

Utilização de Experimentos Investigativos para a Identificação de Competências e Habilidades em Alunos de uma Escola de Ensino Médio do Estado do Ceará

Use of Investigative Experiments to Identify Competencies and Skills in Students of a High School in the State of Ceará

Francisca R. G. Lima,^a Fernanda Marur Mazze,^a Ana C. F. de Brito Pontes^{a,*} 

^a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Instituto de Química, Campus Universitário, Lagoa Nova, CEP 59072-970, Natal-RN, Brasil.

Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI)

*E-mail: anacfbrito@gmail.com

Recebido: 28 de Março de 2021

Aceito: 28 de Março de 2021

Publicado online: 18 de Maio de 2021

This work presents the experience obtained with students from the 2nd year of high school at E.E.M. Gonzaga da Fonseca Mota, located in the city of Quixadá, Ceará, on the identification of skills and competencies after carrying out investigative experimental activities related to the thermochemistry content, addressing the theme of combustion. The data collection was carried out through a qualitative research, since the answers provided by the students were analyzed through the questionnaires and the presentation of their results in the classroom. The analysis of the students' responses showed that, in general, the students were able to provide satisfactory scientific explanations related to the competences and skills required in the Reference Matrices of ENEM for the teaching of thermochemistry and the state of Ceará for the subject of Chemistry in high school. The issues identified with the regular concept were those in which it was necessary to elaborate explanatory hypotheses, that is, those that required a higher level of complexity on the part of the students. Although they were able to describe the observed phenomena, they were still limited to proposing hypotheses. One of the probable causes may be associated with the difficulty in relating macroscopic phenomena to the submicroscopic world.

Keywords: Investigate experiments; thermochemistry teaching; competence and abilities

1. Introdução

A sociedade vem se transformando ao longo dos anos. Essa transformação vem sendo acelerada nas últimas décadas, em grande parte, pelo fenômeno da globalização, e na área de ensino não poderia ser diferente. No século XX, o ensino de ciências baseava-se na repetição mecânica de conteúdos pré-estabelecidos, com muito pouco enfoque nas atividades experimentais.¹ A partir da década de 70, surgiu uma nova perspectiva de ensino, focada na formação de cientistas, influenciada pelo Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Nos anos 80, ocorreu uma aproximação entre as Ciências Naturais e Humanas, enfatizando a importância da História e Filosofia da Ciência no processo de ensino.^{2,3} Seguindo nesta tendência de formação, uma nova perspectiva de ensino de Ciências por investigação vem se destacando, e atualmente transcendeu a introdução de procedimentos de investigação em sala de aula, uma vez que visa também a preparação dos alunos para a resolução de problemas do cotidiano através do conhecimento científico. Foi com este enfoque que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) foram elaborados em 1998 e tem como um dos objetivos principais o ensino vinculado ao conhecimento científico e tecnológico somando as questões sociais e ambientais.⁴

Para os conteúdos do Ensino Médio, o Ministério da Educação tem como parâmetro as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica (DCNEB).⁵ Essas são normas obrigatórias para a Educação Básica que orientam o planejamento curricular das escolas e dos sistemas de ensino. Este documento descreve, especificamente, que o ensino de ciências deve focar no desenvolvimento científico e tecnológico, sendo a função do professor traçar as melhores estratégias, lembrando sempre que o conhecimento científico deve manifestar significado e relevância para os educandos. Ainda para o Ensino Médio, a BNCC – Base Nacional Comum Curricular – traz a investigação enquanto forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos:

“[...] a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área.⁶

Nessa perspectiva, o objetivo do presente trabalho é relatar a experiência com relação à aplicação de um questionário qualitativo a fim de identificar as competências e habilidades desenvolvidas por alunos de Ensino Médio de uma escola do sertão do Ceará, após a realização de atividades experimentais investigativas envolvendo conceitos de termoquímica. A seguir, são destacados os aspectos relevantes da utilização de atividades experimentais investigativas, as competências e habilidades previstas para o ENEM e para o estado do Ceará com relação aos conceitos de termoquímica e, por fim, as dificuldades conceituais relativas ao conteúdo de termoquímica.

1.1. Atividades experimentais investigativas

Ainda que a experimentação seja um dos recursos mais utilizados no processo de ensino e aprendizagem das ciências, observa-se que alguns professores enfatizam aspectos instrumentais e de motivação em detrimento a aspectos fundamentais, como por exemplo, elaboração de hipóteses, coleta e análise de dados, confronto entre os resultados obtidos e as hipóteses anunciadas, reelaboração de novas hipóteses, etc.⁷

Nesse sentido, a experimentação por investigação consiste em uma abordagem que provoca o questionamento, que requer um planejamento, uma coleta de evidências, relatos com base nas evidências e a comunicação para expressar os conhecimentos adquiridos. Assim, a utilização das metodologias da investigação científica e conhecimentos científicos pode promover no educando o aprender a fazer ciência. Se uma atividade experimental contempla esses

objetivos, ou parte deles, possibilitará que os educandos aprendam, além dos procedimentos e condutas científicas experimentais, a construir um raciocínio como base para o campo conceitual da ciência. Segundo Carvalho,⁸ as atividades de investigação no ensino de ciências exigem certa atenção, devendo contemplar quatro etapas básicas: o problema para a construção do conhecimento; a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual na resolução do problema; a tomada de consciência; e a construção de explicações.⁸

Assim, as atividades experimentais investigativas desenvolvem habilidades cognitivas importantes para o processo de aprendizagem - a resolução de problemas, percepção, criatividade, raciocínio rápido, dentre outras habilidades. Os objetivos pedagógicos em relação à experimentação investigativa são resumidos em uma lista de seis grupos, como se lê na Tabela 1, referenciados no trabalho de Blosser.⁹ Segundo esse autor, os objetivos explicitados são possíveis apenas em aulas investigativas, uma vez que essa estratégia permite a participação direta do aluno na construção do seu conhecimento com a mediação do professor.

Conforme Carvalho, Azevedo e Nascimento,¹⁰ a finalidade das atividades investigativas, práticas ou teóricas, é levar o aluno a pensar, a debater, a questionar, a agir, a justificar as suas ideias e a aplicar os seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos científicos, tecnológicos, culturais, éticos, históricos e matemáticos. De acordo com Sousa,¹¹ as atividades experimentais envolvem o que se denomina grau de liberdade, que pode ser entendido como os níveis de abertura proporcionados pelo professor aos educandos na execução da atividade experimental, ou seja, quanto maior a intervenção do professor, menor o grau de liberdade. Dessa maneira, espera-se que com a experimentação investigativa o aluno apresente uma maior autonomia e participação na construção de seu conhecimento, resultando em um maior grau de liberdade. Vários autores¹²⁻¹⁵ expõem diferentes graus de liberdade como característica para se definir o tipo de atividade experimental. Dentre esses, destaca-se o estudo de Herron,¹⁵ o qual é dividido em cinco categorias, em uma escala de zero a quatro, indicadas na Tabela 2.

Atividades experimentais do tipo Demonstrativa apresentam o menor grau de liberdade e se referem à comprovação prática da teoria, na qual os estudantes conhecem previamente os objetivos e o resultado. Nas atividades experimentais classificadas como Exercício, os estudantes

Tabela 1. Objetivos pedagógicos da experimentação investigativa⁹

Grupos	Objetivos pedagógicos
Habilidades	Manipular, refletir, ler, escrever, questionar, investigar, organizar e comunicar.
Conceitos	Levantar hipóteses, modelo teórico e categoria taxionômica.
Habilidades cognitivas	Pensamento crítico, soluções de problemas, aplicação e síntese.
Compreensão da natureza da ciência	Empreendimento científico, como os cientistas trabalham a existência de multiplicidade de métodos científicos, as inter-relações entre ciência-tecnologia-sociedade, e também, entre as várias disciplinas científicas.
Atitudes	Curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração e gostar de ciência.
Tomada de decisão	Conhecimento construído de maneira interdisciplinar com múltiplas alternativas para a resolução do mesmo problema.

