

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

DANIEL MOREIRA DE FARIA

O ENSINO DE TERMOQUÍMICA NUMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA E CTS
ENVOLVENDO OS CONCEITOS DE CALOR, TEMPERATURA, ENERGIA
CINÉTICA E ENERGIA POTENCIAL

Belo Horizonte
2016

DANIEL MOREIRA DE FARIA

O ENSINO DE TERMOQUÍMICA NUMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA E CTS
ENVOLVENDO OS CONCEITOS DE CALOR, TEMPERATURA, ENERGIA
CINÉTICA E ENERGIA POTENCIAL

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências.

Área de concentração: Ensino de Ciências

Orientadora: Profa. Dr^a. Nilma Soares da Silva

Belo Horizonte
2016

RESUMO

O presente trabalho consiste num relato de uma sequência didática elaborada, desenvolvida e aplicada para as aulas de Química de uma turma da 2ª série do Ensino Médio de uma escola particular da cidade de Belo Horizonte sobre o tema energia para o ensino da Termoquímica, dando enfoque aos conceitos de calor, temperatura, energia cinética e energia potencial. Priorizamos como referencial para proposição e condução das atividades, além da análise dos resultados a abordagem investigativa e os pressupostos da relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Buscávamos atividades que contemplassem, sempre que possível, o conflito cognitivo nos estudantes as quais produziriam processos de desequilibrações de certos pontos de vista sobre situações-problema relacionados ao tema. Além disso, pretendíamos oportunizar aos estudantes o convívio com outros recursos existentes nas redes sociais (em especial, no Facebook) que pudessem descortinar possibilidades de melhorar o processo de ensino-aprendizagem e desenvolvê-lo não só durante o tempo da sala de aula. A sequência de ensino foi pensada para ocorrer em 5 aulas, mas foi estendida para 6 aulas tendo em vista que as discussões que ocorreram em determinada parte dos trabalhos demandaram o aumento do tempo dedicado às atividades. As propostas variavam entre atividades experimentais, leitura de textos, divulgação dos resultados com auxílio do Facebook, produção de textos para responder questões de concursos vestibulares, apresentação oral com auxílio de programa de apresentação de slides, produção de gráficos e a proposição de um debate sobre fontes renováveis e não-renováveis de energia. O trabalho foi um sucesso entre os estudantes que se mostraram muito motivados para cada uma das atividades propostas. As situações se mostraram, na maioria das vezes, investigativas pois apresentavam marcas típicas dessa abordagem. Em algumas situações eram nítidas as características da relação existente entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Notei tanto pela fala quanto pelos textos que algumas atividades conseguiram levar os estudantes ao conflito cognitivo, os quais realmente conduziram a desequilibrações de crenças e concepções prévias. O uso do Facebook que, até certo ponto, parecia ser óbvio para os adolescentes, foi uma surpresa já que a maioria absoluta dos estudantes não sabia usar certas ferramentas disponibilizadas na página da rede social. Concluímos que o trabalho

atingiu os seus objetivos com sucesso e abre novas possibilidades de pesquisas futuras sobre o tema.

Palavras-chave: Abordagem investigativa; abordagem CTS; conflito cognitivo; tecnologias de informação e comunicação.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma das fases de uma atividade investigativa	12
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVO DO ESTUDO.....	11
2.1 Objetivo geral.....	11
2.2 Objetivo específico.....	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
4 METODOLOGIA.....	21
4.1 Metodologia de pesquisa.....	21
4.2 Metodologia de ensino.....	23
4.2.1 Primeira aula da sequência de ensino.....	25
4.2.2 Segunda aula da sequência de ensino.....	27
4.2.3 Terceira aula da sequência de ensino.....	28
4.2.4 Quarta aula da sequência de ensino.....	30
4.2.5 Quinta aula da sequência de ensino.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5.1 Aula 1.....	32
5.2 Aula 2.....	35
5.3 Aula 3.....	40
5.4 Aula 4 e 5.....	49
5.5 Aula 6.....	53
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXO A - Planejamento completo da sequência didática.....	61
ANEXO B - Termo de consentimento livre e esclarecimento.....	84
ANEXO C - Autorização da escola para realização da pesquisa.....	86

1. INTRODUÇÃO

A história da construção desse trabalho de conclusão de curso é um pouco longa. Tentarei ser o mais breve possível a fim de não cansar o/a leitor/a para a parte central do estudo. No entanto, não poderia deixar de falar um pouco desse momento histórico da minha vida porque nesse processo de construção fui me transformando como educador e como ser humano.

A motivação e a importância da proposta de trabalho está na recorrente demanda por novas abordagens que possam, por ventura, oferecer novas possibilidades de propiciar um processo de ensino-aprendizagem que valorize o desenvolvimento de múltiplas habilidades do estudante.

Outro fator motivador e que incrementa importância ao estudo é o fato de que inúmeros conceitos da Termoquímica vindos do estudo da Termodinâmica são consideravelmente abstratos e, acredito que, poderiam ser melhor compreendidos pelos estudantes numa sequência didática baseada numa abordagem diferente do ensino tradicional comprovadamente responsável por inúmeros casos de insucesso escolar nesse assunto.

Ao encontro com essa necessidade de novas metodologias de ensino a abordagem investigativa tem se mostrado ferramenta útil para a professora/o professor potencializar habilidades dos estudantes que, por meio da metodologia tradicional, não poderiam ser tão claramente desenvolvidas e/ou melhoradas tais como a autonomia, a tomada de decisão, a participação em grupos de discussão, o confronto e a aceitação de ideias e concepções, a capacidade de diálogo, uso e, assim, a maior chance de incorporação do vocabulário científico, o contato com parte da rotina de um cientista e do fazer científico, entre outras várias oportunidades.

Somado a esse fato, uma observação diária da minha prática docente mostra uma baixa assimilação e uso correto dos conceitos cientificamente adequados de calor e temperatura, energias cinética e potencial armazenada pelas partículas de um material, além das variações dessas formas de energia quando da ocorrência de

transformações físicas, nucleares e químicas. Isso porque esses conceitos estão ora impregnados de concepções prévias dos estudantes, ora das concepções das outras áreas do conhecimento científico (Biologia, Física ou Geografia).

Outro fator relevante na minha escolha foi o fato de que energia potencial, energia cinética, calor e temperatura são conceitos erroneamente usados por muitos professores de Ciências com os quais pude conversar sobre o tema ao longo da minha carreira.

A influência da demanda do público com o qual trabalho foi outro fator relevante na minha escolha. Como a grande maioria dos estudantes está se preparando para a realização do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ao final da 3ª série do ensino médio e o assunto Termoquímica tem sido recorrentemente abordado, torna-se fundamental em minhas aulas o desenvolvimento de novas estratégias de abordagem desse conteúdo na intenção de propiciar o aprendizado mais efetivo dos meus alunos.

Dessa forma, considero que o contato com a elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática baseada numa abordagem alternativa de ensino (investigativa e envolvendo a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade) por um profissional completamente acostumado a trabalhar com a abordagem tradicional, podem tornar o presente trabalho relevante para a formação de um professor de Química.

Quanto à justificativa pessoal para esse trabalho indico a identificação de sentidos no ensino de ciências por investigação durante as leituras de textos de uma autora que muito me inspirou durante o curso especialização de Ensino de Ciências por Investigação – 6ª turma (ENCI VI), a professora Anna Maria Pessoa de Carvalho. Tal autora, usando sua fluidez e assertividade de linguagem, pôde materializar, na forma de palavras, muito do que penso e sinto sobre educação. Num de seus inúmeros textos ela apresenta que “[...] Não podemos mais continuar ingênuos sobre como se ensina, pensando que basta conhecer um pouco o conteúdo e ter jogo de cintura para mantermos os alunos nos olhando e supondo que enquanto prestam atenção eles estejam aprendendo.” (CARVALHO, 2004, p. 1). Quantas foram as vezes em

que, numa aula cujo método tradicional era por mim aplicado, tive essa percepção forte a partir da observação da fisionomia e comportamento dos estudantes.

Dessa forma, em minha visão de professor, considero que a abordagem investigativa pode ser uma forma eficaz de incluir, no ensino de Ciências, não só a dimensão conceitual, mas também as dimensões procedimental e atitudinal (CARVALHO, 2004, p. 2). Apesar disso, eu não consigo visualizar o uso da abordagem investigativa de ensino sendo aplicada no desenvolvimento de todos os conteúdos a serem abordados no ensino de Química (muito disso por minha própria limitação). No entanto, percebo que tal abordagem se torna uma forte e contundente forma de se produzir uma sequência didática no ensino-aprendizagem do tema Termoquímica podendo ser considerada uma ferramenta valiosíssima nas mãos das(os) professoras(es) capacitadas(os) para desenvolver persistentemente novos planejamentos que oportunizem o aprendizado verdadeiro aos estudantes.

No entanto, a história da concepção desse trabalho não acaba por aqui. A proposta inicial do trabalho de conclusão de curso da especialização passava somente por realizar uma sequência didática para o ensino de Termoquímica que fosse uma alternativa aos professores de ensino médio que poderiam se sentir motivados a aplicá-la em suas respectivas turmas. No entanto, o que me levou a fazer o ENCI VI foi a discussão realizada por uma professora doutora durante uma matéria chamada Didática do Ensino de Química do 7º período do curso de Química Licenciatura na UFMG chamada Nilma Soares da Silva. Nessa disciplina foram inúmeros os textos estudados e apresentados, mas muito me chamou a atenção a discussão travada em uma aula sobre a abordagem investigativa. Nessa mesma aula a professora citada disse que a UFMG oferecia um curso de especialização a distância de nome Ensino de Ciências por Investigação. Desde então tinha a ideia fixa de fazer o referido curso e quando chegou o momento de escolher o(a) orientador(a) do presente trabalho não poderia ser outra pessoa senão a Nilma que, por forte intermédio da tutora da minha turma no ENCI VI mestre Janaina Hudson Ferreira (a qual sou muito grato), foi minha grande motivadora e iniciadora nas abordagens investigativa e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Quando marcamos nosso primeiro encontro presencial (orientadora/orientando) uma das primeiras perguntas que Nilma me fez foi se eu pretendia dar prosseguimento aos estudos em nível de

pós-graduação após a conclusão do ENCI. Eu prontamente disse que sim. Então ela me disse que o atual momento histórico das pesquisas por ela orientadas todos passavam por desenvolver as novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) a favor do processo de ensino-aprendizagem. Na hora levei o maior susto porque tenho bastante aversão ao uso de tecnologias advindas do uso da informática. No entanto, não tenho nenhum receio de novos desafios. E prontamente aceitei a proposta dela que era incluir no trabalho alguma TIC. Nesse encontro recebi um livro de presente que mostrava os novos trabalhos realizados com as mais variadas TICs.

Após a leitura do livro Ensino de Química mediado pelas TICs que tem como organizador o professor doutor Alfredo Luis Mateus, me motivei significativamente com uso do Facebook como mais uma ferramenta para auxiliar os estudantes no aprendizado da Química. Um recurso muito próprio do cotidiano dos meus alunos e que poderia dar um resultado muito satisfatório.

Dessa forma, posso concluir que esse trabalho não é construção exclusiva minha, mas tem a contribuição de personagens fundamentais para que deixasse de ser um sonho e passasse a fazer parte do campo da realidade, desde os estudantes que participaram da sequência didática que será alvo do relato, passando por todos que, com muito carinho, foram citados nos parágrafos anteriores e aos quais serei sempre grato por ter feito parte da minha história como professor.

2. OBJETIVO DO ESTUDO

2.1. Objetivo geral

O objetivo deste trabalho de monografia de final de curso da Especialização em Ensino de Ciências por investigação é relatar uma experiência vivenciada (em alguns momentos de forma narrativa) com a elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática para o ensino de Termoquímica abordando os conceitos de calor, temperatura, energia cinética e energia potencial para estudantes da 2ª série do ensino médio.

2.2. Objetivo específico

Elaborar uma sequência didática ancorada nos preceitos preconizados pelas abordagens de ensino investigativa e de relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Além disso, na produção do planejamento das atividades para o desenvolvimento da narrativa de ensino dar-se-á preferência àquelas que possam produzir algum tipo de conflito cognitivo entre as concepções prévias do estudante e os resultados alcançados pelas atividades propostas.

Com esse trabalho pretende-se também oportunizar aos estudantes o convívio com outros recursos existentes nas redes sociais tão frequentemente usadas pelos jovens (em especial, a criação de um grupo fechado no Facebook) que possam descortinar novas e infindáveis possibilidades de melhorar o processo de ensino-aprendizagem e desenvolvê-lo para além do espaço físico da sala de aula.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Geralmente, os conceitos de calor, temperatura, energia cinética e energia potencial colocam o estudante diante de uma forma de raciocínio científico bastante abstrato. Além do mais, é comum encontrar concepções prévias dos estudantes sobre esses conceitos os quais são recorrentes e discordantes (sendo muitas das vezes conflitantes) dos conceitos cientificamente adequados ao contexto do aprendizado escolar.

Além disso, o conceito de energia é central dentro do ensino de Ciências já que é necessário o entendimento da concepção científica desse tema para o aprendizado de determinados conceitos durante os estudos da Biologia, Física, Geografia e Química. De acordo com Auth e Angotti (citado por SOUZA; JUSTI, 2011)

[...] energia é um conceito unificador nas Ciências, incorporando tanto as mudanças entre as formas energéticas manifestadas, como a conservação dessas formas nos sistemas. Além disso, reúne potencial para interligar tópicos de diferentes áreas do conhecimento, favorecendo o estabelecimento de relações em nível interdisciplinar.

Passando para o campo dos movimentos que permeiam o processo de ensino e aprendizagem, estudamos Piaget (citado por AGUIAR JR, 1999, p. 75) e concordamos com sua proposição sobre o conhecimento, que para esse autor é o

[...] ato de interpretação de um sujeito que, diante de uma novidade, aciona esquemas de assimilação e os modifica por acomodação às situações que lhe parecem perturbadoras. Nesse processo ativo de assimilações e acomodações, ou seja, de integrações e diferenciações, o sujeito acaba por engendrar equilíbrios majorantes, isso é, restaura o equilíbrio num patamar que enriquece suas possibilidades de compreensão, bem como a extensão do campo de aplicação de suas "teorias".

Nesse contexto, interpretamos que o ensino de Ciências numa abordagem investigativa pode propiciar situações de desequilíbrio por meio da vivência de situações perturbadoras das concepções prévias do sujeito a fim de oportunizar o crescimento ou desenvolvimento conceitual do estudante. Isso porque, segundo Aguiar Jr (1999, p. 75) “[...] o processo de construção é assim um processo de reestruturação no qual todo conhecimento novo é gerado a partir de outros prévios.”

É válido ressaltar que acredito que a intencionalidade do saber escolar não deve ser nunca a de fazer o estudante abandonar suas crenças pessoais ou empíricas (concebidas por ele próprio ou hereditariamente aprendida) e substituir suas concepções prévias com o argumento de que estão erradas já que não são cientificamente corretas, quase como se considerasse os cientistas os “donos da verdade” e o conhecimento científico a via única de acesso ao esclarecimento do pensamento e da atitude humana.

Portanto é importantíssimo que o/a professor/a tome consciência de que os estudantes veem para sala de aula cheios de conhecimentos prévios, algumas vezes do senso comum e outras vezes de consultas geralmente feitas em livros, internet ou das próprias experiências individuais do cotidiano já que tem significativas implicações no processo de ensino-aprendizagem de Ciências no Ensino Médio. Assim, se faz necessário usar estratégias de ensino que considerem esse “convívio” entre concepções prévias dos estudantes e ideias cientificamente adequadas e produzidas baseadas nas pesquisas e nos trabalhos de diversos pesquisadores. Na intenção de exemplificar isso Viennot (citado por MORTIMER, 1996, p. 21) diz que

Os estudos realizados sob essa perspectiva revelaram que as ideias alternativas de crianças e adolescentes são pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema e bastante estáveis e resistentes à mudança, de modo que é possível encontrá-las mesmo entre estudantes universitários.

Uma maneira de conduzir as atividades de ensino-aprendizagem de modo a oportunizar até mesmo aos indivíduos mais resistentes a mudança de pensamento e concepção seria a proposição de atividades que levem ao conflito cognitivo, ou seja, contemplar situações-problema os quais desestabilizem as convicções e crenças do sujeito sobre o tema estudado. De acordo com Mortimer (1996, p. 24)

Apesar de a maioria das estratégias de ensino que usam o conflito cognitivo no processo de ensino-aprendizagem ter uma raiz piagetiana, elas parecem desconhecer duas características importantes da teoria da Equilibração. A primeira é que as lacunas são tão importantes quanto os conflitos. São poucos os autores que se referem às lacunas como um tipo de perturbação. Várias estratégias baseadas no conflito cognitivo parecem não reconhecer que, muitas vezes, no processo de construção de uma ideia nova, a falta de informações para interpretar os resultados de um experimento é obstáculo maior que o conflito entre as ideias dos estudantes e os resultados. A

segunda característica é relacionada à terceira forma de Equilibração da teoria piagetiana. Muitas dificuldades no processo de aprendizagem estão relacionadas à construção de totalidades, com forte poder de explicação, que podem ser generalizadas a um grande número de fenômenos. Muitas vezes o estudante permanece no plano dos esquemas, “procedimentos e rituais” (Edward & Mercer, 1987) e não passa para o plano superior dos princípios, das explicações. Em função disso, o aluno não tenta generalizar essas explicações a fenômenos diversos, pois não as reconhece como gerais e sim como mais um esquema localizado. Essas dificuldades estão relacionadas às diferenças entre uma teoria científica geral e independente do contexto e os esquemas e subsistemas cotidianos, nem sempre gerais e muitas vezes dependentes do contexto. Uma estratégia de ensino deveria lidar com essa terceira forma de Equilibração e auxiliar os estudantes a superarem suas dificuldades em generalizar.

Especialmente no assunto que tratarei nesse trabalho (calor, temperatura, energia cinética e energia potencial), o qual é, geralmente, visto tanto pela Física quanto pela Química na 2ª série do ensino médio e tem implicações na Biologia, é recorrente o número de vezes que já ouvi os estudantes indagarem coisas do tipo “esse é igual ao calor da Física?”, “temperatura aumenta como na Biologia?” entre outras. Isso me remete a uma dificuldade de generalização recorrentemente entre os estudantes observada tanto na expressão verbal quanto escrita de conceitos científicos vinculados aos problemas cotidianos apresentados. Considerando esses aspectos, a sequência didática proposta tentará contemplar situações do cotidiano que confrontem os estudantes com situações de generalizações dos conceitos cientificamente estudados.

