

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE QUÍMICA

THAÍS DE FREITAS RIBEIRO

INVESTIGAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DE CONCEITOS DE TERMOQUÍMICA A
PARTIR DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DE
UMA ESCOLA PÚBLICA ESTADUAL

PORTO ALEGRE

Novembro, 2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE QUÍMICA

THAÍS DE FREITAS RIBEIRO

INVESTIGAÇÃO DA TRANSFORMAÇÃO DE CONCEITOS DE TERMOQUÍMICA A
PARTIR DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE ALUNOS DO ENSINO MÉDIO DE
UMA ESCOLA PÚBLICA ESTADUAL

Trabalho de conclusão apresentado junto à
atividade de ensino “Seminários de Estágio” do
curso de Licenciatura em Química, como
requisito parcial para a obtenção do grau de
Licenciado em Química.

Orientadora:

Profa. Dra. Tania Denise Miskinis Salgado

PORTO ALEGRE

Novembro, 2014

AGRADECIMENTOS

Aos colegas e amigos que trilharam esse caminho juntamente comigo, pelo apoio e companheirismo.

Aos professores das cadeiras de Estágio, Tania Denise Miskinis Salgado, Marcelo Leandro Eichler e Renato Arthur Paim Halfen, pela ajuda tão bem oferecida no decorrer dos momentos bons e ruins nas aulas, conversas e pelo grande apoio dado no final do curso.

À professora Tania Denise Miskinis Salgado, em especial, por ter aceitado me auxiliar no enfrentamento deste trabalho e total compreensão dos meus erros e acertos.

E aos meus pais, Edison e Arlete e meus irmãos, Ricardo e Matheus, pela ajuda, pelo carinho e principalmente pelo amparo dado a mim em todos os momentos desse caminho que é cursar a graduação.

Todo meu agradecimento e amor!

RESUMO

Inicialmente busquei identificar as concepções alternativas ao conhecimento científico que os alunos possuem sobre o tema Termoquímica. Na sequência, analisei as respostas tentando identificar as possíveis inadequações das concepções sobre Termoquímica, para analisar se seriam ou não obstáculos ao ensino/aprendizagem e tentar superá-las durante minhas aulas, quando necessário. Minha pesquisa foi realizada no segundo semestre letivo de 2014, em duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública da rede estadual. Para meu trabalho formulei um questionário com perguntas abertas para coleta de dados sobre as concepções alternativas que os estudantes possuem sobre Termoquímica. Com as respostas obtidas nesse levantamento e com minhas anotações no diário de campo, elaborei minhas aulas. No transcorrer das aulas, preparei um segundo questionário com o objetivo de avaliar se houve complexificações nessas concepções. Após a coleta das respostas dos questionários, fiz um agrupamento por categorias para cada questão formulada, e então separei os grupos em conceitos adequados e os inadequados e, por fim, fiz a análise e a discussão relacionadas com os conceitos investigados. Através das respostas aos questionários, verifiquei que os estudantes apresentam lacunas de conhecimento que impedem o aperfeiçoamento ou construção de novos conceitos e com isso não conseguem expressar corretamente aquilo que estão aprendendo. Em alguns casos observei que há grande dificuldade em superar as concepções alternativas identificadas inicialmente.

Palavras-chave: Concepções Alternativas. Termoquímica. Ensino Médio.

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Calor?” do questionário inicial.....	16
Tabela 2: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Calor?” do questionário final.....	17
Tabela 3: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Energia?” do questionário inicial.....	18
Tabela 4: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Energia?” do questionário final.....	18
Tabela 5: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Liberação de energia? E por Absorção de energia?” do questionário inicial.....	19
Tabela 6: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Liberação de energia? E por Absorção de energia?” do questionário final.....	20
Tabela 7: Tabulação das respostas à pergunta “Qual(is) é(são) a(s) diferença(s) entre Temperatura, Energia e Calor?” do questionário inicial.....	21
Tabela 8: Tabulação das respostas à pergunta “Qual(is) é(são) a(s) relação(ões) entre Temperatura, Energia e Calor?” do questionário inicial.....	21
Tabela 9: Tabulação das respostas à pergunta “Qual(is) é(são) a(s) diferença(s) entre Temperatura, Energia e Calor?” do questionário final.....	22
Tabela 10: Tabulação das respostas à pergunta “Qual(is) é(são) a(s) relação(ões) entre Temperatura, Energia e Calor?” do questionário final.....	23
Tabela 11: Tabulação das respostas às perguntas 7, 8 e 9 do questionário final.....	23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
2 OBJETIVO	09
3 REFERENCIAL TEÓRICO	10
4 METODOLOGIA	14
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
APÊNDICE A	28
APÊNDICE B	29
ANEXO 1	30
ANEXO 2	31

1 INTRODUÇÃO

Um processo de ensino precisa considerar aspectos gerais como os instrumentos utilizados, as estratégias, as habilidades, a disposição para esse ensino e, principalmente, as concepções alternativas que os estudantes possuem sobre o assunto que será trabalhado. Não são apenas os conhecimentos sobre o conceito em si que serão analisados, necessita-se levar em conta as conexões que o aluno seja capaz de firmar com este novo conteúdo, ou seja, o ensino/aprendizagem se torna significativo quando as relações entre o que o estudante já sabe e o conceito que está sendo exposto são estabelecidas. Quando o sujeito tem a capacidade de atribuir um significado para as informações que lhe são apresentadas, quando consegue transcrevê-lo com suas próprias palavras, diz-se que a aprendizagem do conceito foi levada para sua realidade. Esse ensino/aprendizagem de conceitos baseia-se na criação de uma nova forma do aluno se comunicar, ou seja, ler, escrever, falar e, principalmente, pensar de outra maneira.

