos e não custou muito para que os estudantes consultassem a orientação do professor, como veremos logo em sequência

- 27. [J]: Eu vou ler de novo... o que diz sobre radiação pra gente pensar o que é... é o aquecimento através de ondas, não é? Por isso é que chama micro-ondas... a luz eu sei que tem a luz... a onda é aquela tal... mas... quando a gente colocar um prato não aquece por igual... as vezes uma parte fica fria e a outra...
- 29. [J]: É?... As ondas têm irregularidades?
- 30. [E]: Chama o professor... mostra pra ele...
- 31. [J]: Professor tá difícil... essa coisa de micro-ondas...

A resposta do professor revela uma segunda intenção

- 32. [Pr]: Deixa eu ver... ajudar na discussão... Eu quero cozinhar uma carne, por exemplo, pra isso eu posso dispor do fogão... a combustível... a gás e de um forno de micro-ondas... a primeira coisa... é o tempo de cozimento eles são iguais?

Esta pergunta, de acordo com (MORTIMER; SCOTT, 2002), tem por intenção expor mais a visão e o entendimento dos estudantes a fim de explorá-las e possibilitar a reflexão/articulação

<sup>1</sup> Radiação e Irradiação em Física, diz respeito ao transporte de energia térmica na forma de calor, enquanto um está relacionado ao transporte em si, o outro está relacionado às circunstâncias em que ocorre este transporte. O aquecimento no forno de micro-ondas se dá em termos do trabalho termodinâmico e não do calor.

de suas próprias ideias. Usa a *Abordagem Comunicativa* apresentada em Ibid., p. 287, a qual é caracterizada pelos diferentes padrões de interações entre professor-aluno, aluno-aluno e vice-versa. Segundo este viés as dimensões extremas da abordagem como o *discurso dialógico ou de autoridade* e o *discurso interativo ou não-interativo*, são combinados entre si formando quatro classes de interação, isto ocorreu quando professor e aluno(s) consideraram vários pontos de vista (*discurso interativo dialógico*).

- 33. [J]: Não...o micro-ondas a gente pode controlar a intensidade e o tempo...
- 34. [Pr]: Ótimo...o micro-ondas doura as coisas?

A presença da palavra "*Ótimo*" na fala do professor, reforça a participação dos alunos, ainda que os argumentos como intensidade e controle do tempo de cozimento não sejam características inerentes apenas ao forno de micro-ondas, todavia é observado este encorajamento quando é recomendado a organizarem suas falas um por vez.

- 36. [Pr]: Pera aí...um por vez...
- 37. [F]: Não...porque ele cozinha por dentro...
- 38. [Pr]: Ótimo vocês já tão começando a levantar hipóteses de que um processo diferente tá ocorrendo...
- 39. [E]: Aqui a gente tinha feito...que ele aquece substâncias que tinham 50% de água...
- 40. [Pr]: Por que 50% de água?
- 41. [E]: Não só 50% de água...50% ou mais...e que o prato não aquece por que...não absorve as ondas...
- 42. [J]: Eu não entendo esse negócio...de ondas...ainda não entrou na minha cabeça.
- 43. [Pr]: Tá bom então coloque uma interrogação nisto...

Outra classe de interação (*iterativo dialógico de autoridade*) é vista aqui ao final quando o professor recomenda a [J] identificar os pontos não compreendidos dos conceitos envolvidos.

Visto que houve interações entre professor, estudantes e o objeto de investigação, além do engajamento dos estudantes entre si e com a proposta trazida pelo professor, qualifica-se que nesta atividade o professor foi capaz de criar um ambiente construtivo propício ao processo de aprendizagem nos termos da Alfabetização Científica conforme indicado na literatura e como destacado, foi possível identificar algumas de suas intenções a partir da elaboração da proposta bem como de seus questionamentos, observou-se ainda a

elaboração das bases argumentativas que permearão o decorrer da atividade. Na sequência classificaremos os diversos aspectos discursivos utilizados pelo professor, no intuito de promover a argumentação em sala de aula.

### 1.1.2 Promovendo a argumentação

Nesta seção utilizou-se duas ferramentas para classificar as perguntas feitas pelo professor dentro das categorias e em conjunto com os padrões de interações adotados pelos referenciais em seguida verificou-se o estabelecimento de uma cultura de sala de aula favorável à argumentação conforme sugere (TELES; MUNFORD, 2021).

Em (SOUZA; SASSERON, 2012) tem-se abordado um instrumento analítico para classificar as perguntas do professor dentro da perspectiva de um ensino promotor da Alfabetização Científica. Nele propõe-se categorias para as perguntas feitas pelo professor de Ciências em aulas investigativas.

No estudo dirigido por (MORTIMER; SCOTT, 2002), padrões de interações surgem mediante a dinâmica que a sala de aula vai assumindo conforme professores e alunos alternam turnos de fala, o estudo cita o mais comum entre estes padrões as tríades I-R-A (iniciação do professor, resposta do aluno, avaliação do professor). A medida que esta dinâmica torna-se complexa, ocorre a formação de novos padrões como: I-R-P-R... ou I-R-F-R-... Adotaremos a mesma notação da referência ao assinalar por P a ação discursiva que permite o *prosseguimento* da fala do estudante, E para *elicitação* e F um *feedback* para que o estudante elabore mais a sua fala.

Retomando a aula anterior o professor inicia com uma pergunta exploratória sobre o processo, tem por objetivo estimular os alunos a relacionar ideias com dados e observações

- 3. [Pr]: Você chegou a ler? A que conclusão vocês chegaram?

esta ação permite a criação e explanação de hipóteses como se observa nas respostas dos alunos [J] e [F]:

- 4. [J]: Que as micro-ondas estão...ou fazem uma grande agitação e...elas passam essa... agitação para o alimento nas várias formas e com essa agitação o alimento se aqueça... fique com a temperatura maior...
- 5. [F]: Aí vai aquecendo a superfície...
- 6. [J]: Aquecendo...agitando...a superfície e passando através das partículas do alimento para todas as outras... entrando para o centro do alimento...

Com a próxima pergunta, o professor estabelece uma tríade do tipo I-R-F

- 7. [Pr]: Esse processo é o cozimento?

Tem por intenção trabalhar os significados no desenvolvimento da estória científica. Faz uso de uma pergunta que exige raciocínio por parte dos alunos, buscando confrontar o que já conhecem sobre o fenômeno de aquecimento e o que coletaram de dados na atividade, com as hipóteses criadas.