Avançando no sentido do entendimento do melhor modo de se conduzir os estudantes a um aprendizado efetivo Aguiar Jr (1999, p. 75) diz que todo conhecimento novo não está contido nos esquemas de partida, mas resulta de uma atividade do sujeito quando de sua interação com o meio físico e social.

No sentido piagetiano, a interação consistirá sempre num grau de novidade e, portanto, de perturbação para o sujeito, o que determina uma busca. Conhecer implica atuar e atuar supõe um processo de modificação e mudança produzida pelo duplo jogo da assimilação e da acomodação. É preciso dizer ainda que a interação do sujeito com os objetos do conhecimento é mediada pela linguagem, pela cultura e pela relação com outros membros da cultura. (Aguiar Jr, 1999, p. 75).

Dessa forma, fica evidente que é fundamental que o estudante deixe de ser um sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem (premissa do ensino tradicional) e passe ao “papel” de sujeito ativo que, durante as aulas de Ciências,

questiona, dialoga, interage com o objeto de estudo, produz de forma autônoma ideias antes e após a interação sobre o fenômeno e seja apresentado a produção científica de forma a romper paradigmas e estereótipos do fazer científico tão arraigados no ensino (premissa do ensino nas abordagens investigativa e CTS).

Apoiamos em Carvalho (2004, p. 5) quando aponta que Piaget contribuiu muito para o desenvolvimento do ensino de Ciências por trazer a noção de que

[...] os alunos trazem para as salas de aula noções já estruturadas, com toda uma lógica própria e coerente e um desenvolvimento de explicações causais que são fruto de seus intentos para dar sentido às atividades cotidianas, mas diferentes da estrutura conceitual e lógica usada na definição científica desses conceitos, abalou a didática tradicional, que tinha como pressuposto que o aluno era uma tábula rasa, ou seja, que não sabia nada sobre o que a escola pretendia ensinar.

Isso conduz novamente a busca de estratégias de ensino que promovam, sempre que possível, o conflito cognitivo no estudante. Situações propostas e controladas tanto pelo/a professor/a quanto pelo estudante, por meio dos mais variados recursos, desde experimentos, demonstrações, vídeos, até a leitura de textos, uso de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) entre outros recursos didáticos podem contribuir. Nesse sentido Mateus *et al* (2015, p. 9) considera que

Na sociedade atual, as escolas precisam contribuir para a formação de pessoas que consigam criar, resolver problemas, selecionar, analisar e sintetizar informações de maneira conectada, colaborativa e crítica. A tecnologia, nesse contexto, é um instrumento que permite buscar esses objetivos de maneira efetiva.

Assim esse trabalho é motivado pela tentativa de se produzir uma sequência didática baseada no ensino que contribua com o processo de aculturação científica dos estudantes em Termoquímica. Para Carvalho (2004, p. 2)

Um ensino que vise à aculturação científica deve ser tal que leve os estudantes a construir o seu conteúdo conceitual participando do processo de construção e dando oportunidade de aprenderem a argumentar e exercitar a razão em vez de fornece-lhes respostas definitivas ou impor-lhes seus próprios pontos de vista transmitindo uma visão fechada das ciências.

Também, de acordo com Mateus *et al* (2015, p. 170), introduzimos as TICs aqui utilizadas de modo coerente com as concepções do/a professor/a quanto ao

processo de ensino-aprendizagem. Como a sequência de didática proposta se baseou (durante a concepção e construção) nas estratégias de ensino de Ciências por investigação e a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), o uso das TICs foi introduzido de modo a propor e vivenciar atividades junto aos estudantes que, segundo Paula (2015, p. 189) podem

[...] contribuir para que eles aprendam as ideias das ciências, enquanto aprendem sobre as ciências, bem como aprendem a “fazer ciências”. Para isso, entretanto, precisamos ampliar o protagonismo dos estudantes nas ações que constituem as diversas fases de uma atividade investigativa [...]

De um vasto conjunto de opções de TICs eu, autor do trabalho, escolhi a criação de um grupo fechado no Facebook. Dentre as várias possibilidades dessa ferramenta, a que mais me chamou atenção foi na ampliação da comunicação entre os membros da comunidade “sala de aula” e desses membros com o professor. Isso vislumbrou para mim uma série infindável de possibilidades de exploração da linguagem para o ensino de Química. Como Mateus *et al* (2015, p. 151) afirmam

Muitos professores acreditam que o uso dessas redes sociais causa dispersão dos estudantes, que mantêm-se atentos às telas de seus dispositivos eletrônicos e não se concentram nas aulas. [...] Os estudantes já fazem amplo uso dessa rede social, então, ao invés de bani-lo da sala de aula, é possível inserir o Facebook na rotina escolar e, a partir daí, discutir Química com os estudantes.

Assim, durante o desenvolvimento da sequência proposta, adotei outro paradigma sobre como os estudantes devem acompanhar as aulas, desde os objetos que podem utilizar (cadernos, lápis, borrachas, celulares...) até o modo como se dispõem as carteiras em sala devem ser alvo de reflexão constante e reavaliação da permissão ou não do uso de tais possibilidades.

Nesse contexto, se faz necessário salientar que a realidade dos estudantes das escolas particulares de Belo Horizonte quanto ao acesso à aparelhos de alta tecnologia da informática, a grosso modo, é de uma homogeneidade de distribuição de bens tipo aparelhos de telefonia celular com acesso à internet e computadores, seja residenciais ou portáteis. O uso desses aparelhos para comunicação seja via voz ou textos de curto ou longo número de caracteres é uma rotina que “disputa a atenção” dos estudantes com o professor.

Dentre as possibilidades que o grupo fechado do Facebook permite são, segundo Mateus *et al*, de modo geral, “compartilhar recursos para explorar, aprofundar, complementar ou ilustrar aspectos discutidos em sala de aula” devido ao pouco tempo disponível nos encontros presenciais, “extensão de trabalho desenvolvido em sala de aula”, “propor enquetes”, “compartilhar fotos e vídeos”, “compartilhar piadas que envolvam conhecimento químico”, “compartilhar arquivos”, dentre outros. Algumas dessas potencialidades permitidas pelos grupos no Facebook serão discutidas, quando pertinente, durante esse trabalho. Para Mateus *et al* (2015, p. 191) essa TIC é uma ferramenta bastante útil para que

[...] os estudantes tornem públicos os resultados das investigações das quais eles participaram. Do ponto de vista das ciências, as evidências que sustentam as conclusões de uma investigação devem sobreviver às críticas daqueles que têm interesse nos resultados da mesma, mas podem duvidar das evidências ou das conclusões apresentadas. Propiciar aos estudantes a oportunidade de vivenciar esse aspecto do processo de produção e validação do conhecimento científico no contexto de uma atividade escolar implica abrir oportunidades para que esses sujeitos comuniquem os resultados da investigação a eventuais interessados [...]

Outra perspectiva norteadora de trabalho, a abordagem investigativa tem muito a contribuir com o processo de ensino-aprendizagem de Ciências em sala de aula. Para Martins e Silva (2013, p. 10-11) “o objeto de qualquer atividade experimental investigativa é aumentar o estado de conhecimento sobre fenômenos e aspectos da realidade, sobre as implicações de uma teoria ou um conjunto de teorias ou, ainda sobre a consistência interna dela(s).” No que tange as atividades de caráter experimental em sala de aula Izquierdo *et al* (citado por IZIDÓRIO; SILVA; QUADROS, 2013) afirmam que

[...] a experimentação, na escola, pode ter diversas funções, tais como a de ilustrar um princípio, desenvolver atividades práticas, testar hipóteses ou como investigação. Essa última [...], é a que possui uma maior potencialidade, pois pode facilitar o aprendizado dos estudantes.

Portanto, a construção e o desenvolvimento da sequência didática estão ancorados nos preceitos do ensino de Ciências pela adoção da abordagem investigativa a qual podemos resumir as fases e processos das atividades experimentais investigativas escolares pelo fluxograma que se segue produzido por Martins e Silva (2013, p.14).

A fase em destaque cinza é importante, mas não-essencial para caracterizar a atividade como investigativa:

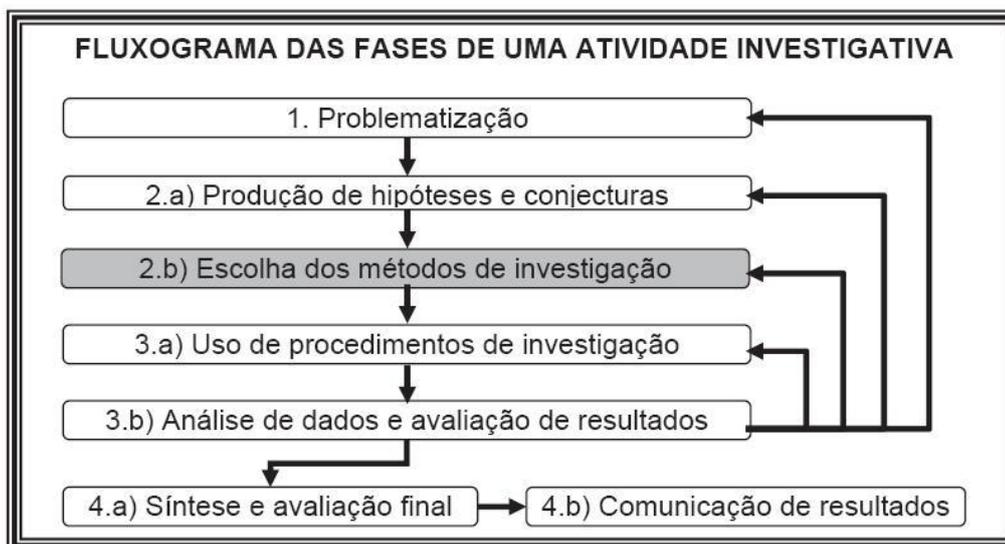


Figura 1 – Fluxograma das fases de uma atividade investigativa

Fonte: MARTINS e SILVA, 2013, p.14

Segundo Martins e Silva (2013, p.15)

As fases consideradas essenciais de uma investigação pressupõem processos associados à problematização, ao uso de procedimentos adequados, à análise dos resultados, à produção e à divulgação de conclusões, bem como à avaliação de quanto a investigação realizada promoveu “respostas” ao problema ou uma nova maneira de compreendê-lo.

Além disso, por vezes, as atividades propostas na sequência de ensino estão permeadas pela relação existente entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Nesse contexto consideramos a contribuição de Lima e Castro (2015, p. 4-5) fundamental no sentido de esclarecer melhor, já que consideram

Mais que um método ou uma abordagem de ensino, a abordagem CTS remete à uma reflexão sobre as razões para ensinar ciências num mundo cada vez mais permeado pela tecnologia, pelo acúmulo da produção de informações, pela rapidez com que estas são socializadas e descartadas, bem como pela participação dos cidadãos comuns em debates de interesse coletivo. Em outras palavras, a Ciência e a Tecnologia, assim como suas relações com a sociedade, saturam o dia-a-dia dos indivíduos na atualidade e impõem-se como formas de viver e pensar.

De certa forma o presente trabalho pauta-se na importância da linguagem no processo de ensino-aprendizagem já que muitas das oportunidades possibilitadas pela abordagem investigativa e CTS têm relação direta com o posicionamento verbal e escrito do professor/a e dos estudantes. Assim, uma das marcas de maior destaque nas aulas alicerçadas pelas abordagens investigativas e CTS é a participação oral bem mais intensa dos estudantes. Esse é um dos fatos mais desafiadores na mudança do comportamento do professor que está iniciando a transição de uma “postura” em sala de aula exclusivamente pautada no discurso de autoridade, o qual é, segundo Mortimer e Scott (citado por Aguiar Jr. e Paula, 2015, p.13), “centrado na perspectiva da ciência, fechado, unívoco, em que apenas a maneira científica de considerar o tema é levada em consideração” para uma mescla entre o discurso de autoridade e o discurso dialógico esse, por sua vez, “aberto, polifônico, em que múltiplos pontos de vista são levados em consideração” (Mortimer e Scott citado por Aguiar Jr. e Paula (2015, p.12-13)). Nesse sentido, a contribuição de Aguiar Jr. e Paula (2015, p.15) é relevante para entendermos a tensão existente entre discurso dialógico e discurso de autoridade

Na educação em ciências, o discurso de autoridade prevalece na maioria das ocasiões e o discurso dialógico se apresenta normalmente em duas situações: 1º- nas aulas de abertura de um tema quando o professor faz um levantamento de ideias prévias dos estudantes; 2º- quando um problema genuíno é apresentado aos estudantes e eles têm elementos para uma solução satisfatória do mesmo, embora eles não reconheçam prontamente qual é a solução mais adequada. Nesse segundo caso, podemos estar diante de situações de ensino que denominamos “investigativas”. Quando é assim, o professor orienta o trabalho dos estudantes de modo que eles possam aplicar as ideias científicas recentemente aprendidas em situações e contextos novos, o que demanda certa liberdade para que possam tatear e cometer erros, discutir e examinar soluções.

Não temos a pretensão de realizar a análise dos discursos dos estudantes nem tampouco do professor, mas diante de uma estratégia de ensino-aprendizagem (investigativa e CTS) concebida a partir do diálogo oral, escrito e, muitas vezes, mental, se faz necessário dedicar uma parte dessa seção a esse esclarecimento.

Somado a isso, Mateus *et al* (2015, p. 27) alerta sobre as principais formas de linguagem que o/a professor/a deve contemplar a fim de oportunizar um aprendizado efetivo aos seus alunos/as

A compreensão da linguagem química e de representações como fórmulas, equações e gráficos é parte importante do conhecimento químico. A compreensão da relação entre as propriedades de um material e a estrutura de uma molécula, a previsão de tendências e comparação de diferentes compostos, envolve a habilidade de reconhecer os significados de aspectos registrados em fórmulas estruturais.

Dessa forma, a sequência de ensino que foi proposta nesse trabalho contempla atividades que levem em consideração o contato do educando com construção de gráfico, a análise de situações com o objetivo de observar e produzir padrões, além de relacionar as possíveis consequências de situações diversas vinculadas à Termoquímica a partir das estruturas moleculares das substâncias que participaram da transformação, parte das atividades propostas.

Com a intenção de estabelecer a importância da diferenciação entre os conceitos cientificamente adequados daqueles do senso comum que os estudantes trazem consigo devido às experiências do cotidiano sobre calor e temperatura, Aguiar Jr (1999, p. 75) considera

[...] fundamental à didática em ciências e à formação docente a consciência de que falamos de coisas distintas quando usamos as mesmas expressões utilizadas pela linguagem cotidiana. A indiferenciação de conceitos, a substancialização do calor, a atribuição de propriedades de “atração” e “repulsão” ao calor e ao frio e a ideia de que a temperatura revela a “quantidade de calor” existente em um corpo são alguns traços característicos do pensamento de senso comum acerca dos processos térmicos.

Assim, cabe ao professor assimilar e diferenciar tais conhecimentos para que, durante suas aulas, não transfira suas próprias concepções vindas do senso comum e impregne o planejamento das atividades didáticas de ideias equivocadas do ponto de vista científico sobre os conceitos de calor e temperatura.

4. METODOLOGIA

4.1. Metodologia de pesquisa

Baseada no relato de fatos observados quando da elaboração e desenvolvimento da sequência didática, o presente trabalho se enquadra numa modalidade de pesquisa descritiva e qualitativa. O professor de Química, autor do trabalho, registrou suas observações diretas num caderno de campo e, com uso de um gravador acoplado a um aparelho de telefone móvel, gravou os diálogos travados entre os estudantes durante a construção da narrativa de ensino (Aguilar, 2005, p.18-19).

A abordagem escolhida será por vezes investigativa e outras vezes ancorada na abordagem que relaciona Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), numa tentativa de propiciar uma dinâmica de construção e consolidação do conhecimento científico totalmente diferente da que os estudantes estão acostumados no cotidiano, já que se trata de uma escola que funciona sob a égide da metodologia tradicional de ensino. A metodologia tradicional é marcada pela transmissão do conhecimento pelo professor de modo que as estratégias de ensino estão centradas na figura do professor que considera pernicioso ao processo de ensino-aprendizagem qualquer conversa em sala de aula e o uso de qualquer outra ferramenta de ensino. Os estudantes, geralmente, se dispõem em filas com suas carteiras e só participam das aulas quando lhes é autorizado pelo professor. A forma mais comum do estudante praticar o conteúdo ao qual foi apresentado é por meio de exercícios.

Aplicou-se a sequência didática em uma turma da 2ª série do ensino médio do turno matutino de uma escola da rede particular de ensino da zona sul da cidade de Belo Horizonte, turma essa do professor autor do trabalho constituída por 30 estudantes. A escola conta com um laboratório de ensino bem equipado e com todos os materiais e vidrarias que poderão ser utilizados nas atividades. Além disso, a escola possui aparelho de projeção de arquivos de multimídias.

Os estudantes só poderiam participar do estudo se trouxessem assinado pela(o) responsável um termo de consentimento livre e esclarecimento. Além disso, o diretor da escola assinou um termo de autorização da escola para a realização da

pesquisa. Um modelo dos referidos documentos se encontra entre os anexos do presente trabalho.

Na análise dos resultados serão transcritas algumas falas dos estudantes durante o desenvolvimento das atividades da sequência didática. A cada fala de uma aluna ou aluno será usado um nome fictício na tentativa de preservar a identidade dos estudantes.

4.2. Metodologia de ensino

A sequência de ensino foi planejada para ser desenvolvida em 5 aulas de 50 minutos. As atividades propostas, em sua grande maioria, foram extraídas ou adaptadas do livro “Química para o Ensino Médio”, volume único, dos autores Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado, 1ª edição, 2003, da Editora Scipione. Duas atividades específicas foram extraídas e adaptadas dos livros Ciências 9º ano, volume 4, do autor Marcos Ragazzi, de 2011, da Editora Bernoulli e dos autores Ívina Paula de Souza e Wanderson Sena Moreira intitulado “Caderno de Laboratório 2ª série Ensino Médio” também da editora Bernoulli.

