

Atividade Experimental Problematizada (AEP) e aprendizagem significativa crítica de princípios termoquímicos

Marcelo do Nascimento¹, Amanda Marsoli Azevedo Feu², André Luís Silva da Silva³, Fabiana da Silva Kauark⁴, Paulo Rogerio Garcez de Moura⁵

¹Doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGQ/UFES), mestre em Química pelo Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional do Instituto Federal do Espírito Santo (PROFQUI/IFES/VV) e professor de Química da Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo (SEDU/ES)

²Doutoranda e mestra pelo Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal do Espírito Santo (PPGQ/UFES)

³Doutor em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGECi) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), professor de Química da Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul (RS), e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPGEC/UNIPAMPA)

⁴Doutora em Ciências da Educação pela Universidade Autônoma de Assunción (UAA/PY) e Universidade Federal de Uberlândia (UFU), professora do Instituto Federal do Espírito Santo e do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/IFES/VV)

⁵Doutor em Educação em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGECi) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Professor de Química da Universidade Federal do Espírito Santo, do Programa de Pós-graduação em Química (PPGQ/UFES) e do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/IFES/VV)



Problematized Experimental Activity and Critical Significant Learning of Thermochemical Principles

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Aprendizagem Experimental Problematizada; Aprendizagem Significativa Crítica; Educação Química.

Key words:

Problematic Experimental Learning; Critical Meaningful Learning; Chemistry Education.

E-mail: paulo.moura@ufes.br

ABSTRACT

The present work addressed specific principles of thermochemistry through Critical Meaningful Learning, utilizing the theoretical-methodological approach of Problematic Experimental Activity (PEA) for the development of cognitive skills. The research followed an intervention-research design with a qualitative approach, employing the Google Forms data collection tool for Phenomenological Analysis on Critical Meaningful Learning among students in a 2nd-grade class at a State School for Elementary and Secondary Education in Cariacica, ES. The qualitative treatment of research data fostered cognitive skills in acquiring knowledge of certain principles of Thermochemistry. Through a careful phenomenological analysis, it was observed that the students manifested principles of Critical Meaningful Learning.



INTRODUÇÃO

O Ensino de Química exerce uma grande importância pedagógica e social para os educandos no Ensino Médio, pois possibilita meios para seu desenvolvimento integral e exercício de sua cidadania. Diante disso, o estudante é estimulado a desenvolver a capacidade de tomada de decisões e busca de soluções para situações-problemas na sociedade contemporânea pós-moderna,

que exige do sujeito a capacidade de se reinventar na sua percepção da realidade vivida. Logo, é deveras importante investir em metodologias e estratégias de ensino que propiciem o desenvolvimento cognitivo dos estudantes como a experimentação, que pode contribuir para a compreensão e explicação de fatos e fenômenos ocorridos na natureza e no cotidiano do sujeito educando (SANTOS; SCHNETZLER, 2003; SUART; MARCONDES, 2009).

Ainda, o Ensino de Química apresenta aos estudantes uma percepção da Ciência como atividade de natureza histórica construída pela humanidade, que nessa dimensão se fundamentou como um acúmulo de conhecimentos comunicados por toda a civilização humana. Dessa forma, se faz necessária a articulação de estratégias de ensino que contribuam para a construção de conhecimentos para uma aprendizagem de Química que concretize esses objetivos. Portanto, uma opção metodológica que pode proporcionar essa contribuição é a experimentação (SILVA et al., 2009).

Para tanto, com a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), a Química assume o papel de trazer a leitura de mundo com uma linguagem própria, composta de símbolos, conceitos, equações e fórmulas. Com a complexidade atrelada campo, torna-se imprescindível o uso de estratégias de ensino que sejam capazes de produzir compreensão de significados científicos para o educando. O documento propõe perspectivas de promoção de aprendizagens, visando sua formação de maneira integral, sobretudo considerando os conceitos fundamentais na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (BRASIL, 2018).

Com a finalidade de se ter um comportamento mais participativo do estudante na construção do conhecimento é importante que o Ensino de Química, através da experimentação, seja de caráter investigativo. Isto possibilitará o despertar do interesse do estudante na aquisição de conhecimentos químicos. Além disso, contribui para que o indivíduo seja o centro do processo ensino e aprendizagem e o construtor do próprio saber, quando este se depara com uma situação-problema e, a partir da discussão e da investigação, busca responder e solucionar as questões propostas.

Diante dessa prática de caráter experimental e investigativa no Ensino de Química e como parte da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a BNCC dispõe que:

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, 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 (BRASIL, 2018).

