

ANÁLISES QUALITATIVAS NA PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS

Professor: Victor Gomes Lima Ferraz

Alunos: Marlon, Patrícia e Thiago César

Nesta fase do trabalho, iniciou-se a análise dos dados, a qual foi realizada por meio da abordagem qualitativa proposta por Bardin (2011), caracteriza-se pela identificação de regularidades e significados presentes nas falas dos participantes, possibilitando a compreensão das representações, percepções e construções de sentido atribuídas pelos estudantes ao objeto de estudo. A partir desse procedimento, foram recortadas Unidades de Significação (U.S.) das respostas dos estudantes, que serviram como base para a construção de categorias. Essas categorias visam organizar e interpretar as informações de forma a identificar tendências, dificuldades e avanços no processo de aprendizagem.

Com o intuito de orientar a análise, buscamos responder à seguinte questão de pesquisa: *“De que maneira a aplicação de uma Sequência de Ensino Potencialmente Significativa (SEP) influencia a compreensão e o interesse dos estudantes do ensino médio público pelo conteúdo de termodinâmica, em comparação com abordagens de ensino mais tradicionais?”* Esta questão guia a análise, visando avaliar o impacto da SEP sobre o aprendizado dos estudantes no contexto de conteúdos como a termodinâmica.

Quadro 1: Categorização das respostas referentes a questão 1

Categoria	Unidade de Significação	U.S.	F. Relativa %
Estratégia de Ensino	E1: Experimento com latinha amassando com água quente e fria. E5: Atividades em grupo para resolver problemas foram as que mais ajudaram; discutir com os colegas e resolver exercícios fixou melhor o conteúdo.	2	40
Compreensão contextual	E1: Deu para ver na prática como a temperatura e pressão se relacionam. E2: Aplicação dos princípios da termodinâmica para mover o trem. E3: Discussão sobre como a garrafa térmica funciona; entender por que ela mantém as coisas quente ou frio usando os princípios da termodinâmica.	3	60
Motivação pelo contexto	E1: Foi bem legal. E2: Gostei bastante da explicação de máquinas a vapor; foi impressionante ver o trem se mover com base na termodinâmica. E3: Foi interessante. E4: O jeito como as aulas foram organizadas foi bem interessante.	4	80

Fonte: Elaboração própria.

A partir da análise do Quadro 1, observa-se que a Sequência de Ensino Potencialmente Significativa (SEP) demonstrou despertar o interesse dos alunos, conforme evidenciado pela elevada frequência na categoria de *motivação pelo contexto*, constituída de 4 U.S. recortadas das respostas de 80% dos estudantes. As atividades práticas, como o experimento com a latinha amassada, e as discussões em grupo, que apareceram constituíram a categoria de *estratégias de ensino*, essas U.S. foram recortadas das respostas de 20% dos estudantes, sugerindo tornar o conteúdo mais próximo e relevante para o estudante. A categoria *compreensão contextual*, constituída do recorte de três U.S. retiradas das respostas de 60% dos estudantes, pode indicar que eles conseguiram estabelecer relações entre os princípios termodinâmicos e suas aplicações no mundo real, como no funcionamento de máquinas a vapor e garrafas térmicas.

Os experimentos práticos e exemplos cotidianos possibilitou aos alunos compreenderem relação entre calor e pressão, o estudante E1 e E2 entende que o calor é uma forma de energia que pode alterar as condições de um sistema, como evidenciado pelo experimento com a latinha ou movimento do trem - a transferência de calor e trabalho e como essas formas de energia se relacionam com a energia interna de sistemas. O estudante E2 aparenta ter compreendido o conceito de transferência de calor e fluxo de calor ao relatar que o trem se move com base em princípios da termodinâmica. O Estudante E3 aparenta compreender o conceito de isolamento térmico explicado pela prática da garrafa de café.

