

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**Faculdade de Educação**

**CECIMIG**

**A Fosfoetanolamina: Uma discussão no Ensino  
Médio a partir da aprendizagem por investigação.**

Ilane Maiara Andrade

Belo Horizonte

Julho de 2016

Ilane Maiara Andrade

**A Fosfoetanolamina: Uma discussão no Ensino  
Médio a partir da aprendizagem por investigação.**

Monografia apresentada ao Curso de  
Especialização - ENCI/UAB do CECIMIG  
FaE/UFMG - como requisito parcial para  
obtenção de título de Especialista em Ensino  
de Ciências por Investigação.

Orientador: Prof. Msc. Márcio Antônio da  
Silva

Belo Horizonte  
Julho de 2016

## **DEDICATÓRIA E AGRADECIMENTOS**

Dedico esta monografia a todos os funcionários da escola na qual desenvolvi a pesquisa, pela disponibilidade e apoio.

Agradeço imensamente a Deus pelas bênçãos concedidas, dando-me força e perseverança para não desistir.

Aos meus pais, por todo o amor, dedicação e pelo apoio incondicional. Aos meus avôs, pela atenção, incentivo e todas as orações a mim dedicadas. E ao meu marido, pessoa fundamental em minha vida, por todo o amor, apoio e incentivo.

A todos, agradeço!

Ninguém educa ninguém, ninguém  
educa a si mesmo, os homens se educam  
entre si, mediatizados pelo mundo.

(Paulo Freire)

## RESUMO

Neste trabalho apresentamos um estudo de caso sobre a substância fosfoetanolamina, sob a perspectiva do ensino de ciências por investigação (ENCI). O ensino de ciências por investigação é uma metodologia que visa a aproximação da ciência desenvolvida pelos cientistas com as ciências escolares, ao passo que a centralidade do estudo em sala de aula é deslocada do professor para o aluno, no qual, o primeiro media o segundo na busca pela construção dos conhecimentos. Tal estudo foi desenvolvido em cinco aulas com duas turmas do 3º Ano de uma Escola Pública Estadual da cidade de Engenheiro Navarro-MG. A pesquisa teve como base a resolução do problema “*Quais são as etapas a que um medicamento deve ser submetido para que possa ser liberado para uso?*” e compreendeu o levantamento de conhecimentos prévios dos grupos, pesquisas sobre diversos temas a respeito do assunto, realização de discussões e debates, e a comunicação dos resultados. A substância foi escolhida, motivada pela clara polêmica criada no início deste ano. Gilberto Orivaldo Chierice, professor e pesquisador aposentado da USP, desenvolveu diversos estudos com a substância, distribuindo cápsulas a pacientes diagnosticados com câncer. Alguns pacientes relataram melhorias expressivas após o uso dessas cápsulas. Por falta de estudos que comprovem a eficácia, a ANVISA proibiu sua distribuição. A alegação era que a substância não havia sido sistematicamente testada e que sua eficácia no tratamento do câncer ainda não era comprovada. Através do estudo de caso percebemos uma aproximação satisfatória das respostas apresentadas pelos grupos com as definidas pela ANVISA, uma participação mais efetiva nas aulas bem como a aplicação dos conhecimentos construídos por meio do estudo nas aulas de química através da construção da molécula.

**PALAVRAS CHAVES:** ensino por investigação, estudo de caso, fosfoetanolamina, ensino médio.

## ABSTRACT

In this work we present a case study on the phosphoethanolamine substance, under the perspective of the sciences teaching for investigation (STI). The sciences teaching for investigation is a methodology that aims at the approximation of the science developed by the scientists with the school sciences, while the centralized of the study in classroom is moved of the teacher for the pupil, in whom, the first one was measuring the second in the search for the construction of the knowledges. Such a study was developed in five classrooms with two groups of 3<sup>o</sup> Year of a State Public school of the Engenheiro Navarro-MG city. Did the inquiry take as a base the resolution of the problem “What it is the stages to which must a substance be subjected so that it can be released for use?” and it understood the lifting of prior knowledges of the groups, inquiries on several subjects as to the subject, realization of discussions and discussions, and the communication of the results. The substance was chosen, caused by the controversial egg white created in the beginning of this year. Gilberto Orivaldo Chierice, teacher and retired investigator of the University of São Paulo developed several studies with the substance, distributing capsules to patients diagnosed with cancer. Some patients reported expressive improvements after the use of these capsules. For lack of studies that prove the efficiency, the ANVISA prohibited his distribution. The allegation was that the substance had not been systematically tested and that his efficiency in the treatment of the cancer was still not proved. Through the case study ANVISA we realize a satisfactory approximation of the answers presented by the groups with the defined ones for, the most effective participation in the classrooms as well as the application of the knowledges built through the study in chemistry classroom by building the molecule.

**KEYWORDS:** I teach for investigation, case study, phosphoethanolamine, secondary education.

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	09
<b>2 – REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	11
<b>3 – METODOLOGIA</b> .....	15
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	17
<b>5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	28
<b>6 – REFERÊNCIAS</b> .....	30
<b>ANEXOS</b> .....	32

## APRESENTAÇÃO

Atualmente leciono a disciplina Química em uma Escola Estadual na cidade de Engenheiro Navarro-MG. Como egressa de escola pública, cursei Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), ingressando no curso de Especialização em Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) pela UFMG em seguida.

O ensino atual nas escolas públicas passa por muitos desafios, tendo em vista que a principal barreira que os professores enfrentam, além da falta de incentivos financeiros, é a falta de motivação por parte dos alunos para com o estudo das ciências. Notadamente, isso também é válido para a disciplina de Química.