Atualmente, o que geralmente é visto na educação é a seguinte situação: o professor acredita que os alunos possam aprender os conceitos apenas com as informações dadas, sem que nenhum vínculo seja feito com os significados desse conceito que já possam existir para eles. Tendo em vista a dificuldade de se estabelecer relações ou diferenças entre a informação e o conceito em si, isso se torna um problema.

De acordo com as teorias contemporâneas sobre ensino/aprendizagem, entendo que fazer com que o estudante seja um sujeito ativo pode gerar uma valorização das concepções alternativas e elas podem ser utilizadas como base para a criação dos novos conhecimentos, isto é, um crescimento conceitual apoiado na interação com as concepções alternativas. Duas características são comuns: a primeira diz que a aprendizagem se dá através do comprometimento dinâmico do estudante na construção do conceito; a segunda diz que as concepções alternativas exercem um papel importante para o processo de aprendizagem.

Para que os conceitos de Termoquímica sejam introduzidos, os estudantes precisam possuir conhecimentos sobre Átomos, Ligações Químicas, Temperatura, Energia, Calor, entre outros, e a partir dessas informações construir o conhecimento. Por isso é importante saber se eles têm concepções alternativas a respeito de tais conceitos e quais são elas.

Desta forma, durante o período investigado, busquei utilizar as aulas para trabalhar as

concepções trazidas pelos estudantes e incentivar as interações entre eles. Realizei também experimentos para melhoria da compreensão dos conceitos, já que os experimentos tornam possível a percepção de fenômenos químicos, o que pode contribuir para que os estudantes superem algumas de suas concepções alternativas.

A ideia de investigar concepções alternativas surgiu da minha experiência na vida escolar e acadêmica, pelo fato de ter minhas próprias explicações para algumas situações ditas científicas. Meus estudos sobre a temática de concepções alternativas aguçaram meu interesse em identificar a importância desse tipo de concepções alternativas e de verificar a viabilidade de sua utilização na construção de um conhecimento científico mais elaborado.

2 OBJETIVO

Identificar as concepções alternativas trazidas pelos estudantes do Ensino Médio sobre Termoquímica, através de um questionário, abrangendo conceitos como Calor, Energia e Temperatura.

Avaliar se os métodos utilizados estão possibilitando a evolução conceitual dos alunos no que se refere aos temas abordados neste trabalho.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Existem diferentes denominações para os conhecimentos que os estudantes têm sobre os conteúdos estudados como concepções espontâneas, conhecimentos prévios, pré-concepções, concepções errôneas, porém adotarei a terminologia concepções alternativas:

Concepção, porque nos referimos a representações pessoais, de raiz afetiva, mais ou menos espontâneas, mais ou menos dependentes do contexto, mais ou menos solidárias de uma estrutura e que são compartilhadas por um grupo de alunos; Alternativa, para reforçar a ideia de que tais concepções não têm estatuto de conceitos científicos, que diferem significativamente destes, quer a nível de produto quer a nível de processo de construção e que funcionam, para o aluno, como alternativa aos conceitos científicos (teoria/prática) correspondentes¹.

Da década de 1970 até o final da década de 1990, diversos estudos buscavam compreender como as concepções alternativas dos estudantes influenciam no processo de ensino/aprendizagem escolar e como o que já se sabe pode ser levado em consideração pelos professores para ser o ponto inicial da construção dos novos conhecimentos. A partir disso, surgem questões de como descobrir quais são essas concepções alternativas, se sempre são as mesmas, de como esse processo deve ser feito, com quais técnicas os professores devem se preparar, se é que elas existem prontas, e quais as possíveis maneiras de avaliar se o processo obteve resultados satisfatórios.

Segundo Teixeira e Sobral², a (re)significação conceitual está fundamentada na ideia de que o conhecimento científico deve ser privilegiado em relação a outros tipos de conhecimento, ou seja, as concepções dos alunos devem ser postas em conflito direto por serem julgadas erradas ou incompletas e o saber científico julgado como mais elaborado. Porém, adquirir um novo conhecimento não está diretamente ligado com a perda ou mudança de outro, pois os dois conhecimentos, “velho e novo”, podem ser reorganizados e integrados. As concepções alternativas vão influenciar de alguma maneira como os novos conceitos serão apropriados, não importando como eles surgiram para o aluno.

Um problema na educação escolar atual é o fato de muitos professores esperarem que seus estudantes memorizem os conceitos, ou seja, adquiram informação sem necessariamente adquirir também um significado. Nesse caso, os alunos não conseguem fazer a conexão entre o que já possuem de conhecimento e as novas informações.³

De acordo com os mesmos autores, o conhecimento foi apropriado, houve aprendizagem, quando a pessoa é capaz de dar um significado próprio às informações novas, ou seja, o conteúdo apresentado recebe uma “tradução” para a realidade do aluno. O estudante precisa ser considerado um participante ativo, necessita se envolver na construção do conhecimento, pelo fato de que suas concepções alternativas foram baseadas em fenômenos do dia a dia e possuem uma fundamentação empírica, mesmo não sendo científica.³

Neste sentido a aprendizagem colaborativa pode ser favorecida com a interação entre alunos e alunos e professores, assim o aluno se torna protagonista da construção conjunta do conhecimento dentro de sala de aula. Quando os conceitos do estudante deixam de ser uma resposta concreta aos seus questionamentos, ele tem que ser capaz de reorganizar seus conhecimentos para poder harmonizar com os novos que o ajudarão a solucionar suas dúvidas.⁴

Dessa forma, observamos que o desenvolvimento do aluno abrange a dimensão de uma transformação inter e intraindividual. O que compartilha a mesma ideia piagetiana de desenvolvimento primeiramente individual para posteriormente se desenvolverem conjuntamente.⁴

Os estudantes acreditam estar explicando de maneira correta as observações e as situações experimentais quando se utilizam de suas concepções alternativas. O que pode se tornar uma dificuldade no processo de ensino/aprendizagem, pelo fato de que, apesar de serem lógicas, são na maioria das vezes diferentes das científicas.