Tabela 2. Classificação da atividade experimental investigativa de acordo com o grau de liberdade¹⁵

Nível	0 Demonstrativa	1 Exercício	2 Investigativa estruturada	3 Investigativa aberta	4 Projeto
Objetivo	Dado	Dado	Dado	Dado	Dado em parte ou aberto
Material	Dado	Dado	Dado todo ou em parte	Aberto	Aberto
Método	Dado	Dado	Dado em parte ou aberto	Aberto	Aberto
Solução	Dado	Aberto	Aberto	Aberto	Aberto
Tipo de prática	Verificacionista	Verificacionista	Verificacionista ou investigativa	Investigativa	Investigativa

Dado: informações fornecidas pelo professor. Investigativa estruturada: estudantes investigam uma questão por meio dos procedimentos propostos pelo professor. Investigativa aberta: estudantes investigam questões que eles mesmos formularam. Eles também elaboram os procedimentos. Verificacionista: estudantes comprovam as teorias científicas.

conhecem os objetivos e seguem as instruções instrumentais e metodológicas, reproduzindo atividades pré-determinadas. Na Investigativa estruturada, os objetivos são apresentados, mas apenas partes da instrumentação e metodologia são disponibilizadas, fazendo com que os estudantes sejam estimulados a exercer sua autonomia e tomada de decisão. Já na Investigativa aberta, apenas os objetivos são fornecidos, promovendo um maior envolvimento do aluno com o processo investigativo. E, por fim, as atividades experimentais com maior grau de liberdade são denominadas Projeto, na qual os estudantes são apresentados a um fenômeno bruto, cujo problema, materiais a serem utilizados, metodologia e soluções são deixadas em aberto.

Assim, as sequências de ensino do tipo investigativas (níveis 2, 3 e 4) são capazes de auxiliar no processo ensino-aprendizagem, por conseguir dar conta de conteúdos curriculares com uma demanda mais complexa e por terem vários ciclos de atividades planejadas.

1.2. Competências e habilidades do ENEM e do Ceará no ensino de termoquímica

O ensino de termoquímica, assim como os demais conteúdos vistos na disciplina de Química, pode possibilitar o desenvolvimento de competências e habilidades através da abordagem de situações problemáticas reais de forma crítica, permitindo aos educandos desenvolver capacidades como interpretar e analisar dados, argumentar, fazer conclusões, avaliar e tomar decisões.¹⁶ Desse modo, com o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da escolaridade básica, em 1998, o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) criou o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Este passa a ser oferecido anualmente aos concluintes e egressos

deste nível de ensino, com o objetivo de possibilitar uma referência para autoavaliação dessa clientela, de acordo com as competências e habilidades requeridas. As diretrizes que orientam a estruturação do exame são baseadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

A competência 1 para a área Ciências da Natureza engloba a compreensão das ciências naturais e das tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade. A competência de área 2 consiste em identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos. Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais, e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos, é o objetivo da competência 3. Já a competência de área 4 refere-se à compreensão das interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais. A competência de área 5 consiste em entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos. As competências 6, 7 e 8 da área Ciências da Natureza consistem em apropriar-se de conhecimentos da Física, Química e Biologia, respectivamente, para interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas em situações problema. No ensino de Química, mais especificamente nos conteúdos de termoquímica, destaca-se a competência 7 com suas respectivas habilidades ilustradas no Quadro 1.

Diante das dificuldades enfrentadas em sala de aula, o estado do Ceará, no ano de 2009, através da Secretaria de Educação, disponibilizou aos professores a matriz curricular para o Ensino Médio denominada Escola Aprendiz. Esse

Quadro 1. Competência e habilidades da Matriz de Referência do ENEM para o ensino de termoquímica¹⁷

Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.
H24 – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.
H25 – Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.
H26 – Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.
H27 – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

material consiste em um arsenal didático-metodológico voltado à orientação do processo ensino-aprendizagem.¹⁸ O Quadro 2 descreve as competências e habilidades defendidas pela Escola Aprendente referente à disciplina Química, e as mesmas devem ser desenvolvidas com os educandos através dos conteúdos estudados.

A Matriz de Referência do Ceará apresenta orientações curriculares que, sobretudo, privilegiam os princípios da contextualização e da interdisciplinaridade, assegurando a autonomia do professor e da escola, como preconiza a lei maior da educação brasileira, a Lei de Diretrizes e Bases - LDB. Nela se espera que todos os atores sociais envolvidos com a educação pública escolar explorem, da melhor forma possível, as possibilidades de uso da Escola Aprendente a fim de que se possa melhorar a qualidade do ensino e da aprendizagem no âmbito do Ensino Médio do Estado do Ceará.

1.3. Dificuldades conceituais sobre termoquímica

A literatura reporta algumas concepções sobre o ensino de termoquímica. Barros¹⁹ relata o ensino dos processos endotérmicos e exotérmicos; Mortimer e Amaral²⁰ apresentam concepções dos estudantes sobre calor e temperatura; e por fim Souza e Justi²¹ expõem um estudo sobre as concepções dos educandos na aplicação de uma estratégia didática no ensino da energia envolvida nas transformações químicas. Todos os autores citados trabalham com base nas pesquisas investigativas. Nessas publicações é possível identificar quais as concepções alternativas que os alunos trazem e as dificuldades apresentadas por eles na compreensão dos conceitos da termoquímica.

As dificuldades vivenciadas pelos estudantes com relação ao conteúdo de termoquímica se baseiam na alta abstração e pouca prática. Os educandos relatam que as aulas são pouco diversificadas, não aproximam a disciplina da realidade, tornando-se algo desinteressante e sem relevância. Para Barbosa,²² uma das maiores dificuldades apontadas pelos

alunos para o aprendizado de Química está no seu caráter microscópico, na qual há a necessidade de aproximação, através de modelos de representação macroscópicos, de conceitos que demandam de certo nível de abstração por parte dos alunos. Salesse e Bariccatti²³ ainda acrescentam que, por ter um caráter experimental, a disciplina Química conta com uma quantidade insuficiente de aulas nas grades curriculares o que dificulta sua especificidade no Ensino Médio.

Desse modo, trazer para o aluno os conceitos acerca dos fenômenos termoquímicos é oportuno, pois a conversão de energia é muito discutida pela sociedade, que está cada dia mais dependente de novos recursos energéticos. Assim, acredita-se que os educandos consigam realizar um bom número de associações ao seu cotidiano, tarefa que nem sempre é possível.

2. Percurso Metodológico

A pesquisa foi realizada em 2019 com uma turma de 36 alunos da Escola de Ensino Médio Luiz Gonzaga da Fonseca Mota, localizada na cidade de Quixadá, na região do Sertão Central do estado do Ceará. Foram escolhidos alunos do 2º ano, devido ao conteúdo químico selecionado - reações termoquímicas - estar inserido no plano pedagógico desta série. Foram realizados cinco momentos, de 100 minutos cada, conforme indicado na Figura 1.