Ressaltando a experimentação de caráter investigativo abordada na BNCC, Suart e Marcondes (2009) argumentam em seu trabalho que a experimentação investigativa assume um papel importantíssimo na potencialização de aprendizagens e na participação do estudante durante construção do conhecimento de forma ativa. Nessa forma de abordagem de ensino, o estudante tem a oportunidade de debater, coletar dados dos experimentos, levantar hipóteses e questioná-las visando a possíveis soluções de um problema proposto. De acordo com Suart e Marcondes (2009,

p.53), “as atividades experimentais investigativas, portanto, podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, desde que sejam planejadas e executadas de forma a privilegiar a participação do aluno”.

Diante dessa perspectiva, os pesquisadores Silva e Moura (2018) propõem uma atividade de cunho prático relevante a pressupostos pedagógicos procedimentais e atitudinais aplicável ao ensino experimental em diferentes contextos formais de ensino. Estes denominaram de Atividade Experimental Problematizada (AEP), uma estrutura teórico-metodológica, isto é, um processo teórico-procedimental, que parte da demarcação de um problema de caráter teórico que objetiva a busca por solução a dada situação-problema por meio da experimentação.

Silva e Moura (2018) afirmam que o ensino experimental baseado na busca por solução fundamenta-se, sobretudo, nos aspectos que a vida cotidiana apresenta. Assim, o uso de desafios incentiva e capacita os estudantes a aperfeiçoarem seus métodos e habilidades, a fim de tornarem-se aptos a desenvolver e utilizar novos conhecimentos para responder a esses desafios cognitivos. Nos moldes da estrutura teórico-metodológica, os estudantes desenvolvem conhecimentos em um processo no qual o professor assume a condição de orientador e no qual ocorre a supervalorização das perguntas e subvalorização de respostas, numa ação dinâmica e sistêmica. Nesse sentido, é fundamental que o professor seja o condutor de um processo que possa contribuir com o estudante, a fim de se chegar a conclusões plausíveis dos experimentos. A fim de implementar uma estratégia de aprendizagem atraente e significativa para impulsionar aprendizagens no Ensino de Química, considerou-se que uma prática docente baseada na experimentação, com foco na problematização do conteúdo é viável para uma aprendizagem de caráter significativa e crítica.



Nesse sentido, a aproximação do conteúdo a realidade do aluno, por meio da contextualização, propicia um Ensino de Química com caráter humanista. Sjöström e Talanquer (2014) destacam que o Ensino de Química tem apresentado um enfoque puramente conteudista, afastado do cotidiano dos sujeitos, com uma forte orientação para compreensão de conceitos puramente técnicos. Entretanto, a relação negligenciada dos conhecimentos aos aspectos sociais, ambientais e/ou tecnológicos, impossibilitam uma problematização multifacetada, extremamente relevante para o “ensino crítico de química”. Ainda segundo os autores, essa abordagem inclui a natureza da química, sua função social e a forma como ela é comunicada dentro e fora do ambiente da sala de aula. Todavia, a alfabetização científica de estudantes e profissionais de química está além da compreensão dos conceitos fundamentais dessa ciência. Exige-se que os estudantes se envolvam em discussões acerca de situações em que a química está diretamente relacionada. A partir de reflexões críticas sobre o conteúdo, devem ser capacitados a tomar decisões assertivas sobre questões pessoais, sociais e ambientais relevantes na sua realidade (SJÖSTRÖM; TALANQUER, 2014).

Diante dessa cosmovisão de ensino, o professor assume a conduta de um questionador e proposito de problemas. Assim, promove a curiosidade acerca do desenvolvimento e da adequação de concepções próprias dos discentes, para que se proponham sugestões de hipóteses e justificativas razoáveis para solução de problemas (SILVA; MOURA; NOGARA, 2020).

Silva, Moura e Nogara (2020) asseguram ainda que quando se tem um ensino baseado na experimentação e voltado para a solução de um problema contextualizado, os estudantes mobilizam habilidades atreladas a tomada de decisões diante de desafios cotidianos. Desta forma,

ocorre o protagonismo destes saberes e fazeres, rumo aos novos conhecimentos para responder novos desafios.

De acordo com Silva e Moura (2018, p.37) “a problematização das questões que envolvem os processos de ensino e aprendizagem dos saberes científicos carece de múltiplas abordagens”. Alinhando-se com essa ação educativa que tem como ponto de partida a problematização para compreensão e apreensão de conhecimentos de ciências, os pesquisadores Silva e Moura (2018) implementaram uma proposta de ensino experimental de ciências caracterizada pela proposição de um problema contextualizado denominado Atividade Experimental Problematizada (AEP).