Por outro lado, segundo Silva¹, os conceitos abstratos da química, ao contrário de muitos dos conceitos de biologia e de física, derivam somente do entendimento de assuntos que os estudantes tenham estudado anteriormente e não de suas experiências cotidianas do mundo. Por isso,

Algumas vezes, o estudante dará sentido àquilo que lhe é apresentado, mas em outras ocasiões os estudantes farão o seu próprio sentido, construindo um significado que esteja adequado com suas ideias anteriores.¹

Muitas vezes as metodologias utilizadas são fatores que fazem com que essas concepções alternativas se mantenham, tornando-se uma barreira para o transformação/construção do ensino e da aprendizagem. Tanto pelo fato de muitos professores não possuírem um domínio sobre o assunto, não sendo capazes de uma boa organização para a explicação; como pelo fato de que, muitas vezes, a forma como o conteúdo é exposto não instigue a curiosidade e os questionamentos nos estudantes. Outra questão são os livros didáticos, que costumam trazer os

conteúdos de maneira fechada, pronta, como se os assuntos tivessem surgido “prontos”, naquele formato, e como se não houvesse uma ligação entre eles.

Segundo Silva¹, não seria suficiente apenas conhecer os possíveis erros dos estudantes, teríamos que organizá-los por características, investigar suas origens, para, então, podermos analisar a constância das dificuldades.

Segundo Mortimer e Amaral⁵, apesar de Energia ser um conceito básico para que a maioria dos fenômenos ligados a Ciência sejam entendidos, não é fácil defini-lo. No estudo da Termoquímica, utilizam-se conceitos – Calor, Energia e Temperatura – que frequentemente já usamos em nosso dia a dia, no entanto, essas palavras possuem significados diferentes na linguagem comum e na ciência. Fato que tem sido causa de dificuldades no ensino de Química, por não diferenciar o conceito científico do cotidiano:

Consideramos inviável querer extinguir as concepções cotidianas dos alunos sobre calor e temperatura, enraizadas que estão na linguagem cotidiana, dada a existência de um grande número de situações a que essas concepções são aplicadas com sucesso. Afinal, mesmo os cientistas entendem perfeitamente o que se quer dizer com uma expressão como “agasalho bem quente”.⁵

Outro ponto são as dificuldades comuns relacionadas às energias cinética e potencial das partículas e às variações de temperatura nos processos endotérmicos e exotérmicos:

Por que em processos endotérmicos, como na dissolução de determinado composto, nota-se a diminuição na temperatura da solução? Afinal, se há absorção de energia, a temperatura deveria aumentar! (...) Considerando o nível microscópico, nota-se que os estudantes nem sempre têm uma boa compreensão do significado da energia interna de um sistema nem de suas constituintes – a energia cinética e a energia potencial das partículas que o formam.⁶

Um dos conceitos mais simples associados à Termoquímica é o de que é necessário absorver energia para que uma ligação se quebre/rompa e que energia é liberada quando ligações são formadas. O que se vê é que a visão dos alunos é contrária, ou seja, eles acreditam que energia seja liberada para que as ligações se quebrem, principalmente pelo fato de associarem com combustíveis, mostrando que muitas vezes eles não sabem de onde vem a energia gerada na queima de um combustível. Outro ponto importante é a conservação da energia, a maioria dos estudantes acredita que ela seja “consumida ou liberada”, pensando somente como se fosse um fato isolado, em situações do cotidiano como as baterias e a eletricidade, por exemplo. E, nesse

ponto, devemos pensar em como o conceito de Energia não é bem aprendido, talvez pelo fato de que não seja bem mostrado como transferência de energia de uma forma para a outra.⁷

Segundo Mortimer e Amaral⁵, existem três características principais das concepções sobre Calor e Temperatura: primeira “o calor é uma substância”; segunda: “existem dois tipos de calor: o quente e o frio”; e, terceira: “o calor é diretamente proporcional à temperatura”. As duas primeiras dão a ideia de que são atributos de substâncias e materiais, como o calórico, uma teoria que foi descartada por não explicar como objetos se aqueciam sem uma fonte de calor. Já a ideia de calor proporcional à temperatura se origina do cotidiano, pois é comum a expressão “faz muito calor” ser utilizada em dias quentes, dias em que a temperatura está elevada.

Sabe-se que essas concepções não serão extintas da linguagem coloquial e das relações de entendimento dos estudantes, porém as atividades de ensino e de aprendizagem devem oferecer condições para que elas sejam diferenciadas, para que se elabore o conhecimento formal, possibilitando a incorporação de novos significados que possam conviver com significados do seu dia a dia e consequentemente ampliar o perfil conceitual dos estudantes.¹

Com isso, nota-se que os estudantes podem apresentar dificuldade de relacionar os conceitos que estudam aos exercícios que resolvem, por exemplo, sendo necessário que haja auxílio na criação de novos modelos explicativos. Assim, é preciso saber que as dificuldades conceituais não serão superadas se não forem baseadas em um ensino que se utilize das concepções alternativas dos alunos, fugindo de uma linguagem química excessivamente hermética que dificulta o entendimento por não dialogar com os conceitos, alguns muito arraigados, que eles adquiriram ao longo do tempo.

O trabalho de Silva¹ nos mostra que as dificuldades dos estudantes são tão profundas que acabam se tornando ainda maiores no Ensino Superior. Em sua pesquisa, realizada com calouros que estavam cursando a disciplina de Química Geral na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, podemos encontrar exemplos de concepções alternativas que seriam comuns em estudantes dos primeiros anos do ensino médio e que persistem em alunos de disciplinas iniciais da graduação. Fato que indica que dificilmente esses estudantes consigam (re)significá-las, transformá-las em conhecimento científico.