O planejamento da sequência de ensino foi escrito baseado nas fases de problematização inicial, desenvolvimento da narrativa de ensino, aplicação dos novos conhecimentos e reflexão sobre o que foi aprendido, com referência no material de Aguiar (2005, p.18-19). Para iniciar o planejamento foram respondidas, para a delimitação do foco da sequência de ensino, as questões: por que ensinar, pra quem ensinar, como ensinar e qual é o número de aulas disponível?

As atividades propostas pela sequência de ensino foram por mim, autor do presente trabalho, desenvolvidas do dia 27 de abril de 2016 até o dia 25 de maio de 2016, em aulas de 50 minutos semanais, totalizando 5 semanas para finalização das atividades. Todas as atividades foram planejadas para que ocorresse uma investigação do tipo estruturada que, segundo Sá *et al* (2013, p. 15) consiste numa prática em que

[...] o professor, oralmente ou por meio de um roteiro, propõe aos estudantes um problema experimental para eles investigarem, fornece os materiais, indica os procedimentos a serem utilizados e propõe questões para orientá-los em direção a uma conclusão. Os estudantes devem descobrir relações variáveis, cuja importância foi apresentada pelo professor, ou produzir generalizações a partir dos dados coletados.

Esse tipo de investigação foi escolhido devido ao diminuto tempo disponível para a conclusão do planejamento ao qual a escola exige que seja cumprido ao final do ano letivo. Além disso, quanto mais orientadas fossem as atividades menos os

estudantes sentiriam diferença quanto ao método tradicional ao qual eram submetidos em todas as aulas de todas as disciplinas que participavam na escola.

Um detalhamento maior das atividades desenvolvidas com os estudantes nessa sequência de ensino estão registradas nos anexos do presente trabalho.

Busquei produzir uma sequência que contemplasse, sempre que possível, atividades que levassem os estudantes ao conflito cognitivo influenciado pelas ideias de Piaget. Somado a isso, foram tentadas estratégias de ensino que tornassem o sujeito mais independente no seu próprio processo de aprendizagem a contribuir com os estudantes com o que Mateus *et al* (2015, p. 189) chamam de aprender “[...] as ideias das ciências, enquanto aprendem sobre as ciências, bem como aprendem a ‘fazer ciências’ ”.

4.1.1. Primeira aula da sequência de ensino

Inicialmente as atividades foram desenvolvidas no laboratório, ambiente bem diferente daquele comum ao nosso cotidiano de sala de aula. Cada bancada no laboratório comporta, no máximo, 6 estudantes. Assim, foi solicitado que se dividissem em grupos, os quais foram escolhidos por afinidade. Logo que a divisão foi finalizada, os estudantes foram informados que esses seriam os grupos de trabalho por toda a sequência didática. Ao final dessa atividade foram obtidos 5 grupos sendo 2 com 6 estudantes e 3 com 5 estudantes.

Para iniciar as atividades, uma folha impressa com o texto de título “Combustíveis e formas alternativas de energia” extraído na íntegra do livro “Química para o Ensino Médio” foi distribuído a cada componente do grupo. Essa estratégia de ensino foi pensada como uma atividade de problematização para abertura do tema (segundo Aguiar, 2005, p.18-19). Para leitura desse texto foi destinado 15 minutos. Os grupos tiveram o mesmo tempo para responderem a 8 perguntas de verificação acerca da leitura que haviam realizado. Em seguida, os grupos foram convidados a se sentarem formando uma grande roda para que fizéssemos a discussão das perguntas em plenária.

Ao final dessa atividade os estudantes foram alertados verbalmente sobre a criação de um grupo fechado no Facebook no qual deveriam postar as respostas das 8 perguntas que acompanhavam o texto de problematização do assunto, sendo que deveria ser uma postagem por grupo. Não havia estudante que não tinha conta no Facebook, então foi pedido que buscassem o grupo pelo nome e pedisse aceitação. As normas de postagem foram colocadas na página do grupo.

Bem ao fim do encontro, os grupos realizaram uma atividade experimental intitulada “Temperatura e a sensação de quente e frio” extraída do livro “Ciências – 9º ano”. Nessa atividade cada estudante do grupo deveria ficar cerca de um minuto com as duas mãos num béquer com água a temperatura ambiente. Em seguida, cada mão deveria ser introduzida em dois béqueres distintos: um com água gelada e outra com água aquecida. Ao final da atividade, os estudantes deveriam anotar as sensações que tiveram ao realizar o experimento para discussão na próxima aula com a

intenção de que pudessem associar o que sentem (a partir do toque) com a temperatura do corpo medida pelo termômetro. Essa é, de acordo com o preconizado por Aguiar (2005, p.18-19), uma atividade pensada para o desenvolvimento da narrativa de ensino.

4.1.2. Segunda aula da sequência de ensino

No início da segunda aula os estudantes foram convidados, já sentados em grupos (em suas bancadas no laboratório), que respondessem oralmente as três perguntas que acompanhavam a atividade “Temperatura e a sensação de quente e frio” realizada ao final da primeira aula como forma de retomar o assunto iniciado e de finalizar a atividade o que durou 5 minutos. Considero que essa foi uma atividade propostas para o trabalho de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido (Aguiar, 2005, p.18-19).

Em seguida, cada componente do grupo recebeu impresso um texto intitulado “Calor e temperatura na linguagem cotidiana e na ciência” extraído do livro “Química para o Ensino Médio” a fim de problematizar para abertura do tema dessa aula. Após a leitura, o grupo deveria discutir e responder às duas perguntas que estavam na folha entregue como forma de trabalho de síntese e reflexão (Aguiar, 2005, p.18-19) sobre o que foi lido. Para toda essa atividade foram destinados 20 minutos.

Após a discussão em grupo, os estudantes receberam mais uma folha na qual estava impresso um roteiro de uma atividade experimental “Efeito térmico da dissolução” como forma de desenvolver a narrativa de ensino. Essa atividade foi pensada para oportunizar a autonomia e a tomada de decisão dos componentes do grupo. Além disso, os estudantes foram orientados quanto ao uso do termômetro científico e da balança de precisão do laboratório fato que tentou oportunizar ao aluno o contato direto com o objeto a ser investigado.

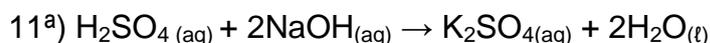
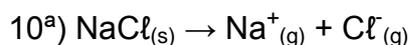
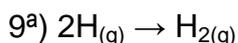
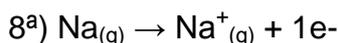
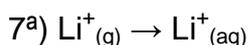
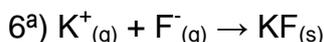
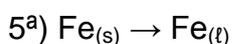
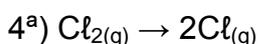
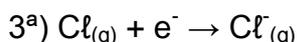
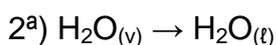
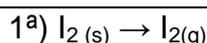
Ao final desse encontro, os estudantes sortearam o combustível sobre o qual deveriam realizar o projeto sobre biocombustíveis ou combustíveis fósseis extraído do livro “Química para o Ensino Médio”. O roteiro do trabalho foi postado no grupo de Facebook e toda a orientação também foi realizada pelo professor utilizando essa ferramenta digital.

4.1.3. Terceira aula da sequência de ensino

No início da terceira aula os grupos foram questionados sobre os resultados da aula experimental realizada na semana anterior como forma de fechar a discussão e de retomar o assunto da aula passada (atividade proposta para o trabalho de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido (Aguiar, 2005, p.18-19). Para essa atividade foram destinados 10 minutos.

Em seguida, foi entregue a cada um dos estudantes uma folha com um texto intitulado “Processos exotérmicos e endotérmicos” extraído do livro “Química para o Ensino Médio” o qual tinha por finalidade diferenciar os conceitos de transformações (físicas ou químicas) endotérmicas e exotérmicas como forma de desenvolvimento da narrativa de ensino. Para essa tarefa os estudantes tiveram 15 minutos para ler e responder a 3 perguntas de verificação de leitura, a qual considero ser uma atividade propostas para o trabalho de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido (Aguiar, 2005, p.18-19).

Para alimentar a discussão no grupo do Facebook foi proposto um exercício em que os estudantes deveriam analisar 14 transformações distintas representadas por meio de equações e responder às seguintes questões de *a* até *f*:



a) **INDIQUE** o nome da transformação que está representada.

b) **CLASSIFIQUE** a transformação em física, nuclear ou química.

- c) **INDIQUE** se está ocorrendo um predominante afastamento ou aproximação das partículas (moléculas, átomos ou íons) constituintes do material.
- d) **INDIQUE** que tipo de ligações/interações estão sendo enfraquecida/rompidas ou formadas/fortalecidas.
- e) **INDIQUE** se a energia potencial das partículas do material aumenta, diminui ou permanece constante.
- f) **INDIQUE** se a energia cinética média das partículas do material aumenta, diminui ou permanece constante. Considere que, em todas transformações representadas, todo material transformado é constituído por substância pura e que a transformação ocorreu a temperatura constante.

Tais atividades foram propostas com a intenção de oportunizar aos estudantes situações de desequilíbrio dos conceitos cientificamente trabalhados nas aulas anteriores sobre calor, temperatura, energia cinética e energia potencial para que a posterior discussão em sala de aula sobre as expectativas iniciais permitisse que os estudantes encontrassem um novo estado de equilíbrio mais autônomo e eficaz de analisar tais situações. Além disso, essa atividade foi pensada para proporcionar um momento de confronto dos estudantes com situações de generalizações dos mesmos conceitos estudados. Considero que essa seja uma atividade de aplicação dos conhecimentos. Assim, no próprio grupo foi pedido que se trouxesse uma versão dessa atividade em formato digital, seja no celular, “tablet” ou computador portátil na próxima aula para correção.

4.1.4. Quarta aula da sequência de ensino

Nesse encontro os estudantes foram orientados quanto às dúvidas sobre a atividade proposta no Facebook descrita ao final da terceira aula da sequência de ensino. Tal momento durou 15 minutos, essa proposta como atividade de problematização para abertura do tema.

Em seguida, foram propostas atividade de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido (Aguar, 2005, p.18-19). Foram entregues a cada um dos estudantes uma folha com 3 exercícios, sendo que 2 deles eram questões de múltipla escolha e uma questão dissertativa-argumentativa sobre os conceitos de calor, temperatura, energia cinética e energia potencial. Essas atividades deveriam ser realizadas em duplas, sendo que foi solicitada uma resposta registrada em folha a parte por dupla. Foi dada significativa importância à realização da questão discursiva a qual deveria ser entregue ao professor após 15 minutos do início da atividade. Em seguida, a discussão das questões foi realizada em plenária e os estudantes não poderiam mais alterar a resposta dada à questão discursiva.

4.1.5. Quinta aula da sequência de ensino

Essa aula foi destinada a apresentação dos trabalhos. Nela os grupos deveriam levar um roteiro resumido em qualquer programa de produção de “slides” (tais como “powerpoint” ou “prezzi”) com as respostas dadas ao projeto sobre biocombustíveis ou combustíveis fósseis. Cada apresentação teria duração de 10 minutos considerando as perguntas que surgissem decorrentes da apresentação. Além disso, os grupos seriam avaliados pela postagem do trabalho em forma de texto e formatado de acordo com as normas plausíveis da ABNT para trabalhos científicos no grupo do Facebook. Essa atividade identifiquei como uma atividade de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido, além de ser uma atividade de aplicação dos conhecimentos (Aguiar, 2005, p.18-19).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Aula 1

A fim de marcar a diferença de método que usaria para fomentar o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes achei conveniente mudar também o ambiente: fomos para o laboratório. Lá os estudantes foram divididos em grupos para que se acomodassem de forma adequada nas bancadas que comportam, no máximo, 6 estudantes sentados.

Cheguei um pouco mais cedo e, em cada bancada, coloquei uma folha para cada componente que tinha o texto “Combustíveis e fontes alternativas de energia” além de 8 perguntas de verificação da leitura e concepções prévias sobre o assunto. Após 20 minutos de atividade de leitura e respostas, as questões foram discutidas em plenária. Assim foi solicitado aos estudantes que mudassem suas cadeiras de posição de modo a formar uma grande “roda”. A discussão se baseou na leitura de cada uma das perguntas constantes do texto e a resposta oral de quem quisesse participar.

Assim, a discussão que durou cerca de 20 minutos, teve seu ponto central na discussão sobre as concepções prévias dos estudantes sobre a última questão constante da lista que acompanhava o texto:

Professor: **Pergunta 8:** Como os materiais combustíveis armazenam a energia que é dissipada (liberada) durante a queima? De onde, precisamente, vem essa energia dissipada pela combustão? A seguir apresentamos a transcrição de parte da discussão que se inicia pela resposta da aluna Julia:

Julia: Dos átomos.

Luiz: Da fotossíntese.

Professor: Como assim dos átomos?

Luiz: A energia dos átomos que tendem a liberar os elétrons.

Professor: Deixa eu ver se eu entendi, então é a energia dos átomos que tendem a liberar os elétrons e daí vem a energia.

Luiz: Dos últimos elétrons.

Professor: Mais alguém quer comentar alguma coisa?

Julia: Os elétrons vão até a última camada, aí na volta eles retornam ao estado normal e liberam energia.

Professor: Mais alguém quer comentar alguma coisa, pois o entendimento dessa pergunta não é simples e parece, pelo que vocês estão comentando, que vocês entenderam mesmo a pergunta. Mas eu preciso saber se vocês entenderam mesmo. De onde veio essa energia?

Mariela: Da agitação dos átomos, das moléculas.

Julia: Da diferença de camadas.

Luiz: Da transformação da energia do sol.

Professor: Todo mundo concorda? É isso mesmo? Alguém com alguma opinião diferente disso que eles colocaram?

Nessas falas percebe-se uma concepção prévia de que a energia armazenada pelas partículas de um material combustível tem relação direta com as transições eletrônicas que ocorrem com o átomo em sua eletrosfera. A explicação formulada pelos estudantes faz clara referência à concepção atômica de Bohr estudada durante a primeira série do ensino médio, especialmente quando foi mencionado que a energia produzida pelo material combustível é o resultado das transições dos elétrons que “[...] vão até a última camada, aí na volta eles retornam ao estado normal e liberam energia.”

Essa foi uma atividade proposta que contemplou a fase de problematização envolvida em uma atividade investigativa, a qual segundo Martins e Silva (2013, p. 11-12) permite “reconhecer uma situação potencialmente problemática e identificar seus desafios”, além de “resgatar conhecimentos prévios: O que o aluno sabe a respeito?”. Somado a isso, os indivíduos, nesse momento da sequência, puderam se depararam com as fases de uso de procedimentos de investigação já que produziram “respostas preliminares às questões que deram origem à investigação”, síntese e avaliação final porque formularam “descrições, interpretações e explicações baseadas em evidências” e a fase de comunicação dos resultados, pois produziram “relatório e outros recursos a serem usados na divulgação dos resultados.”

Em princípio foi percebida uma demanda por propor uma sequência didática que contemplasse atividades que fomentassem o desenvolvimento de outro ponto de vista dos estudantes sobre o tema energia, o qual fosse mais adequado do ponto de vista científico. Dessa forma, a primeira atividade experimental proposta ainda na primeira aula contemplava os conceitos de temperatura e as relações com as sensações de quente e frio. Para isso, foram dispostos três béqueres distintos (por bancada) numerados de 1 a 3 com mesma quantidade de água sendo que o líquido

estava gelado em um, a temperatura ambiente em dois e morno em três. Para essa atividade foi de fundamental importância testar, especialmente, a temperatura da água morna antes de distribuí-la para os estudantes, já que é possível que lesionem a pele das mãos caso a água esteja muito mais quente que o necessário para a correta execução do experimento.

Assim, os grupos se recolheram às suas respectivas bancadas e executaram o experimento como descrito. Foi ressaltado que os estudantes deveriam deixar as “sensações” conduzirem as constatações pessoais de cada um e que não se deixassem influenciar pela expectativa diante do problema proposto.

Tal atividade, muito objetiva e curta, foi escolhida justamente pela pouca disponibilidade de tempo, já que restavam cerca de 10 minutos para o fim da aula. Como resultado final desse experimento foi uníssono a constatação pelos estudantes de que a mão que estava no béquer 3 e foi colocada no béquer 2 teve a sensação de que a água estava fria enquanto a mão retirada do béquer 1 e foi colocada imediatamente após no béquer 2 produziu a sensação de frio.

No roteiro que foi entregue a cada um dos estudantes constavam duas perguntas as quais deveriam postar as respostas (uma por grupo) no grupo do Facebook em formato word como critério de avaliação e participação da atividade. As respostas deveriam ser coerentes com as constatações advindas da prática e da breve discussão realizada, em plenária, ao final na sala de aula. Nessa atividade foi total a adesão dos grupos, sendo que nenhum deles deixou de postar as respostas no tempo pré-determinado de até 5 dias após a aula.

Assim, de modo geral, todas as atividades desenvolvidas na primeira aula da sequência de ensino foram muito discrepantes da rotina de sala de aula tradicional vividas pelos estudantes. Nesse contexto, desde a forma como as(os) alunas(os) estão distribuídos (em bancadas) até a disposição em uma grande roda oportunizam aos sujeitos se tornar mais ativos em seu próprio processo de ensino-aprendizagem, além de fomentar o questionamento, o diálogo e a interação preliminar com o objeto de estudo.

5.2. Aula 2

Cheguei, mais uma vez, um pouco mais cedo e, em cada bancada, coloquei uma folha para cada componente do grupo com o texto “Calor e temperatura na linguagem cotidiana e na Ciência” além de 2 perguntas de verificação da leitura e concepções prévias sobre o assunto. Após 15 minutos de atividade de leitura e respostas, as questões foram discutidas em plenária. A discussão se baseou na leitura de cada uma das perguntas constantes do texto e a resposta oral de quem quisesse participar. Dessa forma, alguns estudantes participaram da discussão com suas contribuições pessoais:

Professor: Pergunta 1: A partir do que foi discutido anteriormente **ESCREVA** a relação existente entre temperatura, agitação térmica e energia cinética das partículas.

Mariela: Energia cinética e temperatura são diretamente proporcionais e, quanto maior a temperatura, maior a agitação térmica e assim, maior a energia cinética das partículas.