- 8. [J]: É...constantemente...as ondas estão dando agitação para as partículas da superfície dos alimentos...estas vão dar para as mais de dentro e estas para as mais de dentro até ficar cozido.
- 9. [Pr]: Explica melhor...o micro-ondas produz as ondas e quem irá sentir essas ondas? Quem irá interagir com as ondas do forno?

Até a resposta do aluno [J] pode-se dizer que a natureza do discurso estabelecido nesta etapa é interativo dialógico, mas há uma mudança perceptível para o discurso interativo de autoridade quando o professor fecha a pergunta em *"...quem irá sentir essas ondas? Quem irá interagir com as ondas do forno?"*. O padrão de interação também evolui para um não triádico I-R-F-R-F.

- 10. [J]: A água...acho que a água...
- 11. [Aluno 8]: Professor...eu coloquei parecido com o [J]...eu coloquei que as ondas interagem diretamente com o alimento...não interagem com o recipiente ou com o ar...que tá lá dentro...então essa energia de agitação das moléculas do alimento vai ser maior...que a energia...das moléculas do ar que tá no forno normal [a gás]...então tem mais diferença de temperatura...vai ter e mais propagação de calor...então vai evaporar mais água também e vai ficar mais seco.
- 12. [Pr]: Pera aí...O [aluno 8] colocou uma nova situação: ele falou de moléculas de alimentos...quem são as moléculas que basicamente constituem um alimento?
- 13. [Aluno 9]: Água...

Neste ciclo o professor obtém um ponto chave na descrição do fenômeno pelas falas do aluno [J], [Aluno 8] e depois [aluno 9], o tipo do discurso é iterativo dialógico de autoridade, e tem por intenção dar foco ao que é necessário para que haja aquecimento no forno micro-ondas, destaca a exposição do [aluno 8] e da sequência a padrões de interação basicamente do tipo I-R-F e I-R-F-R-E, dessa forma vai auxiliando na construção do entendimento em conjunto com os estudante e sempre buscando tecer este entendimento a partir das ideias apresentadas pelos próprios estudantes. Este procedimento se repete até que atinge uma confirmação por parte dos alunos, a partir daí o foco muda para: *"... a que temperatura chega o aquecimento dos alimento no micro-ondas"*



- 19. [Pr]: Ótimo! Conta pra mim João, a que temperatura a água começa a evaporar? A que temperatura ela vai entrar em ebulição?
- 20. [J]: 100 graus...
- 21. [Pr]: 100 graus Celsius... agora eu pergunto o seguinte: será que essa micro-onda vai interagir com uma molécula de proteína?
- 22. [J]: As moléculas de água...
- 23. [Pr]: O aluno 8 falou outra coisa importante: que a temperatura que o alimento foi submetido no micro-ondas é maior que a do que foi submetido no forno a gás.

Aqui o professor faz uso de perguntas que tem por aspectos discursivos a criação de um problema dentro da "estória científica", em geral são perguntas centrada na pessoa, buscando extrair o que o(s) aluno(s) sabe(m) sobre o processo além de sedimentar o aprendizado das questões anteriores.

- 14. [Pr]: Água e que mais? Alimento é constituído de que?
- 15. [Aluno 10]: Amido...carboidratos...e outras coisas.
- 16. [Pr]: Será que as micro-ondas interagem como um todo?...em todas as moléculas? Será que elas interagem com todas?
- 17. [Aluno 5]: Acho que são com as da água, né?
- 18. [J]: É aí as moléculas de água passam para as outras moléculas do alimento.
- 24. [Aluno 11]: Eu discordo...
- 25. [Pr]: Diga...
- 26. [Aluno 11]: Se a molécula de água evapora a 100 graus, o máximo que ela vai ficar é até 100 graus Celsius...no micro-ondas. Depois ela vai evaporar...e no forno tem uma temperatura maior porque ele aquece todas as moléculas... não só as de água...A gente quando abre um micro-ondas vê um monte de vapor...e no forno sente um bafo...um ar quente...
- 27. [Pr]: O forno que você falou chega a que temperatura...que você vê escrito no botão?
- 28. [Aluno 12]: No meu forno tá escrito baixo, médio...
- 29. [Pr]: Tá legal...
- 30. [Aluno 11]: É 250, 300 graus Celsius...

Na sequência acima temos a formação de um padrão do tipo I-R-F-R-R-P-F... o interessante nesta parte é que não há um consenso ainda sobre a que temperatura a água chega no micro-ondas, o [aluno 11] traz para a discussão o limite para o estabelecimento do ponto de ebulição ao nível do mar e o professor por sua vez utiliza desse argumento para finalizar as discussões

- 31. [Pr]: É dá pra notar que no forno a gás a temperatura interna é muito maior, porque ele funciona, como vocês disseram, aquecendo tudo e no micro-ondas só a água... para aquecer o resto. Agora só falta... um instante pessoal... quem ficou de ver como funciona os fornos de micro-ondas que também douram os alimentos?
- 32. [Aluno 13]: Eu... tá... li no catálogo que ele tem uma resistência dentro que após... cozinhar é ligada para aquecer...
- 33. [Pr]: Esse forno então é um tipo misto que funciona como micro-ondas e depois como forno elétrico... tudo bem?

Por fim o professor fecha o ciclo utilizando a abordagem não interativa e de autoridade, não havendo mais intervenções.

Em resumo percebe-se que ocorreu um *ciclo* na medida em que a atividade vai se desenvolvendo, este ciclo evolui de uma abordagem interativa dialógica, em que o professor promove discussões entre os grupos a fim de provocar nos alunos uma imersão na proposta didática e o desenvolver da história científica, utiliza para isso padrões basicamente do tipo simples (I-R-F triádicos), considera o que os alunos tem a dizer e pede para destacar o que não compreenderam bem, em seguida o discurso do professor passa da abordagem interativa dialógica para a interativa de autoridade, os padrões de interação tornam-se mais complexos do tipo (I-R-F-R-F-P-E...) e etc., esta é uma etapa longa e vai desde explorar as ideias dos alunos; fazê-los refletir sobre o que observaram, o que é previsto, o que teorizaram e tomaram por hipóteses, além de direcionar o discurso e os posicionamentos para a questão central da atividade, por último o ocorre o fechamento da atividade com uma abordagem não interativa de autoridade, o professor sintetiza o produto da atividade de forma expositiva, não havendo mais interações.