4 METODOLOGIA

No segundo semestre do corrente ano realizei meu Estágio de Docência em Ensino de Química III do curso de Licenciatura em Química da UFRGS em uma escola pública estadual localizada na zona leste de Porto Alegre, com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, um total de quarenta e dois estudantes matriculados e trinta efetivamente participantes. Entendi ser esta uma oportunidade que me permitiria alcançar os objetivos propostos nesta investigação. Desta forma, minha pesquisa se caracteriza como uma pesquisa participante, pois me propus a investigar a minha própria prática docente. Para isso, usei como instrumentos de coleta de dados os questionários inicial e final e minhas anotações no diário de classe. A análise dos dados foi realizada qualitativamente, por meio da criação de categorias de respostas dos estudantes para cada pergunta feita.

Neste sentido planejei uma pesquisa em duas etapas. Na primeira, antes do início das aulas, apliquei um questionário (Apêndice A) que tinha por objetivo investigar algumas concepções alternativas que os alunos poderiam ter em relação ao conteúdo de Termoquímica. Utilizei perguntas abertas que reviam conceitos anteriores como Átomo, Ligações Químicas, Oxidação e Redução, e outros, também de respostas abertas, que seriam a base dos conceitos que iria abordar em aula, tais como o entendimento sobre Calor, Energia e Temperatura.

O objetivo desta primeira etapa era fornecer subsídios para o planejamento didático de condução das aulas ministradas no decorrer do estágio, avaliando qualitativamente as concepções trazidas pelas turmas que assumiria e para poder analisar, ao final das atividades, se eles conseguiriam complexificar algumas de suas ideias nos conceitos aceitos como “mais corretos” cientificamente. As respostas foram utilizadas para uma investigação de como motivá-los a saber mais sobre os assuntos, seja pela curiosidade, pelo desafio ou pela aplicabilidade prática do conteúdo trabalhado.

A proposta foi desenvolvida em seis aulas, com dois períodos de 50 minutos cada, para trabalhar os conceitos de Entalpia, Reações Endotérmicas e Exotérmicas, Entalpia de Formação, Entalpia de Combustão, Energia de Ligação e Lei de Hess. As aulas foram planejadas com base nas respostas das tabelas de números 1, 3, 5, 7 e 8, encontradas na próxima seção, nas interações que aconteciam durante as aulas, pois também queria analisar a relação entre eles e eu. As aulas teóricas dialogadas eram complementadas com a resolução de exercícios pelos estudantes,

sempre acompanhadas por minhas explicações.

Paralelamente às aulas teóricas, foram realizadas duas atividades experimentais, cujos roteiros encontram-se nos Anexos 1 e 2. Os experimentos eram realizados pelos próprios alunos, com o objetivo de observarem processos endotérmicos, exotérmicos e liberação de calor em uma reação de combustão. Aproveitei a realização dos experimentos para discutir com os alunos os conceitos de energia interna e vizinhança, que considero conceitos mais abstratos e importantes, bem como relacionar a liberação de energia com processos que ocorrem no organismo humano, fato apontado por muitos dos alunos em suas respostas ao questionário inicial, conforme será mostrado na próxima seção.

O objetivo da segunda etapa, segundo questionário, foi coletar material para a análise da possível (re)significação das concepções alternativas dos estudantes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas dos estudantes ao questionário inicial (Apêndice A) foram agrupadas em categorias de acordo com o destaque dado a determinados conceitos, e as categorias foram criadas de acordo com algumas palavras-chave identificadas nas respostas dos 23 estudantes, ou por semelhança. Por exemplo, quando eles diziam que calor é o que se sente no verão, categorizei como sendo uma resposta relacionada com clima, portanto, nas tabelas a seguir, serão encontradas as categorias que criei conforme a repetição de ideias que apareciam nas respostas dos alunos.

Na Tabela 1 mostro os dados referentes à pergunta 4, na qual obtive a maior quantidade de tipos de respostas e onde o menor número de alunos deixou de responder. Pode observar um leque de alternativas, algumas delas bem relacionadas com o tópico em questão, calor, como nas respostas “*Uma força de atrito gera calor*” ou “*É uma energia térmica*”. Apenas dois estudantes (8,70%) relacionaram diretamente com energia, que seria uma resposta que poderíamos considerar como adequada, e outros dois relacionaram com resistência mecânica e atrito, conceitos provavelmente vindos das aulas de Física.

Tabela 1: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Calor?” do questionário inicial.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 - Relacionou com aquecimento	4
2 - Relacionou com clima	5
3 - Relacionou com aquecimento e com clima	3
4 - Relacionou com resistência e com atrito	1
5 - Relacionou com atrito	1
6 - Relacionou com energia	2
7 - Relacionou com partículas	1
8 - Relacionou com partículas e aquecimento	1
9 - Não respondeu	5
Total	23

Ainda na Tabela 1, cinco estudantes (17,4%) relacionaram com clima, como podemos ver nas seguintes afirmações “*Como temperatura ambiente*” ou “*Coisa quente, aquilo que sentimos*”

no verão”, e, ainda, alunos que relacionaram com partículas (nem sempre citadas por eles), como em “*Aquecimento de partículas*” ou “*É quando a elevação de íons positivos em um corpo*”.

As respostas dadas pelos alunos, novamente sobre calor, em pergunta análoga do questionário final, contidas na Tabela 2, mostram-nos um pequeno aumento (dois) na quantidade de alunos que relacionaram calor com energia, o que seria considerado adequado: “*Calor é a manifestação das trocas de energia*” ou “*É o resultado da liberação de energia de um corpo*”, porém muitos estudantes ainda mantiveram as ideias de aquecimento e clima, como “*Temperatura alta*”, “*Um aquecimento climático, que acontece geralmente na primavera e no verão*”.