Professor: Isso é importante do ponto de vista científico? Não, isso é ultra importante. Isso daí é o que torna a “coisa” que estamos estudando científica. Esse conceito de energia cinética tem a ver com agitação e temperatura é o que vai torna a “coisa” diferente.

Luiz: Por um lado aqui falando essa energia que a temperatura e calor é que, quanto mais elevada a temperatura maior é o grau de entalpia e entropia da molécula, ou seja, ela é mais energizada e tem mais movimentação e, dessa movimentação, se daria a energia cinética.

Professor: Muito avançado esse conceito [entropia] pra gente discutir agora.

Luiz: Esse conceito veio do ano passado.

Professor: Muito complexos, entalpia e entropia são conceitos que nós só veremos lá na frente. Nós vamos construir mais coisas.

Percebe-se durante as discussões que as ideias sobre o tema energia vindas do ano letivo anterior estavam baseadas em um conceito deturpado de energia e desordem (entalpia e entropia) do sistema. Um aluno em especial parecia, com a maior das boas intenções, contribuir com termos técnicos os quais ele dominava muito mal e acabou contribuindo desviando o foco de todos da discussão do tema central. É nesse momento que o professor interviu argumentando de modo sutil e com voz de autoridade, do ponto de vista do conhecimento científico, a impedir que a discussão tomasse rumos muitos distantes do tema central a ser discutido. Em momentos adequados, o professor interrompeu de forma enfática os estudantes insistentes que, por vezes, tendiam a contribuir equivocadamente com o debate.

Prosseguindo a discussão foi lida a pergunta 2:

Professor: Pergunta 2: Nesse texto, a principal pergunta era “**EXPLIQUE** por que a expressão ‘feche a porta para o frio não entrar’ não corresponde exatamente ao conceito cientificamente mais adequado de calor.

Julia: Por que o frio não existe. O frio é um termo popular para perda de calor.

Professor: Não, espera, um de cada vez.

Hannah: Frio, frio a gente não sente. Calor é uma transferência de energia de um corpo de maior temperatura para um corpo que tem menor temperatura. Ou seja, o frio que é do corpo de menor temperatura ele não entra, o frio é aquela sensação que você está perdendo calor. Ou seja, no caso o conceito de frio não entrar seria perder calor.

Professor: Pra quem?

Todos: Pro ambiente que tem temperatura menor que a sua.

Professor: Mais alguém quer acrescentar alguma coisa?

Julia: Quando fala assim: ‘Pro frio não entrar...’ quer dizer pro vento, tipo assim, vai tipo acelerar a troca de calor com o ambiente vai fazer você perder esse calor mais rápido e vai fazer você sentir o famoso frio.

Mariela: Mas fechar a porta é uma solução, não para não deixar o frio entrar, mas para que o calor que você perde não sai e fica ali te esquentando.

Julia: É... e aí eles vão entrar em equilíbrio.

Percebe-se nesse trecho da aula que os estudantes conseguem, com razoável facilidade, usar os conceitos de calor, temperatura, energia cinética e equilíbrio térmico, para quem está estudando esse assunto pela primeira vez. É nítido que a linguagem ainda carece de tempo de exercitação. A discussão se mostrou muito importante para que trabalhassem mentalmente o vocabulário cientificamente adequado para responder a tal situação do cotidiano. Ao final, perguntei aos estudantes se o texto havia contribuído com alguma coisa nova que eles não sabiam. A grande maioria absoluta dos estudantes disse que sim. Mas um dos estudantes foi enfático e claro em dizer que o texto não trouxe nenhuma novidade para ele. Os colegas de classe se espantaram e o convenceram com uma breve argumentação de que ele não sabia de todas as coisas e que ele deveria admitir que o texto contribuiu sim com novidades, situação que o próprio estudante contornou admitindo que havia se posicionado de modo infeliz se retratando ainda em plenária para todos ouvirem.

Em seguida, solicitei aos estudantes que pegassem outra folha com o roteiro da atividade experimental que deveriam executar na presente aula. O trabalho a ser realizado no laboratório era sobre o efeito térmico da dissolução do hidróxido de sódio e do nitrato de amônio. Na atividade os estudantes deveriam medir as massas de um béquer de 100 mL, de um béquer de 250 mL, de 50,0 mL de água e 1,0 g de NaOH.

Os estudantes dessa turma não eram novatos no laboratório. Por esse motivo, deixei inicialmente que ficassem à vontade para usar os materiais necessários à realização do experimento, tais como béquer, proveta, balança de precisão, vidro de relógio, espátula e a manipulação dos solutos sólidos. Não considerei que seria necessário me ater a instruções corretas de uso já que durante toda a primeira série do ensino médio e nas aulas com o outro professor de Química no atual ano letivo eles usaram e usam o laboratório com uma frequência considerável.

Para meu espanto vários estudantes não sabiam ligar e nem usar a função “tarar” da balança. Um pequeno tempo foi dedicado a explicar, apenas para os grupos que tiveram dificuldade, como funciona a balança e utilidade e serventia da função “tarar”. Além disso, alguns estudantes não sabiam iniciar o uso do termômetro científico que foi “balançado” por um estudante para que desse início a medição de temperatura. Imediatamente após a observação dessa atitude interrompi as atividades de todos os grupos de estudantes para alertá-los quanto ao uso adequado do termômetro científico que não precisa ser agitado e que o bulbo deveria estar em contato apenas com o líquido ao qual deseja-se medir a temperatura.

Uma outra situação que eu não imaginava encontrar foi o fato de que outro estudante que não entendeu as instruções sobre o modo correto de iniciar a dissolução dos compostos (NaOH – hidróxido de sódio e NH_4NO_3 – nitrato de amônio) e realizou tal procedimento sem colocar o béquer menor dentro do béquer maior com o fundo forrado de jornal picado. Esse realizou a dissolução do NaOH na água contida no béquer de 100 mL apoiado na bancada e começou a medir a variação de temperatura decorrente da dissolução dessa base. Novamente a atividade de todos os grupos foi interrompida para alertar acerca da importância de dissolver os solutos na água do béquer menor somente depois de tê-lo apoiado no papel picado que forrava o fundo do béquer de 250 mL já que tal procedimento minimizaria as perdas de energia na forma de calor para a bancada.

Essa foi a atividade experimental que mais colocou o estudante diante de situações em que ele próprio deveria solucionar e se tornar, assim, sujeito ativo no processo

de investigação proposto. Além disso, essa atividade apresentou as fases de problematização; produção de hipóteses e conjecturas já que teve que “formular possíveis descrições do que se pretende conhecer ou respostas provisórias a questões ou explicações que podem ser produzidas a partir de conhecimentos inicialmente disponíveis”; escolha dos métodos de investigação, pois oportunizou “formular descrições, respostas ou explicações provisórias às questões sob investigação[...]” além de “[...] conceber métodos e procedimentos para ‘testar’ ou investigar a validade ou adequação dessas formulações provisórias, a partir de suas implicações ou consequências”; uso do procedimentos de investigação porque propiciou “[...] selecionar características ou aspectos do fenômeno a serem observados - ou seja, selecionar variáveis”, “estabelecer relações entre essas variáveis e testar a validade ou a adequação dessas relações”, “raciocinar, a partir das informações obtidas durante a investigação, de modo a produzir registros, sintéticos dessas observações – textos resumidos, gráficos, diagramas, fluxogramas e outros instrumentos adequados à situação”, “produzir respostas preliminares às questões que deram origem à investigação”; análise de dados e avaliação de resultados porque a atividade culminou com a aplicação e avaliação de “conceitos, modelos e teorias das ciências, para identificar as evidências que, supostamente, sustentam as descrições, explicações ou interpretações produzidas a partir da investigação”; síntese e avaliação final já que permitiu “contrastar as questões formuladas e as ‘respostas’ obtidas”, “avaliar, ainda, possíveis mudanças no entendimento do domínio de validade e adequação desse conhecimento teórico”; comunicação de resultados apoiado por Martins e Silva (2013, p. 11-13).

Ao final da atividade prática o horário acabou. Portanto, a discussão dos resultados foi realizada na aula seguinte (aula 3). Além disso, deveriam postar no grupo do Facebook os resultados coletados e as respostas às seis perguntas que estavam ao final do roteiro entregue em sala de aula. Somado a isso, outro texto foi entregue como atividade de casa com o título “Processos exotérmicos e endotérmicos” o qual deveria ser lido e sugeriu-se que os estudantes marcassem as partes que consideraram mais relevantes durante a leitura. Esse texto seria discutido também na aula 3.

Fato digno de nota é que, mesmo após 7 dias transcorridos após a primeira atividade dessa sequência didática, havia vários estudantes que não solicitaram entrada no grupo do Facebook. Foi então prorrogado por mais 2 dias o prazo para que os estudantes se organizassem para realização de tal tarefa. Além disso, dos indivíduos que já pertenciam ao grupo (naquele momento havia representação de 3 dos 5 grupos na página do Facebook dedicada às postagens dessa sequência didática), apenas uma pessoa sabia postar arquivos no formato word, fato que novamente me chamou muita atenção. Isso porque o Facebook havia sido escolhido como uma TIC, especialmente porque seria de fácil manuseio pelos estudantes, já que todos relataram ser usuários cotidianos de tal rede social, logo esperava-se que seria conhecido por todos. No entanto, nunca havia percebido a existência de algumas ferramentas disponibilizadas pelo programa. Tivemos, então, que contar com o auxílio da única estudante que sabia fazer tal postagem. Ela foi a responsável por ensinar aos outros colegas como se fazia esse tipo de ação na página do Facebook tanto em sala quanto em atendimentos individualizados àqueles que solicitaram ajuda.

Essa interação dos estudantes com a rede social que, no senso comum, é dominada por todos os adolescentes, se mostrou uma das atividades da sequência didática que mais produziu desequilíbrio, análise ancorada na concepção de Piaget (citado por AGUIAR JR 1999, p. 75), já que os sujeitos centrais do aprendizado se depararam, nesse momento da sequência, com uma situação com grande “grau de novidade” (AGUIAR JR (1999, p. 75) e, de alguma forma, tiveram que aprender novos recursos para solucionar o problema. Além disso, de modo não intencional, já que não esperávamos encontrar essa situação de desconhecimento de recursos básicos oferecidos pelo Facebook, a atividade oportunizou o que Mateus *et al* (2015, p. 9) consideram como um papel da escola que é propiciar situações controladas em que os estudantes desenvolvam sua capacidade de “resolver problemas, selecionar, analisar e sintetizar informações de maneira conectada, colaborativa e crítica”.

5.3. Aula 3

Na aula 3 voltamos ao ambiente de sala de aula já que, para melhor visualização dos estudantes, o quadro era objeto essencial para registrar certos aspectos da discussão e das atividades propostas.

Percebemos que os resultados da dissolução do hidróxido de sódio e nitrato de sódio eram muito parecidos entre os grupos, sendo que nenhum deles relatou não ter conseguido finalizar e analisar os dados. Em geral, a dissolução do NaOH apresentou um aumento de 3°C a 4°C na temperatura do sistema, enquanto a dissolução do NH_4NO_3 apresentou uma redução de 2°C na temperatura do sistema.

Os grupos conseguiram perceber que, para calcular o calor advindo da dissolução de 1 mol dos compostos, deveriam levar em consideração o fato de que precisavam da massa molar dos compostos para converter a massa dissolvida em quantidade de matéria dada em mol. No entanto, nem todos os grupos conseguiram fazer esse cálculos, pois não conseguiram distinguir quanto de energia foi trocada com o béquer e quanto com a solução. Daí, alguns valores foram deturpados. Usando o discurso de autoridade (Mortimer e Scott citado por Aguiar Jr. e Paula, 2015, p.13), corriji em sala e mostrei como deveriam realizar os cálculos pedindo que corrigissem em seus relatórios.

Os grupos foram unânimes em apontar, erroneamente, que a dissolução do hidróxido de sódio em água é um processo endotérmico porque a adição do sólido ao solvente levou à ocorrência de uma transformação que culminou no aumento da temperatura. Já a dissolução do nitrato de sódio também foi, contrariamente, apontada como uma transformação exotérmica já que, ao adicionar o sólido ao solvente o resultado final foi uma diminuição de temperatura do sistema.

As respostas preliminares dos estudantes são uma rotina em sala de aula quando o assunto é o efeito térmico da dissolução. Considero ser o conceito científico mais difícil de desenvolver com os estudantes, já que as concepções prévias e as crenças sobre o assunto são muito dificilmente mudadas.

Antes mesmo de dar a resposta aos grupos quis aproveitar o momento para iniciar uma breve discussão sobre o texto para o qual foi solicitada a leitura “Processos exotérmicos e endotérmicos”. Aqueles que leram conseguiram identificar bem os conceitos de calor, temperatura, energia cinética e energia potencial, sendo esse último a primeira vez que foi trabalhado nessa sequência didática. Pautado na mescla entre o discurso de autoridade científica e no diálogo com os estudantes (Mortimer e Scott citado por Aguiar Jr. e Paula, 2015, p.13) apresentei uma situação bem simples utilizando uma equação representativa da vaporização da água. Pedi aos estudantes que me dissessem o nome dessa transformação e a resposta apareceu prontamente. Perguntei se eles conseguiam me dizer se as partículas que constituem a água estavam se afastando ou se aproximando e, para minha grata surpresa, a participação foi grande e precisa em indicar o afastamento dessas partículas durante a vaporização da água. Em seguida, perguntei quais eram as partículas, ou seja, as unidades estruturais constituintes da água. Essa resposta foi bem divergente. Alguns consideram que são os átomos e outros as moléculas. No entanto, retornei outro questionamento aos estudantes de modo a perguntá-los sobre o que está afastando durante a vaporização da água: moléculas ou átomos e, mesmo assim, ainda sim houve divergência de concepções. Logo, foi necessário intervir e direcionar o olhar dos estudantes para a constituição molecular da água.

Em seguida, perguntei como era a organização das moléculas de água no estado líquido e no estado gasoso e responderam de forma quase uníssona que no líquido há mais organização das moléculas que no gasoso. Então, abordei sobre o fator responsável por manter as moléculas de água com razoável organização no estado líquido e também com uma participação maciça da turma ouvi que eram forças entre as moléculas. Questionei então qual era essa força e não obtive resposta, pois a pergunta foi bem direcionada sobre o nome genérico dado a essa força. Uma aluna disse que era ligação de hidrogênio. No entanto tive que pedir que pensasse mais sobre um nome genérico, mesmo sabendo que a resposta era adequada do ponto de vista científico. Dessa forma, expus o nome científico das interações e disse que se tratava de um conjunto de forças tanto atrativas quanto repulsivas de natureza elétrica entre as unidades estruturais do material, mas perguntei qual delas predominava e muitos responderam que uma interação é uma força predominantemente atrativa entre moléculas.

Essa foi a deixa para explorar o conceito de energia potencial. Os estudantes apresentam muita habilidade em relação à energia potencial gravitacional. Assim, foi explorado um exemplo de um copo com água que é atraído pela força gravitacional e que, dessa forma, quanto mais afastado da superfície terrestre mais energia potencial armazena. Após a discussão e a constatação de que estavam entendendo o problema, fiz a relação direta entre moléculas, entre as quais predominam forças atrativas tal como entre o copo com água e a superfície terrestre. Logo, quanto maior o afastamento entre moléculas de água maior a energia potencial por elas armazenada.

Quanto à energia cinética média das partículas, foi mostrado que na equação representativa da vaporização da água, a substância em questão é pura, logo a mudança de estado físico ocorre a temperatura constante. Portanto, foi feita a pergunta aos estudantes para ver se percebiam o que isso trazia de consequência para o conteúdo de energia cinética média das moléculas de água. Alguns conseguiram fazer a relação com o que foi discutido nas aulas anteriores e responderam prontamente que a energia cinética média das moléculas de água permanece constante tendo em vista que a temperatura na escala Kelvin é diretamente proporcional à energia cinética média das partículas do material.

Para finalizar foi feita uma pergunta aos estudantes sobre o que ocorre com a intensidade das interações entre as moléculas de água com o afastamento propiciado durante a vaporização e, novamente, numa participação maciça da classe, responderam que há um enfraquecimento de tais interações denominadas ligação de hidrogênio. Salientei que são as principais interações existentes entre moléculas de água e lancei mão de uma analogia para reforçar o fato de que quando dois ímãs que se atraem se afastam a força de atração diminui, assim como ocorre entre as moléculas de água ao se afastarem durante a vaporização ocorre ruptura das interações intermoleculares.

Essa parte da sequência didática vai ao encontro do que Mateus *et al* (2015, p. 27) consideram como importante.

A compreensão da linguagem química e de representações como fórmulas, equações e gráficos é parte importante do conhecimento químico. A compreensão da relação entre as propriedades de um material e a estrutura de uma molécula, a previsão de tendências e comparação de diferentes compostos, envolve a habilidade de reconhecer os significados de aspectos registrados em fórmulas estruturais.

Em seguida, retomei a discussão da indicação equivocada do ponto de vista científico que os estudantes fizeram sobre a dissolução do NaOH ser endotérmica devido ao aumento da temperatura da solução e do NH_4NO_3 ser exotérmica porque levou a redução da temperatura do sistema. Considerei bastante necessário tal intervenção porque essa foi a atividade que considero ser a que leva a um conflito cognitivo de mais difícil solução. Além disso, trabalha com a tecnologia das bolsas térmicas, muito comum no cotidiano de muitos estudantes dessa escola já que muitos são atletas, alguns quase profissionais, das mais variadas modalidades: voleibol, basquetebol, natação, futsal entre outros.

A discussão durou 5 minutos, tempo suficiente para que entendessem que, se considerarmos o caso da dissolução do NaOH, o aumento na temperatura indica um aumento da energia cinética média das partículas da solução. Essa solução não recebeu energia de nenhuma fonte externa, tal como uma chama de um fogão. Assim, de onde veio essa energia? Das próprias partículas que constituem a solução: moléculas de água e íons do soluto. Assim, o que deve ter acontecido é uma transformação de parte da energia potencial armazenada pelas partículas do material em energia cinética. Isso ocorreu porque a dissolução permitiu a aproximação das partículas do soluto e do solvente de modo a fazê-las ficarem mais próximas e com a diminuição da distância média das partículas a energia potencial delas foi reduzida e dissipada assim, sendo armazenada na forma de energia cinética. Isso fez com que a temperatura da solução fosse maior que do soluto e solvente antes da dissolução. Como a solução está com maior temperatura que o ambiente há uma tendência de haver troca de energia na forma de calor do sistema (solução) para a vizinhança. Por isso, a dissolução do NaOH é exotérmica e não endotérmica como haviam indicado no relatório da atividade.