Com o intuito de nortear e instruir os educandos, foram elaboradas, previamente, propostas experimentais investigativas (pré-roteiros), a partir de pesquisas em livros didáticos de Química,²⁴⁻²⁷ sites e artigos científicos.^{20,28} A metodologia utilizada para o desenvolvimento das atividades baseou-se nas ideias de Vidrik e Mello.²⁹ Os dois pré-roteiros utilizados fazem parte do produto educacional desenvolvido pela primeira autora desse trabalho no âmbito do seu mestrado, que pode ser acessado em https://profqui.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2021/01/UFRN_Produto_

Quadro 2. Competências e habilidades defendidas pela matriz curricular do estado do Ceará, para a disciplina Química no Ensino Médio¹⁸

Competências e Habilidades
1. Conhecer os fundamentos básicos da ciência Química, sua nomenclatura e notação.
2. Analisar, refletir e interpretar informações sobre a ciência Química e suas tecnologias.
3. Equacionar e resolver problemas, sendo capaz de interpretar resultados numéricos e experimentais.
4. Identificar e caracterizar os constituintes de um sistema inicial e final.
5. Identificar nos diversos dados experimentais o(s) fator(es) que os inter-relacionam.
6. Elaborar hipóteses explicativas a partir de fenômenos observados.
7. Utilizar situações-problema planejadas ou do cotidiano, de forma a observar informações e identificar variáveis relevantes, e ser capaz de elaborar possíveis estratégias para equacioná-las ou resolvê-las.
8. Compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado da construção humana, inseridos em um processo histórico e social.
9. Esquematizar, planejar, executar e interpretar experimentos químicos, comunicando os resultados.
10. Compreender o conhecimento científico e tecnológico como resultado da construção humana, inseridos em um processo histórico e social.
11. Perceber a inter-relação existente entre os conhecimentos químicos e aqueles produzidos em outras ciências afins.
12. Integrar os conhecimentos químicos e processos produtivos à responsabilidade de preservação socioambiental.
13. Identificar os constituintes de determinados materiais de uso cotidiano.

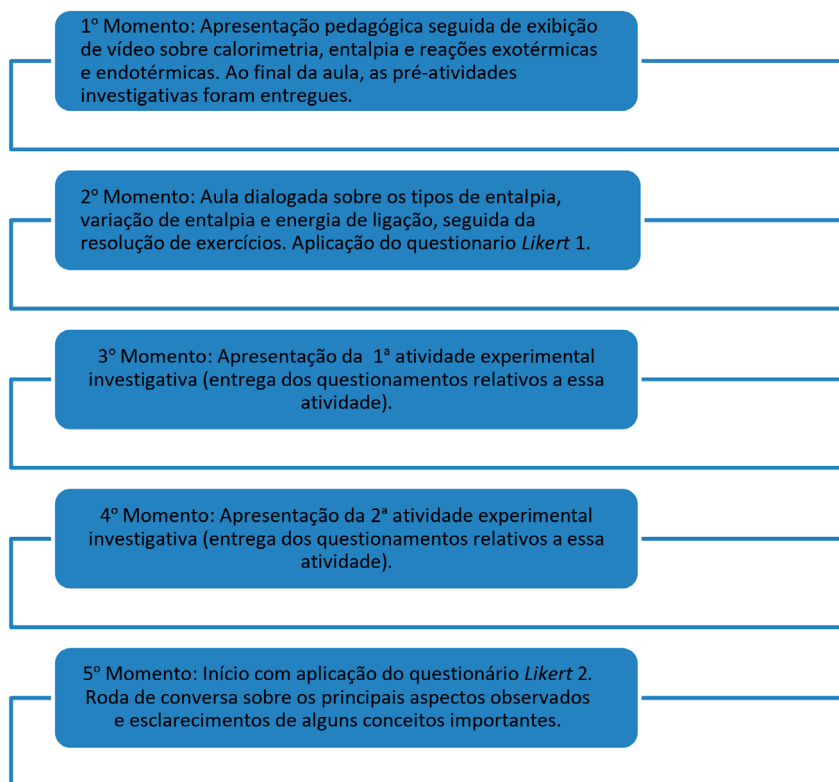


Figura 1. Detalhamento das etapas desenvolvidas

Francisca-Reginaria-Produto_2018.pdf.³⁰ Os pré-roteiros correspondem aos roteiros 01 – Avaliando o Valor Calórico de Alguns Alimentos – e 04 – Extração e Combustão do Gás Hidrogênio – do material didático.

Cada pré-roteiro inicia com a exposição de um texto informativo para dar suporte à sistematização dos conhecimentos envolvidos, seguido de uma situação problema. Na sequência, são descritos os conteúdos científicos para auxiliar os alunos na execução de sua prática experimental, como também no planejamento da exposição para os demais colegas.

Os pré-roteiros experimentais investigativos foram elaborados à luz das competências e habilidades orientadas pelas Matrizes de Referência do ENEM¹⁷ e Escola Aprendiz.¹⁸ Para tanto, os referidos pré-roteiros possuem um perfil estruturado e aberto baseados em artigos científicos voltados para o ensino de termoquímica.^{8,19–21,31} Optou-se por propostas experimentais investigativas classificadas como nível 1 da Tabela 2, que consistem em práticas experimentais simples, acessíveis e que têm menor grau de cognição, sendo então motivadoras para a participação dos sujeitos envolvidos.⁷ Estes pré-roteiros experimentais investigativos foram entregues no final do primeiro momento, aos cinco grupos formados. Essas atividades experimentais estavam sujeitas a alterações, sendo possível aos estudantes desenvolverem as modificações que acharem necessárias.

Para este trabalho foi realizada primeiramente a análise dos questionários disponíveis nos roteiros das duas atividades experimentais investigativas. A primeira atividade investigativa teve como título “Avaliando o valor calórico

de alguns alimentos” e a segunda atividade investigativa “Extração e combustão do gás hidrogênio”. As questões abordadas em cada roteiro eram referentes a fenômenos e conceitos abordados na mesma aula. Nestas atividades, foram trabalhados os conteúdos de termoquímica, abordando alguns conceitos de energia, calor e temperatura. Com o objetivo de analisar o nível de desenvolvimento das habilidades e competências desenvolvidas pelos alunos após a realização das atividades experimentais investigativas, foram analisadas as respostas fornecidas pelos grupos aos questionários aplicados ao final de cada atividade. Vale salientar que eles deveriam entrar em consenso com relação a resposta. Desta forma, os critérios de avaliação do questionário foram:

- I Satisfatório: o aluno conseguiu compreender os fenômenos;
- II Regular: o aluno conseguiu compreender parcialmente os fenômenos, portanto pode melhorar o conceito;
- III Insatisfatório: o aluno não conseguiu compreender os fenômenos.

Foram aplicados também dois outros questionários utilizando o modelo de escala *Likert*,³² desenvolvido para mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais que se baseiam em desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas a um determinado tema, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância. Nesta escala, os respondentes se posicionam de acordo com uma medida de concordância atribuída ao item e, de acordo com esta afirmação, se infere o grau de interação com este

tema. O questionário *Likert* 1 foi aplicado ao final do 2º momento, no qual os estudantes foram indagados sobre os aspectos referentes ao ensino de Química (8 assertivas), as atividades experimentais (9 assertivas) e os conhecimentos prévios sobre fenômenos termoquímicos (11 assertivas). O questionário *Likert* 2 foi aplicado no início do 5º momento. O mesmo abordava assertivas para as atividades experimentais investigativas propostas (11 assertivas), e novamente as afirmativas do questionário inicial sobre fenômenos termoquímicos, no qual foi possível analisar se ocorreu uma evolução da aprendizagem, a partir do percurso metodológico escolhido para a pesquisa.