Tabela 2: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Calor?” do questionário final.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 - Relacionou com aquecimento	6
2 - Relacionou com clima	4
3 - Relacionou com aquecimento e com clima	4
4 - Relacionou com ações	1
5 - Relacionou com substâncias ou elementos	1
6 - Relacionou com partículas	1
7 - Relacionou com aumento de intensidade	1
8 - Relacionou com trocas de energia	4
9 - Não respondeu	1
Total	23

Já para a segunda questão analisada, Tabela 3, baseada no tópico energia, houve mais alunos que não responderam do que na pergunta discutida anteriormente, e o mais interessante foram as associações com grandezas físicas como força, cinco alunos, que utilizaram argumentos como: “*Energia é aquilo que fornece luz e que gera uma força*”, “*Uma força que move o ser humano e muitas coisas na Terra*”, “*O que temos em casa, energia de luz*”, ou “*Que todo movimento gera energia*”. Um aluno relacionou com o que acontece em nosso organismo, “*A energia do nosso corpo, onde passamos entusiasmo, etc.*”.

Tabela 3: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Energia?” do questionário inicial.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 - Relacionou com eletricidade e com força	1
2 - Relacionou com força	4
3 - Relacionou com eletricidade	4
4 - Relacionou com movimento	2
5 - Relacionou com eletricidade e com energia corporal (geral)	1
6 - Relacionou com eletricidade e funcionamento (genérico)	1
7 - Relacionou com grandeza física	3
8 - Não respondeu	7
Total	23

Na Tabela 4, as respostas relacionadas à pergunta sobre energia do questionário final se mantiveram nos mesmos padrões, grandezas físicas e organismo, “*Algo que dá força (energia) as coisas, uma corrente elétrica*” ou “*Sei lá, nos dá mais vontade de fazer as coisas*”, “*É o que ajuda a dar movimento*”.

Tabela 4: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Energia?” do questionário final.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 – Relacionou com partículas ligadas entre si	1
2 – Relacionou com partículas em movimento	2
3 - Relacionou com liberação de calor	1
4 - Relacionou com força e movimento	2
5 - Relacionou com eletricidade	4
6 - Relacionou com movimento	2
7 - Relacionou com energia corporal	3
8 - Relacionou com eletricidade e com energia corporal (geral)	4
9 - Relacionou com interações	1
10 - Relacionou com grandeza física	1
11 - Não respondeu	2
Total	23

E, ainda na Tabela 4, surgiu também a relação com partículas, como por exemplo “*São elétrons em movimento*”, “*É algo que conduz carga energia positiva ou negativa e da movimento a algo*”. Isso mostra como é difícil, mesmo com o trabalho em sala de aula e a utilização de experimentos, complexificar alguns dos concepções alternativas dos estudantes.

Na terceira questão analisada, Tabela 5, sobre absorção e liberação de energia, o que pode

observar é que os pouquíssimos estudantes (30,4%) que responderam também fizeram associações com grandezas físicas, “*Um capacitor absorve energia e depois libera para os demais componentes*”, “*É quando ao átomos liberam energia. É quando algum condutor (ex. borracha) absorve energia.*”, e com o funcionamento do organismo dos seres humanos, por exemplo “*Liberação é quando cansamos, fazemos algo, liberamos energia. Absorção é se alimentando, absorvemos energia*”.

Tabela 5: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Liberação de energia? E por Absorção de energia?” do questionário inicial.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 - Relacionou liberação com movimento	1
2 - Relacionou com luz	1
3 - Relacionou liberação com exercício físico e absorção com alimentação	1
4 - Relacionou com circuitos elétricos	1
5 - Relacionou com calor	1
6 - Relacionou com troca de energia	1
7 - Relacionou liberação com átomos e absorção com material condutor	1
8 - Não respondeu	16
Total	23

Na questão sobre absorção e liberação de energia do segundo questionário, Tabela 6, foi visto um decréscimo no número de alunos que não respondeu essa questão e, também, um aumento nas respostas relacionadas com a energia do organismo dos seres humanos (26,1%), “*Libera-se energia quando há muita atividade no nosso corpo e assim nós gastamos essa energia. Absorver energia é quando nós acumulamos ela*”, “*Suar, praticar exercícios físicos são formas de liberar. Beber água, tomar remédios absorvem energia*”, “*Liberação de energia é quando algo libera substâncias proveitosas para outros fins. Absorção de energia é quando essas substâncias são requeridas*”, o que talvez possa ser explicado pela realização do experimento de queima do amendoim (Anexo 2), durante o qual eu procurei estabelecer relações com os processos que ocorrem no organismo. Outros exemplos são, “*Quando um elétron passa a um nível inferior, libera parte de sua energia. Uma pilha recarregável após seu descarregamento quando ligada a uma tensão absorve energia*”. Também é possível observar nessas respostas um aumento das explicações, com o aparecimento de detalhes e exemplos, o que não ocorria tanto no questionário inicial.

Tabela 6: Tabulação das respostas à pergunta “O que você entende por Liberação de energia? E por Absorção de energia?” do questionário final.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 - Relacionou com partículas	1
2 - Relacionou liberação com fóton e absorção com recarregar uma pilha	1
3 - Relacionou movimento de elétrons	1
4 - Relacionou com perda e ganho de energia corporal	6
5 - Relacionou com troca de energia	2
6 - Relacionou liberação com condução e absorção formação de calor	1
7 - Relacionou liberação com resfriamento e absorção com aumento de calor	1
8 - Não respondeu	10
Total	23

Nas Tabelas 7 e 8, referentes à quarta e à quinta questões analisadas, sobre as diferenças e relações, respectivamente, entre calor, energia e temperatura, o que foi observado foi, além do grande número de alunos que não respondeu (65,2 e 69,6%, respectivamente), na primeira, uma explicação sobre como eles enxergam cada grandeza questionada, “*Temperatura tem relação com o calor, pois calor ou frio faz parte da temperatura e energia pode produzir o calor*”, “*Energia: aquilo que dá luz. Calor: o que sentimos. Temperatura: medição*”, e, na segunda, como eles acham que uma influencia na outra ou outras, como por exemplo “*Todos aquecem*”, “*Quando a temperatura aumenta, fica muito calor e a energia do corpo é gasta mais rapidamente*”, “*Que dependendo da temperatura aumenta o calor e diminui a nossa energia*”, “*A energia junto com a temperatura é o que forma o calor*”, “*Alta temperatura gera calor, calor gera energia*”.