Nesse sentido, as teorias cognitivas propõe diferentes formas possíveis para a organização e reorganização do conhecimento na estrutura cognitiva. Destaca-se a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel (1963), que define os processos de aprendizagem como a conversão da informação lógica em conhecimento psicológico, por meio do ancoramento dos novos conhecimentos aos pré-existentes na estrutura cognitiva.

De acordo com Ausubel (2003), a Aprendizagem Significativa é tratada como um processo de aquisição de novas informações, que se integram à estrutura cognitiva do estudante de uma forma não-arbitrária, a uma rede de conhecimentos específicos e de natureza prévia, denominados subsunções. Para o autor, o processo de aprendizagem se desenvolve de maneira substantiva, não-literal e não-arbitrária.

No contexto do ensino de ciências, a Aprendizagem Significativa Crítica (ASC) é aquela que contribui tanto para que o sujeito faça parte de sua cultura, quanto para tenha condições de se situar fora dela. É uma visão de mundo que potencializa o indivíduo a participar das atividades de seu grupo social, mas também dá a ele a possibilidade de reconhecer quando a realidade foge do foco e não permite que parte do grupo social acompreenda e capte suas interpretações de mundo (Moreira, 2017).

De acordo com Moreira (2017), ensinar os estudantes em uma sociedade de rápidas mudanças em relação aos conceitos, valores e tecnologias requer que a escola saiba ensinar criticamente. Portanto, para ensinar com este foco, utiliza-se da teoria de aprendizagem significativa como proposta de atividade subversiva, sendo esta caracterizada como postura crítica para sobrevivência numa sociedade de grandes transformações, como a vivenciada nesta contemporaneidade.

A fim de conceber essa aprendizagem significativa crítica, Moreira (2000) destaca onze princípios facilitadores para tal processo, a saber: i) princípio do conhecimento prévio; ii) princípio da interação social e do questionamento; iii) princípio da não centralidade do livro texto; iv) princípio do aprendiz como preceptor/representador; v) princípio do conhecimento como linguagem; vi) princípio da consciência semântica; vii) princípio da aprendizagem pelo erro; viii) princípio da desaprendizagem; ix) princípio da incerteza do conhecimento; x) princípio da não utilização do quadro-de-giz e; xi) princípio do abandono da narrativa.

Nesse sentido, o trabalho tem por objetivo averiguar indícios de aprendizagem significativa crítica no campo da termoquímica por meio da AEP. Foram abordados os conceitos de temperatura, calor, energia, calorias e energia entálpica e os indícios avaliados a partir dos princípios facilitadores da ASC.



APORTE TEÓRICO/METODOLÓGICO

A presente pesquisa caracterizou-se a partir de uma abordagem qualitativa delineada pela pesquisa-intervenção, com o intuito de analisar a contribuição da atividade experimental problematizada, contemplando princípios termoquímicos para a Aprendizagem Significativa Crítica. A aplicação ocorreu em uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio na cidade de Cariacica-ES, durante a segunda quinzena de outubro de 2021, após a retomada obrigatória das atividades presenciais que estavam suspensas devido à crise pandêmica do COVID-19.

Assim, a proposta apresentada foi aprovada pelo Comitê de Ética do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, sob parecer número 45679221.0.0000.5072. Os responsáveis legais dos estudantes foram informados previamente da realização da pesquisa e a autorização se deu por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).



419

No estudo fenomenológico como forma de potencializar a investigação qualitativa, o pesquisador é provido de elementos capazes de reunir um conjunto de experiências vividas pelos participantes, a fim de interpretar o fenômeno em foco, extraindo dele sua verdadeira essência (COUTINHO, 2011). De acordo com Sampieri, Collado e Lucio (2013, p. 520), o estudo fenomenológico “se baseia na análise de discursos e temas específicos, assim como na busca de seus possíveis significados”.

Para viabilizar a Análise Fenomenológica que subsidiou as evidências da Aprendizagem Significativa Crítica, foi utilizado como ferramenta para coleta de dados, o formulário do *Google Forms*. O estudo contou com a participação de 27 estudantes da 2ª série do Ensino Médio, foi desenvolvida e aplicada uma AEP de oito aulas envolvendo Princípios Termoquímicos, como mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Metodologia de ensino adotada para SD da AEP (continua)

Etapa	Aula	Desenvolvimento
ETAPA 1: Uma conversa inicial	1	Apresentação da proposta de trabalho e entrega dos termos TALE e TCLE para assinatura.
ETAPA 2: Discussão Prévia da AEP	2	Roda de Conversa com os professores de Biologia, Física e Educação Física e Química (professor-pesquisador) estruturada por um roteiro com mediação do professor pesquisador (30 minutos). Aplicação do Instrumento de avaliação dos conhecimentos prévios aos participantes da pesquisa (20 minutos).
	3	Apresentação do filme “O Mínimo para Viver” para os estudantes.
	4	Apresentação do filme “O Mínimo para Viver” para os estudantes.