De acordo com Goi,³³ a análise dos questionários *Likert* emprega uma escala de 1 a 5 (1=DT Discordo Totalmente, 2=D Discordo, 3=NO Não Tenho Opinião, 4=C Concordo, 5=CT Concordo Totalmente) para expressar o grau de concordância do sujeito pesquisado. O valor do escore da escala *Likert* é calculado fazendo-se a soma de cada um dos números de sujeitos pesquisados, multiplicados pelo valor do escore (5 para CT, 4 para C, 3 para NO, 2 para D, 1 para DT) e dividindo pelo total de sujeitos pesquisados. Para os questionários *Likert* 1 e 2 foi utilizado o cálculo do Ranking Médio (RM), atribuiu-se valores de 1 a 5 para cada opção de respostas, orientando os cálculos conforme Equação 1. Para cada item, quanto mais o RM se aproximar dos valores extremos (1 ou 5), maior será a concordância dos informantes com as ideias subjacentes representadas por estes índices.³³

$$RM = [\sum(Fi \cdot Vi)] / (NT) \quad (1)$$

RM = Ranking Médio

Fi = Frequência observada (por resposta e item)

Vi = Valor de cada resposta

NT = Número total de informantes

3. Resultados e Discussão

Inicialmente ocorreu uma breve apresentação aos alunos sobre a estratégia pedagógica a ser desenvolvida, enfatizando a importância da interação, colaboração e participação ativa dos alunos. Estes foram divididos em cinco grupos (contendo de 7 a 8 alunos cada) para o desenvolvimento das atividades experimentais investigativas. Em seguida deu-se início à aula teórica e, ao final, os pré-roteiros experimentais foram entregues para que eles pudessem realizar adaptações, testar, e se preparar para responder aos questionamentos e apresentar um seminário sobre o experimento para os demais colegas de turma. Foram necessárias duas aulas para a exposição do conteúdo e para orientações sobre as atividades (1º e 2º momentos), e mais duas aulas para a apresentação dos grupos (3º e 4º momentos). Vale salientar que a escola é de tempo integral, assim os alunos utilizaram o contraturno para o desenvolvimento da atividade. Além disto, a escola possui um laboratório de ciências acessível, embora alguns, por residirem em zona rural, tenham preferido testar o experimento em casa.

3.1. Análise da aplicação das atividades experimentais investigativas

O conceito de combustão, para os alunos e no senso comum, está diretamente relacionado a queima e que os objetos ao serem queimados são destruídos, reduzidos a cinzas ou simplesmente “evaporam”.³¹ Este fato tem relação com a dificuldade de compreensão em nível submicroscópico, da reação química de combustão, e o mesmo ocorre para a compreensão dos processos endotérmicos e exotérmicos. Existe ainda, uma dificuldade no entendimento por parte dos alunos, das mudanças observadas durante as reações químicas e, por conseguinte, o rearranjo dos átomos, esquecendo a Lei de conservação de massa.³⁴

Neste mesmo sentido, as definições científicas de calor e temperatura divergem da percepção do aluno e está, de certa forma, relacionado a maneira como nos expressamos sobre esses fenômenos no cotidiano. Assim, pode-se citar como concepções equivocadas o entendimento de que o calor é uma substância, a existência de dois tipos de “calor” (quente e o frio) e que o calor é diretamente proporcional a temperatura.²⁰ Entretanto, o calor não é uma substância, e o conceito de temperatura deriva da observação de que a energia pode fluir de um corpo para outro, quando eles estão em contato. Desta forma, a temperatura é a propriedade que nos diz a direção do fluxo de energia, quando existe diferença de temperatura entre dois corpos. Assim, o calor é de certa forma, diretamente proporcional a diferença de temperatura entre dois sistemas, entre os quais está havendo a transferência de calor, e não a temperatura de qualquer dos sistemas.³⁵⁻³⁷

Assim, a realização da atividade experimental investigativa teve como objetivo aproximar esses conceitos de energia e temperatura às calorias dos alimentos, contextualizando o ensino destes conceitos, trazendo-os para mais próximo da realidade destes alunos. Por isso, escolheu-se utilizar materiais de baixo custo e alimentos presentes no seu cotidiano. Para tanto, os alunos foram orientados a trabalhar em grupos e discutir as respostas que deveriam ser apresentadas para cada atividade proposta, fazendo uso de uma metodologia ativa, em que o aluno é o protagonista do seu próprio processo de aprendizagem. Segundo a literatura, o uso deste tipo de metodologia atua também como motivadora.^{38,39} Nesta oportunidade observou-se uma intensa discussão até a chegada de um consenso.

A Tabela 3 apresenta os resultados aos questionamentos contidos na atividade experimental investigativa 1 – Combustão dos alimentos, bem como, as competências e habilidades a que estão relacionadas. A tabela ainda mostra o conceito obtido através da análise das respostas dos alunos, segundo os critérios de avaliação apresentados na metodologia. Vale destacar que os questionamentos continham tanto cálculos matemáticos, como também conduziam para reflexões a partir das observações. A atividade foi realizada após a abordagem teórica do conteúdo em sala de aula, como uma estratégia de consolidação do conhecimento. Os alimentos utilizados na atividade foram de escolha dos alunos, eles realizaram vários testes até chegar à proposta apresentada.

Tabela 3. Competências e habilidades, categorização, resposta e percepção alcançada pelos alunos após a atividade experimental investigativa I

Questionamento	Competência e habilidade	Conceito	Percepção alcançada
1. Determinar a quantidade de energia consumida pela água em cada combustão realizada.	Equacionar e resolver problemas, sendo capaz de interpretar resultados numéricos e experimentais.18	Satisfatório	Os grupos conseguiram resolver com sucesso o que foi solicitado pela questão. As equações apresentaram coerência em sua transcrição, com a interpretação de valores e grandezas, utilização correta da regra de três e fórmulas matemáticas referentes a conceitos caloríficos, e assim chegar ao resultado lógico.
2. Por que não se pode considerar essa quantidade de energia como sendo o valor real das calorias do alimento?	Elaborar hipóteses explicativas a partir de fenômenos observados.18	Regular	Os grupos relacionaram a utilização da caixa tetrapak a um calorímetro. Mesmo assim, conseguiram elaborar uma hipótese que justifica a dissipação do calor de combustão para a vizinhança, tornando a resposta parcialmente aceitável. Por isso, foi considerado que os mesmos conseguiram atingir o grau de cognição previsto.
3. Comparar os valores obtidos no experimento com os valores calóricos apresentados na embalagem. Quais as diferenças observadas na atividade experimental?	Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.17	Satisfatório	As equipes conseguiram associar os valores obtidos com seus experimentos investigativos aos rótulos dos produtos analisados, atribuindo ao tipo de aparato montado (sistema aberto) a diferença em todas as análises. Assim conseguiu-se identificar a competência e habilidade de apropriação do conhecimento químico com o desenvolvimento da atividade proposta.
4. Comparar as amostras estudadas e relatar o que se observa	Elaborar hipóteses explicativas a partir de fenômenos observados.18	Satisfatório	As respostas foram bem-sucedidas, visto que alimentos com maior concentração de gorduras, se comparados às reservas de carboidratos e proteínas, dissipam maior energia quando queimados. De tal modo, a equipe conseguiu atingir o grau de competência e habilidade desejado. Pois conseguiu elaborar uma hipótese sistematizada para os fenômenos observados.

A questão inicial do roteiro indaga ao estudante sobre o máximo de temperatura adquirida com a reação proposta. Barros¹⁹ relata a importância do entendimento da temperatura sob o ponto de vista microscópico, este é um parâmetro que se relaciona diretamente com a energia cinética média das partículas. Segundo Mortimer e Amaral,²⁰ o conceito de energia não é de fácil compreensão dos alunos, principalmente quando acompanhado de outros termos como calor e temperatura. É possível perceber que em muitos casos, poucos estudantes conseguem explicar corretamente os fenômenos, apesar de saberem resolver problemas matemáticos muito complicados, possuindo grande dificuldade em relacionar seus conceitos. Esta dificuldade foi evidenciada na questão 2, em que alguns alunos não conseguiram se apropriar de conceitos para explicar o ocorrido experimentalmente.