Tabela 7: Tabulação das respostas à pergunta “Qual(is) é(são) a(s) diferença(s) entre Temperatura, Energia e Calor?” do questionário inicial.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 - Relacionou temperatura com tempo, energia com força e calor com sensação	1
2 - Relacionou energia com luz, calor com sensação e temperatura com medição	1
3 - Relacionou temperatura com medida, energia com corpo e calor com sensação	1
4 - Relacionou todas entre si	1
5 - Relacionou temperatura com energia, energia com temperatura e calor com os outros dois	2
6 - Relacionou energia com liberação, calor com absorção	1
7 - Relacionou temperatura com medição, energia com movimento e calor com temperatura	1
8 - Não respondeu	15
Total	23

Tabela 8: Tabulação das respostas à pergunta “Qual(is) é(são) a(s) relação(ões) entre Temperatura, Energia e Calor?” do questionário inicial.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 - Relacionou todos com aquecimento	1
2 - Aumento de temperatura gera calor e os dois, gasto ou ganho de energia	3
3 - Energia e temperatura gerando calor	3
4 - Não respondeu	16
Total	23

Nas tabelas 9 e 10, relacionadas, outra vez (questionário final), com as diferenças e relações sobre temperatura, energia e calor, pode observar que muitos estudantes relacionam temperatura com medida, “*Temperatura a forma como se mede (...)*”, “*Temperatura pode ser qualquer variação em graus (...)*”, “*Temperatura é a medida da sensação em números seja calor ou frio (...)*”, calor com temperatura ou aquecimento “*(...) Calor é uma temperatura elevada(...)*”, “*(...) Calor é uma temperatura muito quente (...)*”, e energia com uso/funcionamento ou grandezas físicas, “*Energia pode ser utilizada para fazer funcionar alguma coisa.*”, “*Energia é tudo que gera eletricidade, etc.*”.

Tabela 9: Tabulação das respostas à pergunta “Qual(is) é(são) a(s) diferença(s) entre Temperatura, Energia e Calor?” do questionário final.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 - Relacionou temperatura com medição e calor com temperatura	1
2 - Relacionou energia com uso e calor com aquecimento	1
3 - Relacionou temperatura com medida, energia com eletricidade e calor com sensação	1
4 - Relacionou temperatura com estado/intensidade, energia com funcionamento e calor como resultado dos dois	3
5 - Relacionou temperatura com medição, energia com luz solar e calor com sensação	1
6 - Relacionou temperatura com clima, energia com nutriente e calor com sensação	1
7 - Relacionou temperatura com medição, energia com funcionamento e calor com temperatura	1
8 - Relacionou temperatura com medição, energia e calor com sensação	1
9 - Relacionou temperatura com medição, calor com temperatura e energia com gasto	1
10 - Relacionou energia com calor, e calor com temperatura	1
11 - Relacionou temperatura com medição, calor com temperatura e energia influenciada pelos outros dois	1
12 - Relacionou temperatura com sensação, energia com formação de calor e calor com absorção	1
13 - Não respondeu	9
Total	23

Outros exemplos, relacionados às Tabelas 9 e 10, são respostas como: “*O calor é do ambiente*”, “*Energia não significa calor.*”, “*Todos medem o fenômenos do nosso dia.*”, “*Que se a temperatura aumentar, ficamos com calor e perdemos energia.*”, “*Temperatura se eleva com o calor e energia as vezes também.*”, “*Energia gera calor, calor gera temperatura.*” e “*A gente absorve calor, transforma em energia e sente sua temperatura.*”.

Tabela 10: Tabulação das respostas à pergunta “Qual(is) é(são) a(s) relação(ões) entre Temperatura, Energia e Calor?” do questionário final.

Categorias de respostas	Quantidade de alunos
1 – Relacionou elevação de temperatura com geração de calor e calor com energia	7
2 – Relacionou todas com clima	1
3 – Relacionou energia como modo de calor e isso com elevação de temperatura	3
4 – Relacionou com energia corporal	2
5 – Relacionou todas com fenômenos do dia	1
6 - Não respondeu	9
Total	23

Na Tabela 11 encontram-se as respostas das questões específicas do segundo questionário, que não estavam presentes no primeiro. Mesmo após terem realizado o experimento com a reação endotérmica, apenas oito estudantes (34,7%) responderam corretamente à pergunta 7, que solicitava a identificação de uma reação endotérmica e, destes, só três tentaram explicar como haviam chegado a essa conclusão. Já na pergunta 8, relativa à reação exotérmica, nove alunos responderam corretamente e somente dois tentaram explicar.

A questão 9, que solicitava a representação gráfica das reações das questões anteriores, também foi pouco respondida. Apesar de terem sido utilizadas representações gráficas em todas as aulas e nos exercícios, apenas cinco estudantes (21,7%) responderam e somente um desenhou o gráfico corretamente.

Tabela 11: Tabulação das respostas às perguntas 7, 8 e 9 do questionário final.