ETAPA 3: Organização / Desenvolvimento da Atividade Experimental: Proposição do problema	5	Aula expositiva e dialogada acerca dos conceitos termoquímicos evidenciados na SD.
	6	Determinação da Energia Entálpica das oleaginosas com o uso do Calorímetro no laboratório de ciências da escola.
ETAPA 4: Retorno ao grupo de trabalho - Socialização do conhecimento	7	Discussão dos resultados obtidos na atividade experimental no laboratório de ciências da escola. Construção de fichas com três alimentos consumidos no dia anterior.
ETAPA 5: Sistematização	8	Aplicação do Instrumento avaliativo aos alunos, via <i>Google Forms</i> para subsidiar Análise Fenomenológica.

Fonte: Elaborado pelo autor principal.

Conforme apresentado no Quadro 1, a AEP deve duração de 8 aulas, sendo a primeira voltada para apresentação e convite para participação na pesquisa, bem como entrega dos termos éticos para assinatura. Durante o momento de discussão prévia, foi realizada uma roda de conversa com professores de áreas correlatas a proposta e, em seguida, realizada a aplicação do instrumento de coleta de conhecimentos prévios dos estudantes. Este primeiro momento do eixo metodológico da AEP teve duração de três aulas, de modo que as duas aulas seguintes consistiram na apresentação do filme “O mínimo para viver”. O longa metragem foi selecionado como material potencialmente significativo e tem como enredo a história da personagem Ellen, que sofre de anorexia. Este distúrbio alimentar leva à perda extrema de peso e o seu tratamento conta com uma equipe multidisciplinar envolvendo médicos, psicólogos e nutricionistas.

A etapa três representa o momento de organização e desenvolvimento, no qual a proposição do problema foi interposta. Foi realizada a pergunta *“Por que uma alimentação equilibrada poderia reestabelecer a saúde da personagem?”*. Para subsidiar o desenvolvimento da AEP, foi realizada a fundamentação teórica dos conceitos termoquímicos associados de maneira expositiva-dialogada. Na aula seguinte, ainda referente ao segundo momento da AEP, os alunos foram levados ao laboratório de ciências da escola para realizar o experimento de determinação da energia entálpica das oleaginosas com o uso do calorímetro.

Os momentos metodológicos de retorno ao grupo de trabalho e socialização ocorreram na mesma aula, tendo sido realizada uma discussão interna entre os grupos e, posteriormente, abrindo a discussão entre os grupos e com a mediação do professor pesquisador. Nesta aula, os alunos foram convidados a elaborar fichas com informações calóricas de três alimentos consumidos no dia anterior. Na última aula ocorreu o momento de sistematização, no qual foi realizada a aplicação do instrumento avaliativo via *Google Forms*, para subsidiar a análise fenomenológica.

Estrutura teórico-metodológica da Atividade Experimental Problematizada (AEP)



Conforme preconizada pelos pesquisadores Silva e Moura (2018), a Atividade Experimental Problematizada configura-se em um processo de experimentação que tem como ponto de partida a demarcação de um problema de natureza teórica, contextualizado a realidade do aluno e tem por objetivo a mobilização de competências e habilidades para solução do mesmo. Sua estrutura teórico-metodológica utiliza a experimentação alinhada a um processo de aprendizagem de natureza psicológica e decorrente da investigação, potencialmente capaz de promover autonomia e constante busca por soluções a um problema.

Tal asserção se fundamenta pelos eixos teórico e metodológico da AEP. O eixo teórico se refere ao planejamento e compõe-se por três etapas: *problema proposto, objetivo experimental e diretrizes metodológicas* (Silva; Moura; Del Pino, 2015; 2017), conforme descrição do Quadro 2.