De forma geral, os alunos se saíram muito bem neste questionário, conseguindo relacionar conceitos envolvidos com fenômenos relacionados ao seu cotidiano. Além disso, conseguiram fazer uma boa diferenciação entre energia e temperatura. Percebe-se ainda, com relação aos processos que envolvem transferência de energia (Questionamento 2), que alguns alunos fizeram um uso errôneo do conceito de calorímetro. Entretanto, é importante ressaltar que as concepções prévias dos alunos e a sua vivência também fazem parte do processo de aprendizagem e que é necessário ressignificar. Na Tabela 4 observa-se os resultados aos questionamentos contidos na atividade experimental investigativa 2 – Extração e combustão do gás hidrogênio, bem como, as competências e habilidade a que estão relacionadas. A tabela também identifica o conceito obtido através da análise das respostas dos alunos, segundo os critérios de avaliação apresentados na metodologia.

A escrita de uma reação química necessita de um nível de conhecimento sobre representação, aspecto importante levantado por Souza e Justi,²¹ em que além do entendimento prático, observável, do que vem a ser uma transformação química, existe um problema adicional, que é o de lidar com a representação da mesma. Apesar de parecer óbvia para quem domina a área, para muitos estudantes a representação de uma reação química pode se apresentar como um obstáculo difícil de transpor. Aqueles que conseguem, não a fazem sem esforço e sem problema. Fato observado, ao analisar as questões 1 e 2, foi que os alunos não tiveram dificuldade em escrever as reações químicas envolvidas, embora percebeu-se uma ampla discussão sobre sua construção.

A questão 3 pede para os educandos associarem a energia existente na combustão do hidrogênio ao fenômeno macroscópico da cor da chama em prol de justificar sua eficiência energética. Silva e Pitombo³¹ relatam que o entendimento dos estudantes a respeito do processo de queima, não deve ser fundamentando apenas ao senso comum e em suas concepções prévias, mas deve ser acrescentada toda ciência envolvida nesse fenômeno. As reações de combustão estão sempre em evidência em nosso cotidiano, com poder de despertar a curiosidade e ser algo essencial para o desenvolvimento da vida humana na Terra.

O aspecto relevante no experimento “Extração e combustão do gás hidrogênio” foi identificar que os estudantes conseguiram realizar a transposição do fenômeno visualizado através da reação química, inclusive com a indicação dos estados físicos e seu balanceamento. Resgatar conceitos tratados em outros momentos é extremamente importante na tentativa de diminuir a fragmentação dos conteúdos de Química, conforme relatado por Meneses e Nunes,⁴⁰ por ser também um dos fatores que podem provocar as dificuldades de aprendizagem. Estes

Tabela 4. Questões abordadas na atividade experimental investigativa 2, com suas respectivas competências e habilidades a luz da matriz de referência do ENEM e da Escola Aprendente, seguidas de sua categorização, resposta e percepção alcançada pelos educandos

Questionamento	Competência e Habilidade	Categoria	Percepção alcançada
1. Escrever a reação de formação do gás hidrogênio	Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.17	Satisfatória	As equipes conseguiram responder satisfatoriamente, fazendo uso correto dos códigos que caracterizam a reação química solicitada, contemplando assim a competência e habilidade esperada.
2. Escrever a reação de combustão do hidrogênio.	Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.17	Satisfatória	Semelhante ao observado no item anterior as equipes desenvolveram a questão utilizando a codificação correta, com balanceamento dos reagentes e produto, além de apresentar o estado físico de cada substância, indo assim de encontro à competência almejada.
3. Explicar por que a combustão do hidrogênio resulta em uma chama intensa.	Elaborar hipóteses explicativas a partir de fenômenos observados.18	Regular	A elaboração de hipóteses a partir dos fenômenos observados poderia ter sido mais aprofundada. Pois, além da chama intensa produzida, algumas equipes não falaram dos cuidados com o distanciamento no momento da combustão por conta da dissipação de calor ocorrida pela grande concentração energética do gás hidrogênio. Novamente as equipes colocaram respostas rasas para explicar cientificamente o que foi solicitado. Esperava-se uma maior utilização das reações químicas envolvidas, justificadas pelas variações energéticas ocorridas das ligações rompidas e formadas no processo para explicar tal situação. Por tanto, a competência e habilidade não foi atingida integralmente.
4. Como explicar o fenômeno observado em nível submicroscópico?	Analisar, refletir e interpretar informações sobre a ciência química e suas tecnologias.18	Regular	Observou-se que as respostas fornecidas pelas equipes vão de encontro à competência e habilidade esperada, visto que os grupos justificaram coerentemente a liberação de energia, classificando como exotérmica, ligada ao produto final da reação, a água. Assim a análise reflexiva e interpretação dos fenômenos foram alcançadas.
5. Qual produto contém maior ou menor energia quando comparado aos reagentes? Explicar.	Analisar, refletir e interpretar informações sobre a ciência química e suas tecnologias.18	Satisfatório	

autores afirmam ainda que o estudo das reações químicas é considerado fundamental por pesquisadores e professores no campo da disciplina Química, e, para compreendê-lo, é necessário conhecer outros conceitos. Estes precisam ser bem entendidos para que não surjam concepções errôneas acerca dessas reações. Percebeu-se ainda dificuldades nos alunos em explicar e interpretar os fenômenos observados com o mundo microscópico, conforme identificado nas questões 3 e 4, em que as respostas apresentadas foram categorizadas como regular. Embora os alunos consigam relacionar a intensidade da chama a força das ligações entre os átomos, eles não conseguem estruturar uma justificativa.

Ao final da apresentação dos resultados e das adaptações realizadas por cada grupo, foram discutidos alguns conceitos que não foram muito bem compreendidos (5º momento). Vale destacar que o engajamento dos alunos em sala de aula foi muito maior após a realização das atividades experimentais investigativas.

Alguns autores relatam que, ao solucionar um problema experimental ou proposto em sala de aula, os alunos podem utilizar e desenvolver suas habilidades cognitivas, sendo consideradas de ordem mais elevada aquelas relacionadas com a síntese, análise, elaboração de hipóteses, avaliação de condição. Entretanto, quando o aluno utiliza para resolução de um problema habilidades como aplicação de conceitos ou informações lembradas, argumenta-se que se fez uso de habilidades cognitivas de ordem mais baixa.³⁴

3.2. Análise dos questionários utilizando escala *Likert*

Com a finalidade de averiguar as concepções dos alunos sobre as aulas de Química, tanto com relação às aulas experimentais quanto aos conceitos de termoquímica,

aplicou-se no final do segundo momento um questionário do tipo *Likert*. A análise das respostas foi baseada no cálculo do Ranking Médio (RM), conforme descrito na metodologia. Desta forma, para cada item, quanto mais o RM se aproximar dos valores extremos (1 ou 5), maior será a discordância ou concordância dos alunos sobre as dificuldades com relação às aulas de Química. Os resultados do 1º questionário *Likert* estão apresentados na Figura 2.

A análise dos resultados apresentados na Figura 2 traz aspectos interessantes, pois, de forma geral, os sujeitos da pesquisa apresentam um grau de dificuldade em compreender a disciplina (3,71), em acompanhar seu conteúdo e, por consequência, também não conseguem associar os conceitos ao seu cotidiano. Desse modo, a reafirmação de suas dificuldades com relação aos conteúdos químicos é identificada na pergunta 3, na qual os alunos discordam sobre a facilidade de compreensão (2,39). Já com relação à exigência da utilização do raciocínio (lógico e interpretativo) para a compreensão da disciplina, parece que esta abordagem não foi percebida pelos alunos, uma vez que o escore médio obtido foi de 2,84 (Não tenho opinião).

Vygotsky⁴¹ justifica que no processo ensino-aprendizagem é necessário considerar que o ato de aprender seja realizado pela interação interpessoal e intersubjetivo entre o aluno, o professor e o objeto de conhecimento, na qual este elo ocorra de um modo dialético, onde os aspectos que envolvem a cognição, o afeto, movimentos psicomotores, pedagógicos, neurológicos, sociais, históricos e culturais estejam presentes. Assim, se faz necessário o estabelecimento de uma relação de diálogo, e que seja contínuo para produzir não só no aluno, mas também no professor um desenvolvimento crítico e humano.