Baseado no estudo de (TELES; MUNFORD, 2021) uma cultura de sala de aula favorável à argumentação, foi observada a partir da presença de alguns dos aspectos centrais da pesquisa mencionada, tendo como um dos fatores a *dimensão temporal e processual*. Neste aspecto destaca-se que

“...a aprendizagem de argumentação científica ocorre de forma processual. o principal fator que contribuiu para aumentar a interação entre os(as) estudantes e a presença de contra-argumentos foi os(as) professores(as) colocarem questões mais abertas. Ibid., p. 5”

Dessa forma, as interações observadas nesta análise foram proporcionadas pelas duas questões iniciais propostas pelo professor, uma vez que são questões abertas (principalmente a questão que pede para os alunos explicarem como funcionam o aquecimento nos diversos tipos de eletrodomésticos). Um outro fator relevante, associado dessa vez a *dimensão social e coletiva* pode ser observado conforme o estudo

“...por meio das interações discursivas, estudantes influenciam-se mutuamente, contribuindo com a argumentação e a construção coletiva de conhecimentos. Do mesmo modo, os conhecimentos construídos pelo grupo influenciam a argumentação individual de cada estudante. Ibid., p. 6”

Isto é visto desde o início quando os alunos [J], [E] e [F] se questionam sobre *o que é radiação*, buscando sempre obter as respostas de forma consensual e coletiva e a medida que validam uma etapa a próxima é construída com base nos progressos alcançados em etapas anteriores.

## 2 Laboratório Aberto

### 2.1 Observando atividades experimentais

Nesta atividade, discutimos o uso de laboratório no ensino de física do ponto de vista das *dimensões conceituais, epistêmicas e sociais dos conteúdos*. A metodologia empregada consistiu na realização de um laboratório aberto simulado para uma turma de segundo ano do Ensino Médio, por idealização os alunos já haviam estudado: a diferenciação entre calor e temperatura, o modelo cinético molecular e algumas aplicações (conceitos de densidade e pressão no cotidiano), e as formas de propagação do calor. A sequência teve por objetivo quantificar o calor a partir da seguinte questão:

*“O que acontece com a temperatura da água enquanto a aquecemos?”*

Foram levantadas questões e situações hipótéticas para o tratamento da atividade.

#### 2.1.1 Questões levantadas sobre a atividade

**Questão 2.1.1.** *Como são trabalhadas as dimensões conceituais, epistêmicas e sociais dos conteúdos? Há uma relação da posição (início, meio ou fim) da atividade experimental na sequência didática com essas três dimensões do conteúdo?*

*Resp.:* 2.1.1. Apresentada a questão central da sequência, a dimensão conceitual é trabalhada já no início da atividade na construção de evidências a partir da experiência dos envolvidos, professor e alunos alternam turnos de falas e anotam no quadro o que sabem à respeito do fenômeno de aquecimento da água, faz-se uso de conceitos, teorias e princípios previamente estudados, nesta etapa também ocorre o levantamento de hipóteses sobre os fatores que influenciam o aquecimento da água, o que está relacionado à dimensão epistêmica. Na elaboração do plano de trabalho é decidido em grupo as várias formas de testar as hipóteses, nesta etapa trabalha-se em conjunto a dimensão social, no que tange aos processos de obtenção e construção do conhecimento, e epistêmica relacionado aos critérios utilizados nessa construção. A montagem e execução do experimento permite o contato e a manipulação dos instrumentos de medida e de laboratório, dessa forma a dimensão epistêmica é trabalhada aproximando os alunos ao modo como cientistas fazem ciência, – guardada as devidas proporções, é claro. Por fim, a dimensão social em conjunto com a epistêmica, são novamente trabalhadas dentro da análise dos dados de forma a *"alterar"* ou *"atualizar"* a dimensão conceitual na construção da conclusão. Não há uma relação *linear* entre as dimensões do conhecimento, isso sugere que não existe um algoritmo a ser empregado que garanta o pleno êxito das atividades experimentais, as

dimensões do conhecimento articulam-se de forma complexa.

**Questão 2.1.2.** *Nessa aula experimental, qual é o grau de liberdade, nesse caso:*

- a) o quanto o professor permite que os alunos formulem problemas e hipóteses;
- b) façam o teste;
- c) elaborem um plano de trabalho;
- d) obtenham dados;
- e) façam conclusões.

*Como esse grau de liberdade influencia na aprendizagem?*

*Resp.:* 2.1.2. Tomando-se por referência o Quadro (1) abaixo:

Quadro 1 – Graus de liberdade (P)rofessor/(A)luno em atividades experimentais (CARVALHO, 2018, p. 768)

	GRAU I	GRAU II	GRAU III	GRAU IV	GRAU V
<b>PROBLEMA</b>	P	P	P	P	A
<b>HIPÓTESES</b>	P	P/A	P/A	A	A
<b>PLANO DE TRABALHO</b>	P	P/A	A/P	A	A
<b>OBTENÇÃO DOS DADOS</b>	A	A	A	A	A
<b>CONCLUSÃO</b>	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

A atividade desenvolvida dessa forma encontra-se mais próxima do GRAU IV, em que o professor propôs o problema, mas as hipóteses e como testar estas hipóteses são estabelecidas pelos alunos, sob a supervisão/orientação do professor. Ao final do processo o professor retoma a discussão e, junto com os alunos, elaboram a(s) conclusão(ões). Estima-se que o nível deste grau de liberdade, favorece a construção de um conhecimento por meio de questões interessantes e desafiadoras, exigindo a participação ativa dos estudantes, tornando os parte essencial do processo, além de possibilitar o conhecimento dos enfoques e maneiras próprios da cultura científica, o que tem forte potencial para contribuir significativamente para o processo de enculturação.

**Questão 2.1.3.** *Qual visão de ciência um laboratório do tipo "receita de bolo" ensina?*

*Resp.:* 2.1.3. Uma visão de ciência fechada, infalível, desconectada da realidade: do estudante, da sociedade, da natureza, da escola. Portanto, uma visão de ciência intangível.

## 2.2 Texto explicativo

### Como aplicar uma atividade de laboratório aberto

Elabore uma questão aberta relacionada à unidade de ensino, cujo a qual têm-se à centralidade do conteúdo e proximidade da realidade da maioria dos alunos, precisa ser uma questão instigante que desperte a curiosidade e desafie a criatividade de seus alunos, quanto maior a motivação mais orgânica será a adesão de seus alunos à atividade proposta.