A escola em que trabalho recebe alunos da cidade e das demais comunidades vizinhas, compreendendo cerca de 1000 alunos nos três turnos. Leciono para turmas de 1º, 2º e 3º anos do ensino médio, inclusive para as turmas nas quais apliquei a pesquisa. As principais dificuldades que percebo como professora é a quantidade insuficiente de recursos tecnológicos para uso nas aulas, salas relativamente cheias, necessidade de um apoio pedagógico mais eficiente para lidar com os problemas como indisciplina, uso em horário impróprio de celular, infrequência, dentre outros, que comprometem o bom andamento das aulas. Desta maneira, o ensino de ciências por investigação aparece como uma alternativa para enfrentar esses e outros desafios da sala de aula.

Uma vez que no método ENCI a investigação é o ponto de partida para a construção dos conhecimentos, o foco passa a ser o que o aluno pensa e diz, atuando o professor como mediador nesse processo. O aluno então passa a ser o indivíduo central da aula. Com o aluno em foco, ele sentir-se-á mais valorizado e assim permanecerá mais atento e interessado com o aprendizado. Por ser um assunto polêmico e dinâmico o tema fosfoetanolamina foi escolhido. Ele traz um enredo atual que os alunos se interessam. Mais que isso, por se tratar de um assunto controverso, no sentido do uso ou não da substância para a cura do câncer, bem como de outros assuntos a ele relacionados, os alunos recebem melhor o desafio de investigar, pesquisar, ir em busca de respostas.

Minha expectativa é que este trabalho contribua para melhorias no ensino da disciplina de química e possa ser aprimorado por outros professores pesquisadores em suas escolas. Espero ainda que este colabore com pesquisas futuras na área de Ensino de Ciências por Investigação.

## 1 – INTRODUÇÃO

A escola contemporânea exige uma mudança de postura por parte do professor, que necessita adotar metodologias alternativas para alcançar uma aprendizagem significativa, frente a nova clientela. Nesse sentido, a proposta do ensino de ciências por investigação é uma das válidas possibilidades. A perspectiva do ensino por investigação foi historicamente construída embasada em trabalhos de pesquisadores como Piaget e Vigotski, contribuindo para uma nova concepção no que diz respeito a construção de conhecimentos pelos alunos (CARVALHO, 2013).

Segundo Bachelard (1996) “todo conhecimento é uma resposta a uma questão”, e essa é a força motriz do trabalho investigativo. Questionar, conflitar e discutir são condições essenciais para a aprendizagem em ciências. Nesse contexto, o ensino de disciplinas tais como Física, Matemática e Química, deve, portanto, contemplar tais condições, haja vista que estas são instrumentos fundamentais para o desenvolvimento do país, bem como, para a formação cidadã.

Abaixo, apresentam-se algumas características das atividades com caráter investigativo. Tais atividades devem, portanto:

**1 – conter um problema:** O problema é, na sua essência, uma pergunta que se faz. Não há investigação sem problema. Assim, a primeira preocupação do professor consiste em formular um problema que instigue e oriente o trabalho a ser desenvolvido com os alunos. Além disso, ele precisa ser considerado problema pelos alunos, o que implica explorar as ideias que estes têm a respeito do assunto, dialogar com elas, confrontá-las com outras, duvidar.

**2 – gerar hipóteses:** O problema deve desencadear o levantamento de hipóteses, conhecimentos prévios a respeito do tema e incitar a busca por respostas, sejam elas experimentais ou não.

**3 – propiciar a argumentação:** Desenvolver argumentos, debates e discussões por meio da coordenação de enunciados teóricos e evidências, considerando a multiplicidade de pontos de vista. O professor atua nessa fase como mediador, motivando e mobilizando os estudantes, no intuito de promover o engajamento destes com o tema em investigação e na busca por respostas. Desafios práticos e resultados inesperados podem auxiliar nessa direção.

**4 – Comunicar resultados:** Propiciar a extensão dos resultados encontrados, bem como dos conhecimentos construídos a todos os estudantes da turma.

Dessa maneira, assuntos cotidianos e atuais podem ser investigados em sala de aula, aproximando e valorizando a realidade dos alunos como ferramenta facilitadora do ensino. Conseqüentemente, o estudo de caso sobre a fosfoetanolamina atende a essa perspectiva, por se tratar de um tema atual na mídia e que vem gerando uma série de polêmicas, além de abranger alguns conteúdos da disciplina de química. A fosfoetanolamina é um composto orgânico presente nas células e atua de forma a garantir a sua normalidade. Motivado por estudos do pesquisador da USP, Gilberto Orivaldo Chierice, tal substância tornou-se centro de uma discussão calorosa na comunidade científica nacional. Por efeito de uso de cápsulas desse composto, alguns pacientes relataram melhorias em quadros clínicos de câncer. Contudo, a distribuição desse medicamento não é regulamentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Assim, uma série de questões foi levantada sobre o uso da fosfoetanolamina como medicamento. O tema encontrou espaço nos jornais e meios diversos de comunicação via internet. A comunidade científica intensificou os estudos da substância, buscando possíveis propriedades medicinais.

Devido à riqueza de detalhes da discussão, essa pesquisa propôs um estudo investigativo sobre a fosfoetanolamina, a fim que os alunos pudessem construir conhecimentos por meio de uma proposta mais adequada ao ensino de ciências, aproximando a ciência escolar daquela praticada pelos cientistas.

Mais detalhadamente o tópico referencial teórico retoma os conceitos aqui brevemente apresentados. É nessa seção que os conceitos fundamentais são abordados, como também as ideias de autores que possuem trabalhos relevantes na área do ensino por investigação, portanto, essenciais ao nosso estudo.

Na seção metodologia a sequência aplicada é descrita e detalhada para que o leitor compreenda o desenrolar da pesquisa. É nessa etapa que o passo a passo dos procedimentos do trabalho é abordado com a intenção de promover uma atividade que contemplasse as características de um estudo investigativo.

Na seção seguinte, que se dedica aos resultados e discussões, o tratamento dos dados é apresentado. Neste tópico são mostrados os registros fotográficos produzidos durante a execução da metodologia, bem como os dados numérico por meio de gráficos e tabelas. É nessa seção que apresentamos os comentários diversos sobre cada parte da pesquisa.

Por fim, conclui-se por uma exposição resumida o que foi discutido no decorrer deste trabalho. Apresentamos a visão dos alunos em relação a metodologia aplicada e retomamos as

características das atividades investigativas mostrando-as em cada etapa da pesquisa. Finalmente, tem-se as perspectivas para trabalhos futuros.

## 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção apresentamos o referencial teórico que adotamos durante o desenvolvimento da pesquisa e que norteou todo o trabalho. A principal leitura no que se refere ao ensino por investigação foi a do livro *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula*, da Anna Maria Pessoa de Carvalho (org). Acerca da substância os trabalhos que forneceram embasamento teórico foram teses orientadas pelo pesquisador Gilberto Orivaldo Chierice, que a pesquisou durante anos. Para as fases de liberação de um medicamento, a fundamentação foi da ANVISA, agência reguladora brasileira.

A sala de aula configura-se um rico espaço de encontro entre diversas formas de conhecimento. Nesse espaço, estabelecem-se relações que envolvem professores e alunos, em interações mútuas, buscando construir novos conhecimentos (CARVALHO, et al., 2013). Durante o processo de ensino-aprendizagem, ambos os envolvidos devem ser sujeitos ativos, compartilhando não só saberes, como também valores e experiências. Nas palavras de Freire (1996), “Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”.

Ao longo dos anos, as concepções de alguns pesquisadores contribuíram para uma mudança na configuração do ensino nas salas de aula. Por meio de diversos estudos, o epistemólogo Piaget (1976) trouxe a importância de se apresentarem problemas como pontos de partida para a construção do conhecimento e inseriu ainda conceitos como os de equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio, trazendo o entendimento que para se construir novos conhecimentos, estes sempre estarão basilarados em conhecimentos anteriores. Zabala (2010), em consonância com as ideias de Freire, defende a abordagem construtivista como concepção metodológica, carregada de ação reflexiva/intelectual. Nessa perspectiva, há um deslocamento da centralidade do professor para o aluno em sala de aula.

Outras contribuições importantes vieram de estudos realizados pelo psicólogo Vigotsky (1984), cuja teoria estabelece as contribuições dos processos sociais em sala de aula, ou seja, das interações em prol do desenvolvimento intelectual. Outra vertente do seu trabalho é o desenvolvimento da linguagem, visando a transformação da linguagem cotidiana dos

alunos em linguagem científica. Sobre este, Lemke (1997) corrobora dizendo que “Ensinar ciências é ensinar a falar Ciências”. As propostas sociointeracionistas de Vigotsky, valorizavam ainda o trabalho em grupo e o papel do professor como mediador, na construção dos conhecimentos.

Tais ideias apontam para um trabalho em sala de aula cada vez mais voltado à promoção da ampliação da cultura científica, por meio de práticas simples e mediadas, que levem os alunos a buscar novos conhecimentos (SASSERON e CARVALHO, 2008). Essa perspectiva é contemplada pela proposta do ensino por investigação.

O ensino por meio de atividades investigativas constitui uma abordagem que historicamente vem trazendo a perspectiva científica para o ensino das ciências escolares. Tal estratégia visa a aproximação desses conhecimentos, potencializando a prática educativa em sala de aula.

As atividades investigativas centram-se nos alunos, possibilitando aos mesmos o desenvolvimento da autonomia enquanto sujeitos pesquisadores. Essas atividades envolvem o desenvolvimento de habilidades como: aprender a observar, a planejar, levantar hipóteses, realizar medidas, interpretar dados, refletir e construir explicações de caráter teórico. Todas essas atuam em prol da resolução de uma situação problema, gerando a apropriação de conceitos e teorias das ciências da natureza no decorrer do processo. Nesse contexto, o papel do professor é guiar e orientar as atividades (SÁ, MAUÉS e MUNFORD, 2008).

Segundo Freire (1996), o ensino por investigação enfatiza o questionamento, a resolução de problemas e a comunicação. Este lança mão de processos da investigação científica como metodologia de ensino, ao passo que reflete o modo como os cientistas trabalham e fazem ciência. O foco está no que os alunos fazem, e não somente no que o professor faz ou diz, o que acaba por exigir uma mudança de postura do ensino tradicionalista para um que trabalhe sob a perspectiva de promover uma compreensão mais abrangente dos conhecimentos científicos. Assim, os conteúdos a serem estudados devem estar contidos na situação problema.

De acordo com Carvalho et al. (2004), a atividade investigativa não pode se restringir a mera observação ou manipulação de dados, devendo portanto, levar o aluno a refletir, discutir, explicar e relatar. Concomitante a este, Azevedo (2010) diz que a utilização de atividades investigativas desenvolve a compreensão de conceitos por meio de uma postura ativa do aluno no processo de aprendizagem.

Para Canal et al. (2006), o ensino-aprendizagem por investigação extrapola a eficiência como método de instrução escolar, pois, atua na formação de atitudes e capacidades. A autonomia dos alunos mostra-se na ação de seguirem suas próprias linhas, permitindo-lhes compreender que existem vários métodos de fazer ciência.

Assim, os conteúdos curriculares da área das ciências da natureza podem ser abordados sob essa perspectiva, desenvolvendo seus conhecimentos de maneira vinculada. Essa abordagem permite que o aluno realize associações entre as disciplinas escolares e perceba a sua presença e aplicação cotidiana.

Uma das disciplinas que pode ser trabalhada à luz dessa metodologia é a Química, uma vez que está presente no dia-a-dia de todas as pessoas, de forma notável. Considerando tal fato, pode-se abordar temas atuais como ferramenta na formação de conceitos que sejam gradativos e consistentes. Um exemplo de tema relativamente atual e que apresenta grande potencial na abordagem de diversos conceitos da área da química é o caso da fosfoetanolamina.

A fosfoetanolamina é um monoéster, de fórmula estrutural  $C_2H_8NO_4P$ , sendo o nome mais utilizado pela IUPAC o 2-aminoetanol-dihidrogenofosfato. Constituinte de tecidos orgânicos, foi isolada em 1936 em tumores malignos de bovinos por Edgar Laurence Outhouse, do Departamento de Pesquisas Médicas do Instituto Banting da Universidade de Toronto no Canadá, comprovando sua forma livre na natureza (OUTHOUSE, 1936 apud MENEGUELO, 2007).

O referido composto atua como precursor na síntese de fosfolípidos participantes da composição estrutural de membranas celulares e mitocondriais e atua ainda como sinalizador, informando ao organismo algumas das possíveis situações das células. Esses fatos despertaram grande interesse científico, resultando em diversos estudos para avaliar o seu papel bioquímico (OSTERBERG, 1959 apud ALMEIDA, 2007). Alguns estudos recentes indicaram relação entre a deficiência de fosfoetanolamina e patologias de sistema nervoso central, como epilepsias e convulsões esporádicas e tumores inespecíficos (NITSCH et al., 1992 apud AL-ASFOUR, 2008).

Durante vários anos Gilberto Orivaldo Chierice realizou estudos com a fosfoetanolamina sintética no Brasil. Pesquisador e professor doutor aposentado da Universidade de São Paulo (USP), vem ganhando atualmente destaque na mídia por sintetizar e distribuir gratuitamente o composto para a população, por acreditar que este pode curar

câncer. Algumas pessoas que receberam e utilizaram o composto relataram melhoria no quadro clínico da doença. Porém, no Brasil a fosfoetanolamina não possui registro na ANVISA, sendo proibida a sua distribuição e comercialização. Diversos pacientes entraram na Justiça para obter as cápsulas do composto e vem ganhando por meio de liminares o direito ao acesso (VIEIRA, 2015).

Contudo, em 13 de abril de 2016 a Presidente da República Dilma Rousseff sancionou a lei nº 13.269 que autoriza o uso da fosfoetanolamina sintética por pacientes diagnosticados com neoplasia maligna. Os pacientes nessa condição poderão utilizar a substância por meio da apresentação de laudo médico que comprove o diagnóstico e desde que assinem um termo de consentimento e responsabilidade.

Segundo nota técnica nº 56/2015 divulgada pela SUMED/ANVISA em esclarecimento acerca do composto, todo e qualquer fármaco deve passar por rigorosos testes para comprovar sua segurança e eficácia para então conseguir registro. Dentre eles estão: relatórios de estudos não clínicos (não realizados em seres humanos) e relatórios de estudos clínicos fase I,II e III (realizados em seres humanos). Todas as análises devem indicar uma relação risco/benefício, de modo que os benefícios superem os riscos.

Ainda neste documento, Meiruze Sousa Freitas, Superintendente de Medicamentos e Produtos Biológicos (SUMED/ANVISA) descreve a importância de cada etapa do teste, para que uma substância ou composto possa ser registrado como medicamento. Assim, inicialmente realizam-se testes não clínicos, os quais são feitos em laboratórios e em animais de experimentação. A próxima etapa é a fase I, que compreende a etapa na qual avalia-se a segurança e a toxicidade do produto em humanos, na maioria das vezes, em voluntários saudáveis. Na fase II, inicia-se a avaliação da eficácia do medicamento contra a doença, ampliando ainda as informações sobre a toxicidade. Em caso de resultados satisfatórios, realizam-se estudos clínicos da fase III. Essa fase envolve um número bem maior de pacientes, geralmente realizada em diferentes centros de pesquisa de diferentes países. Assim, o medicamento novo pode ser submetido à agência reguladora para avaliação do registro. Por fim, estudos da fase IV são realizados para confirmação da aplicabilidade abrangente em grande parte da população doente. Nesta fase, o medicamento já foi aprovado para ser comercializado. Todas as etapas para liberação de um medicamento devem ser aprovadas pelos órgãos competentes, como o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Diante do exposto, desenvolvemos o estudo de caso envolvendo a fosfoetanolamina buscando contemplar as características de um estudo investigativo e trazer toda uma discussão sobre a substância para as aulas de química, incentivando a construção de conhecimentos por meio de uma postura ativa dos alunos.

### 3 - METODOLOGIA

Nesta seção expomos a sequência metodológica do estudo de caso sobre a fosfoetanolamina.

A referida pesquisa foi desenvolvida em duas turmas do 3º Ano do Ensino Médio Regular de uma Escola Pública Estadual da cidade de Engenheiro Navarro – MG e compreendeu as etapas mostradas no fluxograma a seguir:

Comunicação verbal e escrita à escola sobre a pesquisa e requerimento das devidas autorizações.



Aula 1 - Apresentação oral do tema, discussões prévias e lançamento do problema de pesquisa “Quais são as etapas a que um medicamento deve ser submetido para que possa ser liberado para uso?”. Formação de grupos de alunos e proposição de uma resposta ao problema.



Aula 2 – Inserção do estudo de caso sobre a fosfoetanolamina por meio do questionamento: “Você ouviu falar de um possível medicamento que está sendo pesquisado no Brasil para a cura do câncer e que tem gerado polêmicas?”. Realização de discussões e distribuição de temas a serem pesquisados pelos grupos.



Aula 3 – Apresentação das pesquisas pelos grupos e entrega de parte escrita.



Aula 4 – Aplicação dos conhecimentos construídos por meio das etapas anteriores em aulas de química, através da construção das moléculas da fosfoetanolamina em consonância com os Postulados de Kekulé.



Aula 5 – Conclusão oral por meio de discussões sobre as perspectivas em relação a fosfoetanolamina bem como da opinião dos alunos sobre as aulas.

A pesquisa compreendeu 6 etapas e teve duração de 5 horas/aula.

A seguir, uma descrição mais detalhada de cada uma das etapas.

1ª: Comunicação verbal e escrita à direção e alunos da escola acerca da intenção do desenvolvimento do projeto e requerimento das devidas autorizações (ver anexos).

2ª: Realização de uma apresentação oral do tema, discussões prévias e formação de equipes, com liberdade de organização pelos alunos, para proposição de uma solução para o problema “Quais são as etapas a que um medicamento deve ser submetido para que possa ser liberado para uso?”. Às equipes foram disponibilizadas folhas brancas para a resolução do problema, sendo realizados registros fotográficos no decorrer do trabalho. Nessa aula sondamos os conhecimentos prévios dos grupos acerca das fases para liberação de um medicamento e introduzimos o estudo de caso sobre a fosfoetanolamina. As fases para liberação de um medicamento são definidas pela ANVISA. Essa etapa do trabalho contempla a primeira característica de um ensino baseado na investigação, que lança mão de uma situação problema para criar um ambiente investigativo na sala de aula, além de propiciar o levantamento de hipóteses e conhecimentos prévios dos alunos (SASSERON e CARVALHO, 2008).

3ª: Lançamento de outros questionamentos em relação ao tema como “Você ouviu falar de um possível medicamento que está sendo pesquisado no Brasil para a cura do câncer e que tem gerado polêmicas?” foram direcionados aos grupos para incitar o espírito investigativo e motivar as pesquisas. Os temas que foram propostos aos grupos para realização de pesquisa estão descritos na tabela abaixo:

Tabela 1 – Temas sugeridos aos grupos para pesquisa.

<b>Temas das pesquisas</b>	
1	Fase atual da pesquisa com a fosfoetanolamina.
2	Passos para liberação de um medicamento.
3	Princípio Ativo, Patente, Medicamento de referência e genéricos.
4	O que é câncer, medicamentos e tratamentos atuais usados no seu combate/controle e como agem no organismo.
5	Estrutura da fosfoetanolamina, grupo funcional e ligações químicas.

Fonte: Dados da Pesquisa/2016.

Os temas foram divididos conforme o número de grupos montadas. Os grupos foram orientados a realizar a pesquisa em livros, artigos e apresentar utilizando o recurso e a

maneira que achassem mais apropriada. Por meio dessa etapa os alunos foram estimulados a buscar seus próprios conhecimentos, auxiliados pela troca de experiências em grupo e mediação do professor (AZEVEDO, 2010).

4ª: Apresentação dos trabalhos pelos grupos com entrega de parte escrita. No que tange à apresentação, avaliou-se a postura dos alunos, o tom de voz, recursos utilizados, clareza e coerência do discurso. No que se refere à parte escrita avaliou-se a qualidade e confiabilidade das informações e se estas atenderam aos temas propostos. Essa etapa contemplou o relato e a comunicação dos conhecimentos construídos, por meio das apresentações e debates. O uso da linguagem científica introduz o aluno na cultura científica, auxiliando na transposição dos conhecimentos cotidianos para os cientificamente aceitos (LEMKE, 1997, p.105).

5ª: Aplicação dos conhecimentos construídos por meio das etapas anteriores. Essa se deu por meio da confecção da molécula da fosfoetanolamina pelos grupos levando-se em conta os conteúdos estudados no primeiro bimestre, mais especificamente, o conteúdo “Postulados de Kekulé”. Os materiais utilizados nessa etapa foram: bolas de isopor, palitos de madeira, tintas guache de cores diversas e pincéis. Os grupos produziram as moléculas de maneira que as ligações químicas contemplassem corretamente as valências dos átomos. Nessa etapa foi realizado registro fotográfico das moléculas em construção, bem como, das mesmas prontas.

6ª: Conclusão do tema por meio de discussões orais acerca das perspectivas em relação a substância e sobre o que os grupos acharam das aulas.

A análise dos dados foi feita com base nos registros (escritos, orais e fotografados) e serão apresentados em quadros, gráficos e tabelas no item resultados e discussões.

#### **4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Nesse tópico os resultados obtidos por meio da aplicação da metodologia são descritos e discutidos. Os dados numéricos gerados na pesquisa foram apresentados em gráficos e tabelas.

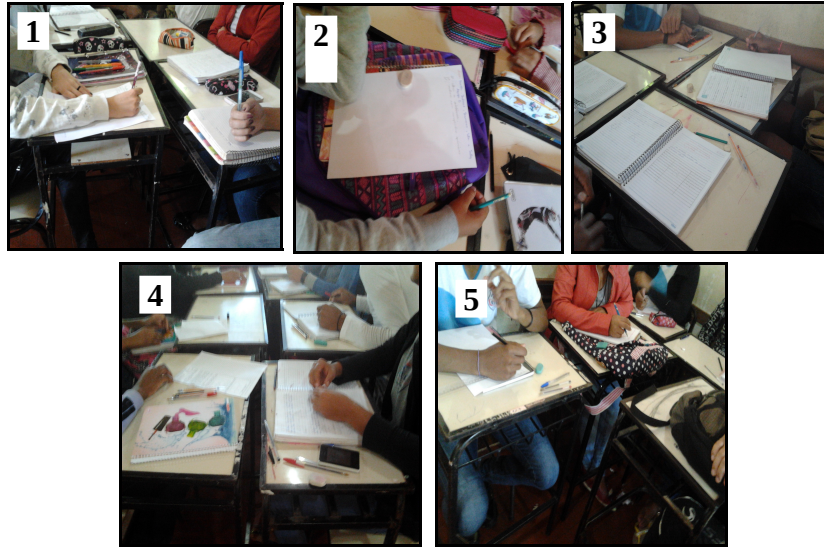
A pesquisa foi desenvolvida com duas turmas do 3º Ano do Ensino Médio Regular de uma Escola Pública Estadual da cidade de Engenheiro Navarro – MG. As turmas foram denominadas *A* e *B*. A turma *A* possui 36 alunos e a turma *B*, 34 alunos. Todas as etapas

descritas tiveram a duração de uma hora aula em cada uma das turmas.

No que se refere a primeira etapa que compreendeu a comunicação verbal e escrita do projeto, tanto a direção da escola como os alunos se interessaram pela proposta. À direção da escola foi entregue uma cópia do projeto, bem como assinado um termo de autorização para o desenvolvimento da pesquisa, sendo este também entregue para os alunos e recolhido devidamente assinado pelos seus responsáveis, concedendo a autorização necessária para realização da pesquisa. Ainda nesta etapa, os envolvidos foram orientados quanto ao sigilo garantido das identidades, tanto da instituição como dos demais sujeitos envolvidos.

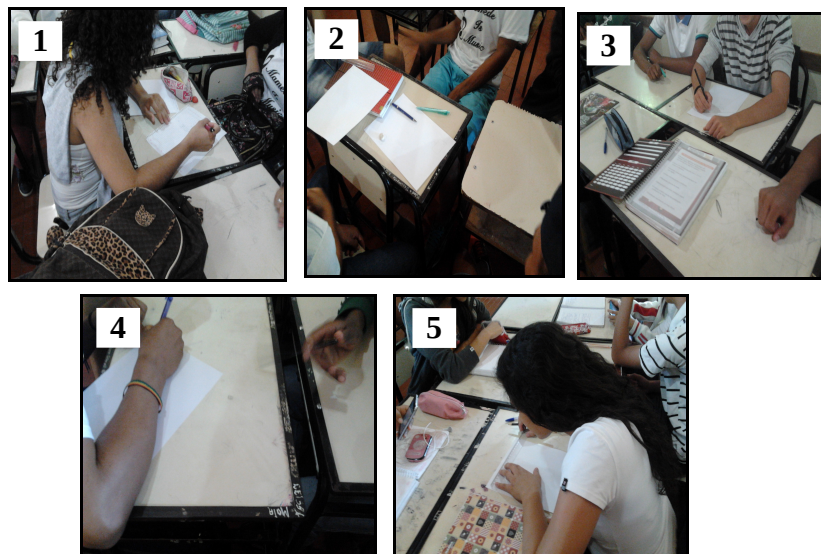
Na segunda etapa da pesquisa foi realizada uma apresentação oral do tema pelo professor e realizadas discussões prévias a respeito do assunto. Essa apresentação do tema e as discussões tiveram o papel de incitar a curiosidade para motivar os alunos a participarem das etapas seguintes. Os alunos foram então orientados a formarem grupos, sem que fosse definido pelo professor a quantidade de alunos, sendo esta de livre escolha dos mesmos. A organização de livre escolha favoreceu o desenvolvimento de um trabalho em grupo mais descontraído, por envolver num mesmo grupo alunos que possuem uma maior afinidade, aumentando assim as chances de interações mútuas. Após os grupos estarem devidamente organizados, os mesmos foram enumerados de 1 a 5, de forma aleatória, devido a quantidade de grupos formados. Em seguida foram distribuídas folhas brancas e lançado o problema “Quais são as etapas a que um medicamento deve ser submetido para que possa ser liberado para uso?”, para que propusessem uma solução. Durante a resolução do problema pelos grupos, das turmas *A* e *B*, foram realizados registros fotográficos, como mostrado a seguir nas figuras 1 e 2.

Figura 1 – Grupos da turma *A* trabalhando na resolução do problema.



Fonte: Dados da Pesquisa/2016.

Figura 2 – Grupos da turma *B* trabalhando na resolução do problema.



Fonte: Dados da Pesquisa/2016.

A organização das equipes nas turmas *A* e *B* está descrita na Tabela abaixo:

Tabela 2 – Relação de alunos por grupos nas turmas *A* e *B*.

Turma <i>A</i>		Turma <i>B</i>	
Grupos	Número de alunos	Grupos	Número de alunos
1	5	1	7
2	1	2	7
3	7	3	5
4	6	4	5
5	5	5	7
Total	<b>24</b>	Total	<b>31</b>

Fonte: Dados da Pesquisa/2016.

Como mostra as figuras 1 e 2 e a Tabela 2, as turmas *A* e *B* formaram a mesma quantidade de grupos para a resolução do problema proposto, totalizando cinco. Na turma *A*, aproximadamente 66 % dos alunos participaram, enquanto que na turma *B*, esse número foi de aproximadamente 91 %. Essas porcentagens podem ser explicadas devido a ausência dos demais alunos na referida aula, sendo a metodologia aplicada apenas aos alunos presentes no dia. Na Turma *A* um aluno optou por realizar o trabalho individualmente. Questionado pelo motivo do isolamento, o aluno relatou não possuir afinidade com os colegas, sendo então respeitado o seu direito de participar da atividade, haja vista que os alunos tinham a opção de formar os grupos a livre escolha, não interferindo o professor nesse processo.

No que se refere as respostas, 40 % da turma *A* as organizou em forma de organograma, e os outros 60 % em forma de texto, organizados em tópicos. Já na turma *B*, todos os grupos optaram por expressar as respostas em forma de organograma.

Com o objetivo de verificar a coerência das respostas produzidas pelos grupos das duas turmas para as fases de liberação de um medicamento com aquelas definidas pela ANVISA, criou-se a Tabela 3 e os gráficos 1 e 2.

Tabela 3 – Resumo das fases para liberação de um medicamento de acordo com a ANVISA.