	Pergunta 7: Reação endotérmica	Pergunta 8: Reação exotérmica	Pergunta 9: Se desenhou os gráficos
Respondeu corretamente	5	7	1
Respondeu erroneamente	4	4	4
Respondeu corretamente e explicou	3	2	-
Respondeu erroneamente e explicou	4	2	-
Não respondeu	7	8	18
Total	23	23	23

Na análise das respostas dos estudantes, identificamos as concepções alternativas e os

conflitos e confusões entre tais concepções e o que estava sendo estudado, como relacionar temperatura somente com a escala em graus Celsius, associar calor com a sensação que temos no verão e energia, na maioria das vezes, com a rede elétrica e eletricidade. Outro ponto é a grande dificuldade, quase inexistência, da visão microscópica, dos estados físicos, por exemplo. Durante minhas aulas observei e registrei, em meu diário de campo, que os estudantes, mesmo estando no terceiro ano do Ensino Médio, não conseguiam compreender, em nível microscópico, como seria a interação entre as moléculas, qual seria a sua movimentação e o seu comportamento em cada estado físico de uma substância. O que me fez compreender que os alunos teriam dificuldades, também, para construir a associação de Calor com Energia.

Ao mesmo tempo, os resultados dos questionários mostram que os alunos não possuíam as concepções alternativas consolidadas, e sim, grandes lacunas conceituais. Entendo que eles acreditem ser difícil de “desaprender” os conceitos, porém, o grande problema não é só este e sim como eles chegaram até esta etapa com toda essa dificuldade. A maioria dos estudantes ou não quis responder, ou simplesmente não sabia o que, ou como escrever o que era pedido.

Como visto anteriormente, muitas concepções alternativas se mantiveram. Trabalhei com alunos do último ano do Ensino Médio, então, chego à conclusão de que essas lacunas não foram transformadas em conhecimento científico e que, ao ingressarem no Ensino Superior, continuarão com os problemas conceituais, o que vem ao encontro das conclusões de trabalhos como o de Silva¹, que observou o mesmo tipo de situação em calouros de um curso superior.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência pessoal enquanto estudante dos Ensinos Fundamental e Médio e o interesse pelas modernas teorias referentes ao processo ensino/aprendizagem motivaram e inspiraram a temática a ser abordada em meu Trabalho de Conclusão de Curso.

Consciente das limitações inerentes a este tipo de trabalho, selecionei como tema um tópico que simultaneamente respeitasse essas limitações, mas que também oferecesse a possibilidade de um primeiro passo para uma reflexão mais abrangente e estimulasse a busca por variações didáticas em sala que possibilitassem identificar as concepções alternativas de cada aluno.

O que pude perceber quanto às limitações foi que o conteúdo tem prazo para ser ministrado e isso acaba impedindo um trabalho mais elaborado com as concepções alternativas dos estudantes, ou seja, eu tinha outros planejamentos que acredito serem úteis, mas que não tive a oportunidade de usar, pois precisava avaliar o que tinha sido trabalhado para começar um novo assunto. E ainda, ter deixado para fazer minha pesquisa somente em um dos estágios, ou ter usado o estágio e não outro horário e oportunidade para realizar a pesquisa, fez com que eu ficasse presa a prazos e a situações que muitas vezes não podiam ser contornadas.

As concepções alternativas, por definição, traduzem o aprendizado individual sobre qualquer área do conhecimento. Tanto mais qualificado será o processo ensino/aprendizagem, quanto mais próximas estiverem essas concepções do conhecimento científico padrão. Acredito que esse tipo de pesquisa é de extrema importância e vejo a necessidade de que os professores ao assumirem suas turmas busquem trabalhar assim com conceitos que são base de outros para buscar uma consolidação do que está sendo ensinado e, com isso, possibilitar que o aluno construa os novos conhecimentos em cima de uma base firme.

Com o primeiro questionário pude coletar as concepções alternativas dos alunos e elaborei minha primeira aula, as outras foram sendo construídas ainda a partir do questionário, do comportamento dos estudantes em sala de aula e de nossos diálogos. Senti que essa metodologia me ajudou muito, pois, apesar de ter muito pouco tempo e opções, busquei tornar minhas aulas mais atrativas.

Na segunda etapa da minha pesquisa, questionário final, depreendi que na fase em que

esses alunos se encontravam, final do Ensino Médio, seria muito difícil que as lacunas de conhecimento evidenciadas fossem superadas no espaço de menos de meio ano letivo. Percebi que os conceitos prévios desejáveis, como Átomos, Ligações Químicas, Oxidação e Redução e outros, praticamente não existiam para eles, o que vem ao encontro das análises que fiz. Devido a essas lacunas, os alunos, em sua maioria, não levaram a sério meus questionamentos ou talvez tenham se sentido intimidados por não possuírem o conhecimento e a linguagem minimamente necessários para respondê-los.

Ainda sobre a pesquisa como um todo, inferi que o assunto é atual e fundamental para a busca de um ensino mais eficiente. Acredito que a participação dos professores seja importante com a adoção de uma postura que auxilie na reformulação conceitual gradual, para que o estudante complexifique suas concepções alternativas em concepções científicas. Durante a realização deste trabalho, observei que essa metodologia seria interessante de ser desenvolvida desde séries iniciais do Ensino Fundamental, para evitar lacunas e construir uma base sólida para o desenvolvimento de conceitos mais elaborados.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SILVA, S. M. Concepções alternativas de calouros de Química sobre conceitos fundamentais da Química Geral [Dissertação de mestrado]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 135p.
2. TEIXEIRA, F. M.; SOBRAL, A. C. M. B. Como novos conhecimentos podem ser construídos a partir dos conhecimentos prévios: um estudo de caso. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 3, p. 667-677, 2010.
3. FREITAS FILHO, J. R.; CELESTINO, R. M. C. S. Investigação da construção do conceito de reação química a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais. *Ciência & Cognição*, v. 15, n. 1, p. 187-198, 2010.
4. SILVA, V. A.; SOARES, M. H. F. B. Conhecimento prévio, caráter histórico e conceitos científicos: O ensino de Química a partir de uma abordagem colaborativa da aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 3, p. 209-219, agosto 2013.
5. MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de Termoquímica. *Química Nova na Escola*, n. 7, p. 30-34, maio 1998.
6. BARROS, H. L. C. Processos endotérmicos e exotérmicos: Uma visão atômico-molecular. *Química Nova na Escola*, v. 31, n. 4, p. 241-245, novembro 2009.
7. BARKER, V. *Além das aparências: Concepções espontâneas dos alunos sobre conceitos básicos de Química*. Um relatório preparado para a Sociedade Real de Química. [Barker, V. *Beyond appearances: student's misconceptions about basic chemical ideas*. 2nd ed. RSC. Durham, England: Durham University School of Education, 2004.] Tradução de bolsistas do curso de Bacharelado em Letras – Habilitação em Tradutor Português e Inglês, UFRGS.