A partir da questão elaborada, verifique se ela atende plenamente aos objetivos da atividade, pesquise alguns experimentos possíveis de serem executados em sala de aula, e estude minuciosamente cada uma das etapas da atividade, precisa estar bem embasado para orientá-los caso haja algum desvio da questão central.

Com isso em mente, execute a atividade apresentando a questão centralizadora, indague-os, busque a participação e o engajamento efetivo da sala. Assuma todas as proposições de início e busque formas de fazê-los pensar, mensurar, confrontar-se e por em teste seus posicionamentos. Conduza-os a elaborarem hipóteses, anote cada hipótese de forma colaborativa, tal que todos possam acessá-las/(re)lembrá-las mesmo após a atividade, isso lhes será útil para construir o consenso final da turma sobre a atividade.

Discuta como proceder para testar cada hipótese, divida a turma em grupos se necessário, é muito importante aqui que o plano de trabalho seja construído de forma solidária e consensual, oriente se necessário mas cautelosamente, para não intervir de forma a tirar-lhes o protagonismo da atividade, testar hipóteses é um exercício tão difícil quanto criá-las.

Por fim, faça-os refletir sobre os dados obtidos na experimentação, confronte as várias hipóteses com os resultados obtidos, se houver desvios do que é esperado em teoria, elucide, discuta os erros e limitações do experimento com a turma de maneira natural. Faça-os elaborar tabelas e gráficos se necessário, discuta a importância dessa tarefa em sintetizar o estudo bem como generalizá-lo para outras situações.

## 2.3 Questões para um relatório

**Questão 2.3.1.** *Descreva as hipóteses de sua turma antes da atividade experimental* (Dimensão Conceitual)

**Questão 2.3.2.** *Com base na questão anterior, elabore um texto justificando-a(s)* (Dimensão Conceitual e Epistêmica)

**Questão 2.3.3.** *Durante o processo de montagem e execução do experimento, descreva (se houver) as principais dificuldades do seu grupo e o que fizeram para contornar esta dificuldade?* (Dimensão Social e Epistêmica)

**Questão 2.3.4.** *Qual método utilizado para o tratamento de dados?* (Dimensão Epistêmica)

**Questão 2.3.5.** *Calcule a razão entre a medida obtida experimentalmente e a previsão teórica* (Dimensão Conceitual e Epistêmica)

**Questão 2.3.6.** *Discuta com seu grupo o resultado da questão anterior e teça um comentário justificativo sobre este resultado* (Dimensão Conceitual e Social)

## 3 Recursos Didáticos

### 3.1 Aulas de Exercícios

Em uma lista de exercícios proposta para análise em sala de aula, classificou-se um total de 14 enunciados em grupos categóricos (problema, questão ou ambos) e de naturezas distintas (aberto ou fechado) conforme a tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Classificação dos enunciados da lista de exercícios analisada.

CLASSE	NATUREZA	Nº DO ENUNCIADO
PROBLEMA	Aberto	2, 4, 12, 14
	Fechado	1, 8, 11
QUESTÃO	Aberto	13, 14
	Fechado	3, 5, 6, 7, 9, 10
QUESTÃO/PROBLEMA	Aberto	14

Da tabela acima, vê-se essencialmente três classes de exercícios, sendo elas denominadas por *Problema*, *Questão* e *Questão-Problema* (e/ou vice-versa), esta última é formada pela combinação das duas primeiras classes. Cada classe assim disposta agrupa-se conforme a natureza das abordagens, totalizando cinco grupos distintos de enunciados, a saber: *problema aberto*; *problema fechado*; *questão aberta*; *questão fechada* e *questão/problema aberto*.

Sem entrar no mérito da discussão do que é um Problema ou uma Questão – o que por si só já dá muito “pano pra manga” – passaremos apenas a análise de alguns enunciados dada as vantagens e desvantagens de privilegiar uma maior articulação entre as *Dimensões do Conteúdo*.

#### 3.1.1 Análise dos Enunciados da Lista

Dos enunciados organizados na tabela 1, três foram classificados como Problemas Fechados e outras seis foram classificadas como Questões Fechadas. Na forma de Problema Fechado, este tipo de enunciado é bem criticado na literatura (PÉREZ *et al.*, 1992; CARVALHO *et al.*, 1999a) por tratar de maneira descontextualizada os assuntos, além de oferecer demasiada ênfase à formulação matemática, carece de significados mais próximo da realidade do estudante. Um exemplo é o enunciado de número (8):

**Problema Fechado** (Lista n=8). *Um automóvel, com uma massa de 1200kg, tem uma velocidade de 72km/h quando os freios são acionados, provocando uma desaceleração constante e fazendo com que o carro pare em 10s. Qual é a força aplicada ao carro pelos freios?*



Problemas como este, contemplam poucas Dimensões do Conteúdo, em geral concentram-se a dar mais enfoque ao *Domínio Conceitual* (como é o caso também dos enunciados [1] e [11]). Sugerem uma visão de ciência *empírico-indutivista* assumindo que basta o aluno coletar os dados fornecidos pelo problema e relacioná-los, da forma correta, utilizando-se pra isso, conceitos, leis, teorias, lemas e etc. Não dá margens à reflexões críticas sobre os processos envolvidos para a obtenção do resultado, nem à cerca da teoria enunciada. Admitem somente uma resposta correta o que, de certo modo, reforça a operacionalização dos conteúdos de maneira puramente mecânica.

Quando elaborado na forma de Questão fechada, as Dimensões do Conteúdo podem ser um pouco melhor trabalhadas, a depender da abordagem adotada pelo professor. Um exemplo é a questão seguinte:

**Questão Fechada** (Lista n-3). *O que significa dizer que a intensidade do campo em um ponto é  $10N/C$ ?*

Embora seja ainda de natureza fechada, este enunciado difere do problema anterior por admitir mais de uma resposta do aluno, se bem explorada no sentido de contemplar a Dimensão do Conteúdo concernente ao Domínio Social, pode fomentar discussões, debates e argumentações, no caso aqui, sobre a natureza do campo elétrico e da sua relação direta com a carga elétrica. O Domínio Conceitual também é passível de ser contemplado, e em conjunto com o Social, na tentativa de formalizar uma resposta numérica ou mesmo literal, como por exemplo, supondo uma carga hipotética localizada no ponto e que interage dinamicamente com o campo. Ainda traz uma visão de ciência empírico-indutivista, no mesmo sentido do problema anterior, tornando trabalhoso o tratamento da questão, dentro de alguma perspectiva de Domínio Epistêmico.