Aproveitando a situação retornei ao questionamento feito na primeira aula na qual foi perguntado sobre de onde vinha a energia liberada na queima de combustíveis. E,

agora reli as respostas que os estudantes haviam dado sobre a origem dessa energia ser nas transições eletrônicas. Dessa forma, fechamos a discussão reforçando a ideia de tal energia advir das ligações rompidas e posteriormente formadas para a constituição de novas substâncias decorrentes da queima de combustíveis. Na quebra das ligações se absorve energia para afastar os átomos, fato que aumenta o conteúdo de energia potencial dos átomos. Na formação das novas ligações essas são de maior intensidade do que as que foram rompidas, fato que leva a uma maior aproximação dos átomos, redução da energia potencial do sistema e posterior dissipação dessa energia na forma de calor para a vizinhança o que caracteriza o processo como exotérmico e um saldo energético do processo negativo.

Depois disso, restaram 25 minutos para as atividades de aplicação dos conhecimentos e propostas para o trabalho de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido durante tal sequência de atividades didáticas (AGUIAR JR, 2005, p.18-19). Foi entregue a cada estudante uma folha com três questões envolvendo os conceitos de calor, temperatura, energias cinética e potencial, não necessariamente todos os conceitos ao mesmo tempo em uma única questão. Os estudantes poderiam trabalhar em duplas. Cada estudante foi convidado a postar a resposta da questão aberta no grupo do Facebook ou mandar uma foto com a resposta escrita pelo WhatsApp.

Ao final de 20 minutos foram discutidas as questões de múltipla escolha e todas as suas alternativas. Foi notado que os estudantes participaram ativamente dessa atividade e ficavam muito felizes quando acertavam as respostas. A discussão se mostrou produtiva, pois foi possível intervir individualmente em cada uma das dúvidas apresentadas pelos estudantes. A primeira questão de múltipla escolha era:

“(UFMG 2003): Uma certa quantidade de água é colocada em um congelador, cuja temperatura é de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após estar formado e em equilíbrio térmico com o congelador, o gelo é transferido para outro congelador, cuja temperatura é de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Considerando-se essa situação, é **CORRETO** afirmar que, do momento em que é transferido para o segundo congelador até atingir o equilíbrio térmico no novo ambiente, o gelo

- A) se funde.
- B) transfere calor para o congelador.
- C) se aquece.
- D) permanece na mesma temperatura inicial.”

Alguns estudantes tiveram muita dificuldade em aceitar que o gelo a -20°C se aquece até atingir -5°C quando atinge o estado de equilíbrio térmico com o congelador já que ainda se encontra com temperatura negativa. Mas, percebem e aceitam com facilidade quando são questionados sobre o que é calor e qual a tendência quando dois corpos de temperaturas distintas estão isolados termicamente do ambiente. Perceberam, sem muita dificuldade que, o gelo a -20°C ganha energia na forma de calor do congelador que está a uma temperatura mais elevada (a -5°C).

Já a segunda questão de múltipla escolha foi bem mais facilmente entendida:

“(UFMG 2002): Ao se sair molhado em local aberto, mesmo em dias quentes, sente-se uma sensação de frio. Esse fenômeno está relacionado com a evaporação da água que, no caso, está em contato com o corpo humano.

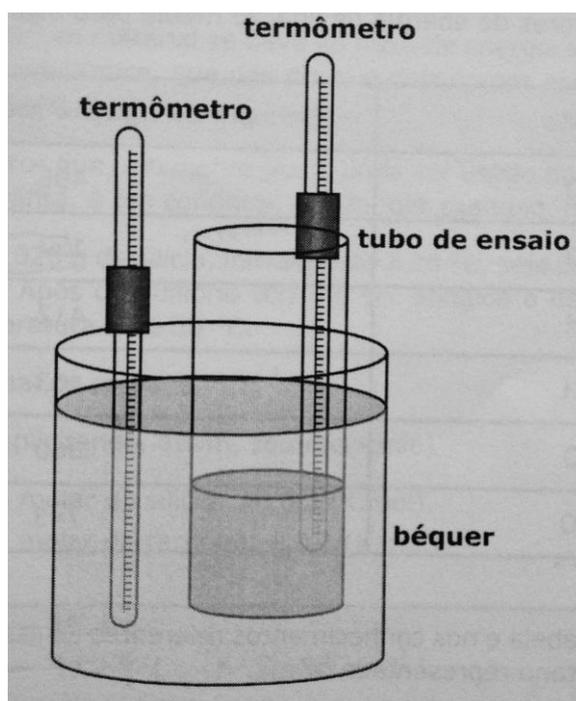
Essa sensação de frio explica-se **CORRETAMENTE** pelo fato de que a evaporação da água

- A) é um processo endotérmico e cede calor ao corpo.
- B) é um processo endotérmico e retira calor do corpo.
- C) é um processo exotérmico e cede calor ao corpo.
- D) é um processo exotérmico e retira calor do corpo.”

Nesse ponto da discussão foi possível perceber que os estudantes compreenderam muito bem a diferença entre sensação de quente e frio e temperatura de um corpo.

Já a questão aberta foi lida em sala de aula com todos. Na aula 2 a intenção era fazer esse experimento de modo demonstrativo. No entanto, os bicos de Bunsen do laboratório do Colégio estão produzindo chamas de pouca intensidade e insuficientes para levar a água a ebulição. Dessa forma, não desisti da questão que foi explicada em sala de aula:

“Um experimento foi realizado no Rio de Janeiro colocando-se um tubo de ensaio com água destilada dentro de um béquer também com água destilada. Ambas as amostras de água tinham a mesma origem. A montagem foi feita de maneira que o tubo se mantivesse na posição vertical com a abertura virada para fora (figura abaixo). A parte do fundo do tubo não entra em contato com a parte do fundo do béquer, porém o nível da água no tubo é inferior ao nível da água no béquer.



O béquer, então, é aquecido pela chama de um bico de Bunsen. Um termômetro é colocado em cada um dos recipientes, um no tubo de ensaio e um no béquer.

Decorrido um tempo, a água do béquer começa a ferver. Porém, independentemente do tempo decorrido, a água no tubo **não ferve**.

Considerando os conceitos cientificamente adequados de energia potencial, energia cinética, calor e temperatura (não necessariamente nessa ordem) produza um texto de 10 a 15 linhas que **EXPLIQUE** por que a água dentro do tubo de ensaio não ferve.”

Já que não tornei obrigatória a postagem da resposta dessa questão discursiva obtive apenas algumas poucas respostas enviadas via WhatsApp que explicitarei em seguida. É válido reforçar que os estudantes responderam a essa pergunta antes da discussão dos conceitos de energia cinética, energia potencial, calor e temperatura em sala de aula a fim de termos resultados mais fiéis das concepções individuais dos estudantes sobre o assunto.

RESPOSTA 1: “O béquer, ao ser aquecido pela chama, recebe o calor cedido por ela causando o aumento da temperatura da água contida no béquer. Essa água tem a temperatura aumentada até o momento em que passa a ferver. Ou seja, a água atinge os 100°C que é sua temperatura de ebulição. Com isso, o calor envolvido no processo não é cedido para a água do béquer uma vez que ele é usado no processo de mudança de fase da água. Tal calor chama-se calor latente. Se a energia do sistema é voltada para o processo de ebulição da água, a água do tubo não a receberá. Logo, apesar de no sistema haverem dois corpos de diferentes temperaturas, eles não entram em equilíbrio.”

RESPOSTA 2: “A água dentro do tubo de ensaio não ferve devido à convecção do calor fazendo que a água suba devido a menor densidade, pelo maior espaço entre as moléculas, então a água fria desce, fazendo com que a água quente esfrie, portanto quando ela chega no béquer, já está fria novamente portanto a água do tubo não esquenta antes da água do béquer evaporar (ebulição), e quando isso ocorre, não há contato entre o tubo e a água por isso não há troca de calor e os recipientes não entram em equilíbrio térmico, então conseqüentemente a agitação das partículas não aumenta muito (energia cinética) e a temperatura alcançada não é suficiente para fazer a água ebulir, e a diferença de temperatura no béquer.”

Percebe-se que numa das respostas o estudante atende muito bem aos comandos da questão e produz uma resposta muito satisfatória do ponto de vista científico capaz, portanto, de responder à situação tão complexa apresentada. No entanto, outro estudante se mostrou com uma linguagem bastante equivocada tanto do ponto de vista científico quando da produção do português mais adequado.

Dessa forma, é notório que os conceitos trabalhados na sequência didática não são triviais e fogem muito do senso comum e do cotidiano dos estudantes dessa escola. É necessário pois a intervenção do professor de modo a propor discussões que levem o estudante a reflexão sobre conceitos e a busca do desenvolvimento de novo ponto de vista sobre calor, temperatura, energia cinética e energia potencial. Além disso, haverá horas de atuar com um discurso de autoridade que promova, quando necessário, a exposição explícita de certas associações não triviais e geralmente

impensadas pelos estudantes, as quais são, não só necessárias, mas fundamentais à construção de um alicerce teórico a partir do qual o estudante possa ser exposto à situações-problema diversas do cotidiano as quais, a partir de então, terá mais condições de dar soluções mais assertivas do ponto de vista técnico-científico. A maior dificuldade nesse tipo de atitude é saber o momento certo de abandonar o fomento ao discurso dialógico e tomar o controle da situação em sala de aula passando, assim, a realizar o discurso de autoridade (Mortimer e Scott citado por Aguiar Jr. e Paula, 2015, p.13). Isso só ocorrerá com o tempo e a experiência em sequências didáticas baseadas em abordagens que permitam o/a professor/a exercitar a alternância e as tensões entre o discurso dialógico e o discurso de autoridade.

5.4. Aula 4 e 5

Nessa aula o foco eram as apresentações e discussões sobre os projetos de pesquisa que desenvolveram. Na aula 1 os estudantes sortearam os combustíveis sobre os quais deveriam investigar e realizar a apresentação. O sorteio foi uma sugestão de uma aluna que achou que seria um critério mais igualitário e justo. O roteiro a ser seguido para construção do projeto foi postado no grupo fechado do Facebook. Os estudantes foram orientados via Facebook e quando dos encontros presenciais. Considero que a participação dos estudantes tanto presencial quanto via Facebook foi pouquíssimo solicitada para dirimir quaisquer dúvidas sobre o trabalho, já que as dúvidas principais eram não sobre formato, mas sobre o que realmente deveria estar pronto e para que data.

Foi solicitado, para fins de avaliação, uma apresentação de 10 minutos que respondesse aos dois primeiros passos do projeto. Também foi critério de avaliação o fato de que todos do grupo deveriam falar alguma coisa. Para prosseguir, apresentamos um pouco sobre a parte introdutória do projeto:

PROJETO 1 – COMBUSTÍVEIS e FORMAS ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Neste projeto, faremos um estudo dos combustíveis do ponto de vista químico, ambiental e social. Cada grupo de alunos deverá trabalhar com **um** dos combustíveis relacionados a seguir:

- Petróleo (combustível fóssil).
- Carvão vegetal (biocombustível).
- Etanol (biocombustível).
- Combustíveis nucleares.
- Energia solar (fonte alternativa).
- Energia eólica (fonte alternativa).
- Biogás (fonte alternativa).

1º passo: Cada grupo deverá preparar um relatório escrito e uma apresentação em PowerPoint ou programa de computador similar que apresente uma série de argumentos sobre as vantagens e desvantagens do combustível escolhido, levando

em consideração **eficiência energética, custos de produção, facilidade de obtenção, impacto ambiental e social** decorrente da sua produção e da sua utilização.

2º passo: Preparação do relatório. No relatório sobre o combustível, o grupo deverá tentar responder às questões e atender às demandas:

- a)** Qual é a **origem** do combustível considerado? Como ele é produzido/extraído? Descreva todas as fases dos processos de extração e de produção industrial. Qual é o impacto ambiental/social de sua produção/extração? Quais são as reservas potenciais e em uso desse combustível no Brasil e no mundo e como elas se distribuem?
- b)** Qual é o valor energético desse combustível ou dos seus derivados por mol (em termos de variação de entalpia de combustão)? Qual é o valor energético por quilo ou litro? E por R\$?
- c)** Como está distribuído o consumo desse combustível pelos diferentes países, em termos absolutos e em termos relativos (litro ou quilo de combustível por habitante)? E entre os estados brasileiros?
- d)** Quais são os principais impactos ambientais e sociais decorrentes do uso desse combustível (por exemplo, em relação ao impacto social, deve-se considerar o problema dos engarrafamentos de trânsito nas grandes cidades, etc.)? Que medidas têm sido tomadas para minimizar esse impacto? Que outras poderiam ser tomadas?
- e)** Como o uso do “seu” combustível pode contribuir, ou não, para o desenvolvimento sustentável.

Como as opções de combustíveis era maior que o de grupos (7 opções para 5 grupos) aqueles que manifestassem o desejo de trocar por um combustível que não havia sido sorteado foi atendido. Assim, os grupos trabalharam com os seguintes combustíveis: energia solar, etanol, energia eólica, energia nuclear e carvão vegetal.

Numa análise generalizada o trabalho superou e muito as expectativas visto que os estudantes fizeram muito mais do que havia sido solicitado. Tanto que as discussões exigiram que a sequência didática fosse estendida em mais uma aula, já que os grupos apresentaram situações diversas sobre cada combustível que suscitou a curiosidade e o interesse de toda a turma.

Os grupos, em geral, usaram vídeos curtos com a palavra de especialistas sobre o combustível em que desenvolveram um projeto, reportagens que evidenciavam os impactos sócio-econômico-ambiental da exploração da atividade, infógrafos, gráficos, esquemas, tabelas com dados comparativos, figuras entre os mais frequentes recursos adotados na explicação para a turma. Houve um grupo, o de energia eólica, que trouxe uma maquete que reproduzia uma usina eólica que funcionava de verdade e que, com auxílio de um ventilador, movia as pás da hélice e gerava energia para acender lâmpadas de LED instaladas em casas. Já o grupo de energia solar levou para a sala de aula um carregador de aparelho de telefonia móvel que recarrega a bateria do aparelho usando a energia solar.

Esse trabalho oportunizou aos estudantes, desde os mais tímidos aos mais desenvolvidos, um momento de expressão oral para um pequeno grupo, habilidade fundamental que a escola tem, na minha opinião, obrigação de oferecer. Essa é uma das funções da abordagem investigativa de propiciar momentos de divulgação da ciência e de permitir ao estudante se posicionar diante de ideias contrárias seu próprio ponto de vista. Ouvei relatos de vários estudantes que nunca haviam apresentado absolutamente nada ao longo de sua vida acadêmica para a turma, de forma que aquela era a primeira experiência com o posicionamento de ideias baseado na leitura prévia de documentos sobre determinado assunto.

Essa foi a atividade de maior caráter CTS de toda a sequência didática. Tomando como referências as ideias de Lima e Castro (2015, p. 4-5) essa atividade oportunizou aos estudantes uma “reflexão sobre as razões para [...]” aprender “[...] ciências num mundo cada vez mais permeado pela tecnologia, pelo acúmulo da produção de informações, pela rapidez com que estas são socializadas e descartadas.”

Outra coisa que chamou atenção foi a ausência de uma cultura de uso de fontes de onde foram retirados todos os materiais para a realização do projeto. Percebe-se que isso tem papel secundário na realização das tarefas escolares. Foi explicado após cada apresentação que isso se trata de plágio, já que os estudantes não foram os responsáveis diretos pela a realização de todas aquelas ferramentas de

divulgação de dados. Reforcei a importância de que em cada gráfico, figura, tabela e textos deveriam estar citadas as fontes.

Um último problema verificado nas apresentações foi a enorme quantidade de textos por slides. Como era a primeira apresentação de muitos, os estudantes não apresentaram, muitas das vezes, a menor noção de como usar o slide durante a apresentação. Falavam informações que haviam entendido ou decorado e, às vezes, não usavam os slides como forma de introduzir uma ideia e discuti-la na sequência.

5.5. Aula 6

A última aula contou com as discussões mais acaloradas de toda a sequência didática, isso porque era o dia do debate. Todos os grupos prepararam os argumentos em folha separada e os entregou aos representantes de cada grupo com uma semana de antecedência. Percebi um comprometimento significativo dos grupos quanto à participação nesse debate. Via Facebook, foi solicitado aos estudantes que realizassem os 3º, 4º e 5º passos do projeto descritos a seguir:

3º passo: Cada grupo deverá preparar os argumentos a favor e contra o “seu” combustível. Esses argumentos serão preparados para um debate com toda a turma, em que cada grupo deverá defender o uso de “seu” combustível e questionar o uso de um dos outros combustíveis. Para isso, cada grupo entregará ao professor, com alguma antecedência em relação ao dia do debate, os **argumentos contrários** ao uso de seu combustível. O professor distribuirá esses argumentos entre os outros grupos. É importante que cada grupo prepare a contra-argumentação levando em consideração os argumentos contrários que ele próprio levantou sobre o combustível analisado.

4º passo: O debate se iniciará com a defesa sobre o uso do combustível, seguida por uma réplica contra seu uso, cada uma (defesa e réplica) preparada com antecedência.

5º passo: Para que o debate prossiga, cada grupo deverá preparar um número razoável de perguntas que coloquem o grupo “adversário” em dificuldades na defesa do uso do combustível analisado por eles.”

O debate se iniciou de forma voluntária pelo grupo de energia nuclear que defendeu abertamente o uso desse combustível. Em seguida, os estudantes pertencentes a outros grupos, de forma educada e cordial, sem, contudo, perder a energia nas palavras e colocações, rechaçaram os argumentos favoráveis com situações e exemplos que comprovavam erros históricos no uso desse combustível. E assim o debate prosseguiu de forma que um grupo “ataca” o uso dos outros combustíveis de forma espontânea sem a necessidade de intervenção. Além disso, aqueles grupos

em que os estudantes participavam pouco eram, na sequência, interrogados e arguidos pelos componentes que pareciam perceber a apatia de certos colegas.