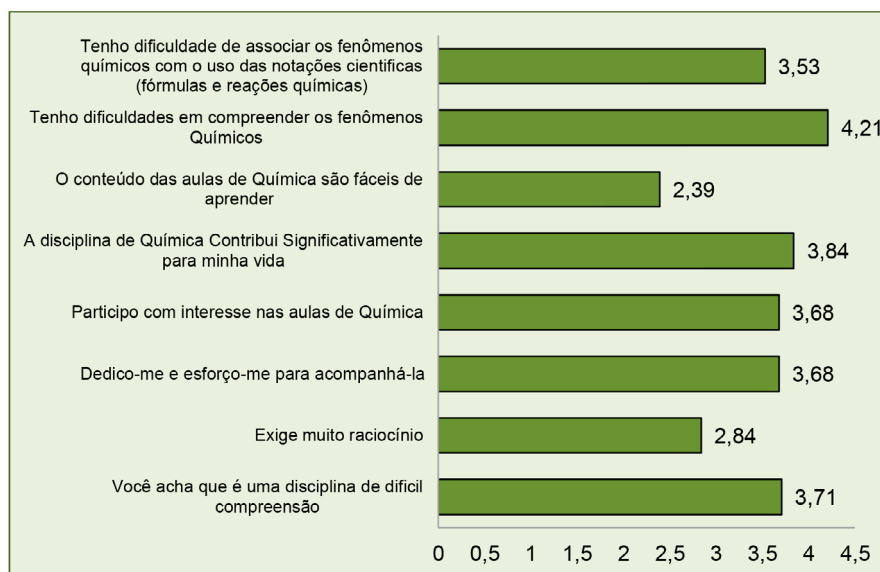


Figura 2. Resultado do questionário *Likert* 1 - Aspectos referentes ao ensino de Química

Salesse e Bariccatti²³ advertem que não há dúvida de que a Química é uma componente curricular de difícil compreensão, pois requer grande esforço intelectual do aluno. Assim, observa-se que os sujeitos pesquisados sabem que é necessária a dedicação para se aprender, e se esforçam na medida do possível para acompanhar o processo. Ressalta-se, no entanto, que a aproximação dos alunos com a realidade dos fenômenos que fazem parte de seu cotidiano permite o elo entre os assuntos abordados em sala de aula e os conhecimentos químicos.

Dando continuidade à análise do questionário *Likert* 1, a Figura 3 apresenta os resultados referentes a questões relacionadas a experiências dos alunos com relação a atividades experimentais.

A análise dos resultados indica uma concordância, no sentido de que as aulas práticas auxiliam na compreensão dos

conceitos trabalhados em sala de aula e que sua participação ativa nesta atividade melhora o aprendizado. Diante disso, quando questionados sobre dificuldades na compreensão das atividades experimentais, parece não existir ou nunca foram apresentadas, uma vez que o RM foi de 2,7 (não tenho opinião). Para ter melhor entendimento sobre essa afirmação, seria necessário um conhecimento sobre os experimentos realizados pelos educandos, pois, conforme Suart e Marcondes,⁴² é fundamental na elaboração de uma prática experimental considerar o grau de cognição que a mesma exige dos educandos.

Alguns autores relatam a importância da utilização de aulas experimentais e práticas com maior frequência para melhoria no aprendizado do aluno, principalmente se forem no formato investigativo, pois as atividades dessa natureza tornam o estudo desta componente curricular

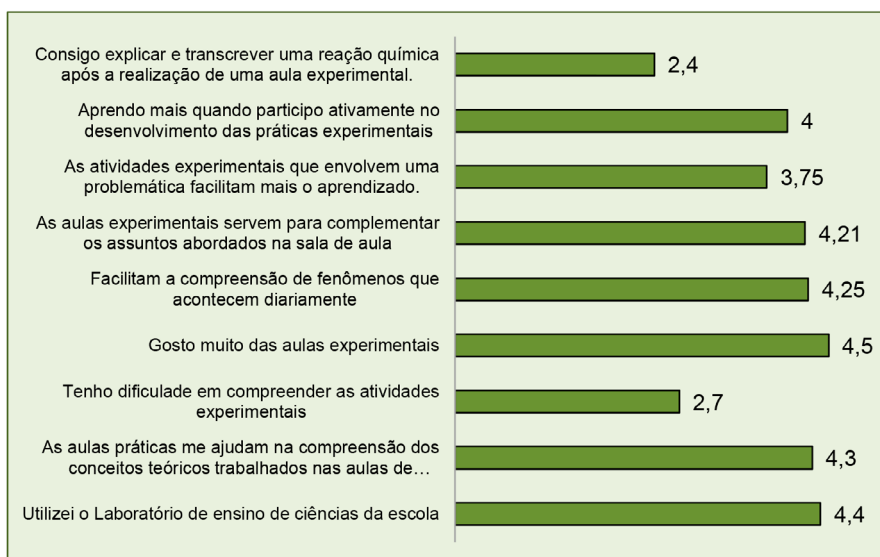


Figura 3. Resultado do questionário *Likert* 1, referente às experiências prévias dos alunos com relação a aulas experimentais

mais interessante e motivador. Além disso, ressaltam a importância dessas atividades serem norteadas por um planejamento capaz de torná-las instrumentos de aprendizagem.⁴²

No início do quinto momento, aplicou-se um segundo questionário (*Likert 2*) referente às atividades experimentais de natureza investigativa, acerca da percepção dos educandos sobre os experimentos e seu desenvolvimento. Os resultados da análise desse questionário estão apresentados na Figura 4.

A análise do questionário revelou aspectos significativos sobre a percepção dos alunos quanto à proposta experimental. Das 11 afirmações presentes no questionário, obteve-se aproximadamente 64% (7 afirmações) de concordância. Destaca-se que, embora os alunos sejam capazes de transcrever reações químicas, como evidenciado através dos relatórios apresentados nas atividades práticas investigativas, neste questionário apresentaram um RM igual a 3,1 (não tenho opinião). Este resultado indica que eles ainda não se sentem seguros ao fazê-lo, indicando que esta habilidade necessita ser continuamente trabalhada em sala de aula. Percebe-se também que não houve dificuldade dos alunos no desenvolvimento das atividades experimentais, nem dificuldade com relação ao tempo.

A Figura 5 traz os resultados comparativos do primeiro e do segundo questionário *Likert* acerca do conhecimento sobre os fenômenos termoquímicos. O segundo questionário foi aplicado após a apresentação da atividade experimental investigativa 2.

Levando-se em conta que o primeiro questionário *Likert* foi aplicado após o segundo momento, no qual somente se teve aulas teóricas, e o segundo questionário *Likert* foi aplicado no quinto momento, observa-se a importância da interação entre as aulas teóricas e as aulas experimentais,

uma vez que é possível observar a evolução considerável nas assertivas corretas (concordância e discordância) de acordo com as expectativas para cada afirmação.

A observação das atuações dos alunos durante as atividades experimentais investigativas, desenvolvidas ativamente por eles, em conjunto com os escores das respostas dos questionários *Likert 1* e *2*, evidenciou maior facilidade da maioria dos alunos para correlacionar os conteúdos teóricos às atividades experimentais, bem como algumas correlações aos episódios do dia a dia. Estas observações foram realizadas através das questões que estabelecem relação com alguns dos conteúdos das atividades experimentais aplicadas na sala de aula.