Nas transformações termodinâmicas, a relação entre calor e pressão depende do tipo de processo realizado. Em uma transformação isobárica, a pressão permanece constante e o calor fornecido ao sistema resulta em variação do volume. Na transformação isocórica, o volume se mantém constante, e todo o calor recebido é utilizado para aumentar a temperatura, o que leva à elevação da pressão. Já na transformação isotérmica, a temperatura permanece constante e o calor transferido é convertido totalmente em trabalho, o que implica variação simultânea de pressão e volume. Por fim, na transformação adiabática, não há troca de calor com o ambiente, e as variações de pressão, volume e temperatura ocorrem de forma interdependente, com o trabalho sendo realizado às custas da energia interna do sistema (Halliday, Resnick & Walker, 2013).

Conforme observado em Halliday, Resnick e Walker (2012), o isolamento térmico está diretamente relacionado à baixa condutividade térmica dos materiais, que impede a transferência eficiente de calor, favorecendo o equilíbrio térmico entre sistemas ao reduzir as trocas energéticas com o ambiente. Essa ideia é exemplificada em casos como garrafas térmicas, onde a retenção de calor ocorre devido às

propriedades isolantes que minimizam o fluxo de energia, mantendo a temperatura estável por mais tempo.

A partir da perspectiva de Ausubel a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante estabelece relações substantivas entre novos conhecimentos e estruturas cognitivas pré-existentes. Isso sugere que a efetividade do processo educativo depende não apenas da exposição ao conteúdo, mas da capacidade do aluno de ancorar informações novas em conceitos já consolidados, transformando o aprendizado em uma rede de conexões duradouras. Portanto, estratégias pedagógicas que ativem conhecimentos prévios (como analogias, mapas conceituais ou contextualizações) servem para garantir a retenção e a aplicação do saber em novos contextos (Moreira, 2012).

A partir das respostas dos estudantes, infere-se que existe a possibilidade de uma aprendizagem significativa em Termodinâmica quando os conceitos teóricos foram associados a experiências práticas, aplicações tecnológicas e interações colaborativas, corroborando a perspectiva de Ausubel. As respostas dos estudantes destacam que atividades como o experimento da latinha amassada, a explicação sobre máquinas a vapor e as discussões em grupo, poderiam permitir aos alunos ancorar novos conhecimentos em estruturas cognitivas prévias, transformando informações abstratas em compreensões concretas e duradouras.

A análise das respostas permitiu identificar três categorias principais: estratégia de ensino, compreensão contextual, e motivação pelo contexto. Essas categorias indicam que a Sequência de Ensino Potencialmente Significativa (SEP) contribuiu para a construção de significados ao relacionar os conceitos de termodinâmica com situações práticas, estimulou a participação ativa dos alunos por meio de atividades experimentais e colaborativas, e promoveu maior interesse pelo conteúdo ao contextualizar os temas e organizar as aulas de forma estruturada. Os dados evidenciam que a SEP teve impacto positivo na compreensão e na motivação dos estudantes, apresentando vantagens em relação às abordagens tradicionais.

Quadro 2: Categorização das respostas referentes a questão 2

Categoria	Unidade de Significação	U. S.	F. Relativa %
Conceitos fundamentais	E1: Tudo meio que falava de energia, só que com formas diferentes. E2: Energia interna era tipo o “estoque” de energia de um sistema. E3: Calor e trabalho eram formas de transferir energia. E5: Conceitos estavam interligados porque a gente sempre voltava neles para entender coisas novas.	4	80
Entendimento processual	E1: O calor era uma forma de energia passando de um lugar para outro. E2: O trabalho também envolvia energia sendo usada para fazer alguma coisa; Calor e trabalho eram formas de mudar esse estoque. E3: Nem sempre todo o calor virava trabalho útil; tinha sempre uma “perda” no meio, que era a variação da energia interna.	3	60
Leis termodinâmicas	E4: A primeira lei falando da conservação da energia; A segunda sobre a direção dos processos; tudo parecia ter uma ordem. E5: Para entender a segunda lei, a gente precisava lembrar do que era calor e energia interna.	2	40

Fonte: Elaboração própria.

O Quadro 2, referente à categoria de *entendimento processual* constituída de 3 U.S. recortadas, nas quais 60% dos estudantes indicam possibilitar o entendimento de que assimilaram conceitos como calor e trabalho como formas de transferência de energia. A categoria de *conceitos fundamentais* foi constituída por 4 U.S. recortadas, nas quais 80% dos estudantes colaboraram para sua formação, e a categoria de *leis termodinâmicas* com 2 U.S. recortadas, nas quais 40% dos estudantes participaram de sua construção, pode apontar para uma compreensão dos princípios básicos e suas relações.