O mais interessante de tudo foi que os estudantes se revelaram muitíssimo interessados em rebater opiniões, colocar em xeque certos argumentos e propor soluções que justificassem o uso desse ou daquele combustível. Estudantes que eu nunca tinha ouvido a voz se manifestaram acaloradamente diante do assunto discutido e, com certeza, o debate envolveu mais de 80% da turma.

Praticamente a partir da primeira colocação feita pelo grupo de energia nuclear eu não tive que mediar mais o debate, já que todos queriam falar e pediam a palavra com a mão levantada. Certas horas alguns alunos tinham seus argumentos duramente criticados e perdiam a paciência de esperar a vez para falar. Nesse momento tive que intervir para restituir a ordem, mas foram raros tais momentos.

O respeito e a cooperação foram levantados, por mim, como ponto fortíssimo da discussão ao final da atividade. Além disso, é válido ressaltar que os assuntos abordados no debate não foram superficiais e os argumentos, quase sempre, eram contundentes a ponto de fazer com que alguns grupos buscassem contra-argumentos em suas anotações e consultando a internet via aparelhos de telefonia móvel.

Essa foi uma atividade que superou, e muito, as expectativas já que eu tinha receio da pouca participação dos estudantes. Essa foi mais uma situação em que percebi o conflito cognitivo que alguns argumentos provocavam em algumas pessoas a ponto de interromperem suas respectivas falas a fim de reformularem melhor o que dizer para sustentar certos argumentos. Tais conflitos levaram a desequilibrações de certos pontos de vista e crenças de vários estudantes que, certamente, começaram a pensar diferente diante de tantos argumentos usados pelos diversos grupos para sustentar determinadas concepções e crenças.

Sem sombra de dúvidas, essa foi uma parte da sequência didática que mostrou estar conforme às características de uma atividade investigativa e com abordagem CTS, tais como: oportunizar o uso da linguagem para construir e sustentar um

argumento, fomentar o diálogo sobre novas tecnologias, permitir aos estudantes se posicionar diante de opiniões contrárias e comunicar ideias próprias. Embasado pelas ideias Lima e Castro (2015, p. 4-5) essa atividade, em especial, possui uma característica CTS na medida que permitiu a “[...] participação dos cidadãos comuns em debates de interesse coletivo”.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para quem sempre trabalhou como um professor que não visualizava nenhuma das possibilidades de abordagens alternativas utilizadas na construção e desenvolvimento de uma sequência didática diferente da abordagem tradicional, o resultado final obtido pelo trabalho apresentado me surpreendeu imensamente. Ver o interesse da maioria dos estudantes e, até mesmo, uma manifestação espontânea daqueles que são da série posterior reivindicando atividades do mesmo tipo e questionando porque não tinham participado desse trabalho no ano anterior, é a resposta mais inesperada e que confirma o sucesso das atividades planejadas junto aos estudantes.

A metodologia de ensino realmente abordou os quatro conceitos que sustentam a discussão da Termoquímica: energia cinética, energia potencial, temperatura e calor. As atividades propostas apresentaram, de um modo geral, as fases características de uma abordagem investigativa preconizada por Martins e Silva (2013, p.14). Algumas atividades contemplaram também aspectos da relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, destaque especial a apresentação oral dos projetos pelos grupos e o debate final sobre os combustíveis fósseis e as fontes alternativas de energia. A sequência de ensino permitiu aos estudantes praticarem a linguagem científica de forma oral e escrita, produzirem questionamentos diante de problemas que nunca tinham estudado, discutirem situações-problema que envolveram os conceitos de energia e que permeariam os campos de estudo contemplados pelas Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química). Além disso, as atividades propostas fomentaram o interesse e o pensamento crítico dos indivíduos sobre situações que permitiram mais de um olhar distinto e, ao mesmo tempo, adequado do ponto de vista das Ciências.

Nos resultados apresentados pelos estudantes foi observado explicitamente que algumas atividades conduziram os indivíduos ao conflito cognitivo de forma a produzir uma desequilíbrio daquilo que se considerava como crença pessoal. As atividades que apresentaram tal característica de forma mais explícita e acentuada foram o experimento da dissolução do hidróxido de sódio e do nitrato de amônio em água e a ebulição da água do béquer e a não ebulição da água do tubo de ensaio. É

certo que, mesmo após as discussões dos resultados e da concepção científica das duas situações experimentadas, observei que nem todos os estudantes se sentiram convencidos, mas já foram apresentados e exercitados os principais conceitos científicos atrelados ao tema energia. Sem dúvida, é o início do desenvolvimento desses conceitos para o indivíduo mais resistente a mudanças de crenças pessoais sobre determinado assunto. No entanto, é válido ressaltar que as oportunidades de aprendizado que foram oferecidas com essa sequência didática fogem completamente do cotidiano de sala de aula dos estudantes e, por isso, são estratégias potencialmente mais motivadoras para a condução do processo de ensino-aprendizagem já que o indivíduo deixou seu papel passivo e tomou uma atitude de maior pró-atividade diante dos desafios propostos.

Nas discussões que se sucederam busquei conduzi-las de modo a obter respostas aos diversos problemas propostos aos estudantes sobre o assunto energia, mas, deixando claro sempre ao final de cada debate, que a linguagem científica não deve ser considerada superior ou inferior a linguagem cotidiana e que devemos respeitar as opiniões dos indivíduos, especialmente daqueles que não tiveram oportunidade de estudar e acreditam em certas “verdades” sobre energia. A linguagem científica deve existir fortemente nas avaliações a que se submeterem e, num futuro próximo, no ambiente acadêmico todas as vezes que lhes for solicitado tal vocabulário.

Outra possibilidade revelada pelos dados é a análise sobre a perspectiva de um referencial mais preocupado com a interpretação da linguagem produzida pelos estudantes quando do encontro com problemas e conceitos relacionados às energias cinética e potencial, além de temperatura e calor tendo, assim, como referenciais teóricos, por exemplo, Vygotsky ou Bakhtin.

A realização da escrita desse trabalho se mostrou para mim muito mais um prazer do que um fardo a ser carregado, apesar do pouco tempo que a rotina das escolas em que trabalho me impõe. Nunca imaginei que uma sequência de ensino com apenas 6 aulas gerasse tantos dados a serem analisados. Dessa forma, muita coisa não foi abordada na análise constante do escopo do presente estudo. Somado a isso, podemos nos posicionar contrários aos críticos que não consideram a pesquisa qualitativa em educação uma forma de pesquisa científica.

Esse trabalho também permitiu que um professor de sala de aula tradicional tivesse contato com o resultado final das pesquisas que ocorre nas universidades, além de aprender um pouco do fazer científico que permeia o cotidiano dos professores universitários. Nesse sentido me interessei sobre o desenvolvimento do perfil conceitual do tema energia em estudantes do ensino médio e, assim, pode ser uma opção para mim de pesquisas futuras.

Outro ponto alto do trabalho e digno de nota foi o uso das TICs que desnudaram uma infinidade de oportunidades de aplicações em sala de aula. Eu nunca tinha entrado no Facebook antes do trabalho e, agora, gerencio grupos fechados de cada uma das minhas turmas desde a primeira série do Ensino Médio até turmas de pré-vestibular. O resultado do uso das redes sociais como forma de manter o diálogo professor-aluno fora do ambiente presencial da sala de aula é fantástico. O número de possibilidades que se revelaram potencialmente interessantes para fomentar o processo de ensino-aprendizagem é quase infindável, dentre as quais as piadas sobre Química são as que me chamam mais a atenção pela capacidade de envolver de modo sutil o pensamento químico do estudante que, para entendê-la, tem que acionar os esquemas mentais sobre conceitos aprendidos durante os estudos de dado assunto que esteja envolvido na piada. Veja um pequeno exemplo postado por um estudante em uma das minhas turmas:

Estudante num grupo de Facebook: Pensei em fazer uma piada sobre Química, mas não sabia qual seria a reação.

Tiradas, na minha opinião, geniais como essa podem tornar a Química e todo o arcabouço de conhecimentos estudados e divulgados muito mais familiares ao cotidiano do estudante sem, contudo, apresentar-se como algo enfadonho, além de estar totalmente dissociado do ambiente da escola. Essa é uma estratégia potencialmente rica para popularizar a Química e que possibilita até aos mais resistentes a observar a Química sob uma nova perspectiva.

REFERÊNCIAS

AGUIAR JR, O. G.; PAULA, H. F. A questão da dialogia e da autoridade na abordagem comunicativa. In: _____. **Ensino de Ciências com caráter investigativo D**. Belo Horizonte: CECIMIG-Fae-UFMG, 2015. p. 1-20.

AGUIAR JR, O. G.; PAULA, H. F. A tensão entre discurso dialógico e discurso de autoridade. In: _____. **Ensino de Ciências com caráter investigativo D**. Belo Horizonte: CECIMIG-Fae-UFMG, 2015. p. 1-20.

AGUIAR JR, O. G. Calor e temperatura no ensino fundamental: relações entre o ensino e a aprendizagem numa perspectiva construtivista. **Investigações em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v. 4, n. 1, p. 73-99, 1999. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID48/v4_n1_a1999.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2015.

AGUIAR, O. G. Módulo planejamento de ensino. Secretaria de Estado de Educação: Projeto de Desenvolvimento Profissional de Educadores. Belo Horizonte, 2005.

AUTH, M. A.; ANGOTTI, J. A. P. O processo de ensino-aprendizagem com aporte do desenvolvimento histórico universal: a temática das combustões. In PIETROCOLA, M. (Ed.), **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, 2001. p. 197-232 apud SOUZA, V. C. A; JUSTI, R. Interloquções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações químicas. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 2, p. 31-46, mai./ago. 2011. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/310/610> >. Acesso em: 31 mai. 2015.

CARVALHO, A. M. P. (Comp.). Critérios estruturantes para o ensino das ciências. In: _____. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning Editores, 2004. p.1-17. Disponível em: <<https://cenfopciencias.files.wordpress.com/2011/07/criterios-estruturantes-para-o-ensino-de-ciencias.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2016.

IZQUIERDO, M.; SAMMÁRTI, N.; ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45-49, 1999 apud ISIDÓRIO, R. G.; SILVA, A. C. A.; QUADROS, A. L. Uma Introdução ao ensino de termoquímica para alunos da Educação de Jovens e Adultos, em uma perspectiva dialógica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2013. Águas de Lindóia. **Atas**. Águas de Lindóia: FAPEMIG, 2013. p. 1-8. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0285-1.pdf>>. Acesso em: 31 mai. 2015.

LIMA, M. E. C. C.; CASTRO, R. S. Currículo na abordagem CTS: histórico, características e temas mais frequentemente citados. In: _____. **Ensino de Ciências**

na abordagem ciência, tecnologia e sociedade I. Belo Horizonte: CECIMIG-Fae-UFMG, 2015. p. 1-31.

LIMA, C. M.; SILVA, N. S. Aprofundando nossas reflexões sobre as relações entre a ciência escolar e a ciência dos cientistas. In: _____. **Ensino de Ciências com caráter investigativo B**. Belo Horizonte: CECIMIG-Fae-UFMG, 2013. p. 1-16.

MARTINS, O. G.; PAULA, H. F. A questão da dialogia e da autoridade na abordagem comunicativa. In: _____. **Ensino de Ciências com caráter investigativo D**. Belo Horizonte: CECIMIG-Fae-UFMG, 2015. p. 1-20.

MATEUS, A. L. (Comp.) **Ensino de Química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2015. 195 p.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID8/v1_n1_a2.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2015.

PAULA, H. F. As tecnologias de informação e comunicação, o ensino e a aprendizagem de ciências naturais. In: **Ensino de Química mediado pelas TICs**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2015. p. 169-195.

PIAGET, J. **Equilíbrio das Estruturas Cognitivas**. Tradução por Marion M.S. Penna. Rio de Janeiro: Zahar, 1976 apud AGUIAR JR, O. Calor e temperatura no ensino fundamental: relações entre o ensino e a aprendizagem numa perspectiva construtivista. **Investigações em Ensino de Ciências**, Campo Grande, v. 4, n. 1, p. 73-99, 1999. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID48/v4_n1_a1999.pdf>. Acesso em: 31 mai. 2015.

SÁ, E. F. *et al.* Aprofundando nossas reflexões sobre as relações entre a ciência escolar e a ciência dos cientistas. In: _____. **Ensino de Ciências com caráter investigativo B**. Belo Horizonte: CECIMIG-Fae-UFMG, 2013. p. 1-16.

REFERÊNCIAS MATERIAL PARA PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO

MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. H.(2003). **Química para o ensino médio**, volume único. São Paulo: Scipione.

RAGAZZI, M. (2014). **Ciências 9º ano**, v. 4. Belo Horizonte: Bernoulli.

SOUZA, I. P. e MOREIRA, W. S. (2011). **Caderno de Laboratório 2ª série ensino médio**. Belo Horizonte: Bernoulli.

ANEXO A – Planejamento completo da sequência didática

A) Questões iniciais para a proposta de planejamento

A.1. Por que ensinar?

Ensinar porque, no Ensino Médio, é importante, segundo Mortimer (2003, p. 229) “discutir aspectos termoquímicos das mudanças de estado físico e das transformações químicas”, ou seja, deve-se “estudar as transferências de energia que estão associadas às transformações [...]”.

Além disso, a intenção é tornar o estudante consciente e capaz de distinguir os conceitos de energia (potencial e cinética), calor e temperatura, além de ampliar o perfil conceitual dos alunos sobre tais conceitos. Acrescenta-se a esses motivos o fato dos estudantes entenderem que essas palavras não têm o mesmo significado na ciência e na linguagem do cotidiano.

A.2. Para quem ensinar?

Para estudantes da 2ª série do ensino médio de uma escola particular da zona sul de Belo Horizonte, estado de Minas Gerais, que pretendem prestar vestibular ao final do ensino médio com especial atenção aos estudos que permitam entrar numa Universidade pública brasileira. Vale ressaltar que, na maioria absoluta dos processos seletivos de tais Universidades, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é adotado como única avaliação para fins de seleção.

A.3. Como ensinar?

Com base nas abordagens CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e Investigativa. Tais abordagens de ensino serão exploradas usando textos de aprofundamento ou de introdução do tema, por meio de atividades experimentais que permitam o conflito cognitivo entre as ideias do senso comum e científica, discussões sobre concepções previamente adquiridas pelos estudantes, além de exercícios discursivos sobre o tema baseado no livro Química para o ensino médio, volume único dos autores

Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado, 1ª edição, 2003 da Editora Scipione.

A.4. Qual é o número de aulas disponível?

Considerando que em um ano letivo de uma escola particular de Belo Horizonte com 4 aulas semanais exclusivamente de Química divididas entre dois professores (um com 3 aulas e outro com 1 aula por semana de 50 minutos de duração) perfaz um total de 60 aulas para um deles e 20 aulas para o outro. Diante desse cenário serão disponibilizadas 4 aulas (20% do total de aulas do professor que tem 20 aulas anuais) para a introdução aos estudos da Termoquímica.

B) Diante das possíveis respostas e munidos das leituras dos documentos oficiais (PCN, CBC,) e os outros textos estudados (módulo de planejamento didático, etc), você deve preparar:

B.1. Atividades de problematização para abertura do tema.

B.2. Estratégias para o desenvolvimento da narrativa do ensino.

B.3. Atividades de aplicação dos conhecimentos.

B.4. Propostas para o trabalho de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido.

B.1. Atividades de problematização para abertura do tema.

1ª aula:

1ª estratégia: Leitura, em sala de aula, do texto “**COMBUSTÍVEIS e FORMAS ALTERNATIVAS DE ENERGIA**” texto 1, páginas 230 a 232 do livro didático de referência para o planejamento. Os estudantes serão divididos em grupos de 4 ou 5 pessoas (serão formados 5 grupos ao todo).

Expectativa de duração da atividade: 15 minutos.

COMBUSTÍVEIS E FORMAS ALTERNATIVAS DE ENERGIA

A conversão de energia e trabalho em calor sempre acompanhou a história da humanidade. O processo contrário, de converter calor e energia armazenada em trabalho, é muito mais recente e se evidencia na utilização, pelo homem, do vento para movimentar moinhos e barcos ou de animais, incluindo o próprio homem – que transformam a energia obtida da digestão dos alimentos em trabalho mecânico – para realizar trabalhos domésticos e agrícolas. A utilização do calor em larga escala para produzir trabalho, no entanto, originou-se na época da revolução industrial, e as mudanças na sociedade foram se tornando cada vez mais rápidas, pois a humanidade, desde então, não se limita mais aos animais ou a outros processos naturais para produzir trabalho.

O aprendizado de como produzir o fogo, e não depender mais dos incêndios naturais para obtê-lo, significou um salto qualitativo no estilo de vida dos povos primitivos. Desde então, a humanidade vem produzindo energia em abundância pela queima de combustíveis. O processo muito mais sofisticado pelo qual a energia de combustíveis pode ser artificialmente convertida em trabalho tem, no entanto, menos de 300 anos.

A diferença no grau de sofisticação entre produzir calor ou trabalho a partir do mesmo combustível é evidente. Para produzir calor, é suficiente combustível, ar e a energia inicial de uma fagulha ou pequena chama. Uma vez iniciada, a combustão

produz energia em abundância. Para produzir trabalho a partir de um combustível, necessitamos de equipamentos muito mais sofisticados, como um motor a explosão existente nos automóveis ou as turbinas de um avião a jato.

Embora a humanidade em seus primórdios não o soubesse, a queima da vegetação liberava energia que havia sido obtida a partir do Sol, não muito tempo antes de sua utilização, por meio dos processos de fotossíntese. Como a demanda por energia não era muito grande, a queima da vegetação existente era suficiente. Antes mesmo da Revolução Industrial, o aumento da demanda por energia fez com que o homem procurasse outra possível fonte – o carvão – no qual a energia solar havia se acumulado em eras anteriores.

Atualmente, o homem explora o petróleo, provavelmente constituído por remanescentes de organismos marinhos que viveram há aproximadamente 500 milhões de anos e que também capturavam a energia solar. As demandas por energia da civilização moderna nos obrigaram, porém, a cavar para além desse tempo e colher a produção de outras estrelas, como o uso dos átomos de urânio, que são consumidos atualmente em reatores nucleares e são cinzas de estrelas antigas que não existem mais.