Problemas e Questões de naturezas fechadas não são essencialmente ruins, desde que tratados de forma a complementar as demais Dimensões do Conteúdo previamente abordadas em outros momentos. Por exemplo após uma atividade experimental, ou alguma atividade investigativa cujo os enfoques estejam mais voltados à contemplar o Domínio Epistêmico e/ou Domínio Social, os Problemas ou Questões Fechadas, fornecem subsídios necessários para desenvolver a parte conceitual e operacional para completar a atividade formativa de forma a atender todas as Dimensões do Conteúdo.

Por outro lado, Problemas e Questões de natureza aberta, tem por objetivo envolver os estudantes em situações concretas relacionadas ao cotidiano. São elaboradas de forma a problematizar estas situações de modo que as soluções conduzam os estudantes naturalmente aos conceitos e teorias em estudo. Em contraste com os enunciados de natureza fechada, não possuem soluções conhecidas, fáceis ou obtidas por apenas substituições diretas, pelo contrário, exige do solucionador o uso de investigação, delimitação, recortes, discussões e compreensões já consolidadas para o seu devido tratamento e encaminhamento,

como mostra o enunciado a seguir

**Problema Aberto** (Lista n-4). *Quanto calor deve ser fornecido à água do banho do bebê?*

Vemos neste exemplo que não há uma forma explícita e direta para solucioná-lo, é preciso primeiramente reconhecê-lo como um problema (não é qualquer valor de temperatura que deva ser utilizada no banho do bebê). Estratégias qualitativas como formação de hipóteses, argumentações e negociações devem ser observadas, contemplando as Dimensões do Conteúdo relacionadas ao Domínio Social, o Domínio Epistêmico pode ser trabalhado no levantamento de evidências e confronto de ideias. Da pesquisa sobre teorias, leis e princípios é elegido o formulismo necessário para a abordagem quantitativa, atendendo assim ao Domínio Conceitual.

Vê se dessa forma que Problemas/Questões Abertas, abrangem mais Dimensões do Conteúdo do que os de natureza fechada. Sugerem uma visão construtivista da ciência, no sentido de que a comunidade científica constrói o conhecimento, não apenas do empirismo ou indução, mas também por meio do debate, do confronto de ideias, da elaboração de hipóteses/teorias e, muitas das vezes, do erro. Os Domínios Conceitual/Epistêmico/Social são naturalmente articulados nestas classes de enunciados, entretanto, o tratamento desta abordagem requer um tempo maior para o seu devido trato, além de um cuidado especial no preparo da atividade. Os ganhos são promissores no que tange o envolvimento da turma em situações reais e próximas do seu dia-à-dia, o que deve refletir significativamente no aprendizado desejado.

### 3.1.2 Proposta: Transformando um Problema Fechado em Problema Aberto

**Problema Fechado** (Lista n-8). *Um automóvel, com uma massa de 1200kg, tem uma velocidade de 72km/h quando os freios são acionados, provocando uma desaceleração constante e fazendo com que o carro pare em 10s. Qual é a força aplicada ao carro pelos freios?*

**Problema Aberto** (Transformado). *Um motorista de aplicativo trafegando em uma via arterial, conduz uma família com uma criança de colo devidamente acomodada no banco de trás. A que distância do carro da frente este motorista deve manter-se, para garantir que não haja qualquer tipo de acidente com seus passageiros em decorrência de algum imprevisto?*

## 3.2 História e Filosofia da Ciência no Ensino

Nas últimas décadas, muitos pesquisadores (CARVALHO *et al.*, 1999b; QUINTAL; GUERRA, 2009; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011) tem discutido a inserção de tópicos relacionados à História e Filosofia da Ciência em aulas de Ciências. Ressalta-se que esta prática “permite [aos alunos] compreender as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade. . . .”(QUINTAL; GUERRA, 2009, p. 22). Castro & Carvalho (1992 apud CARVALHO *et al.*, 1999b, p. 17) relata a contribuição em que a apresentação de fatos históricos da ciência, tem proporcionado aos estudantes, uma mudança de postura que permite uma melhor assimilação e compreensão das teorias e explicações inerentes aos campos da Ciência.

Nosso trabalho aqui, reside em analisar três textos que envolvem episódios da História e Filosofia da Ciência, abordados diferentemente. Faremos esta análise destacando a visão de Ciência imbutida em cada texto, e como ela pode contribuir na aprendizagem, dentro das perspectivas destes referenciais. Ao final elegeremos a abordagem que melhor se enquadra à análise.

### 3.2.1 Análise: História da ciência – textos para o ensino médio

Análise feita sobre os textos: Força<sup>1</sup>, A Lei da Gravitação Universal<sup>2</sup> e Calor: Substância<sup>3</sup> apresentados em sala de aula.

#### 3.2.1.1 Texto I: Força

Este primeiro texto, traz um panorama geral do ponto de vista histórico sobre o desenvolvimento do conceito de *Força*, desde Aristóteles à Galileu e Newton. Como abordagem, utiliza uma visão empírico-indutivista da ciência, onde os atores constroem as teorias a partir de observações diretas da natureza.

Faz uma certa alusão sobre a contribuição que cada cientista trouxe de forma linear e cita a influência da *Revolução Copernicana* para a reformulação do conceito dada posteriormente por Galileu. Apesar disso, não é capaz de promover ao leitor a percepção do processo de construção do conceito de Força no decorrer dos tempos, o que segundo Castro & Carvalho (1992 apud CARVALHO *et al.*, 1999b, p. 17) pode propagar uma visão ingênua dos processos de construção dos saberes científicos, além de impossibilitar a compreensão da ciência como uma atividade humana historicamente construída e imersa em um contexto socio-cultural.

<sup>1</sup> Adaptação do artigo A Evolução das Concepções sobre Força e Movimento de Arden Zylberstajn, por Flávia Passarela de Farias Guarezi.

<sup>2</sup> www.brasilescola.com.br

<sup>3</sup> Texto extraído de (MAGIE, 1935 apud CARVALHO *et al.*, 1999b, p. 31–33)

### 3.2.1.2 Texto II: A Lei da Gravitação Universal

Este texto tem por objetivo apresentar a Lei da Gravitação Universal, formulada por Isaac Newton na sua obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*–1687.

Do ponto de vista da História da Ciência, o faz de maneira descontextualizada, sem datas, métodos ou propósitos cujo os quais impeliram o cientista à desempenhar sua contribuição. Como inspiração traz a bem conhecida – porém não confirmada – anedota da maçã, o que pode causar imprecisões à cerca das reais intenções que levou o cientista a elaborar o estudo, e ainda propagar uma imagem ingênua dos processos que envolvem a construção dos saberes científicos.

Ao apresentar formalmente a Lei da Gravitação, comete mais uma imprecisão ao mostrar a *magnitude* da Força Gravitacional no lugar da formulação originalmente aceita, o leitor incauto, ainda que conhecedor do caráter vetorial de uma força, deve sentir certa dificuldade para discernir de que está diante de uma força atrativa.

Por fim, nomeia as grandezas físicas constituintes da equação, fornece também as suas unidades no S.I e menciona as descobertas proporcionadas pela Lei de maneira rápida e superficial, assim reforça uma visão de ciência exata, fechada e de caráter empírico-indutivista.

### 3.2.1.3 Texto III: Calor – Substância?

Diferentemente dos textos acima, este é na verdade uma transcrição do próprio Conde Rumford – *Benjamin Thompson (1798)* sobre suas observações dadas a natureza do calórico, modelo que na época era dominante. Os experimentos foram conduzidos no momento em que era encarregado de supervisionar a perfuração de canhões em uma oficina militar de Munique, o que é um fato relevante para desconstrução do estereótipo de ciência conduzida apenas em grandes laboratórios.

Aqui é possível perceber as incertezas que naturalmente permeiam o meio científico quando um modelo deixa de ceder explicações plausíveis aos fenômenos, e como os cientista são relutantes à troca de modelos. Rumford executa vários experimentos no intuito de observar o princípio de conservação do calórico, no entanto, observou que a quantidade de calor produzida pelo atrito da ferramenta de perfuração é muito maior do que o calor que poderia ser gerado através do calórico, mostrando assim inconsistências no modelo.

Do ponto de vista da História da Ciência, este tipo de abordagem traz uma visão de ciência mutável e sujeita a revisões, neste sentido [Forato, Pietrocola & Martins \(2011\)](#) destacam que

“ Entender a ciência se desenvolvendo em um contexto cultural de relações humanas, dilemas profissionais e necessidades econômicas revela uma ciência parcial e falível, contestável, influenciada também por fatores extra científicos.” FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, op. cit., p. 32

Defende-se assim, uma concepção de ciência como atividade humana, não neutra e com forte influência do contexto socio-cultural de cada época.

### 3.3 Conclusão das Análises

Com base nas análises apresentadas, o Texto III "*Calor – Substância?*" dentre os demais textos, permite melhores condições para uma proposta adequada aos requisitos dos referenciais.

Por tratar-se de uma transcrição de um texto original, é necessário uma revisão para torná-lo mais didático e palatável aos alunos, as experiências do Rumford pode ser melhor apresentadas com figuras, animações ou modelagens computacionais. Sob uma boa mediação e destreza do professor, o texto é capaz de conceder ao aluno contato com episódios cruciais da história, evidenciando os processos de elaboração dos saberes científicos e agindo também como um mecanismo de desmistificação da ciência.

É importante ressaltar que Rumford não é propositivo, ou seja, sua pesquisa não traz uma solução direta para o problema do que realmente é o calor, mas endossa um conjunto de tomada de decisões ocorridas no meio científico de sua época, que culminaram, poucos anos após as suas observações, na derrocada do modelo do calórico e na aceitação da proposta dos vibracionistas. Trabalhar este aspecto da pesquisa de Rumford, bem como o conflito existente entre calóricos e vibracionistas, pode contribuir para desfazer às concepções ingênuas e individualistas da Ciência, contida nas abordagens que exploram somente o caráter empírico-indutivista. Nem toda pesquisa baseada na experientiação – grande parte na verdade – tem por propósito/produto uma teoria científica formal, fechada e amplamente aceita na sociedade.

## 4 A Relação Entre a Física e a Matemática

Nesta atividade analisaremos o papel das linguagens gráficas, orais, escritas e representacionais quando articuladas entre si na construção e transposição da linguagem coloquial para linguagem científica (CARMO; CARVALHO, 2009). Usaremos a transcrição de uma aula de laboratório aberto, em que estudou-se a generalização da curva de aquecimento da água dada pela Equação Fundamental da Calorimetria.

### 4.1 Parte – A: O Papel das Linguagens no Ensino de Ciências

Em Ibid., p. 63 ressalta-se a importância do uso simultâneo de diferentes linguagens como a escrita, tabelas, gráficos, equações, representações visuais e etc., como formas de comunicação da cultura científica, e como tais linguagens não aparecem totalmente isoladas e sim associadas por dois processos, que neste estudo, denotou-se por *cooperação*<sup>1</sup> e *especialização*<sup>2</sup>. Ramificam-se ainda nestes processos, recursos *tipológicos* (escrita, oralidade, e etc.) e *topológicos* (representações visuais, matemática e etc.) cujo os quais aparecem predominantemente no uso de uma linguagem ou outra em específico.

#### 4.1.1 Análise da transcrição

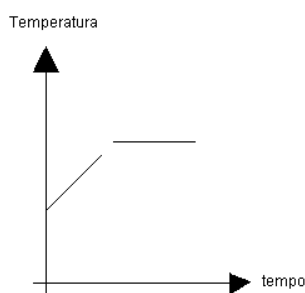


Figura 1 – Gráfico desenhado na lousa.

A transcrição inicia-se com a professora revisando a aula anterior, desenha na lousa um gráfico representando o comportamento da temperatura em função do tempo de aquecimento da água como ilustrado na Figura 1.

A discussão inicia-se pelas grandezas envolvidas, atrai a atenção dos alunos para a unidade de trabalho

[P]: A gente viu que a inclinação da reta é influenciada pela MASSA de material...

<sup>1</sup> Duas ou mais linguagens são articuladas para construir um mesmo significado sobre um conceito ou fenômeno. CARMO; CARVALHO, 2009, loc. cit.