Os estudantes E1 e E2 aparentaram compreender que os conceitos de calor e trabalho são formas de energia que alteram a energia interna de um sistema, Primeira Lei da Termodinâmica (conservação de energia), calor e trabalho como formas de transferência de energia e como isso afeta a energia interna de um sistema.

O estudante E4 aparentou compreender que as leis da termodinâmica se conectam a fenômenos naturais, com destaque para a conservação de energia e a irreversibilidade dos processos e Primeira Lei

da Termodinâmica (conservação de energia) e segunda lei da Termodinâmica (perda de energia e irreversibilidade).

De acordo com Halliday, Resnick e Walker (2012), a Primeira Lei da Termodinâmica estabelece uma relação fundamental entre calor (Q), trabalho (W) e energia interna (ΔU) de um sistema, expressa pela equação $\Delta U = Q - W$. Essa lei demonstra que a energia total de um sistema isolado se conserva, podendo apenas ser transformada ou transferida na forma de calor ou trabalho. Além disso, os autores destacam que a Segunda Lei da Termodinâmica impõe limitações às conversões energéticas, indicando que processos naturais são irreversíveis e que o calor flui espontaneamente de corpos mais quentes para mais frios.

Segundo Halliday, Resnick e Walker, a segunda lei da termodinâmica introduz um princípio fundamental sobre a irreversibilidade dos processos naturais e a direção preferencial do fluxo de calor. Os autores explicam que, enquanto a primeira lei trata da conservação da energia, a segunda lei impõe restrições sobre como essa energia pode ser transformada ou utilizada. A segunda lei afirma que, em processos naturais, a entropia total de um sistema isolado sempre aumenta ($\Delta \geq 0$), explicando por que certas transformações (como a mistura de gases ou a dissipação de calor) são irreversíveis.

A essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não arbitrário e substantivo de ideias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação. É desta interação que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos (ou seja, suficientemente não arbitrários e relacionáveis de maneira não arbitrária e substantiva a sua estrutura cognitiva). É também nesta interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados (BRUM, 2015, p. 54).

A análise das respostas indica que a aplicação da Sequência de Ensino Potencialmente Significativa (SEP) pode favorecer a compreensão dos conceitos de termodinâmica pelos estudantes. As unidades de significação permitiram identificar três categorias — conceitos fundamentais, entendimento processual e leis das termodinâmicas — considerando o objetivo da pesquisa, que é analisar a influência da SEP no entendimento e o interesse do conteúdo de termodinâmica pelos estudantes em relação ao ensino tradicional, as respostas demonstram compreensão das ideias discutidas. Os Estudantes E1 e E4 permitem a suposição de uma aprendizagem significativa ao relacionar os conceitos de termodinâmica (calor,

trabalho, energia interna e leis) a conhecimentos prévios — como a noção intuitiva de “energia” ou analogias cotidianas (ex.: conta bancária).

Quadro 3: Categorização das respostas referentes a questão 3

Categoria	Unidade de Significação	U.S.	F. Relativa%
Dificuldades conceituais	E1: Alguns conceitos ficaram um pouco abstratos no começo E3: Achei um pouco confuso diferenciar bem o que era calor e o que era temperatura	2	40
Vivência cotidiana	E1: Talvez se tivéssemos visto mais exemplos do dia a dia antes de entrar nas fórmulas E4: Discutir a parte ética e os problemas ambientais podia deixar o assunto mais conectado com a nossa realidade	2	40
Sequência didática	E2: A sequência das aulas fez sentido	1	20
Aplicação teórica	E5: Podíamos ter resolvido mais exercícios E5: Falamos muito sobre as aplicações e exemplos	2	40

Fonte: Elaboração própria.