Quadro 2: Caracterização do eixo teórico da AEP

Problema Proposto	O problema que origina a AEP requer a elaboração de uma solução, ou sua derivação em novos argumentos, distinguindo-se da singularidade de uma pergunta, que gera a expectativa de uma resposta. Problemas privilegiam processos, remetem ao uso de estratégias heurísticas, métodos, técnicas próprias da investigação sistêmica, na busca por uma solução frente a muitas outras que poderiam ser aventadas.
Objetivo Experimental	Refere-se a propostas de atividades práticas àquilo que centraliza a experimentação, operacionalmente. Qual técnica é imprescindível à geração de dados, que serão transformados subjacentemente em resultados e com isso potencialmente oferecerão subsídios práticos à solução do problema proposto? Ao término dos procedimentos empíricos, o que se pretende obter/produzir? Que produto/objeto poderá ser gerado?
Diretrizes Metodológicas	Não sob uma tendência prescritiva, mas reforçando a ideia de orientação procedural, constituem-se de um protocolo de ações práticas derivadas do objetivo experimental. Atuam como proposições orientadoras aos procedimentos a serem realizados. Não devem ser admitidas como um fator limitador da experimentação; se defende aqui que a aprendizagem é reduzida ao se tratar da experimentação sob vieses observacionais ou procedimentais determinísticos.

Fonte: Adaptado de Silva, Moura e Del Pino (2022).

O eixo metodológico, referente à condução da AEP, compõe-se por cinco momentos de caráter executável, sendo elas: *discussão prévia, organização e desenvolvimento, retorno ao grupo de trabalho, socialização e sistematização*. No Quadro 3 se oferecem descrições sobre cada uma delas.

Quadro 3: Caracterização do eixo metodológico da AEP.

Discussão Prévia	Como ação desencadeadora do processo da AEP, propõe-se uma discussão introdutória, em sala de aula ou laboratório, como proposta de identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre as temáticas principais a serem abordadas.
-------------------------	---



Organização e Desenvolvimento	Visa a organização procedural da experimentação. Inicia pela proposição do problema teórico (elaborado, identificado ou selecionado) e de suas derivações em objetivo experimental e diretrizes metodológicas. Avança à implementação coletiva de uma organização ao trabalho experimental, envolvendo a disposição dos alunos em pequenos grupos, com subsequente recomendação para discussões iniciais em cada, seguidas pelo levantamento de hipóteses à solução ao problema proposto, emergentes dos conhecimentos prévios dos alunos. Segue-se ao desenvolvimento da atividade experimental, onde os alunos realizam a experimentação a partir de seu entendimento, sob observação e orientação do professor.
Retorno ao Grupo de Trabalho	Neste momento, pretende-se favorecer a reflexão e discussão interna aos grupos de trabalho, seguidas pelo arranjo e sistematização das informações registradas. Após a realização da atividade experimental, é solicitado aos alunos que retornem ao seu grupo de trabalho para ordenação dos registros que julgarem pertinentes, a fim de que possam estabelecer entendimentos capazes de os levar a uma argumentação coletiva.
Socialização	Busca-se aqui dar visibilidade aos caminhos metodológicos seguidos a partir das justificativas que cada grupo utilizará ao defender seus resultados e uma possível solução ao problema desencadeador da AEP. A partir da acareação entre diferentes pontos de vista, pode-se seguir a uma possível generalização, tendo em vista os encaminhamentos dados pelo professor.
Sistematização	Recomenda-se a materialização de um produto como uma ação imprescindível à aprendizagem e geração de conhecimentos psicológicos. Pode-se utilizar de material impresso como subsídio teórico, seguido por uma produção textual, ou relatório, ou mapa conceitual (dentre outras possíveis estratégias/recursos) desenvolvido pelo aluno a partir dos conhecimentos que produziu em torno das informações manipuladas, coletadas e/ou produzidas.

Fonte: Adaptado de Silva, Moura e Del Pino (2022).

O instrumento de avaliação utilizado no momento de sistematização consistiu em um questionário aberto contendo 9 perguntas, apresentadas no Quadro 4, a seguir.

Quadro 4: Perguntas do questionário aberto aplicado via *Google Forms*.

Perguntas	
1	Como se denomina o termo relacionado ao grau de agitação térmica das moléculas ou partículas de um sistema?
2	As reações químicas podem ocorrer com absorção ou liberação de energia. Como são classificados esses dois tipos de reação?
3	Explique a diferença entre calor e temperatura.
4	Se uma bebida está muito gelada e você deseja tomá-la o mais fria possível, qual seria o material do copo que você utilizaria para bebê-la: de vidro ou de alumínio? Comente.
5	Explique o que acontece quando dois sistemas ou corpos de temperaturas diferentes são colocadas em contato.
6	Qual a evidência experimental de que uma reação exotérmica ocorreu? Considere a queima de uma oleaginosa do experimento realizado em aula.
7	Por que sentimos mais fome em dias com temperatura mais baixa do que em dias com temperatura mais alta? Considere um dia de inverno rigoroso em relação a um de verão.