Eles foram formados na agonia de uma geração anterior de estrelas, quando átomos de menor massa foram violentamente lançados uns contra os outros com tanta energia que se fundiram em átomos progressivamente mais pesados. Essas estrelas antigas explodiram, espalhando esses átomos pesados pelo universo. Alguns deles acabaram sendo incorporados durante o processo de formação da Terra. Estamos, dessa forma, cavando cada vez mais no passado para encontrar formas de energia mais poderosas e convenientes. O dia em que a humanidade conseguir realizar a fusão de hidrogênio, a exemplo do que faz o Sol para obter essa imensa quantidade de energia, terá ido ainda mais longe no tempo ao utilizar “as cinzas do Big Bang”, já que hidrogênio e hélio foram os primeiros elementos que se formaram nessa grande explosão que, acredita-se, deu origem ao universo.

As pessoas que vivem na sociedade contemporânea assistem a essa explosão do uso da energia que tem gerado impactos ambientais de resultados imprevisíveis

para o futuro da vida no planeta. O aumento da concentração de CO₂ na atmosfera, resultante da queima em larga escala de combustíveis fósseis, está associado claramente ao aumento do efeito estufa, que pode resultar no aquecimento global do planeta.

Os acidentes nucleares, que aconteceram mesmo em países do Primeiro Mundo, e o risco envolvido no despejo do lixo nuclear mostram que essa forma de se obter energia, apesar de muito eficiente, também envolve riscos ambientais. Soluções alternativas necessitam de muita pesquisa e desenvolvimento para se tornarem alternativas viáveis em larga escala.

O consumo de energia é muito desigual entre os países do mundo. Os norte-americanos consomem muito mais energia do que qualquer outro povo. Essa diferença em relação a países do Terceiro mundo, como o Brasil, é ainda maior. Um litro de gasolina custa apenas 20 centavos de dólar nos Estados Unidos e os seus habitantes esbanjam petróleo nos mais de 100 milhões de automóveis em circulação. Quem paga o custo ambiental de tanto desperdício é todo o planeta. Países como o Brasil, no lugar de buscarem alternativas, alimentam o “sonho americano” produzindo mais e mais automóveis que vão aumentar o pesadelo dos grandes engarrafamentos, incorporados à paisagem cotidiana das grandes cidades.

2ª estratégia: Iniciar uma discussão, inicialmente em grupo, com o uso das seguintes perguntas de SÍNTESE e VERIFICAÇÃO sobre a leitura do texto.

Expectativa de duração da atividade: 15 minutos.

- Qual é o histórico da humanidade para a conversão de energia e trabalho em calor segundo o texto?
- Qual foi o fato histórico e por que tal fato sofisticou as formas de produzir trabalho a partir da queima de um combustível?
- Quais eram as formas de se obter energia no passado? E nos dias atuais?
- Qual a origem do petróleo?
- Qual a origem do urânio e como ele foi formado?
- Como se pode explicar o grande consumo de combustíveis por uma nação?
- Que consequências o uso exagerado de determinados tipos de combustíveis trás para a humanidade.

- Como os materiais combustíveis armazenam a energia que é dissipada (liberada) durante a queima? De onde, precisamente, vem essa energia dissipada pela combustão? (VERIFICAÇÃO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS)

B.2. Estratégias para o desenvolvimento da narrativa do ensino.

3ª estratégia: Realização de uma atividade experimental extraída da seção “EXPERIMENTANDO” do livro fasciculado espiralado do Sistema de Ensino Bernoulli edição de 2014, página 71. Já o texto introdutório foi extraído do livro de referência para o planejamento autores Eduardo Mortimer e Andréa Horta, 2003, páginas 235 e 236.

Expectativa de duração da atividade: 15 minutos, incluindo discussão das perguntas de relato do experimento.

TEMPERATURA e a SENSÇÃO DE QUENTE e FRIO

Nessa atividade experimental vamos discutir a diferença existente entre a temperatura e a sensação de quente e frio. Usamos parte do nosso corpo como um termômetro em várias situações do cotidiano. Um bom exemplo disso ocorre quando os pais avaliam se o leite da mamadeira do bebê está na temperatura ideal pingando algumas gotas no dorso das mãos. De modo semelhante, eles sabem avaliar se o seu filho está febril ou não colocando a palma da mão sobre a testa da criança.

Nesta atividade vamos investigar se a sensação de quente e frio sempre corresponde a uma real diferença de temperatura. Ao final da atividade você deve ser capaz de responder: será que a sensação de quente e frio que nosso corpo percebe do contato com vários materiais é confiável para a determinação da temperatura?

Materiais

- Três recipientes com água:
 - Um com água gelada.
 - Um com água à temperatura ambiente.
 - Um com água morna.

Procedimento

- 1º) Coloque umas das suas mãos no recipiente com água gelada.
- 2º) Coloque a outra mão no recipiente com água morna como mostra a figura seguinte, mantendo-as nos respectivos recipientes por cerca de um minuto.
- 3º) Posteriormente, retire suas mãos dos recipientes com água gelada e com água morna e mergulhe as duas mãos no recipiente com água à temperatura ambiente.

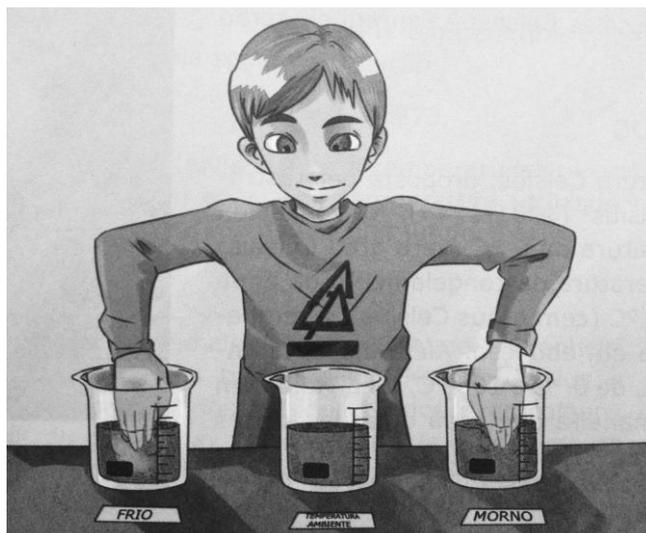


Figura 1: Experimento para determinação da sensação de quente e frio.

PERGUNTAS DE RELATO DE EXPERIMENTO

1. Qual foi a sensação observada para a mão que estava mergulhada no recipiente com água gelada?
2. E para a mão que estava mergulhada na água morna?
3. Considerando que toda a água do recipiente do meio está a uma mesma temperatura (temperatura ambiente), o que se pode concluir a respeito de nossas sensações fisiológicas de quente e frio como parâmetros para avaliação de temperaturas?

Comentários

Nesta atividade, vimos que nem sempre a sensação de quente e frio corresponde à temperatura do objeto. Essas sensações podem, muitas vezes, nos iludir. No caso estudado, o que ocorre é que sua mão está a uma temperatura diferente da temperatura das águas quente e fria. Quando dois corpos – sua mão e a água – a temperaturas diferentes entram em contato, há uma modificação dessas temperaturas. Essa modificação acontece à medida que a energia do corpo à maior temperatura é transferida para o corpo à menor temperatura. A essa forma de energia a Ciência denomina de **CALOR**. Na situação estudada, nosso corpo estava em uma temperatura maior que a temperatura ambiente, que é também maior que a temperatura da água fria. Nesse caso, houve transferência de energia do nosso corpo para a água fria. Quando mergulhamos a mão na água a temperatura ambiente, essa está em maior temperatura que a nossa mão e o calor flui da água ambiente para nossa mão causando a sensação de “quente”. O contrário é observado na mão que estava inicialmente na água quente.

Estratégias para alimentar grupo no facebook:

- 1. Os grupos de estudantes divididos em sala de aula deverão desenvolver o PROJETO 1 do livro de referência para o planejamento, página 233. Os resultados obtidos serão discutidos na 3ª aula dessa sequência de ensino. Os estudantes terão um prazo de 1 semana para conclusão do projeto. A orientação do trabalho será realizada via grupo no facebook diariamente.**
- 2. Será estimulada a leitura do texto abaixo sobre a história dos termômetros extraídos do livro referência para a produção do planejamento da sequência de ensino, página 235. Cada grupo deve responder as perguntas de SÍNTESE e REFLEXÃO DO TEXTO para discussão na aula seguinte.**

PROJETO 1 – COMBUSTÍVEIS e FORMAS ALTERNATIVAS DE ENERGIA

Neste projeto, faremos um estudo dos combustíveis do ponto de vista químico, ambiental e social. Cada grupo de alunos deverá trabalhar com **um** dos combustíveis relacionados a seguir:

- Petróleo (combustível fóssil).
- Carvão vegetal (biocombustível).
- Etanol (biocombustível).

- Combustíveis nucleares.
- Energia solar (fonte alternativa).
- Energia eólica (fonte alternativa).
- Biogás (fonte alternativa).

1º passo: Cada grupo deverá preparar um relatório escrito e uma apresentação em PowerPoint ou programa de computador similar que apresente uma série de argumentos sobre as vantagens e desvantagens do combustível escolhido, levando em consideração **eficiência energética, custos de produção, facilidade de obtenção, impacto ambiental e social** decorrente da sua produção e da sua utilização.

2º passo: Preparação do relatório. No relatório sobre o combustível, o grupo deverá tentar responder às questões e atender às demandas:

- a) Qual é a **origem** do combustível considerado? Como ele é produzido/extraído? Descreva todas as fases dos processos de extração e de produção industrial. Qual é o impacto ambiental/social de sua produção/extração? Quais são as reservas potenciais e em uso desse combustível no Brasil e no mundo e como elas se distribuem?
- b) Qual é o valor energético desse combustível ou dos seus derivados por mol (em termos de variação de entalpia de combustão)? Qual é o valor energético por quilo ou litro? E por R\$?
- c) Como está distribuído o consumo desse combustível pelos diferentes países, em termos absolutos e em termos relativos (litro ou quilo de combustível por habitante)? E entre os estados brasileiros?
- d) Quais são os principais impactos ambientais e sociais decorrentes do uso desse combustível (por exemplo, em relação ao impacto social, deve-se considerar o problema dos engarrafamentos de trânsito nas grandes cidades, etc.)? Que medidas têm sido tomadas para minimizar esse impacto? Que outras poderiam ser tomadas?
- e) Como o uso do “seu” combustível pode contribuir, ou não, para o desenvolvimento sustentável.

3º passo: Cada grupo deverá preparar os argumentos a favor e contra o “seu” combustível. Esses argumentos serão preparados para um debate com toda a

turma, em que cada grupo deverá defender o uso de “seu” combustível e questionar o uso de um dos outros combustíveis. Para isso, cada grupo entregará ao professor, com alguma antecedência em relação ao dia do debate, os **argumentos contrários** ao uso de seu combustível. O professor distribuirá esses argumentos entre os outros grupos. É importante que cada grupo prepare a contra-argumentação levando em consideração os argumentos contrários que ele próprio levantou sobre o combustível analisado.

4º passo: O debate se iniciará com a defesa sobre o uso do combustível, seguida por uma réplica contra seu uso, cada uma (defesa e réplica) preparada com antecedência.

5º passo: Para que o debate prossiga, cada grupo deverá preparar um número razoável de perguntas que coloquem o grupo “adversário” em dificuldades na defesa do uso do combustível analisado por eles.

B.2. Estratégias para o desenvolvimento da narrativa do ensino.

2ª aula:

1ª estratégia: Proposta de leitura do texto **CALOR e TEMPERATURA NA LINGUAGEM COTIDIANA e NA CIÊNCIA** extraídos do livro referência **QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO** dos autores Eduardo Mortimer e Andréa Machado, volume único, páginas 239-241, 2003.

Expectativa de duração da atividade: 10 minutos.

Nas atividades anteriores, tivemos a oportunidade de discutir como os conceitos científicos de calor e de temperatura são diferentes dos nossos conceitos cotidianos. No dia-a-dia, associamos calor diretamente à temperatura, considerando que a uma temperatura mais alta corresponde uma maior quantidade de calor.

Verificamos, na Atividade 3, que o conceito científico de calor relaciona-se com a **diferença** de temperatura entre dois sistemas. Isso é importante para entender os conceitos de calor e temperatura do ponto de vista científico. Em primeiro lugar, só há calor quando há diferença de temperatura, pois o calor é o processo de

transferência de energia de um sistema, a uma temperatura mais alta, para outro, a uma temperatura mais baixa. Além disso, a quantidade de calor transferida é proporcional à **diferença de temperatura** e não à temperatura. Isso implica que pode haver mais calor sendo transferido entre sistemas a baixas temperaturas do que entre sistemas a temperaturas mais altas. Isso ocorrerá se a diferença de temperatura entre os sistemas à baixa temperatura for maior do que entre os sistemas à temperatura mais alta, desde que as massas dos sistemas sejam as mesmas.

A necessidade de comparar massas iguais quando se quer comparar o calor envolvido de calor necessária para elevar a temperatura de um corpo de uma certa quantidade depende do calor específico do material de que é feito o corpo e da massa do corpo. Quanto maior o calor específico do material, mais energia é necessária para aquecer o corpo. O mesmo se pode dizer em relação à massa do corpo: quanto maior a massa, mais energia é necessária para aquecer o corpo. Esse conjunto de informações está, de certa forma, sintetizado na fórmula matemática que usamos para calcular a quantidade de calor transferida.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Assim, quando aquecido, a quantidade de calor que um corpo pode receber depende da diferença de temperatura entre o corpo e a fonte de calor, do calor específico do material de que é feito o corpo e de sua massa.

O conceito científico de calor é, portanto, bem diferente da concepção cotidiana, que associa calor à temperatura e considera que quanto maior a temperatura mais calor um corpo ou sistema tem. Do ponto de vista científico, um corpo não possui calor. Ele possui energia interna que pode ser transferida sob a forma de calor desde que haja contato com um corpo a uma temperatura menor.

Esponaneamente, a transferência de calor só ocorre do sistema de maior temperatura para o de menor temperatura. Essa ideia também contraria a forma de pensar cotidiana, que admite que um corpo quente pode transferir calor e um corpo frio pode transferir frio. Do ponto de vista científico, quando colocamos um pedaço

de gelo num copo com água à temperatura ambiente, há resfriamento do sistema porque a água cede calor para o gelo e não porque o gelo cede “frio” para a água.

Vimos também que a sensação de quente e frio nem sempre corresponde a uma real diferença de temperatura, como no caso da madeira e do metal na Atividade 2. Gostaríamos de enfatizar que essas situações são importantes para evidenciar a grande diferença que existe entre nossas noções cotidianas e a noção científica de calor. Enquanto nas primeiras o calor e o frio são tratados como atributos dos materiais, a noção científica estabelece que o calor depende da relação entre dois sistemas. Por isso, não tem sentido, do ponto de vista da ciência, falar do calor de um corpo ou de um sistema, já que só existirá calor quando existir diferença de temperatura entre dois sistemas ou entre duas partes de um mesmo sistema.

Sobre o conceito de temperatura, podemos dizer que, do ponto de vista dos fenômenos, esse conceito deriva da observação de que energia é transferida de um corpo a outro quando eles estão em contato. A temperatura é a propriedade que nos diz a direção do fluxo de energia. Assim, se a energia flui de um corpo A para um corpo B, podemos dizer que A tem uma temperatura maior do que B. Essa maneira de definir a temperatura também estabelece a relação entre calor e temperatura. O calor, como fluxo de energia, sempre passa de um sistema a uma maior temperatura para um outro a uma menor temperatura, quando os dois estão em contato. Mais uma vez deve-se destacar que só há fluxo de energia e, portanto, calor quando há diferença de temperatura.

Esses conceitos podem ser explicados em termos do comportamento molecular com o modelo cinético-molecular. Sendo todos os materiais constituídos por moléculas, íons ou átomos, a **temperatura** pode ser **associada à energia cinética média** dessas moléculas, íons ou átomos. Em outras palavras, pode-se considerar que a temperatura expressa o grau de agitação térmica das moléculas de um corpo. Quanto maior a temperatura, maior a agitação térmica dessas moléculas.

PERGUNTAS DE SÍNTESE e REFLEXÃO

1. A partir do que foi discutido anteriormente **ESCREVA** a relação existente entre temperatura, agitação térmica e energia cinética das partículas.

2. **EXPLIQUE** por que a expressão “feche a porta para o frio não entrar” não corresponde exatamente ao conceito cientificamente mais adequado de calor.

2ª estratégia: Realização da discussão sobre as respostas dadas as questões de SÍNTESE e REFLEXÃO sobre o que foi aprendido. Nesse momento, o discurso de autoridade do professor entra para realizar o fechamento da narrativa de ensino.

Expectativa de duração da atividade: 5 minutos.

3ª estratégia: Realização de uma atividade experimental que permita verificar os efeitos térmicos da dissolução de certos compostos em água extraída do caderno de laboratório do Sistema de Ensino Bernoulli edição 2011, páginas 90-92.

Expectativa de duração da atividade: 20 minutos.

EFEITO TÉRMICO DA DISSOLUÇÃO

Já verificamos que, nem sempre, a sensação de quente e frio pode revelar com precisão a temperatura de um material. Além disso, é possível que o simples contato entre duas substâncias possa produzir ou consumir energia? Nesse experimento você observará qualquer transformação necessariamente ocorre com variação de energia do sistema.

Materiais

- Dois recipientes com água a temperatura ambiente.
- 1,0g de hidróxido de sódio (NaOH).
- 2,5g de ureia (CO(NH₂)₂).
- Termômetro de laboratório.
- Um béquer de 250mL de capacidade.
- Um béquer de 500mL de capacidade.
- 100mL de água a temperatura ambiente.
- Uma proveta de 100mL de capacidade.

- Um vidro de relógio.
- Um bastão de vidro.