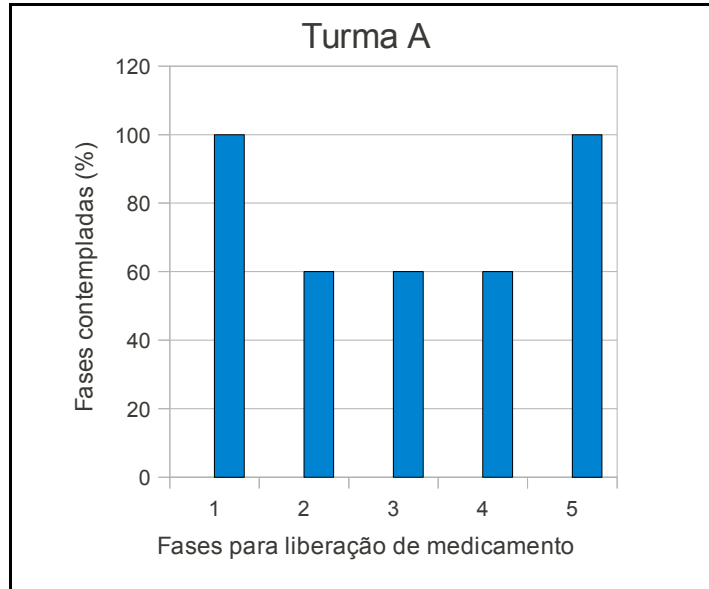
<b>Fases para liberação de um medicamento (ANVISA)</b>		<b>Conceito</b>
1 <sup>a</sup>	Relatórios de estudos não clínicos	Realizados em laboratórios e em animais de experimentação.
2 <sup>a</sup>	Relatórios de estudos clínicos fase I	Primeiro estudo do novo princípio ativo em seres humanos com pequenos grupos de pessoas voluntárias, geralmente saudáveis. Visa estabelecer a segurança e a toxicidade.
3 <sup>a</sup>	Relatórios de estudos clínicos fase II	Inicia-se a avaliação da eficácia do medicamento contra a doença, ampliando ainda as informações sobre a toxicidade. As pesquisas realizam-se em um número limitado de pessoas.
4 <sup>a</sup>	Relatórios de estudos clínicos fase III	São estudos realizados em grandes e variados grupos de pacientes para determinar o resultado do risco/benefício a curto e longo prazos das formulações do princípio ativo, o valor terapêutico relativo, o tipo e perfil das reações adversas mais frequentes, assim como características especiais do medicamento e/ou especialidade medicinal. Assim, o medicamento novo pode ser submetido à agência reguladora para avaliação do registro.
5 <sup>a</sup>	Relatórios de estudos clínicos fase IV	São pesquisas realizadas depois de comercializado o produto. Estabelecem o valor terapêutico, o surgimento de novas reações adversas e/ou confirmação da frequência de surgimento das já conhecidas, e as estratégias de tratamento. As pesquisas clínicas desenvolvidas exploram ainda novas indicações, novos métodos de administração ou novas combinações (associações) etc.

Fonte: ANVISA.

Os dados mostrados na tabela 3 foram tomados como base para averiguar como os

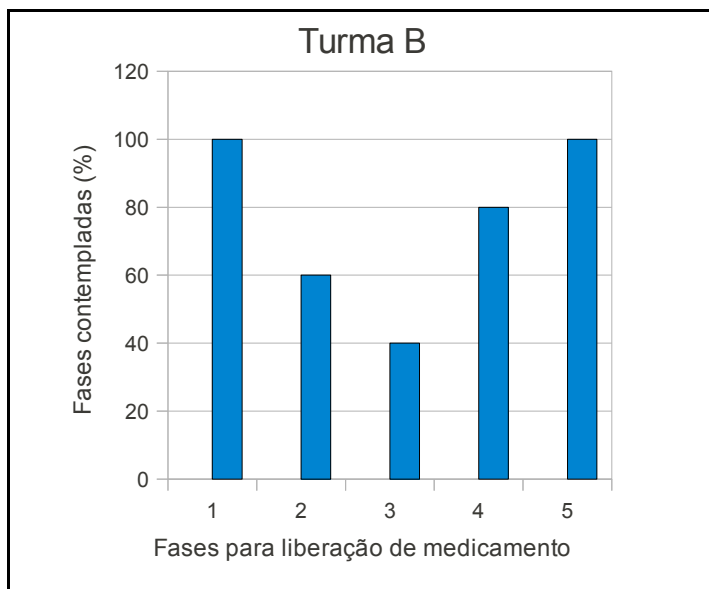
alunos investigam, interpretam e analisam a aprovação de um medicamento.

Gráfico 1 – Relação de respostas da turma *A* contemplando as fases denominadas pela ANVISA.



Fonte: Dados da Pesquisa/2016.

Gráfico 2 – Relação de respostas da turma *B* contemplando as fases denominadas pela ANVISA.



Fonte: Dados da Pesquisa/2016.

Como pode ser observado nos gráficos 1 e 2, em ambas as turmas (*A* e *B*), todos os grupos contemplaram em suas respostas a primeira e a última etapas citadas pela ANVISA.

No que se refere a turma *A*, 60 % das respostas dos grupos citaram apenas as fases 2, 3

e 4. Com relação a turma *B*, 60 % contemplou a fase 2, 40 % a fase 3 e 80 % a fase 4. A média aritmética dos percentuais foi 76 % para ambas as turmas, percebeu-se que os grupos demonstraram conhecimentos prévios satisfatórios acerca do problema, pois, suas respostas apresentaram, na maior parte dos casos, coerência com o que determina o órgão regulador brasileiro, a ANVISA.

Essa etapa da pesquisa está alinhada com as ideias de Bachelard (1996), ao propor a problematização como ferramenta na construção de um contexto propício à exploração de conceitos prévios. Essa ainda atuou como agente motivador na busca por conceitos cientificamente aceitos.