8	Considerando que as oleaginosas Castanha-do-Pará e Amendoim apresentam quantidade de lipídios (gorduras) em sua composição, uma pessoa que quer ganhar peso escolheu a castanha. Avalie se essa é a melhor opção indicada e justifique sua resposta partindo de uma mesma massa.
9	Quais tipos de alimentos você propõe à personagem Ellen do filme assistido em sala de aula para ganho de massa corporal de forma saudável?

Fonte: Elaborado pelo autor principal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com Moreira (2000, 2017), a Aprendizagem Significativa se dá quando uma nova informação se ancora em conceitos e proposições preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Partindo deste pressuposto e ancorando-se nos onze princípios da Aprendizagem Significativa Crítica (ASC), que inclui os aspectos culturais da aprendizagem, são analisados a seguir os resultados obtidos pelo instrumento de avaliação proposto, evidenciando-se alguns destes princípios, como por exemplo: “diversidade de estratégias”, “aprendizagem pelo erro” e “desaprendizagem”.

Durante o desenvolvimento da prática, o princípio da diversidade de estratégias foi evidenciado no abandono do quadro branco para o desenvolvimento de novas estratégias metodológicas, como o desenvolvimento de uma aula experimental com a construção do calorímetro para quantificar a energia entálpica das oleaginosas e a utilização de recursos de mídias com o longa-metragem transmitido durante a aplicação da AEP que permitiu uma discussão prévia de princípios termoquímicos, bem como com a presença de outros princípios facilitadores de ASC que serão apresentados pela análise do Quadro 5, a seguir.



Quadro 5: Análise fenomenológica das respostas dos estudantes

P8. Considerando que as oleaginosas Castanha-do-Pará e Amendoim apresentam quantidade de lipídios (gorduras) em sua composição, uma pessoa que quer ganhar peso escolheu a castanha. Avalie se essa é a melhor opção indicada e justifique sua resposta partindo de uma mesma massa.	P9: Quais tipos de alimentos você propõe à personagem Ellen do filme assistido em sala de aula para ganho de massa corporal de forma saudável?
E1. <i>Essa é sim a melhor opção, pois, como foi visto no experimento em aula, a Castanha-do-Pará tem mais calorias que o amendoim.</i>	E1. <i>Alimentos com maior valor calórico, como por exemplo a Castanha-do-Pará.</i>
E2. <i>Acredito que sim, pois na queima dessas oleaginosas percebemos que o amendoim era a que continha menos óleo dentro de si, pois durou menos tempo queimando.</i>	E2. <i>Arroz, tubérculos, grãos no geral, pães, vegetais e carne.</i>
E3. <i>Resumidamente, sim, pois qualquer alimento, por mais saudável e nutritivo que seja, pode provocar o ganho de peso – em maior ou menor escala. Portanto, ao consumir oleaginosas em excesso é possível que você ganhe peso. Além disso, é importante ressaltar que esses são alimentos ricos em gorduras que, apesar de boas e benéficas para a saúde, tornam esses alimentos bastante calóricos.</i>	E3. <i>Ovo, Frango, Banana, iogurte natural, castanha-do-pará, massa integral.</i>
E4. <i>Pela castanha conter altas quantidades de gordura, essa não é a melhor forma para perder massa/peso, pois essas gorduras serão acumuladas em nosso organismo. O melhor a se fazer é uma dieta balanceada e consumo baixo ou moderado de lipídios.</i>	E4. <i>Uma melhor forma de dieta mais balanceada, com o consumo moderado de gorduras saudáveis, como as castanhas e o abacate.</i>

Fonte: Elaborado pelo autor principal.

Quando se observa a resposta do estudante 2 à questão 8, em que ele comprehende que o tempo de queima da gordura presente no amendoim é inferior ao da castanha e que a castanha é um alimento eficiente para o ganho de peso, e sua resposta à questão 9, em que o mesmo estudante desconsidera o conhecimento adquirido pela prática desenvolvida e evidencia alimentos com alto teor calórico para auxiliar no ganho de peso, porém, ricos em carboidratos, que são convertidos em açúcares e podem afetar a saúde, salienta-se o princípio da “desaprendizagem”, haja vista que, apesar de demonstrar a compreensão do conhecimento na questão 8, ancorado nas informações do cotidiano, o estudante exclui esse conhecimento ao discorrer a questão 9.