APÊNDICE A**QUESTIONÁRIO INICIAL**

NOME:

SÉRIE:

IDADE:

Este questionário visa coletar dados sobre conhecimentos prévios dos alunos de Ensino Médio da Rede Pública Estadual para a realização de uma pesquisa participativa e qualitativa, que será executada juntamente com o estágio obrigatório curricular.

- 1) O que você entende por Átomo?
- 2) O que você entende por Ligações químicas?
- 3) O que você entende por Oxidação? E Redução?
- 4) O que você entende por Calor?
- 5) O que você entende por Energia?
- 6) O que você entende por Liberação de energia? E por Absorção de energia?
- 7) Onde você acredita que existam aplicações para os fenômenos da pergunta acima?
- 8) Qual(is) é(são) a(s) diferença(s) entre Temperatura, Energia e Calor?
- 9) Qual(is) é(são) a(s) relação(ões) entre Temperatura, Energia e Calor?

OBRIGADA PELA PARTICIPAÇÃO!

APÊNDICE B

QUESTIONÁRIO FINAL

NOME:

SÉRIE:

IDADE:

Este questionário visa coletar dados sobre conhecimentos adquiridos pelos alunos de Ensino Médio da Rede Pública Estadual para a realização de uma pesquisa participativa e qualitativa, que foi executada juntamente com o estágio curricular obrigatório.

- 1) O que você entende por Calor?
- 2) O que você entende por Energia?
- 3) O que você entende por Liberação de energia? E por Absorção de energia?
- 4) Onde você acredita que existam aplicações para os fenômenos da pergunta acima?
- 5) Qual(is) é(são) a(s) diferença(s) entre Temperatura, Energia e Calor?
- 6) Qual(is) é(são) a(s) relação(ões) entre Temperatura, Energia e Calor?
- 7) Classifique a reação abaixo como endotérmica ou exotérmica e explique como chegou a essa conclusão:
$$\text{H}_2\text{O}_{(l)} + 44 \text{ kJ} \rightarrow \text{H}_2\text{O}_{(v)}$$
- 8) Classifique a reação abaixo como endotérmica ou exotérmica e explique como chegou a essa conclusão:
$$\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)} + 3 \text{ C}_{(s)} \rightarrow 2 \text{ Fe}_{(s)} + 3 \text{ CO}_{(g)} \quad \Delta H = - 491,5 \text{ kJ}$$
- 9) Esboce graficamente as reações acima.

OBRIGADA PELA PARTICIPAÇÃO!

ANEXO 1

Roteiro de Aula Prática de Termoquímica 1

NOME:

TURMA:

Objetivo: verificar qualitativamente o que é um processo endotérmico e um processo exotérmico através do aumento ou da diminuição da temperatura do sistema.

Material: tubos de ensaio, espátulas, hidróxido de sódio em pastilhas ou aparas, cloreto de potássio sólido, água.

Procedimento:

Coloque uma espátula de hidróxido de sódio (NaOH) em um tubo de ensaio.

Em outro tubo de ensaio, coloque uma espátula de cloreto de potássio.

Em cada tubo de ensaio, adicione 2mL de água.

Agite os tubos de ensaio com cuidado e observe o que aconteceu.

Toque, com a mão, a parte externa dos tubos de ensaio e descreva o que você observou.

Análise de dados:

1. Em qual dos tubos ocorreu o processo exotérmico? Explique como você identificou a ocorrência desse processo.

2. Em qual dos tubos ocorreu o processo endotérmico? Explique como você identificou a ocorrência desse processo. em aula?

3. Pelo que você observou, a energia interna de qual sistema aumentou e de qual diminuiu?

4. Em relação à vizinhança, em qual processo a vizinhança recebeu calor e em qual a vizinhança perdeu calor para o sistema?

ANEXO 2

Roteiro de Aula Prática de Termoquímica 2

NOME:

TURMA:

Objetivo: calcular a quantidade de calorias contidas em um amendoim.

Material: amendoim, clips, fósforo, água, erlenmeyer, termômetro e suporte.

Procedimento:

Espetar o amendoim no clips dobrado em L.

Medir a altura onde o erlenmeyer deve ficar.

Prender o erlenmeyer no suporte e adicionar 100 mL de água e anotar a temperatura inicial da água.

Colocar o termômetro dentro do erlenmeyer .

Com o palito de fósforo incendiar o amendoim.

Após o amendoim acabar de queimar anotar a temperatura final da água.

Análise de dados:

1. Qual foi a temperatura inicial e final da água?

2. Quantas calorias foram geradas na queima do amendoim? (Use a fórmula: massa de água x variação da temperatura.) A quantidade de energia gerada na queima do amendoim pode ser relacionada com qual conceito visto em aula?

3. Comparando a quantidade de calorias encontradas no experimento com as indicadas pelo fabricante, diga se a maneira como determinamos as calorias foi adequada. Por quê?

4. Para que ocorra a combustão é necessário que haja combustível, explique porque o amendoim pegou fogo (qual o componente em sua constituição possibilitou esse acontecimento?).

5. Sabendo que a fórmula da gordura do amendoim é $C_{18}H_{34}O_2$ e que a reação de combustão só é possível com a presença de O_2 e que esta queima gera CO_2 e H_2O , escreva a reação química balanceada que representa a queima da gordura do amendoim.