4. Considerações Finais

A proposta deste artigo foi apresentar um relato acerca de questionários aplicados antes e após a realização de duas atividades experimentais investigativas em uma escola pública no interior do Ceará. A possibilidade de aprendizagem proporcionada pelas atividades experimentais investigativas depende de como estas são propostas e desenvolvidas pelos alunos. Ao observar as respostas aos questionamentos realizados no âmbito dos dois roteiros experimentais, verificou-se que a maioria dos educandos consegue dar explicações científicas satisfatórias nas competências e habilidades requeridas e não houve nenhuma resposta insatisfatória. Este fato pode ser atribuído à metodologia desenvolvida de modo ativo, o que despertou o interesse desses estudantes pela experimentação.

Identificou-se que o instrumento de análise utilizado precisa ser aperfeiçoado de forma a possibilitar uma melhor

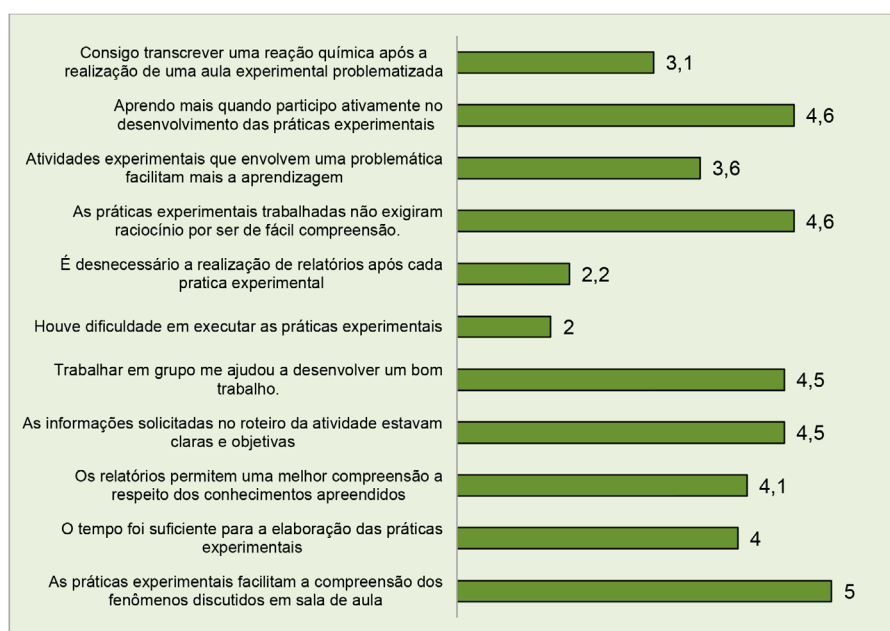


Figura 4. Resultado do questionário Likert 2, referente às impressões dos alunos sobre a atividade experimental investigativa.

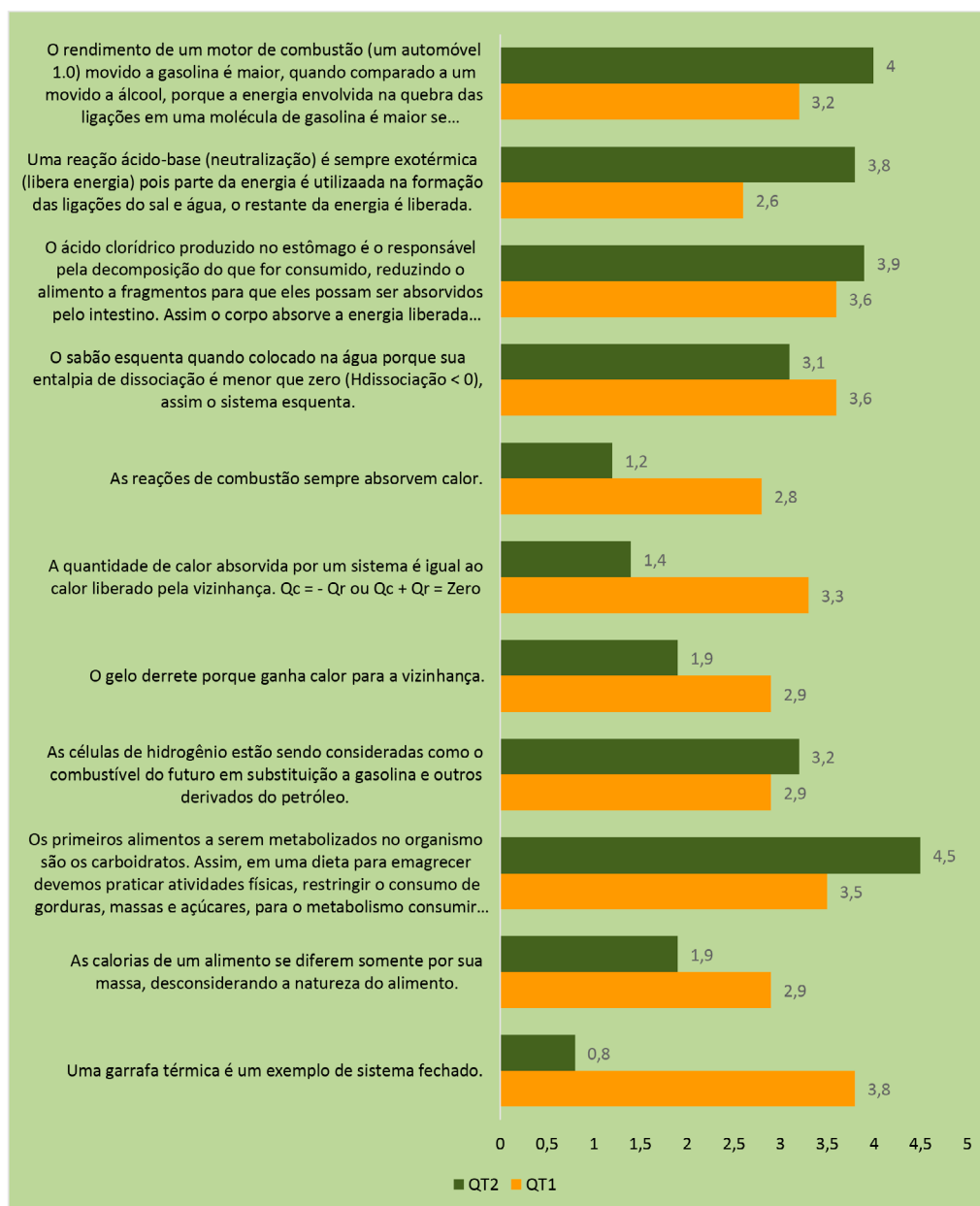


Figura 5. Comparação dos questionários Likert 1 (QT1) e 2 (QT2), referentes aos conhecimentos de termoquímica

interpretação dos resultados apresentados pelos alunos. Entretanto, o desenvolvimento da atividade experimental investigativa proporcionou uma maior reflexão, por parte docente, no desenvolvimento de um conteúdo levando em consideração as habilidades e competências que se pretende desenvolver nos estudantes.

Foi possível também identificar que as atividades experimentais investigativas não levam somente ao desenvolvimento de competências e habilidades, mas estas também fazem com que os alunos fiquem mais motivados durante as aulas de Química, além de promover uma maior integração. Por fim, percebeu-se que a atividade experimental investigativa contribuiu para que os alunos estivessem mais abertos para compreenderem os conceitos científicos que explicavam os fenômenos apresentados.

A alfabetização científica no país é entendida, segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB Lei nº 9.393/96), como uma tarefa educacional de oferecer condições para que os alunos sejam capazes de tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos, creditada a cada escola nos anos iniciais do Ensino Médio e ficando de lado muitas vezes. Somando-se a isto, segundo dados do Ministério da Educação-INEP,⁴³ os estudantes que chegam ao quinto ano do Ensino Fundamental em todo o Brasil apresentam falhas consideráveis no seu processo de letramento e enumeramento. São estes estudantes, com todas estas falhas de formação, que chegam ao Ensino Médio e se deparam com o ensino de Química e Física, que exigem interpretações e dados quantitativos. Assim, a dificuldade na

formulação de hipóteses pode também não estar relacionada somente com a compreensão dos fenômenos observados, mas na dificuldade em se expressar.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001. À Coordenação Geral do PROFQUI e Local da UFRN pela oferta do curso.

Referências Bibliográficas

- Lorenz, K. M.; Ação de instituições estrangeiras e nacionais no desenvolvimento de materiais didáticos de ciências no Brasil: 1960-19801. *Revista Educação em Questão* **2008**, *31*, 7. [Link]
- Nascimento, F. A.; Costa, C. L.; Uma discussão sobre propostas de alfabetização científica de qualidade. *Centro científico conhecer - enciclopédia biosfera* **2009**, *5*. [Link]
- Quinta, J. R.; Guerra, A.; A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. *Física na escola* **2009**, *10*, 21. [Link]
- Brasil. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC, 1998. [Link]
- Brasil. *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica*. Brasília: MEC, 2013. [Link]
- Brasil. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. [Link]
- Suart, R. C.; Marcondes, M. E. R.; As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa Resultados e Discussão. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **2008**, *8*, 2. [Link]
- Carvalho, A. M. P.; Oliveira, C. M. A.; Scarpa, D. L.; Sasseron, L. H.; Sedano, L.; Silva, M. B.; Capecchi, M. C. V. M.; Abib, M. L. V. S.; Briccia, V.; *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*, 1a. ed., Cengage Learning: São Paulo, 2013.
- Blosser, P.; Matérias em pesquisa de ensino de Física: O papel do laboratório no ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **1988**, *5*, 74. [Link]
- Carvalho, A. M. P.; Santos, E. I.; Azevedo, M. C. P. S.; Date, M. P. S.; Fujii, S. R. S.; Nascimento, V. B.; *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*, 1a. ed., Cengage Learning: São Paulo, 2006.
- Souza, F. L.; Akahoshi, L. H.; Marcondes, M. E. R.; Carmo, M. P. do; *Atividades experimentais investigativas no ensino de química*, 1a. ed., CETEC: São Paulo, 2013.
- Silva, M. S. B.; Silva, D. M.; Kasseboehmer, A. C.; Atividade investigativa teórico-prática de Química para estimular práticas científicas. *Química Nova na Escola* **2019**, *41*, 360. [Link]
- Munford, D.; Lima, M. E. C. C.; Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)* **2007**, *9*, 89. [CrossRef]
- Kasseboehmer, A. C.; Hartwig, D. R.; Ferreira, L. H.; *Contém química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo*, 2a. ed, Pedro e João Editores: São Carlos, 2015.
- Herron, M. D.; The nature of scientific enquiry. *School Review* **1971**, *79*, 171. [Link]
- Brasil PCN de Ciências Naturais para a 5a a 8a séries. **1998**, 33. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-educacao-basica/apresentacao>>. Acesso em: 30 fevereiro 2020.
- Brasil, Ministério de Educação. *Matriz de Referência para o ENEM 2009*. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acesso em: 4 abril 2021.
- Secretaria de Educação do Estado do Ceará. *Coleção Escola Aprendiz - Matrizes Curriculares para o Ensino Médio*, 2009. Disponível em: <https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2019/07/livro_matrizes_curriculares.pdf>. Acesso em: 4 abril 2021.
- Barros, H. L. C.; Processos Endotérmicos e Exotérmicos: Uma Visão Atômico-Molecular. *Química Nova na escola* **2009**, *31*, 241. [Link]
- Mortimer, E. F.; Amaral, L. O. F.; Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola* **1998**, *7*, 30. [Link]
- Souza, V. C. A.; Justi, R.; Estudo da utilização de modelagem como estratégia para fundamentar uma proposta de ensino relacionada à energia envolvida nas transformações químicas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* **2010**, *10*, 1. [Link]
- Barbosa, E. F.; Aulas práticas de química na formação profissional: uma abordagem da importância e alguns aspectos relevantes. *Enciclopédia Biosfera* **2011**, *12*, 1. [Link]
- Salesse, L. Z.; Baricatti, R. A.; O Currículo Escolar e a Experimentação na busca de uma Alfabetização Científica no Ensino da Química de qualidade e com utilidade no Ensino Médio. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/618-4.pdf>. Acesso em: 4 abril 2021.
- Magalhães, M.; *Experimentos simples de Química*, 1a. ed., Livraria da Física: São Paulo, 2016.
- Silva, R. R.; Bocchi, N.; Rocha-Filho, R. C.; Machado, P. F. L.; *Introdução à Química Experimental*, 2a. ed., Edufscar: São Paulo, 2014.
- Chrispino, A.; Faria, P.; *Manual de Química Experimental*, 1a. ed., Editora Átomo: Campinas, 2010.
- Postma, J. M.; JR, J. L. R.; Hollenberg, J. L.; *Química no laboratório*, 5a ed., Manole: São Paulo, 2009.
- Kiouranis, N. M. M.; Silveira, M. P.; Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química. *Química Nova na Escola* **2017**, *39*, 68. [CrossRef]
- Vidrik, E. C. F.; Mello, I. C.; Ensino de química por investigação em um centro de educação de jovens e adultos. *Revista Polyphonia* **2016**, *27*, 555. [CrossRef]
- Lima, R. F. G.; Sequência Didática no ensino de Termoquímica Baseado em Experimentos Investigativos. Disponível em: <<https://profqui.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2021/01/UFRN-Produto-Francisca-Reginaria-Produto-2018.pdf>>. Acesso em: 7 abril 2021.
- Silva, M. A. E.; Pitombo, L. R. M.; Como os alunos entendem Queima e Combustão: Contribuições a partir das Representações Sociais. *Química Nova na Escola* **2006**, *23*. [Link]

- 32 Lucian, R.; Dornelas, J.; *Mensuração de Atitudes: A Proposição de um Protocolo para a Elaboração de Escalas*, 1a. ed, Paco Editorial: Jundiá, 2014.
- 33 Goi, M. E. J.; *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014. [[Link](#)]
- 34 Mortimer, E. F.; Miranda, L. C.; Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola* **1995**, 2, 23. [[Link](#)]
- 35 Peckham, G. D.; McNaught, I. J.; Heat and work are not “Forms of Energy”. *Journal of Chemical Education* **1993**, 70, 103. [[CrossRef](#)]
- 36 Gomes, L. C.; A história da evolução do conceito físico de energia como subsídio para o seu ensino e aprendizagem – parte I. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **2015**, 32, 407. [[Link](#)]
- 37 Assis, A.; Texeira, O. P. B.; Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. *Ciência & Educação* **2003**, 9, 41. [[Link](#)]
- 38 Lovato, F. L.; Michelotti, A.; Da Silva, C. B.; Loreto, E. L. S.; Metodologias Ativas de Aprendizagem: Uma Breve Revisão. *Acta Scientiae* **2018**, 20, 154. [[CrossRef](#)]
- 39 César, C. P. H. A. R.; Dornelas, R.; Pellicani, A. D.; Guedes-Granzotti, R. B.; Domenis, D. R.; Silva, K.; Active teaching methodologies in health area: comparison between the oral and written speeches of college students. *Bioscience Journal* **2017**, 33, 219. [[CrossRef](#)]
- 40 Meneses, F. M. G.; Nunez, I. B.; Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. *Ciência & Educação* **2018**, 24, 175. [[CrossRef](#)]
- 41 Vygotsky, L. S.; *A construção do pensamento e da linguagem*, 2a. ed., WMF Martins Fontes: São Paulo, 2009.
- 42 Stuart, R. C.; Marcondes, M. E. R.; A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. *Ciências & Cognição* **2009**, 14, 50. [[Link](#)]
- 43 Sítio do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206>. Acesso em: 4 abril 2021.