Já quando analisamos a resposta do Estudante 1 em relação à questão 8, ele comprehende que a Castanha-do-Pará tem um valor calórico alto, então, na questão 9, discorre que este alimento poderia contribuir para o ganho de massa corporal da personagem do filme. Estas respostas corroboram a defesa, por parte de Moreira (2000, 2017), do princípio da diversidade de estratégias de ensino como facilitador da aprendizagem Significativa Crítica, posto que o Estudante 1 evidenciou em suas respostas conceitos aprendidos na aula experimental, os quais lhe permitiram responder de forma aceitável à questão 8, por exemplo.



424

Ainda sobre o Estudante 1, embora ele tenha respondido à questão 9, este não trouxe efetivamente a resposta esperada pelo professor-pesquisador de maneira integral, mas demonstrou um princípio facilitador da Aprendizagem significativa Crítica, qual seja, o de Aprendiz como Perceptor/Representador. Segundo Moreira (2000, p. 11), “o perceptor decide como representar em sua mente um objeto ou um estado de coisas do mundo e toma essa decisão baseado naquilo que sua experiência passada (i.e., percepções anteriores) [...]”.

Conforme Coutinho (2011) discorre acerca do método fenomenológico, que está diretamente associado à investigação em áreas como a Educação para interpretar vivências passadas de fenômenos analisados, o Estudante 3 traz uma surpreendente resposta à questão 8, na qual ele consegue de forma completa trazer os significados de uma alimentação saudável e nutritiva, considerando o valor calórico para o ganho de massa corporal das oleaginosas, com sua devida justificativa.

Há novamente nessa descrição de resposta a presença do princípio facilitador de Aprendiz como Perceptor/Representador. De acordo com Moreira (2000, p. 10), “o aprendiz é um perceptor/representador, i.e., ele percebe o mundo e o representa. Quer dizer, tudo que o estudante recebe ele percebe”. Logo, o que o professor-pesquisador trouxe como material potencialmente significativo proporcionou uma aprendizagem significativa crítica, sendo que, conforme Ausubel (2003), ocorreu um processo dinâmico de interação, diferenciação e integração entre conhecimentos novos e preexistentes para o Estudante 3.

Nesta perspectiva, o Estudante 3 trouxe uma resposta muito consistente em relação a uma dieta saudável para o ganho de massa corporal, pois, como verificado no quadro acima, ele manifestou o domínio de conhecimento sobre alimentos nutritivos para uma alimentação saudável. De acordo com Moreira (2000), o princípio facilitador do aprendiz como perceptor/representador do mundo é evidenciado por aquilo que o estudante recebeu de informação nova e que se ligou aos conhecimentos-âncoras preexistentes em sua estrutura cognitiva.

Contribuindo com a evidência de aprendizagem significativa crítica, o Estudante 4 respondeu à questão 8 com uma forte marca de definições da Química e Biologia, fortalecendo os questionamentos direcionados pelo professor-pesquisador em aula. Desta forma, pode-se perceber que o Estudante 4 manifestou o princípio do conhecimento como linguagem, a qual Moreira (2000, p. 12) aborda não “ser neutra no processo de perceber, bem como no processo de avaliar nossas percepções. Estamos acostumados a pensar que a linguagem “expressa” nosso pensamento e que ela “reflete” o que vemos”.

Para finalizar esse desenho fenomenológico das respostas dos estudantes, percebeu-se que o Estudante 4 trouxe um entendimento que atendeu à expectativa do professor-pesquisador, haja vista que conseguiu evidenciar a proposição da dieta balanceada com os conhecimentos adquiridos ao longo da SD da AEP. De acordo com Moreira (2000), o princípio facilitador da Aprendizagem Significativa Crítica demonstrado na resposta, conforme Quadro 4, foi o princípio do conhecimento prévio. Moreira (2000) caracteriza que, para um sujeito ser crítico de algum conhecimento, de algum conceito ou de algum enunciado, é necessário que o ele tenha que aprendê-lo significativamente e, para isso, seu conhecimento prévio é, isoladamente, a variável mais importante. Neste sentido, é perceptível que o Estudante 4 utilizou-se de seu conhecimento prévio para responder uma situação nova proposta a ele.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação desta pesquisa permitiu verificar que a Atividade Experimental Problematizada (AEP) promoveu no estudante a capacidade de ser um indivíduo autônomo e ator principal na construção de seu aprendizado de forma crítica, quando ele se propõe a realizar registros, a discutir resultados, a levantar hipóteses, a avaliar possíveis explicações e a realizar uma análise reflexiva com seus pares e com o mediador do processo - o professor - das razões e etapas da atividade experimental proposta.

Também foi evidenciado que, com a problematização dos conteúdos químicos no processo ensino e aprendizagem delineado em sala de aula, os estudantes conseguem propor explicações plausíveis e razoáveis aos desafios cognitivos propostos pelo estabelecimento de problemas. Assim, a AEP configurou-se em uma excelente estrutura teórico-metodológica para um ensino experimental em ciências capaz de gerar significados e desenvolver a autonomia do sujeito que aprende.

Ainda, a estruturação dos eixos da AEP e o percurso metodológico utilizado mostraram-se eficientes para o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos estudantes participantes da pesquisa, pois, a Análise fenomenológica trouxe evidências relevantes de uma Aprendizagem Significativa Crítica. Portanto, quando são observados alguns princípios dessa aprendizagem, de maneira sistêmica e bem direcionada, consequentemente os estudantes assimilam melhor e adquirem uma aprendizagem significativa.

Referências

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003, 243 p.
- BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília: MEC. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf> Acesso em: 22 set. 2020.
- COUTINHO, Clara Pereira. **Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas**: teoria e prática. Coimbra: Almedina, 2011, 88 p.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 84^a ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019, 256 p.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa crítica. In: Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa (EIAS), 3., 20000 Lisboa (Peniche). **Atas do III EIAS**. Peniche: 2000.



MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: da visão clássica à visão crítica. In: Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa (EIAS), 5., 2006, Madrid. **Atas do V EIAS**. Madrid: 2006.

MOREIRA, Marco Antônio. **Ensino e Aprendizagem Significativa**. 1 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017, 202 p.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, M.P.B. **Metodologia da Pesquisa**. 5 ed. Porto Alegre: Penso Editora, 2013, 624 p.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; DEL PINO, J. C. Atividade Experimental Problematizada: uma proposta de diversificação das atividades para o Ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.10, n°. 3, p. 44-56, 2015.

SILVA, A. L. S.; MOURA, P. R. G.; PINO, J. C. Atividade Experimental Problematizada (AEP) como uma estratégia pedagógica para o Ensino de Ciências: aportes teóricos, metodológicos e exemplificação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n. 5, p. 667-683, 2017.

SILVA, A.L. da; MOURA, P. R. G. de (org.). **Ensino Experimental de Ciências – uma proposta: Atividade Experimental Problematizada (AEP)**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2018.

SJÖSTRÖM, J. e TALANQUER, V. Humanizing chemistry education: from simple contextualization to multifaceted problematization. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 8, p. 1125–1131, 2014.

SUART, R. C; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciência & Cognição**, v.14, n.1, p. 50-74, 2009.



426

RESUMO

O presente trabalho tratou de determinados princípios da termoquímica a partir da Aprendizagem Significativa Crítica, com abordagem teórica-metodológica da Atividade Experimental Problematizada (AEP) no desenvolvimento de habilidades cognitivas. A pesquisa foi do tipo pesquisa-intervenção, com abordagem qualitativa, utilizando o instrumento de coleta de dados do *Google Forms* para Análise Fenomenológica sobre Aprendizagem Significativa Crítica nos estudantes de uma turma de 2^a série de uma Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio de Cariacica- ES. De acordo com o tratamento qualitativo dos dados da pesquisa, desenvolveram habilidades cognitivas na aquisição de conhecimento de conceitos da Termoquímica como calor, energia, temperatura, caloria e energia entálpica. A partir de uma análise fenomenológica atenta percebeu-se que os alunos evidenciaram princípios de uma Aprendizagem Significativa Crítica.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa Crítica; Aprendizagem Experimental Problematizada; Ensino de Química.

RESUMEN

El presente trabajo abordó principios específicos de la termoquímica a través del Aprendizaje Significativo Crítico, empleando el enfoque teórico-metodológico de la Actividad Experimental Problemática (AEP) para el desarrollo de habilidades cognitivas. La investigación siguió un diseño de investigación-intervención con enfoque cualitativo, utilizando la herramienta de recolección de datos *Google Forms* para el Análisis Fenomenológico del Aprendizaje Significativo Crítico entre los estudiantes de una clase de segundo grado en una Escuela Estatal de Educación Primaria y Secundaria en Cariacica, ES. De acuerdo con el tratamiento cualitativo de los datos de la investigación promovió habilidades cognitivas en la adquisición de conocimiento de conceptos de Termoquímica como calor, energía, temperatura, calorías y energía entalpía. A través de un cuidadoso análisis fenomenológico, se observó que los estudiantes manifestaron principios de Aprendizaje Significativo Crítico.

Palabras clave: Aprendizaje Significativo Crítico; Aprendizaje Experimental Problemático; Educación en Química.