<sup>2</sup> Duas ou mais linguagens atribuem um significado para um conceito ou fenômeno. CARMO; CARVALHO, 2009, loc. cit.

Nesta parte três linguagens articulam-se para a construção do entendimento do fenômeno: a linguagem verbal, representada na própria fala da professora; a visual e escrita, ao escrever na lousa a grandeza relacionada à quantidade de matéria (g); e a gestual, quando aponta no gráfico a inclinação da reta. O recurso tipológico é subentendido na delimitação da unidade de trabalho, esta etapa é conduzida de forma que as linguagens oral e escrita entram em *cooperação* para enfatizar o uso de uma grandeza em detrimento de outra, o que é fundamental neste caso.

Ainda neste mesmo episódio, a professora transita entre as diferentes linguagens para exemplificar a dependência da curva de aquecimento com o tipo de material a ser aquecido, como é visto no episódio a seguir

[P]: *Quê que acontece? Se em vez de aquecer água...por exemplo...eu aquecer óleo?*

[A]: *óleo*

[P]: *o óleo aquece mais rápido que a água?*

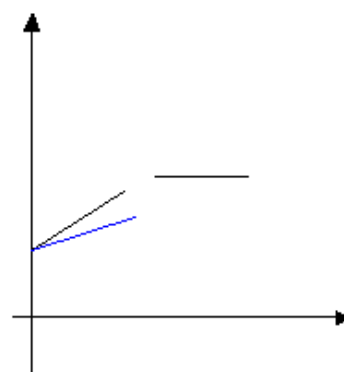


Figura 2 – Desenha reta mais inclinada no gráfico.

a Figura 2 representa o desenho da professora na lousa. Utiliza novamente a linguagem oral em conjunto com a visual interrelacionando ambas as linguagens no sentido da *especialização*, em que o significado *topológico* é explorado para dar significado a construção (o óleo aquece mais que água, portanto, a inclinação da curva de aquecimento para o óleo é mais acentuada).

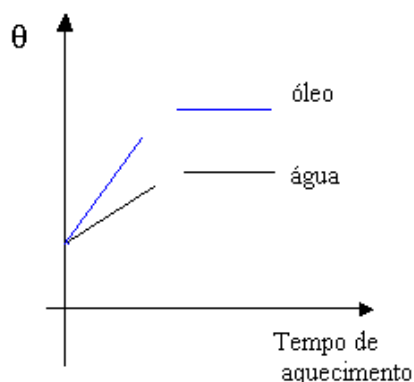


Figura 3 – Nomeia eixos, curvas e escreve "quantidade de energia".

Ao nomear os constituintes do gráfico novamente a linguagem escrita em *cooperação* com a visual, são relacionadas de maneira a reforçarem-se, fornecendo à turma o sentido que a descrição oral aponta.

Na a passagem da linguagem visual proporcionada pelo gráfico, para a linguagem matemática, é imprescindível o cuidado com as grandezas envolvidas em cada etapa, aqui a professora prepara relacionando o coeficiente angular da reta do gráfico, com a *quantidade*

*de energia fornecida aos materiais na forma de calor* durante o intervalo de tempo de aquecimento, e assim a linguagem escrita *especializa* a linguagem visual.

Apenas lendo a transcrição, esta passagem ficou um pouco confusa, pois a relação direta do coeficiente angular das retas considerando as grandezas envolvidas, dar-se-á em termos da razão entre a *Potência Térmica*  $P$  da fonte e a *Capacidade Térmica*  $C$  do material aquecido, por definição

$$P = \frac{Q}{\Delta t}, \quad (4.1)$$

e

$$C = \frac{Q}{\Delta \theta} \quad (4.2)$$

Assim a equação fundamental da Calorimetria, ficaria em termos da capacidade térmica do material

$$\begin{aligned} \Delta \theta &= \left( \frac{P}{C} \right) \Delta t \\ \Delta \theta &= \left( \frac{1}{C} \right) \frac{Q}{\Delta t} \Delta t \\ Q &= C \Delta \theta \end{aligned} \quad (4.3)$$

evidentemente ainda precisaria estudar a relação de dependência entre a capacidade térmica e a quantidade de matéria submetida ao aquecimento, nas abordagens de ensino médio, esta relação é linear, tendo por coeficiente de linearidade a grandeza que carrega a resposta térmica (calor específico) que cada material fornece quando submetido a diferenças de temperaturas, segue que

$$C = cm \quad (4.4)$$

levando a equação (4.4) em (4.3) tem-se a famosa equação fundamental da calorimetria

$$Q = mc\Delta \theta \quad (4.5)$$

De todo modo, ficou muito bem compreendido o papel das diferentes linguagens utilizadas pelo professor para a construção de significados e a interpretação do fenômeno em linguagem matemática, transitando entre as diferentes linguagens e representações.

## 4.2 Parte – B: Discussão

Dada as análises anteriores, é complexa a relação entre a Matemática e a Física. A abordagem fenomenológica associada ao formalismo apresentado na transcrição, revelou a construção e atribuição de significados através da devida administração dos recursos tipológicos e topológicos entre as diversas linguagens utilizadas pela professora, ora reforçando-se numa relação mútua de cooperação, ou complementando-se por atributos de especialização. Na pesquisa, a matemática "empresta" à física as suas estruturas internas,



agindo como elemento estruturante do pensamento na elaboração de conceitos, e na constituição dos objetos interpretativos do mundo físico (PIETROCOLA, 2002). Esta relação, em última instância, não é comum às salas de aulas de física, tampouco a forma como é abordada a matemática se aproxima do trabalho desenvolvido nos centros de pesquisas, considerando o enfoque tradicional dado ao ensino da disciplina nas escolas normalmente, no entanto, iniciativas como as que aqui se encontram nesta transcrição, podem ser consideradas como um esforço de aproximar o uso das diversas linguagens, e a matemática é uma delas, para a tradução de fenômenos físicos, tal como o pesquisador, guardada as proporções, as utilizam no contexto da pesquisa.

## 5 Planejando uma Avaliação

Nesta atividade debatemos o processo de avaliação no ensino de Física a partir de questões levantadas em sala de aula e análise do texto (KRASILCHIK, 2001).