Procedimento

Parte A: Dissolução do hidróxido de sódio

- 1º) Pegue o béquer maior (500mL) e forre todo interior dele com um jornal picado.
- 2º) Pese o béquer menor (250mL) e **ANOTE**.
- 3º) Meça 50,0mL de água e transfira para o béquer menor.
- 4º) Pese o béquer menor com água e **ANOTE**.
- 5º) Meça a temperatura inicial da água e **ANOTE**.
- 6º) Usando um vidro de relógio, pese 1,0g de NaOH (hidróxido de sódio), transfira imediatamente para o béquer menor.
- 7º) Usando um bastão de vidro, **MISTURE** lentamente a água até dissolver todo hidróxido de sódio e meça novamente a temperatura. **ANOTE**.
- 8º) **COMPLETE** a tabela abaixo:

Massa do béquer menor	Massa do béquer com água	Massa da água	Massa de NaOH	Temperatura inicial	Temperatura final	ΔT

Parte B: Dissolução da ureia

- 1º) Pegue o béquer maior (500mL) e forre todo interior dele com um jornal picado.
- 2º) Pese o béquer menor (250mL) e **ANOTE**.
- 3º) Meça 50,0mL de água e transfira para o béquer menor.
- 4º) Pese o béquer menor com água e **ANOTE**.
- 5º) Meça a temperatura inicial da água e **ANOTE**.
- 6º) Usando um vidro de relógio, pese 2,5g de $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (ureia), transfira imediatamente para o béquer menor.
- 7º) Usando um bastão de vidro, **MISTURE** lentamente a água até dissolver toda ureia e meça novamente a temperatura. **ANOTE**.
- 8º) **COMPLETE** a tabela abaixo:

Massa do béquer menor	Massa do béquer com água	Massa da água	Massa da ureia	Temperatura inicial	Temperatura final	ΔT

4ª estratégia: Proposta de leitura adaptada do texto **PROCESSOS EXOTÉRMICOS e ENDOTÉRMICOS** extraídos do livro referência **QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO** dos autores Eduardo Mortimer e Andréa Machado, volume único, páginas 244-246, 2003.

Expectativa de duração da atividade: 10 minutos.

3º TEXTO:

PROCESSOS EXOTÉRMICOS e ENDOTÉRMICOS

Pode-se dizer que os materiais armazenam essencialmente dois tipos principais de energia denominados cinética ou potencial. Como vimos no texto “Calor e temperatura na linguagem cotidiana e na Ciência” a temperatura pode ser associada a energia cinética média das partículas (moléculas, átomos, íons) constituintes do material. Já o conceito científico de energia potencial é bem mais amplo. Um corpo ou partícula passa a armazenar energia potencial a partir do momento em que está submetido a ação de uma **força** de campo (à distância como a gravitacional ou a elétrica) ou de contato (como a elástica). A ideia por trás da palavra potencial nos remete a ideia de que o corpo ou as partículas constituintes apresentam um potencial (uma capacidade) para realizar trabalho exclusivamente ligada à sua **posição** em relação a origem da força a qual está submetido. As águas de uma barragem têm energia potencial – por se encontrarem numa posição mais elevada - que pode ser convertida em trabalho mecânico quando a água cai e passa pelas turbinas, convertendo-se aí em eletricidade.

Para que ocorra uma transformação qualquer (seja ela física, nuclear ou química) é necessário que ocorra uma mudança na posição das partículas, composição do

material e/ou na energia do sistema. E, invariavelmente, a energia potencial é modificada numa transformação, já que toda transformação muda a posição da partícula constituinte de um material em relação a origem da força a qual está submetida seja a posição dos átomos numa ligação química para formar novas substâncias, seja das partículas constituintes sem alterar a composição do material.

Forças atrativas e repulsivas entre núcleos e elétrons em moléculas também resultam em energia potencial. Lembre-se de que a formação da ligação química entre dois átomos pode ser representada por meio de um poço de energia potencial. Se considerarmos que há um **predomínio de forças atrativas** (predomínio da atração prótons-elétrons sobre a repulsão próton-próton, elétron-elétron), quanto **menor** o **afastamento** entre as partículas **menor** é a **energia potencial** armazenada pelo sistema o que leva a formação de ligações químicas/interações de maior intensidade e um material com maior estabilidade. Já se prevalecem forças repulsivas, quanto menor o afastamento entre as partículas maior é a energia potencial armazenada pelo sistema, fato que leva a formação de ligações químicas/interações de menor intensidade e um material com menor estabilidade.

Examinando ao diagrama de energia potencial em função da distância internuclear na formação de uma molécula de hidrogênio, podemos observar que a formação das ligações químicas entre os átomos de hidrogênio resulta em liberação de energia correspondente à diminuição da energia potencial. Essa liberação de energia ocorre sempre que uma ligação química é formada. Para que a ligação seja desfeita, é necessário que se forneça energia. Quando um combustível é queimado – por exemplo, etanol –, podemos dizer que as moléculas dos reagentes – etanol e oxigênio – têm maior energia potencial do que as moléculas dos produtos – gás carbônico.

Isso significa que a energia liberada na formação das ligações químicas nos produtos foi maior que a energia gasta na quebra das ligações dos reagentes. Pensando em termos de poços de potencial, é como se eles fossem mais fundos nos produtos que nos reagentes. Essa diferença de energia é liberada para a vizinhança sob a forma de calor. Todas as reações químicas ou mudanças de estado físico que envolvem liberação de energia do sistema para a vizinhança na

forma de calor são chamados **processos exotérmicos**. Nesse processo há uma redução do conteúdo de energia potencial do sistema e as partículas que predominantemente se atraem para formar o material se aproximam e formam ligações/interações de maior intensidade e estabilidade.

Já as reações químicas ou mudanças de estado físico em que o sistema absorve energia da vizinhança na forma de calor são chamados **processos endotérmicos**. Nesse tipo de transformação há uma aumento do conteúdo de energia potencial do sistema e as partículas que predominantemente se atraem para formar o material se afastam e formam ligações/interações de menor intensidade e estabilidade.

PERGUNTAS DE SÍNTESE e REFLEXÃO

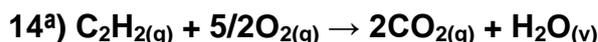
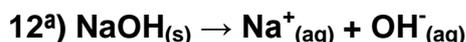
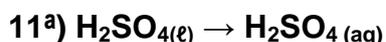
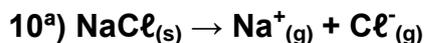
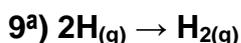
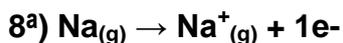
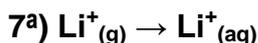
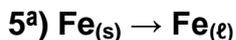
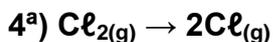
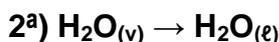
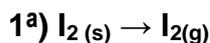
1. Construa o diagrama de variação de energia potencial para as seguintes transformações e classifique-as como exotérmicas ou endotérmicas:

- A) solidificação da água no congelador.
- B) reação entre soluções concentradas de ácido forte e de uma base forte.
- C) reação entre zinco e ácido clorídrico concentrado.

Estratégias para alimentar grupo no facebook:

1. Realizar um exercício que permita, a partir das equações representativas das transformações ocorridas, identificar as seguintes características durante o processo:

- a) **INDIQUE** o nome da transformação que está representada.
- b) **CLASSIFIQUE** a transformação em física, nuclear ou química.
- c) **INDIQUE** se está ocorrendo um predominante afastamento ou aproximação das partículas (moléculas, átomos ou íons) constituintes do material.
- d) **INDIQUE** que tipo de ligações/interações estão sendo enfraquecida/rompidas ou formadas/fortalecidas.
- e) **INDIQUE** se a energia potencial das partículas do material aumenta, diminui ou permanece constante.
- f) **INDIQUE** se a energia cinética média das partículas do material aumenta, diminui ou permanece constante. Considere que, em todas transformações representadas, todo material transformado é constituído por substância pura.



2. Responder as questões de relato do experimento realizado durante a 2ª aula. Trazer respondido na próxima aula para discussão em plenária.

PERGUNTAS DE RELATO DO EXPERIMENTO

1. **INDIQUE** se o processo de dissolução do hidróxido de sódio é **endotérmico** ou **exotérmico**. **JUSTIFIQUE** sua indicação.

2. **DETERMINE** o calor liberado/absorvido na dissolução de 1,0g de NaOH. Considere o calor liberado/absorvido pelo béquer.

Dado: calor específico do vidro: 0,22cal/(g.°C)

3. **CALCULE** o calor liberado/absorvido na dissolução de 1 mol de NaOH.

4. **INDIQUE** se o processo de dissolução da ureia é **endotérmico** ou **exotérmico**. **JUSTIFIQUE** sua indicação.

5. **DETERMINE** o calor liberado/absorvido na dissolução de 2,5g de ureia. Considere o calor liberado/absorvido pelo béquer.

Dado: calor específico do vidro: $0,22\text{cal}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$

6. **CALCULE** o calor liberado/absorvido na dissolução de 1 mol de ureia.

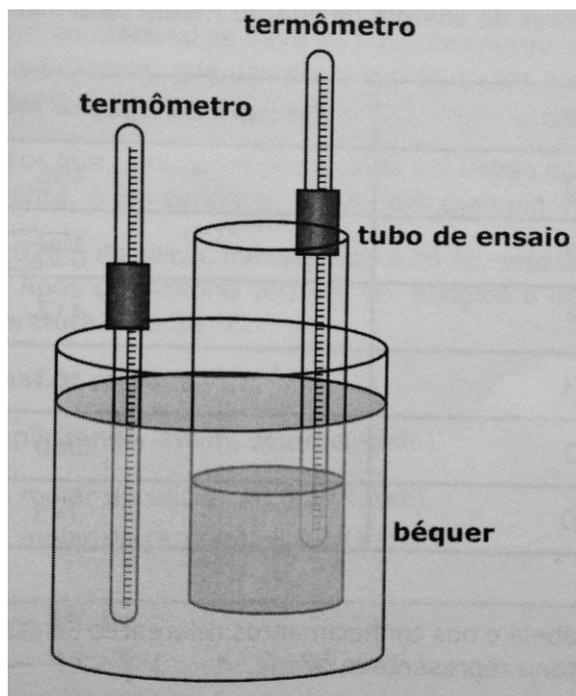
3ª aula:

1ª estratégia: Realização de uma sequência de questões elaboradas a fim de verificar a eficiência da sequência de ensino no aprendizado verdadeiro dos estudantes. Uma dessas questões foi extraída da ATIVIDADE 4 do livro de referência, página 239. Tal atividade será realizada em caráter demonstrativo ao final da aula os estudantes serão convidados a observar os resultados com acompanhamento do professor.

Expectativa de duração da atividade: 20 minutos.

Será discutido em sala de aula uma situação na forma de uma questão discursiva. Após entendimento e discussão do problema será solicitados aos estudantes que produzam uma resposta para explicar a situação considerando os conceitos cientificamente adequados de energia cinética, energia potencial, calor e temperatura.

QUESTÃO 1: Um experimento foi realizado no Rio de Janeiro colocando-se um tubo de ensaio com água destilada dentro de um béquer também com água destilada. Ambas as amostras de água tinham a mesma origem. A montagem foi feita de maneira que o tubo se mantivesse na posição vertical com a abertura virada para fora (figura abaixo). A parte do fundo do tubo não entra em contato com a parte do fundo do béquer, porém o nível da água no tubo é inferior ao nível da água no béquer.



O béquer, então, é aquecido pela chama de um bico de Bunsen. Um termômetro é colocado em cada um dos recipientes, um no tubo de ensaio e um no béquer.

Decorrido um tempo, a água do béquer começa a ferver. Porém, independentemente do tempo decorrido, a água no tubo **não ferve**.

Considerando os conceitos cientificamente adequados de energia potencial, energia cinética, calor e temperatura (não necessariamente nessa ordem) produza um texto de 10 a 15 linhas que **EXPLIQUE** por que a água dentro do tubo de ensaio não ferve.

QUESTÃO 2 (UFMG 2003): Uma certa quantidade de água é colocada em um congelador, cuja temperatura é de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após estar formado e em equilíbrio térmico com o congelador, o gelo é transferido para outro congelador, cuja temperatura é de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Considerando-se essa situação, é **CORRETO** afirmar que, do momento em que é transferido para o segundo congelador até atingir o equilíbrio térmico no novo ambiente, o gelo

- A) se funde.
- B) transfere calor para o congelador.
- C) se aquece.
- D) permanece na mesma temperatura inicial.

QUESTÃO 3 (UFMG 2002): Ao se sair molhado em local aberto, mesmo em dias quentes, sente-se uma sensação de frio. Esse fenômeno está relacionado com a evaporação da água que, no caso, está em contato com o corpo humano.

Essa sensação de frio explica-se **CORRETAMENTE** pelo fato de que a evaporação da água

- A) é um processo endotérmico e cede calor ao corpo.
- B) é um processo endotérmico e retira calor do corpo.
- C) é um processo exotérmico e cede calor ao corpo.
- D) é um processo exotérmico e retira calor do corpo.

2ª estratégia: Realização da discussão sobre as respostas dadas as questões de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido em plenária. Nesse momento, o discurso de autoridade do professor entra para realizar o fechamento da narrativa de ensino.

Expectativa de duração da atividade: 20 minutos.

3ª estratégia: Realização da discussão sobre as respostas dadas as questões de síntese e reflexão sobre o texto **UM POUCO SOBRE TERMÔMETROS** postado no grupo do facebook como atividade de casa que os grupos deveriam ter realizado. Nesse momento, o discurso de autoridade do professor entra para realizar o fechamento da narrativa de ensino.

Expectativa de duração da atividade: 10 minutos.

B.4. Propostas para o trabalho de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido.

4ª e 5ª aula:

Única estratégia: Os grupos apresentarão os resultados de suas pesquisas feitas baseada no roteiro proposto no PROJETO 1, página 233 do livro de referência para realização do planejamento da sequência de ensino.

Cada grupo terá 10 minutos para apresentação e perguntas.

Expectativa de duração da atividade: 50 minutos.

B.4. Propostas para o trabalho de síntese e reflexão sobre o que foi aprendido.

6ª aula: Realização do debate como sugerido ao final do projeto 1.

ANEXO B – Termo de consentimento livre e esclarecimento**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) - PAIS E/OU RESPONSÁVEIS POR ALUNOS (AS)**

Caro pai, mãe ou responsável pelo (a) aluno (a)

Eu, Professor Daniel Moreira de Faria, aluno da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação da Universidade Federal de Minas Gerais, gostaria de convidar seu (sua) filho (a) a participar da pesquisa “O ENSINO DE TERMOQUÍMICA NUMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA ENVOLVENDO OS CONCEITOS DE CALOR, TEMPERATURA, ENERGIAS CINÉTICA E POTENCIAL”. Estive em contato com a Direção da Escola e com os Professores de seu (sua) filho (a) e obtive a colaboração e o consentimento de ambos para a realização deste estudo. Esta pesquisa tem por objetivo desenvolver uma sequência didática baseada nas abordagens investigativa e CTS. Acreditamos que a Pesquisa será importante pois contribuirá ainda mais para a aprendizagem de seu (sua) filho (filha). As aulas ocorrerão nos horários habituais no ano letivo de 2016. Participarão deste trabalho os (as) alunos (as) que, voluntariamente, assim o decidirem e contarem com o consentimento dos senhores pais ou responsáveis. O (a) aluno (a) terá seu anonimato garantido, pois serão utilizados pseudônimos no lugar dos nomes e, assim, as informações que fornecerem não serão associadas ao nome em nenhum documento. A participação do (a) aluno (a) não envolverá qualquer natureza de gastos. Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado em duas vias, sendo que uma das vias ficará com o (a) senhor (a) e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012. Desde já agradecemos a sua colaboração.

Daniel Moreira de Faria / MG -10 518 063
Pesquisador Principal
danielufmg@yahoo.com.br - (31) 9 8864 4853
Universidade Federal de Minas Gerais

Doutora Nilma Soares da Silva / RG
Orientadora da Pesquisa
nilmasoares@yahoo.com.br - (31) telefone
Universidade Federal de Minas Gerais

A U T O R I Z A Ç Ã O

Após a leitura do documento acima (**CARTA CONVITE DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**), declaro que estou suficientemente esclarecido (a) sobre a pesquisa: “O ENSINO DE TERMOQUÍMICA NUMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA ENVOLVENDO OS CONCEITOS DE CALOR, TEMPERATURA, ENERGIAS CINÉTICA E POTENCIAL”, seus objetivos e metodologia e que concordo com a participação do (a) aluno (a) abaixo identificado (a).

Nome do(a) aluno(a):

—

Nome do(a) responsável:

Assinatura do(a) responsável:

C.I.: _____ CPF _____

ANEXO C – Autorização da escola para realização da pesquisa**AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA**

Eu, _____, RG _____, diretor do Colégio _____, recebi a visita do professor Daniel Moreira de Faria, aluno da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação, da Universidade Federal de Minas Gerais, que solicitou permissão para realizar, nessa Instituição de Ensino, sua pesquisa. O pesquisador me apresentou o projeto intitulado “O ENSINO DE TERMOQUÍMICA NUMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA ENVOLVENDO OS CONCEITOS DE CALOR, TEMPERATURA, ENERGIAS CINÉTICA E POTENCIAL”, que tem por objetivo desenvolver uma sequência didática baseada nas abordagens investigativa e CTS. O projeto ocorrerá com duração prevista para 6 aulas de 50 minutos, em consenso com o professor Daniel Moreira de Faria da disciplina de Química 2. Estou ciente de que o trabalho envolverá a participação ativa dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas pelo professor e o pesquisador. Segundo o pesquisador, eu e minha equipe pedagógica poderemos participar de todas as instâncias do planejamento das aulas, incluindo implementação e análise. O pesquisador esclareceu que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação dos sujeitos. Assegurou a privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Estou ciente de que os nomes dos alunos, do professor, de funcionários ou da escola não serão citados em nenhum documento produzido no processo, pois o pesquisador resguardará pelo sigilo e anonimato. Comunicou que os resultados da pesquisa serão divulgados para todos os participantes do projeto e demais interessados, em dia e local que eu definir.

Sinto-me esclarecido em relação à proposta e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa. Reconheço sua importância e as possíveis contribuições que poderá trazer ao processo de ensino e aprendizagem de Ciências. Sendo assim, autorizo a realização da pesquisa nesta Instituição.

Belo Horizonte, _____ de _____ de _____.

Nome do diretor - RG: _____

Diretor do Colégio - bairro

Rua , nº, Bairro, Belo Horizonte, Minas Gerais

email: