

TEMA GERADOR COMO ESTRATÉGIA METODOLÓGICA PARA A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO EM QUÍMICA E BIOLOGIA

Generating theme as methodological strategy for the construction of knowledge in Chemistry and Biology

Ana Carolina Gomes Miranda [carolinamiranda.ufsm@gmail.com]

Mara Elisa Fortes Braibante [maraefb@gmail.com]

Maurícius Selvero Pazinato [mauriciuspazinato@gmail.com]

Universidade Federal de Santa Maria

Universidade Federal do Pampa

RESUMO

Os fundamentos metodológicos da concepção educacional proposta por Freire se apoiam na dialógicidade e problematização em torno da realidade e das contradições sociais vivenciadas pelos estudantes, as quais se encontram representadas nos temas geradores. A obtenção de um tema gerador, segundo Freire (2014), ocorre por meio de uma investigação temática. Delizoicov (1990) sistematizou a investigação temática em cinco etapas: 1^a - levantamento preliminar da realidade, 2^a - análise das situações e escolha das codificações, 3^a - círculo de investigação temática, 4^a - Redução temática e 5^a - desenvolvimento do programa em sala de aula. Nesta perspectiva, o foco deste trabalho foi avaliar as implicações da utilização dos temas geradores na aprendizagem dos estudantes do ensino médio. Para isso, primeiramente, realizamos uma investigação temática na localidade pesquisada, com o propósito de obter o tema gerador. Os dados foram obtidos através de entrevistas e questionários aplicados a cerca de 150 membros da comunidade escolar, dentre eles: alunos do ensino médio, pais, professores, funcionários e moradores do entorno da escola. Dos resultados das duas primeiras etapas, emergiram os seguintes temas: violência, segurança, saúde, drogas, saneamento básico e infraestrutura. Na 3^a etapa, problematizou-se estes assuntos com toda comunidade escolar com o intuito de escolher o mais significativo, que foi “Drogas”. A partir deste tema gerador selecionou-se juntamente com os professores de Química e Biologia, os conteúdos necessários para a interpretação e compreensão desse tema (4^a etapa – redução temática). A partir disso, desenvolvemos diversas situações de ensino que foram aplicadas a duas turmas de 3^a séries do ensino médio de uma escola pública da cidade de Santa Maria, RS, Brasil. Os resultados deste trabalho demonstram que a utilização do tema gerador na estrutura do programa das disciplinas escolares favorece o ensino de Química e Biologia, bem como uma formação mais crítica e cidadã dos estudantes.

Palavras- chave: Ensino de Química e Biologia, Investigação temática e temas geradores.

ABSTRACT

The methodological foundations of educational concept proposed by Freire are based on dialogicity and problematization about the reality and social contradictions experienced by the students, who are involved on the generating themes. Obtaining a generating theme, according to Freire (2014), occurs through a thematic investigation. Delizoicov (1990) systematized the thematic investigation in five stages: 1st - preliminary survey of reality, 2nd – analysis of the situations and choice of encodings, 3rd - circle of thematic investigation, 4th - thematic reduction and 5th - development of the program in the classroom. In this perspective, the focus of this study was to evaluate the implications of the use of generating themes in the learning of high school students. To do this, firstly, we conducted a thematic investigation in the research location, in order to get the theme generator. The data were collected through interviews and questionnaires applied to about 150

members of the school community, including high school students, parents, teachers, staff and residents around school environment. From the results of the first and second steps came the following themes: violence, safety, health, drugs, basic sanitation and infrastructure. In the 3rd stage, these issues were discussed with all school community in order to choose the most significant, which was "Drugs". From this generating theme, it was selected, with teachers of Chemistry and Biology, the necessary contents for the interpretation and understanding of this subject (4 th Step - Thematic reduction). From this, we developed various teaching situations which were applied in two classes of third grade of high school, in a public school in Santa Maria, RS, Brazil. The results of this research demonstrate that the use of the generating theme in the school program structure favors the teaching of Chemistry and Biology, as well as a more critical and citizen education.

Keywords: Chemistry and Biology Teaching, thematic investigation and generating theme.

1. Introdução

Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) salientam a importância de trabalhar os conteúdos curriculares relacionados com o contexto social dos alunos, de forma interdisciplinar e contextualizada. Assim, os conhecimentos adquiridos pelos estudantes se tornam significativos e duradouros, preparando-os para que possam pensar e agir de forma a interagir e compreender o mundo.

Nessa perspectiva, os temas geradores (FREIRE, 1987) são de fundamental importância para o ensino, pois dão sentido social, econômico e político aos conteúdos. Desta forma, proporcionam ao aluno o desenvolvimento de competências e habilidades que permitirão uma melhor compreensão do cotidiano, para que ele possa atuar de forma crítica em sua realidade.

Os fundamentos metodológicos da concepção educacional proposta por Freire (1987) estão pautados em uma perspectiva libertadora de educação, a qual se apoia na dialogicidade e problematização em torno da realidade e das contradições sociais vivenciadas pelos estudantes, que se encontram representadas nos temas geradores. Para Freire (1987), uma das maneiras de colaborar para o processo de transformação da sociedade, sem abrir mão dos conteúdos curriculares tradicionais, é através da inclusão de temas geradores nos programas das disciplinas, de forma que se formem espaços multi e interdisciplinares.

A investigação temática é organizada em cinco etapas visando à obtenção dos temas geradores. Sua obtenção é um ato constante de investigação da realidade, proporcionando aos educandos a apreensão reflexiva dessa realidade e inserindo-os numa forma crítica de pensarem seu mundo (FREIRE, 1987). Freire argumenta:

O que se pretende investigar, realmente, não são os homens como se fossem peças anatômicas, mas o seu pensamento-linguagem referido à realidade, os níveis de percepção desta realidade, a sua visão de mundo, em que se encontram envolvidos seus "temas geradores" (FREIRE, 1987, p. 92).

Na obra *Pedagogia do oprimido*, Freire (1987) propõe o desenvolvimento da dinâmica de investigação temática, destacando o processo, a obtenção e a redução dos temas geradores, a qual foi sistematizada em cinco etapas por Delizoicov (2002). A primeira etapa, *levantamento preliminar da realidade*, consiste no levantamento de informações referentes às condições da localidade. Estes dados são obtidos de várias formas como, por exemplo, conversas informais com familiares e estudantes, fontes documentais obtidas em órgãos governamentais, visitas e entrevistas com

representantes e lideranças locais, postos de saúde e comércio da localidade. Ao final do *levantamento preliminar da realidade* dos estudantes é elaborado um relatório constando os aspectos mais significativos de determinada população.

Na segunda etapa, *Análise das situações e escolha das codificações* (FREIRE, 2006), é realizada uma análise das informações e falas da comunidade levantadas anteriormente. Neste momento, a equipe de professores avalia e escolhe as falas e situações significativas que representam contradições, ou seja, visões dos sujeitos sobre a realidade a ser compreendida pelos envolvidos no processo educativo.

A terceira etapa denominada de *círculo de investigação temática*, também conhecida como *“Diálogos descodificadores”* (FREIRE, 2006), refere-se ao processo em que as situações significativas percebidas pela equipe de educadores, na segunda etapa, podem tornar-se temas geradores. Nesse momento, é instituído um novo contato com a comunidade local para problematizar situações e contradições levantadas, com o propósito de confirmar se tais situações são realmente significativas para essa comunidade. A partir desta descodificação e problematização sobre as contradições é que emerge o tema gerador.

A *Redução temática* (FREIRE, 2006), quarta etapa da investigação temática, consiste na seleção de conteúdos que serão fundamentais para a compreensão dos temas geradores. Essa etapa é de fundamental importância para a construção de currículos críticos, pois neste momento ocorre a estruturação prévia do conhecimento historicamente construído a partir do tema emergido nas etapas anteriores.

Já a quinta etapa é aquela que ocorre em sala de aula, em que os temas geradores são desenvolvidos com base na dimensão dialógica e problematizadora, através da articulação entre os temas emergidos e os conteúdos científicos. Nesse contexto, surgiram dois problemas de pesquisa nesse trabalho: *“Como estruturar o currículo escolar de Química e Biologia tendo como referencial os temas geradores?”* e *“Como favorecer o processo de ensino e aprendizagem em Química e Biologia por meio da utilização dos temas geradores?”*.

As hipóteses iniciais que motivaram essa pesquisa foram: A utilização dos temas geradores sob uma perspectiva freireana pressupõe uma ressignificação dos conteúdos científicos, pois parte do pressuposto que se desenvolve uma real interdisciplinaridade e contextualização dos conteúdos. Além disso, existe uma necessidade da inserção de uma abordagem dialógica e problematizadora como eixo metodológico para o ensino de Química e Biologia através da utilização dos temas geradores. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é apresentar e analisar uma proposta metodológica para o ensino interdisciplinar de Química e Biologia, tendo como ponto de partida a realidade vivenciada pelos sujeitos da pesquisa, bem como as etapas da investigação temática desenvolvidas para a emergência do tema gerador.

A seguir, serão apresentados os caminhos e métodos para a obtenção do tema gerador, bem como os conteúdos científicos de Química e Biologia necessários para sua compreensão. Em seguida, serão descritas as estratégias metodológicas utilizadas em sala de aula a partir do tema gerador emergido, assim como os resultados obtidos.

2. Caminhos percorridos para a obtenção do tema gerador drogas.

A pesquisa desenvolvida neste trabalho pode ser classificada como pesquisa participante. Gil (2002) apresenta algumas características para este tipo de pesquisa:

- Interação entre pesquisadores e membros das situações investigadas;
- Estudo preliminar e provisório da região e população pesquisada;
- Análise crítica dos problemas (GIL, 2002, p. 149).

Nesse tipo de investigação há uma fundamentação política que favorece a intervenção na realidade social sustentando uma concepção humanista de educação, proposta por Paulo Freire.

A presente pesquisa foi desenvolvida no Instituto Estadual Luiz Guilherme Prado Veppo, localizado na cidade de Santa Maria, RS. Para a emergência do tema gerador foi realizada uma investigação temática, constituída por quatro etapas. Em cada etapa, as informações foram obtidas através de instrumentos diferentes, tais como: entrevistas semiestruturadas (com auxílio de gravação de áudio), produção textual, construção de redes temáticas e questionários aplicados a aproximadamente 150 membros da comunidade escolar, além de observações dos pesquisadores. A seguir descreveremos detalhadamente cada etapa desenvolvida, os instrumentos utilizados na coleta dos dados, bem como o método de análise.

A primeira etapa, *levantamento preliminar da realidade*, consistiu na coleta de dados junto aos pais, professores, funcionários, alunos do ensino médio e comunidade do entorno da escola. O objetivo foi realizar um mergulho crítico no cotidiano dos sujeitos da pesquisa, no qual as adversidades, expectativas, desejos, aflições, sonhos, contradições e necessidades fossem apontados para extrair falas e situações significativas da comunidade. Para a coleta dos dados desta etapa foram realizadas entrevistas semiestruturadas e aplicados questionários. Estes instrumentos indagavam, por exemplo, a escolaridade dos sujeitos ou membros da família, seus sonhos, expectativas, problemas do bairro, meios de sustento, crenças, cuidados com a saúde, planos de saúde, hábitos, estudos, entre outros. De acordo com Arruda (2002), estes tipos de instrumentos têm como propósito a compreensão do comportamento de indivíduos inseridos dentro de um contexto social.

As informações obtidas nas entrevistas e nos questionários são de natureza descritiva e foram transcritas para sua análise. Para facilitar a organização e categorização dos dados nesta etapa, utilizamos a metodologia proposta por Vergès (*apud* SÁ, 1996), a qual, leva em consideração a combinação entre a quantidade de vezes que um determinado termo foi evocado pelos sujeitos da pesquisa e a ordem média das evocações (OME). A OME representa a importância da palavra dentre as evocações e pode ser calculada segundo a expressão:

$$OME = \frac{\sum_{1}^{n} n \times (\text{número de evocações em } n\text{-ésimo lugar})}{f}$$

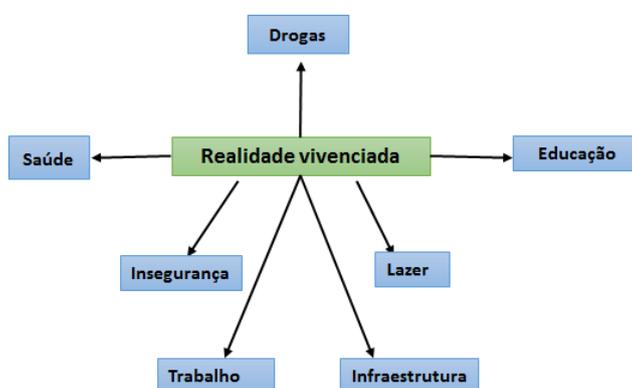
É possível constatar que a frequência (f) é inversamente proporcional ao valor da OME, isto significa que quanto mais uma palavra é evocada, menor a ordem média de evocação. Ou seja, quanto mais frequente o termo for utilizado pelos sujeitos, maior importância a palavra possui, e por isso, torna-se parte do núcleo central das representações sociais¹. Já as palavras que não aparecem com certa frequência, possivelmente farão parte do sistema periférico. Desta maneira, as informações são organizadas em um quadro de quatro quadrantes (Quadro 1), que possibilita a classificação dos termos evocados conforme a importância atribuída pelos sujeitos. Desse modo, favorece a identificação do núcleo central para a *representação social* daquele grupo.

¹ Moscovici (2003) define representações sociais como ideias originadas da vida cotidiana dos grupos sociais, a partir da interação entre seus membros e em nossa sociedade, o que equivale ao mito, às crenças e ao senso comum. Estas características das representações sociais tornaram-se ferramentas adequadas para o estudo do sentido e visões de mundo de grupos sociais.

Quadro 1- Quadro das representações sociais.

Elementos Centrais	Elementos intermediários
Frequência \geq média OME \leq média	Frequência \geq média OME \geq média
Elementos intermediários	Elementos periféricos
Frequência $<$ média OME $<$ média	Frequência $<$ média OME \geq média

Neste trabalho, foi levada em consideração apenas a frequência das palavras utilizadas pelos sujeitos. Assim, os elementos foram dispostos no quadro de Vergès em uma ordem decrescente de frequência, ou seja, os termos que apareceram com maior constância foram organizados do lado esquerdo superior, contemplando o núcleo central das representações. Em contrapartida, as palavras menos citadas foram dispostas nos outros quadrantes (elementos intermediários e periféricos). Nesta pesquisa, as palavras mais frequentemente evocadas foram utilizadas como categorias para análise e problematização da realidade vivenciada pelos sujeitos pesquisados. Portanto, a partir dessa análise criaram-se sete categorias: drogas, saúde, educação, lazer, insegurança, trabalho e infraestrutura (Figura 1).

**Figura 1-** Categorias emergentes das palavras mais utilizadas pelos sujeitos.

A segunda etapa da investigação temática, *análise das situações e escolha das codificações*, consistiu em uma reunião pedagógica com uma equipe de professores das disciplinas de Química e Biologia da escola em que a pesquisa foi desenvolvida. A partir da problematização em torno dos dados apresentados na primeira etapa, os docentes foram orientados a construir redes temáticas, com o propósito de obter uma visão global e estruturada das possíveis situações significativas da comunidade. Durante o processo de construção das redes temáticas foi possível, mediante a problematização e dialogicidade, articular, relacionar, analisar e categorizar falas e situações significativas que representam a visão do sujeito sobre a sua realidade, ou seja, os possíveis temas geradores que serão legitimados ou não na próxima etapa.

A terceira etapa, *círculo de investigação temática*, teve por objetivo legitimar e confirmar se as situações levantadas na segunda etapa, pela equipe de professores, eram realmente significativas para a comunidade. Dessa forma, o principal objetivo foi verificar se os dados obtidos anteriormente poderiam se tornar o tema gerador. Nessa perspectiva, foi realizado um novo encontro com a comunidade local para problematizar sobre os possíveis temas geradores. Essa etapa ocorreu em dois momentos:

- No primeiro momento, os participantes deveriam analisar cartazes e produzir textos. Previamente, foram construídos cartazes pela equipe de professores, os quais problematizavam os possíveis temas geradores emergidos nas etapas anteriores, como saúde, educação, drogas,

As etapas da investigação temática são concluídas com o desenvolvimento dos conteúdos científicos a partir da realidade vivenciada pelos estudantes, dessa forma a seguir serão descritas as situações de ensino desenvolvidas com os estudantes a partir do tema gerador drogas.

3. Metodologias de ensino desenvolvidas a partir do tema gerador

Esta etapa da pesquisa foi desenvolvida com 35 alunos de duas turmas da 3ª série do ensino médio do Instituto Estadual Luiz Guilherme Prado Veppo, localizado no município de Santa Maria, RS. As intervenções foram planejadas em conjunto com os professores de Química e Biologia e a organização das aulas constituíram-se de seis situações de ensino. Neste trabalho será apresentado o desenvolvimento das situações de ensino através da abordagem: drogas lícitas, álcool e tabagismo e suas consequências físicas, mentais e sociais, bem como sua relação com a Química e Biologia.

No Quadro 2 estão descritas de forma sucinta as situações e metodologia desenvolvida.

Quadro 2 - Descrição das situações de ensino, bem como a metodologia desenvolvida.

Situação de ensino		Metodologia desenvolvida
1	<i>Resgate das concepções prévias.</i>	Questionário diagnóstico inicial sobre a concepção prévia dos estudantes sobre o aspecto social das drogas, álcool e tabagismo. Percurso e reações das drogas no organismo, sistema digestório e classificação das cadeias carbônicas. Discussões sobre as respostas dos estudantes.
2	<i>Problematização</i>	Problematização por meio de reportagens e vídeos sobre as drogas lícitas e sua relação com a Química e Biologia, levando em consideração a dimensão científica, conceitual, histórica, social e política.
3	<i>Sistematização do conhecimento</i>	Abordagem dos conteúdos científicos relacionados com o tema em questão.
4	<i>Síntese, prática e verificação do conhecimento.</i>	Jogo didático envolvendo modelagem.
5	<i>Aplicando o conhecimento</i>	Estudo de caso
6	<i>Avaliação</i>	Aplicação do questionário diagnóstico final. Avaliação das implicações da utilização dos temas geradores na aprendizagem dos estudantes.

Com o objetivo de verificar o conhecimento prévio dos estudantes, foi aplicado um questionário diagnóstico inicial sobre o aspecto social das drogas, drogas lícitas, percurso e reações das drogas no organismo, sistema digestivo e classificação das cadeias carbônicas e função álcool, aldeído e ácido carboxílico. Essa atividade foi o ponto de partida para o planejamento das demais intervenções. Ausebel (2003), afirma que ao fazer uma verificação da aprendizagem antes de iniciar uma determinada atividade, o professor consegue planejar suas intervenções por que possui meios de determinar por onde começar. A ação nas próximas etapas deixa de ser intuitiva e é direcionada para “o que” e “como” deve-se ensinar.

Após o resgate das concepções prévias, a problematização, segunda situação de ensino, foi dividida em duas etapas. Na primeira, foi apresentado aos estudantes um vídeo e reportagens impressas sobre os efeitos do álcool e do tabaco no organismo e sua relação com a Química e Biologia. Em seguida, a turma foi dividida em quatro grupos com o objetivo de discutir e sintetizar as principais ideias do vídeo e das reportagens. Na segunda etapa da problematização, os alunos foram orientados a fazer um desenho/esquema do sistema digestório e propor a trajetória do álcool

no organismo e se há alguma diferença quanto à ingestão de alimentos sólidos. Ainda foi solicitado que propusessem as possíveis reações químicas que ocorrem no organismo após a ingestão de álcool. Dessa forma, cada grupo apresentou e discutiu sua proposta para o problema. Em seguida, a pesquisadora desenvolveu duas atividades experimentais demonstrativas sobre os malefícios do álcool e cigarro no organismo. A seguir, estão descritos os materiais e métodos utilizados para desenvolver os experimentos.

Experimento 1: Analogia entre o fígado e o ovo

Materiais utilizados: 1 ovo, 50 mL de álcool etílico, bastão de vidro e um béquer de 250 mL.

Procedimento experimental: Quebrar o ovo e separar a gema da clara. Colocar a gema do ovo no béquer e adicionar aos poucos o álcool etílico. Observar o ocorrido.

Experimento 2: Toxicidade da fumaça do cigarro

Materiais utilizados: 1 Garrafa pet de 2 L, caneta esferográfica transparente sem o tubo de tinta, cola super Bonder[®], água, papel filtro, cigarro e isqueiro.

Procedimento experimental: Perfurar aproximadamente 2 cm acima do fundo da garrafa pet. Em seguida, fazer outro furo na tampa da garrafa do tamanho do perímetro de um cigarro. Cortar a caneta esferográfica ao meio e inserir no furo inferior da garrafa. Passar cola entre a caneta e a garrafa para garantir a total vedação. Adicionar 2 L de água, tampar a garrafa e colocar o cigarro no furo da tampa. Acender o cigarro. Quando o recipiente estiver cheio de fumaça, retirar a tampa e colocar o papel filtro. Em seguida soprar a parte inferior (caneta) até a total saída da fumaça. Observe o papel filtro.

Após a realização do experimento os alunos responderam as seguintes questões: Será que o ovo volta ao normal depois de algum tempo? Fazendo essa analogia, as células do fígado se regeneram? Por que o dente de um fumante fica amarelado? O que evidencia a mancha marrom no final do experimento? Você sabe de algumas substâncias que constituem o cigarro? Cite-as. São tóxicas? Ainda foi solicitado aos estudantes que pesquisassem sobre as principais doenças causadas pelo cigarro e argumentassem sobre seu uso, a existência de substâncias orgânicas presentes no cigarro e suas fórmulas estruturais. Para a realização dessa pesquisa foram disponibilizados aos estudantes: artigos científicos, revistas e livros.

A terceira parte das situações de ensino, sistematização do conhecimento, teve por objetivo proporcionar ferramentas necessárias para a compreensão dos fenômenos estudados. Esta situação ocorreu em consonância com a problematização, e foi desenvolvida uma aula interdisciplinar com os professores de Química e Biologia. Um aspecto que deve ser considerado é que no instituto onde foi desenvolvida esta investigação, os professores atuam de forma interdisciplinar em uma organização curricular diferenciada. Por exemplo, os professores de Química e Biologia desenvolvem suas atividades em conjunto, utilizando os conhecimentos específicos de cada disciplina de forma articulada para possibilitar a compreensão de fenômenos sob diferentes pontos de vista. Durante esta situação de ensino foram abordados os tópicos: sistema digestório; metabolismo do álcool no organismo; funções orgânicas álcool, aldeído e ácido carboxílico; bem como as principais propriedades e classificação das cadeias carbônicas relacionados com o tema gerador em questão.

A partir da pesquisa que os estudantes realizaram na segunda situação de ensino, sobre os compostos orgânicos presentes na composição química do cigarro, foi elaborado um jogo didático, que constitui a quarta situação, síntese, prática e verificação do conhecimento. Os materiais necessários para o jogo são: kit de modelos atômicos, folhas de ofício para a confecção das “cartas comandos” e lápis. A descrição das regras do jogo será especificada a seguir.

Primeiramente, os alunos são divididos em grupos. A partida possui quatro rodadas correspondentes as “cartas comando”. Essas cartas representam as “instruções” que os alunos devem seguir, por exemplo, cada carta possui uma pergunta e uma estrutura química do composto presente nas drogas lícitas. O grupo de alunos precisa responder à pergunta e construir a estrutura, utilizando o kit de modelos atômicos e classificar a cadeia carbônica. A Figura 3 apresenta um exemplo da “carta comando”.

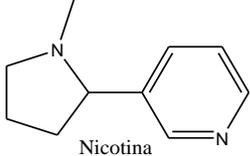
<p>Nicotina é uma das drogas que provocam maior dependência física e o cigarro não passa de um dispositivo atraente para facilitar seu consumo. Tudo ocorre de forma muito simples: a pessoa põe o cigarro na boca e aspira a fumaça que alcança os pulmões. Dos pulmões, a nicotina passa rapidamente para a circulação, espalha-se pelo corpo inteiro e atinge o cérebro onde exerce sua ação aditiva. Na verdade, ela chega mais depressa ao cérebro quando aspirada do que quando injetada na veia.</p> <p>Em geral, a dependência da nicotina começa na adolescência. O que acontece com o pulmão do adolescente quando começa a fumar?</p>	 <p style="text-align: center;">Nicotina</p>
---	---

Figura 3 – Exemplo de carta comando.

Vence a rodada o grupo que responder à pergunta, montar a estrutura e classificá-la corretamente. Caso algum grupo apresente uma resposta, estrutura ou classificação de forma errônea ou incompleta, o jogo continua até que um grupo consiga êxito nas respostas. A Figura 4 apresenta os alunos construindo a estrutura química do composto de sua “carta comando”, utilizando o kit de modelos atômicos.



Figura 4 – Alunos jogando.

Segundo Miranda *et al.* (2011), a utilização de jogos didáticos no processo de ensino e aprendizagem é defendida por muitos teóricos como, por exemplo, Piaget, Vigostsky, Freinet, entre outros. Estes autores consideram que as atividades lúdicas possuem grande importância na educação de crianças, adolescentes e adultos, pois nos momentos de maior descontração e desinibição, proporcionados pelos jogos, as pessoas se desbloqueiam e descontraem o que resulta maior aproximação, integração e interação do grupo, facilitando a aprendizagem.

Na quinta situação de ensino, foi aplicado aos estudantes um caso de caso. A utilização dessa metodologia de ensino tem por objetivo colocar o aluno como sujeito ativo na construção do seu conhecimento, proporcionando aos mesmos serem protagonistas da sua aprendizagem (SÁ e QUEIROZ, 2009; SILVA *et al.*, 2011; PAZINATO e BRAIBANTE, 2014). Dessa forma, a partir dos conhecimentos científicos adquiridos nas etapas anteriores, os estudantes foram convidados a resolver o caso “Maria, mãe de Antônio”. Este tem o propósito de estimular os estudantes na resolução de problemas, demonstrar a aplicação de conceitos químicos na prática, desenvolver a capacidade de comunicação oral, escrita, o pensamento crítico e a habilidade de trabalho em grupo.

Após a divisão da turma em grupos, o caso foi entregue a eles na forma de uma carta (Quadro 3). Além disso, cada grupo recebeu dois frascos contendo substâncias desconhecidas.

Quadro 3 - Estudo de caso aplicado aos estudantes.

Coqueiro Baixo, 15 de abril de 2014.

Olá José, como está? Não sei se ainda lembra-se de mim, mas sou a Maria, mãe do Antônio, seu amigo de infância. Que época boa, que não volta mais, em que vocês eram apenas crianças brincando de pique esconde. Bom, eu estou escrevendo por que sei que você se formou em Química e preciso de sua ajuda! Infelizmente, meu filho se envolveu com coisas que não estão fazendo bem para a sua saúde. Estou muito preocupada com que possa estar acontecendo. Esses dias, entrei no quarto dele e vi uma caixa com várias garrafas sem rótulo, não faço ideia do que seja. Além disso, já faz uns três dias que ele está com alguns sintomas como: fraqueza, falta de apetite, pele e olhos amarelos e uma aparente desnutrição. Estou lhe enviando uma pequena quantidade do líquido que encontrei. Será que tem como descobrir o que pode ser este líquido? Quais as consequências desta substância para o organismo? Será que é esse líquido que está causando esses sintomas em Antônio? Por quê?

Também encontrei um exame médico que ele fez quando foi a Porto Alegre, porém não entendi nada. E como você sabe, estamos sem médicos no posto há meses. Olhando os resultados do exame, percebi que deu positivo para Gamaglutamil transpeptidase. Poderia me dizer o que significa?

Eu sei que não é médico, mas sei que é bastante estudioso! Poderia me ajudar com Antonio? Ele possui uma enorme consideração por ti e com certeza vai te escutar!

Muito obrigada e aguardo ansiosamente tua resposta,

Maria

Os estudantes foram orientados a escrever uma carta resposta para “Maria” contando a trajetória de sua pesquisa, incluindo a conversa que aconselha “Antônio” sobre o suposto problema. Para auxiliar os alunos nessa etapa, foram disponibilizadas revistas de divulgação científica, artigos, livros e o laboratório de informática. Após o período de uma semana, cada grupo apresentou o resultado de sua pesquisa para a solução do caso, bem como entregaram por escrito a carta resposta destinada à “Maria”.

Ao término das intervenções, foi aplicado um questionário diagnóstico final. A avaliação das implicações da utilização dos temas geradores na aprendizagem dos estudantes bem como das situações de ensino, serão discutidas no próximo item.

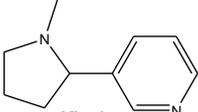
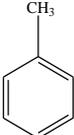
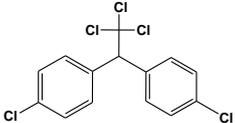
4. Resultados e Discussões

Durante a aplicação da pesquisa, para a coleta de dados, foram utilizados vários instrumentos, tais como: questionários, exercícios e produção textual. Para cada situação de aprendizagem, resgate das concepções prévias, problematização, sistematização do conhecimento, síntese, prática e verificação do conhecimento, aplicando o conhecimento e avaliação, foram criadas categorias específicas que servirão de suporte para a análise e discussões. A seguir serão apresentados os resultados obtidos durante as atividades realizadas com as duas turmas da 3ª série do ensino médio que participaram das intervenções.

Para avaliar a evolução do conhecimento científico em Química e Biologia, bem como validar as metodologias desenvolvidas no decorrer deste trabalho, serão analisadas duas questões do

questionário diagnóstico inicial e final. No Quadro 4 estão descritas duas questões, uma de Biologia e uma de Química, assim como as categorias criadas para análise.

Quadro 4 - Categorias de análise

Questões	Categorias de análise
<p>1. Você saberia explicar detalhadamente o caminho que o álcool faz no nosso organismo após a sua ingestão? Tem alguma diferença quando ingerimos algum alimento sólido? Qual?</p>	<p>1. Resposta satisfatória. Fazem parte dessa categoria as respostas dos estudantes que explicam corretamente o caminho do álcool no organismo, assim como a diferença entre a digestão de alimentos líquidos e sólidos.</p> <p>2. Resposta Insatisfatória Contemplam essa categoria as respostas que são incompletas e que possuem erros conceituais, tanto na explicação da digestão do álcool, como na diferença questionada.</p> <p>3. Não sei Não sabem a resposta.</p>
<p>2. Na fumaça do cigarro há mais de 4700 substâncias tóxicas. Abaixo, estão representadas as fórmulas estruturais de algumas delas. Você saberia classificar a cadeia carbônica dos compostos abaixo:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>Butano</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Nicotina</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>Tolueno</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>DDT</p> </div> </div>	<p>1. Resposta correta e completa (CC) Fazem parte dessa categoria as respostas que contemplam a classificação completa e correta das cadeias carbônicas (Alifática, cíclica, mista, saturada, insaturada, homogênea, heterogênea, normal, ramificada, aromática e não aromática) para cada composto.</p> <p>2. Respostas corretas e incompletas (CI) Os estudantes que conseguiram classificar corretamente, porém não utilizaram todos os itens da classificação das cadeias carbônicas, fazem parte dessa categoria.</p> <p>3. Respostas incorretas. (I) Não souberam classificar corretamente as cadeias carbônicas.</p>

Para a questão 1 do questionário diagnóstico inicial, nenhum aluno conseguiu responder de forma satisfatória, 26,6% contemplaram a categoria “não sei”, entretanto, 73,4% dos alunos conseguiram responder, mesmo que insatisfatoriamente a questão. Algumas respostas desta questão foram:

Estudante 6 “O álcool vai para o estômago, depois para o sangue, afetando a cabeça e deixando você tonto”.

Estudante 9 – “Eu sei que quando comemos algo, tipo arroz com feijão, começa na boca e vai para o estômago ficando com a pança cheia, e o álcool eu sei que vai para o cérebro aí ficamos tontos”.

Estudante 11 - “Ao tomar álcool ela passa pela boca, vai para o fígado e em seguida para o sangue”.

Estudante 13 – “O álcool faz o mesmo percurso dos alimentos que ingerimos, não existe nenhuma diferença”.

Estudante 17 – “Olha, o alimento eu sei que começa com a mastigação, vai para o estômago, que libera um ácido para amolecer o alimento, daí desce para o intestino onde a maioria dos alimentos é absorvido e vai para o sangue. Mas o álcool eu não sei, acho que tem sim diferença”.

Analisando as repostas, é possível perceber que os estudantes possuem alguma noção de como ocorre a digestão do álcool no organismo bem como de alimentos sólidos, porém apresentam argumentos bastante gerais e com alguns erros conceituais. De acordo com Astolfi e Develay (2011), a aprendizagem ocorre a partir das representações conceituais já-existentes, mesmo que alternativas ao modelo científico, elas servem como um sistema de explicação eficaz e funcional para o docente das ideias iniciais dos alunos.

Após o desenvolvimento das cinco situações de ensino, que tiveram duração de aproximadamente dois meses, os estudantes responderam ao questionário final, semelhante ao aplicado inicialmente. Durante este período, a construção do conhecimento se deu através da participação dos estudantes na resolução de exercícios, produções textuais e realização de pesquisas em diversas fontes bibliográficas. Por meio das respostas obtidas neste questionário, foi possível observar que houve um avanço no conhecimento dos estudantes em relação ao tema gerador e aos conteúdos científicos abordados. Conforme os trechos:

Estudante 6 – “Após ingerir uma quantia de álcool, ele entra de início na **corrente sanguínea** pela **mucosa da boca**, aqui já existe uma diferença entre o álcool e alimentos, pois os alimentos são **macromoléculas** que não conseguem ultrapassar a mucosa, tendo que passar por processo completo até a sua completa **digestão (quebra das macromoléculas)** no intestino. O álcool então desce pelo **esôfago** e chega ao **estômago** (aqui, uns 20% é absorvido e entra na corrente sanguínea) e o restante vai para o **intestino delgado**, onde são absorvidas e vão para a corrente sanguínea. Quando o etanol entra no sangue ele é transportando para o **fígado, cérebro, rins e coração**. Uma parte será eliminada pelo xixi, suor e saliva, mas a maior parte é **metabolizada pelo fígado**”.

Estudante 9 – “Ao tomar um gole, a bebida desce pelo **esôfago**, chega até o **estômago**, onde uma parcela das **moléculas** é absorvida e vai para **corrente sanguínea**. O restante vai para o **intestino delgado** onde será também absorvido para o sangue. Uma vez, no **sangue**, as moléculas de etanol são levadas para o **fígado, cérebro, rins e coração**. A maior parte do álcool é **metabolizado pelo fígado**, sendo **oxidado** e convertido em moléculas como **gás carbônico e água** para ser eliminado de vez do organismo”.

Estudante 24 – “Quando bebemos, o álcool vai para o **estômago**, onde uma parte é absorvida e a outra que sobrou será absorvida no **intestino delgado**, aí vai para **corrente sanguínea** sem sofrer nenhum tipo de alteração em sua estrutura. Uma pequena parte será eliminada pela urina e suor e o restante será distribuído pelo corpo, afetando principalmente o **sistema nervoso e o fígado**. No fígado será metabolizado, o álcool será **oxidado** e transformado em **CO₂ e H₂O**. No caso dos alimentos, a digestão começa na boca, e antes de serem absorvidos, passam por uma série de transformações no tubo digestivo. O caminho é: **Boca, faringe, esôfago, estômago (produz quimo), intestino delgado, intestino grosso, reto e ânus**”.

É importante ressaltar que mesmo os estudantes que desconheciam a resposta inicialmente, no final das atividades explicitaram corretamente seus argumentos (estudante 24). Dessa forma foi possível perceber que os alunos conseguiram responder à questão utilizando uma série de conceitos científicos. Para Maturana (1998), uma das dificuldades no ensino de Biologia é a memorização de um grande número de termos técnicos, que para muitos estudantes estes termos não passam de palavras “vazias”. Entretanto, Pérez (2011) ressalta que uma das formas do professor preparar os alunos para a inserção de um novo vocabulário está no diálogo nas aulas. O autor afirma que o diálogo, a problematização e o lançamento de questionamentos entre os alunos favorece o aprendizado. Esse posicionamento tem o apoio de Freire (2006), ao afirmar que incorporar conceitos científicos nas discussões o aluno percebe a aplicabilidade do mesmo na vida real, o que facilita sua aceitação e conseqüentemente a aprendizagem, bem como auxilia da explicitação de valores.

A segunda questão do questionário inicial teve como objetivo detectar as dificuldades dos estudantes em relação à classificação das cadeias carbônicas, bem como observar o avanço na aprendizagem após a intervenção. O Gráfico 1 representa o comparativo de acertos para cada categoria (Quadro 4) e compostos apresentados na questão 2, inicialmente e no final da situação de aprendizagem.

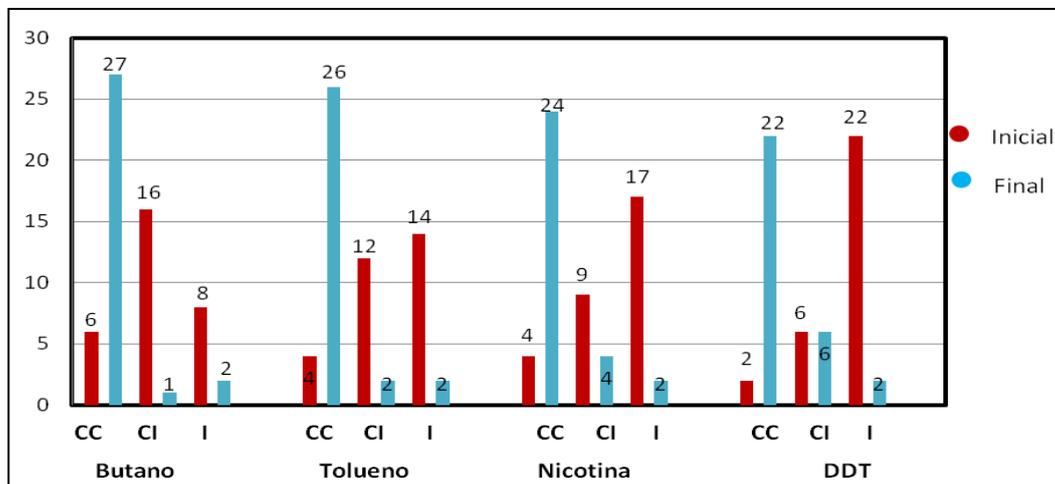


Gráfico 1 - Comparativos de acertos para a questão 2.

É possível identificar através da análise do Gráfico 1 que os estudantes apresentaram muitas dificuldades, principalmente na molécula do DDT e da Nicotina. 22 estudantes classificaram a molécula do DDT erroneamente no questionário inicial. Isso pode ter acontecido devido essa molécula possuir átomos de cloro em sua estrutura, confundindo os estudantes, levando-os a classificar essa cadeia como heterogênea. Uma das dificuldades detectadas é que esse conteúdo é apresentado de forma muito geral. Por exemplo, o livro didático adotado na escola apresenta a explicação de uma cadeia carbônica heterogênea: “Quando na cadeia, além dos átomos de carbono, existem outros”. É fundamental especificar que outros átomos devem fazer parte da cadeia, ou seja, estes devem estar entre átomos de carbono. É claro que o átomo de cloro não pode estar entre carbonos, pois faz somente uma ligação, entretanto é considerável que as explicações sobre a classificação das cadeias carbônicas sejam revistas pelos professores de Química.

No questionário final os alunos apresentaram avanços, somente dois alunos ainda apresentaram dificuldades com relação à classificação das cadeias carbônicas. A seguir serão apresentados os resultados do estudo de caso aplicado aos estudantes.

O estudo de caso foi aplicado aos estudantes com intuito de favorecer o desenvolvimento de habilidades como a comunicação oral e escrita, resolução de problemas, utilização conhecimento científico para a solução do problema e o estímulo à pesquisa. A turma foi dividida em quatro grupos, e cada um ficou responsável em escrever uma carta resposta para “Maria” apontando toda trajetória da pesquisa.

Com base nas cartas dos estudantes foram criadas três categorias para análise da aplicação do caso, sendo elas: identificação e possíveis soluções para o problema, pesquisa e utilização do conhecimento científico para a resolução do caso.

De acordo com Sá e Queiroz (2009), na metodologia do estudo de caso, o problema, dilemas e os casos a serem solucionados são o elemento central do processo de aprendizagem. A autora afirma que para a contextualização dos conteúdos científicos, é viável partir de situações problemáticas reais e buscar conhecimento para entendê-las, identificá-las e então, solucioná-las.

Este caso proporcionou aos alunos a construção em conjunto de soluções mais criativas para o problema, bem como a identificação e criação de hipóteses para a resolução do caso proposto, contemplando a primeira categoria, identificação e possíveis soluções para o problema, conforme podemos observar nos relatos a seguir:

Grupo 2 - “Nós temos a missão de descobrir qual é a doença do nosso amigo, Antonio, devemos uma resposta a Maria. Precisamos descobrir que líquido é esse e o que significa Gamaglutamil transpeptidase no organismo. Antonio pode estar correndo perigo de vida e nós temos o dever de ajudá-lo”.

Grupo 3 – “Os sintomas descritos como: fraqueza, falta de apetite, pele e olhos amarelos e aparente desnutrição pode ser hepatite ou até mesmo uma cirrose. É preciso confirmar, vamos pesquisar sobre a Gamaglutamil transpeptidase e fazer os testes nas amostras recebidas”.

Analisando a carta produzida pelos estudantes, constatamos que o estudo de caso os motivou a pesquisar em diversas fontes bibliográficas. Dessa forma, o seguinte trecho retirado da carta do grupo 3 contempla a segunda categoria, pesquisa:

Grupo 3 – “Para descobrir os sintomas que Antônio estava sentindo, precisamos pesquisar em vários sites sobre saúde e também pesquisamos bastante sobre Gamaglutamil transpeptidase que é uma enzima que é detectada em biopsias quando se tem uma grande quantidade de álcool no organismo”. O mais legal foi à pesquisa para descobrir o que continha nos frascos. A partir das pesquisas sobre os sintomas e a enzima, tivemos uma noção de o que seria o líquido, mas não sabíamos como confirmar, então pesquisamos e encontramos como fazer identificação de alcoóis, aí encontramos os reagentes necessários para fazer a identificação”.

Segundo Sá e Queiroz (2009), uma das principais características desse método é a pesquisa bibliográfica, visto que motiva o aluno a acessar, avaliar e utilizar informações para solucionar o problema. Dessa forma, uma das habilidades desenvolvidas pelos estudantes foi a busca de informações em diferentes fontes.

No que se refere à utilização do conhecimento científico para a resolução do caso, terceira categoria criada, observamos que os estudantes conseguiram propor possíveis soluções baseados nos conteúdos estudados durante as intervenções.

Grupo 1 – Caro amigo Antônio, o álcool é uma droga e é o responsável por todos os sintomas que está sentindo, quando o álcool chega ao fígado ele é metabolizado, esse órgão tem o papel de se “livrar” do álcool consumido através de duas reações que têm como produto final o CO_2 e H_2O , o fígado não consegue metabolizar uma grande quantidade de álcool por hora, então acaba intoxicando o organismo e causando sérias consequências para seu fígado. Somente cerca de 10% do etanol é eliminado pela urina e suor...”.

No trecho da carta produzido pelo grupo 1, fica evidente a compreensão dos estudantes em relação a importância da Química para compreender os malefícios causados pelas drogas lícitas. De acordo com Pozo (1998), o ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos bem como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar solução às situações propostas.

Dessa forma, com a aplicação do estudo de caso atingiu-se a proposta inicial da utilização dessa metodologia de ensino, que é estimular inserção a pesquisa e favorecer a tomada de decisão por parte dos estudantes.

4. Considerações finais

Ao longo deste artigo buscamos discutir as possíveis implicações pedagógicas da abordagem temática freireana no ensino de Química e Biologia. Dessa forma, o desenvolvimento deste trabalho oportunizou a percepção de que o processo de ensino e aprendizagem mediados pela problematização e dialogicidade, favorece o processo de formação de sujeitos para que possam atuar de forma crítica na sociedade, transformando a realidade em que vivem.

O tema gerador “Drogas” foi o ponto de partida para a construção de um programa de Química e Biologia que integrou e articulou os conhecimentos destas duas disciplinas, possibilitando o desenvolvimento dos conteúdos científicos por meio da realidade dos estudantes. Através da investigação temática é que ocorreu a emersão desse tema, sendo que para isso, a equipe de professores realizou entrevistas, visitas, pesquisas em fontes educacionais e governamentais, envolvendo toda a comunidade escolar. Além disso, a metodologia desenvolvida neste trabalho proporcionou uma real interdisciplinaridade através da elaboração de um programa de conteúdos que integrou as áreas de Biologia, Português Física e Matemática. Neste trabalho, apresentamos somente o enfoque deste programa nos conteúdos de Química e Biologia, porém também foi realizado para as demais disciplinas.

Por fim, é importante que esse tipo de investigação se torne uma prática mais presente no cotidiano das escolas, para que se dê uma real significação para o ensino. Também acreditamos que esta pesquisa venha a contribuir com as pesquisas da área de ensino de Química e Biologia e estimule o desenvolvimento de novos trabalhos que associam o ensino desta disciplina com a obra de Paulo Freire.

5. Referências Bibliográficas

- ARRUDA, A. Teoria das representações sociais e teorias de gênero. *Cadernos de Pesquisa*, Rio de Janeiro, n. 117, p. 127-47, nov. 2002.
- ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. *A didática das ciências*. 15. ed. Trad. Magda S. S. Fonseca. Campinas: Papirus, 2011.
- AUSUBEL, David. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.
- BRASIL. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio: *Orientações Educacionais Complementares aos parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC/SEMTEC, 2006.
- CORACINI, Maria José R.F. (org). *O jogo discursivo na aula de leitura*. Língua materna e língua estrangeira. Campinas, Pontes, 1995.
- DELIZOICOV, D. *Metodologia no ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1994.
- FREIRE, P. *Pedagogia da Esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido*. Paz e Terra. 23 ed. Rio de Janeiro. 2006.
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1987.
- GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo:Atlas, 2002.

- MATURANA, H. *Da biologia à psicologia*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- MIRANDA, A. C. G.; BRAIBANTE, M.E.F.; ADAIME, M. B.; PAZINATO, M. S.; Bomba: um jogo didático envolvendo reações químicas e compostos explosivos. *Anais do 31º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química*. Rio Grande, Rio Grande do Sul, 2011.
- MOSCOVICI, S. *A representação social da psicanálise*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 2003.
- MUENCHEN, C.; AULER, D. *Configurações Curriculares mediante o enfoque CTS: desafiosa serem enfrentados na Educação de Jovens e Adultos*. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 3, p.421-434, 2007.
- PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, M. E. F. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de Química no nível médio. *Revista Ciências & Ideias*, v. 5, n. 2, p. 1-18, 2014.
- PÉREZ, F. F. G. Los modelos didácticos como instrumento de análisis y intervención en La realidad educativa. *Revista Electrónica de La Universidad de Barcelona*, Barcelona, n. 207, 2000. Disponível em: <<http://www.us.es/geocrit/b3w-207.htm>> Acesso em: 28 ago. 2011.
- POZO, J. I. *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Editora Artmed, 1998.
- SÁ, C. P. *Núcleo central das representações sociais*. Petrópolis: Vozes: 1996.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. *Estudo de casos no Ensino de Química*. Campinas: Editora Átomo, 2009.
- SILVA, O. B. da; OLIVEIRA, J. R. S. de; QUEIROZ, S. L. SOS Mogi-Guaçu: Contribuições de um Estudo de Caso para a Educação Química no Nível Médio. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, p. 185-192, 2011.
- VYGOTSKY, Lev Semyonovich. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1989.