O Quadro 3 trouxe desafios que surgiram no processo, como a categoria de *dificuldades conceituais* definida pelo recorte de duas U.S. extraídas das respostas de 40% dos estudantes. Esses dados mostram que parte dos alunos teve dificuldade em diferenciar conceitos abstratos, como calor e temperatura, indicando a necessidade de estratégias didáticas adicionais para esclarecer esses conteúdos. As duas U.S. retiradas das sugestões nas respostas de 40% dos estudantes por mais exemplos do cotidiano, resulta na categoria *vivência cotidiana*. Duas U.S. indicavam uma maior ênfase em exercícios práticos, levando a construção da categoria *aplicação teórica*, apontando para oportunidades de aprimoramento da SEP. A categoria de *sequência didática*, foi elaborada a partir do recorte de uma U.S., apenas 20% dos estudantes sugeriram que a organização das aulas foi bem-sucedida, embora tenham sugerido que poderia ser mais explorada.

Os alunos identificaram dificuldades iniciais na distinção entre calor e temperatura, mas sugeriram que mais exemplos cotidianos poderiam facilitar a compreensão. Além disso, destacaram a importância

da organização do conteúdo para facilitar o aprendizado das leis da termodinâmica. A partir das unidades de significação recortadas das respostas foram criadas as seguintes categorias: dificuldades conceituais, vivência cotidiana, sequência didática e aplicação teórica.

Os estudantes E3 achou abstrato compreender a diferença e que pode não ser fácil distinguir entre calor e temperatura quando o conteúdo é trabalhado de maneira abstrata, sendo que a temperatura é uma medida de energia cinética média das moléculas, enquanto o calor é a transferência de energia térmica. Temperatura como medida da energia cinética das partículas e calor como transferência de energia. O estudante E5 traz a preocupação de mais exemplos ou exercícios relacionados a uma tentativa de entender melhor esses conceitos.

As respostas indicam que a SEP contribuiu para uma abordagem mais estruturada e contextualizada da termodinâmica, mas também revelam aspectos a serem aprimorados. Os estudantes destacaram dificuldades iniciais com conceitos abstratos, sugerindo a necessidade de maior clareza conceitual no início do processo. Houve reconhecimento da importância dos exemplos do cotidiano, com sugestões de ampliar a contextualização para incluir questões éticas e ambientais. A organização das aulas foi considerada coerente, e a progressão dos conteúdos, adequada. No entanto, observou-se uma demanda por maior equilíbrio entre atividades aplicadas e resolução de exercícios, indicando que a diversificação metodológica pode favorecer ainda mais a compreensão e o interesse pelo tema.

O material didático possui apenas potencial de significação, já que, se fosse intrinsecamente significativo por si só, não haveria necessidade de buscar novos conhecimentos - afinal, o objetivo da aprendizagem significativa já estaria plenamente alcançado antes mesmo do processo educativo se iniciar (Ausubel, 2003; Moreira, 2011).

Os resultados sugerem que a Sequência de Ensino Potencialmente Significativa (SEP) pode possibilitar compreensão e um maior interesse pela termodinâmica entre os estudantes do ensino médio em comparação com abordagens tradicionais, uma vez que a contextualização prática (experimentos como o da latinha e discussões sobre aplicações cotidianas), a articulação progressiva dos conceitos (da energia às leis da termodinâmica) e o estímulo à participação ativa (trabalho em grupo e resolução de problemas) facilitaram a ancoragem significativa do conhecimento, conforme teorizado por Ausubel (2003) e Moreira (2011). Apesar de desafios iniciais com conceitos abstratos, a SEP buscou transformar informações complexas em aprendizados concretos e aplicáveis, sugerindo que metodologias que integram

experimentação, colaboração e contextualização pode ser mais aceitáveis aos estudantes de física em nível médio.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Paralelo Editora LDA, 2003. 226 p.

BARDIN, Laurence et al. *Análise de conteúdo*. Edições 70. Lisboa. Portugal, 2011.

BRUM, W. P. Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa no ensino de matemática: uma investigação na apresentação do tema volume do paralelepípedo a partir de uma ideia eclusa. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.5 (2), p. 50-74, 2015.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. *Fundamentos de física: vol. 2 – mecânica*. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning)*. *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas*. v. 41, 2012.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem Significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011. 179 p.