### 5.1 Questões

Com base nas atividades em sala de aula, tem-se as seguintes perguntas e suas respectivas respostas:

**Questão 5.1.1.** *O que é necessário para compreender um conceito? Há níveis de compreensão (por exemplo, memorização, fazer análise crítica etc.)?*

*Resp.:* 5.1.1. A compreensão de um conceito parte do seu entendimento e do conhecimento da sua necessidade. Assim, não é possível a compreensão de um conceito por simples memorização, é necessário mais que isto, de início uma análise crítica sobre a natureza e urgência do que se está conceituando parece-me um bom começo.

**Questão 5.1.2.** *Um conceito pode ser compreendido isoladamente?*

*Resp.:* 5.1.2. Não! Um conceito pode ser visto como a sintetização de uma ideia através de um *signo*, no sentido da semiótica, para a compreensão completa de um conceito e a sua funcionalidade, é de fundamental importância a apresentação do contexto em que aparece tal conceito.

**Questão 5.1.3.** *Como avaliar a aprendizagem dos conteúdos conceituais, epistêmicos e sociais?*

*Resp.:* 5.1.3. Não é simples, e vai depender de cada instrumento avaliativo empregado a cada dimensão, mas de forma geral, pode-se verificar aspectos relacionados à aprendizagem da dimensão conceitual quando o aluno aplica corretamente o conceito tanto na fala quanto na resolução de problemas. A aprendizagem da dimensão epistêmica deve refletir-se em alguma situação-problema em que o aluno seja capaz de contextualizar o conhecimento científico no plano social da aula. A sócio-interação entre os alunos também reflete uma aprendizagem da dimensão social na busca da solução e da análise situacional do(s) problema(s) ou da proposta.

**Questão 5.1.4.** *Quando um aluno apresenta a definição de um conceito, em uma discussão ou na resolução de um exercício, isso é indício da aprendizagem?*

*Resp.:* 5.1.4. Depende, se o conceito apresentado tem relação direta com o a discussão/exercício, pode evidenciar sim algum nível de aprendizagem, do contrário tem-se que investigar sob que base o aluno está fundamentando o conceito reinvidicado.

**Questão 5.1.5.** *Qual é o objetivo da avaliação? Classificação dos alunos? Colocar uma nota no boletim?*

*Resp.:* 5.1.5. Indicar à todos os agentes envolvidos no processo educativo (professor(es), aluno, família, escola e etc.), os rumos a que encontra-se tal processo. A avaliação fornece dados substanciais capazes subsidiar uma estratégia de melhoria contínua do processo de ensino-aprendizagem, e esse é um de seus papéis mais importante, ao meu juízo.

**Questão 5.1.6.** *Como diferenciar um aluno 5 de um 6? E um 7 de um 8? O que um sabe que o outro não sabe? O quanto uma avaliação é objetiva? Como torná-la mais objetiva?*

*Resp.:* 5.1.6. Realmente discretizar um processo complexo e intrincado como é a aprendizagem, exige um instrumento de avaliação demasiado preciso e eficiente, desconheço algum no momento. Mas tem de ser feito de alguma forma, uma maneira talvez menos prejudicial, seria atribuir entre um dado intervalo de valor, subintervalos que compreendam atributos e critérios mínimos exigidos, devendo ser alcançados a fim de dimensionar a tarefa do que se está avaliando, por exemplo: Numa atividade em que se busca avaliar a clara compreensão conceitual de um fenômeno, pode-se atribuir subvalores fracionários e intermediários aos intervalos de valores da atividade, tal que quando somados, a medida que o aluno contemple as etapas necessárias para a devida caracterização do conceito como um todo e sua aplicação, deva integrar ao intervalo de valor da atividade, de fato isto não elimina o problema da discretização do que se mensura, mas ao menos subdivide os intervalos de valores, aumentando a sua acurácia, deste modo também permite a classificação de etapas em critérios a serem alcançados, dimensionados conforme o que deseja-se aferir.

**Questão 5.1.7.** *Apenas um instrumento, como a prova, é suficiente para avaliar?*

*Resp.:* 5.1.7. Não! A diversificação de instrumentos e métodos avaliativos é critério de pesquisas e apontam para melhoras significativas no processo ensino-aprendizagem, quando levandos em questão.

**Questão 5.1.8.** *As questões para o relatório do laboratório aberto que você elaborou favorecem que os alunos expressem o que realmente aprenderam? Reformule-as com base nas discussões dessa atividade.*

*Resp.:* 5.1.8. Acredito que sim.

# Referências

CARMO, A. B. do; CARVALHO, A. M. P. de. Construindo a Linguagem Gráfica em uma Aula Experimental de Física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 1, p. 61 – 84, 2009.

CARVALHO, A. M. P. de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765–794, dez. 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>>.

CARVALHO, A. M. P. de *et al.* **Termodinâmica: um ensino por investigação**. In: \_\_\_\_\_. [S.l.: s.n.], 1999. cap. 4, p. 79 – 93. ISBN 8532242464.

\_\_\_\_\_. **Termodinâmica: um ensino por investigação**. In: \_\_\_\_\_. [S.l.: s.n.], 1999. cap. 1, p. 15–39. ISBN 8532242464.

FORATO, T. C. de M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. de A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 28, n. 1, p. 27–59, apr 2011.

KRASILCHIK, M. As Relações Pessoais na Escola e a Avaliação. In: \_\_\_\_\_. **Ensinar a Ensinar: Didática para a Escola Fundamental e Média**. São Paulo: De Castro, A.D. & Carvalho, A.M.P. Thomson Learning, 2001. cap. 9, p. 165 – 175.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: Uma Ferramenta Sociocultural para Analisar e Planejar o Ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7(3), p. 283 – 306, 2002.

PIETROCOLA, M. A Matemática como Estruturante do Conhecimento Físico. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 88–108, aug 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9297>>.

PÉREZ, D. G. *et al.* Questionando a didática de resolução de problemas: Elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense De Ensino De Física**, v. 9, p. 7–19, 01 1992.

QUINTAL, J. R.; GUERRA, A. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, p. 21–25, 2009.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações Entre Ciências da Natureza e Escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)** [online], v. 17, p. 49 – 67, 2015. ISSN 1983-2117. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>>.

SOUZA, V. F. M.; SASSERON, L. H. As Perguntas em Aulas Investigativas de Ciências: A Construção Teórica de Categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 29 – 44, nov. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4229>>.

TELES, A. P. S. S.; MUNFORD, D. Diversidade de Processos Argumentativos e a Construção de Cultura Favorável à Argumentação em duas Salas de Aula de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e26191, 1 – 31, jul. 2021. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/26191>>.