Na terceira etapa da pesquisa os alunos foram questionados quanto a um possível medicamento que está sendo pesquisado no Brasil como uma alternativa na cura do câncer e que vêm gerando polêmicas. A esse respeito, alguns alunos se manifestaram relatando que ouviram sobre o assunto em jornais, não demonstrando maiores conhecimentos, mas ficaram interessados em saber mais a respeito. Nesse momento, os temas das pesquisas foram distribuídos de forma que os grupos recebessem o tema correspondente aos respectivos números. Cada equipe recebeu um tema distinto (ver tabela 1), que somados representam na totalidade o estudo de caso sobre a fosfoetanolamina. De posse do tema os alunos tiveram prazo de uma semana para realizarem suas pesquisas e discutirem em grupo as apresentações, optando pelos recursos e metodologias que utilizariam. É importante salientar que a maioria dos alunos possui acesso a internet, seja por meio de celulares ou computadores, o que facilitou o acesso rápido a informações, tais como vídeos que apresentam diferentes pontos de vista sobre os temas, fatos que auxiliaram de forma expressiva na compreensão dos grupos acerca dos temas, bem como ajudou na construção dos conhecimentos.

Em concordância com as ideias de Carvalho (2013), essa etapa propiciou a troca de conhecimentos pelos membros dos grupos, ao passo que realizaram discussões sobre as informações encontradas (evidências científicas), sua interpretação e como seriam apresentadas para os demais grupos. Dessa forma, favoreceu o estabelecimento de relações entre as informações pesquisadas e a construção de uma explicação de caráter teórico.

Na quarta etapa os alunos realizaram as apresentações das pesquisas. Na Turma *A* os recursos utilizados pelos grupos foram data show e cartaz, sendo as metodologias utilizadas por eles a leitura, explicação e vídeos ilustrativos. Nessa turma um dos grupos não realizou a pesquisa, dois deles entregaram somente a parte escrita e dois entregaram parte escrita e

realizaram a apresentação. Os temas que não foram apresentados ficaram ao encargo do professor, para que os alunos que realizaram a pesquisa não fossem prejudicados.

No que se refere a turma *B*, os recursos foram cartazes, quadro e giz, sendo a metodologia utilizada a leitura e explicação. Nessa turma todos entregaram parte escrita e realizaram a apresentação.

De maneira geral, os recursos e metodologia adotados foram aquelas usualmente utilizadas pelos professores em suas aulas regulares, não diferindo consideravelmente do método tradicional. Observou-se que os grupos que levaram cartaz e vídeo apresentaram de maneira mais satisfatória em relação aqueles que realizaram apenas leitura e explicação. Cabe ressaltar que a cada tema apresentado, houve um momento para questionamentos por parte do professor e dos alunos com a finalidade de por fim às dúvidas ainda existentes sobre o assunto, para então, dar prosseguimento as demais apresentações.

No que diz respeito à postura dos alunos foi observado que a maioria deles demonstrou dificuldade em realizar apresentações em público. Manifestaram postura retraída, utilizaram tom de voz moderado com dificuldade na fala. Em contrapartida, uma pequena parcela de alunos se destacou, apresentando com clareza e coerência os seus argumentos.

No que se refere a parte escrita avaliou-se a qualidade e a confiabilidade das informações, observando que estas advinham da internet, porém, sem a devida citação das fontes. De forma geral, as pesquisas contemplaram os temas propostos.

Nessa etapa da pesquisa ocorreu o relato e a comunicação dos conhecimentos construídos por meio das apresentações e debates. Como expressa Carvalho 2013, essa etapa é muito importante, pois, a divulgação de ideias também faz parte da ampliação da cultura científica.

A quinta etapa compreendeu o momento em que os alunos fizeram a correlação entre os conhecimentos construídos por meio das etapas anteriormente descritas com os conteúdos de química que foram estudados no primeiro bimestre. Os referidos conteúdos foram: Breve histórico da química orgânica, os Postulados de Kekulé, simplificação de fórmulas estruturais e classificação de carbonos. Para a construção da molécula da fosfoetanolamina, aplicou-se o conteúdo Postulados de Kekulé. Não se considerou diferenciação nos tamanhos dos átomos, bem como na fiel geometria da molécula, tendo foco apenas nas aplicações do conteúdo na construção da molécula da fosfoetanolamina.

Antes do início dos trabalhos de construção das moléculas, foram realizadas

discussões, em que foram debatidos os seguintes assuntos:

**1 - A molécula:** os alunos discutiram entre eles, mediados pelo professor, o formato da molécula, o número de átomos que a constituem, quais seriam tais átomos, quantas e quais tipos de ligações químicas estariam presentes na molécula para que as valências dos átomos fossem corretamente contempladas.

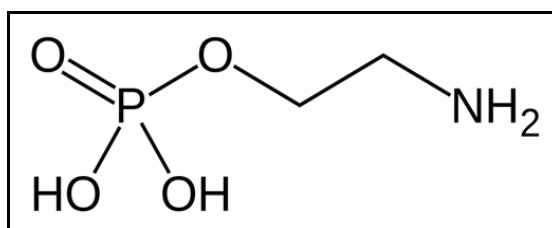
**2 - Identificação dos átomos:** nesse momento os alunos discutiram sobre como seria a melhor maneira de identificar os átomos e quais cores utilizariam. Os mesmos concordaram que átomos iguais deveriam apresentar cores iguais, e átomos diferentes, cores diferentes.

**3 - As ligações químicas:** os alunos representaram as ligações químicas com palitos de madeira. Nesse sentido, discutiram a respeito de determinarem o número de ligações que cada elemento faria dentro da molécula.

Finalizado o debate, os grupos reuniram-se e iniciaram a representação da molécula. Aos grupos, foram disponibilizados em caixas, esferas de isopor de dois tamanhos, palitos de madeira, potes de tinta guache de diversas cores (azul claro, azul escuro, preto, verde claro, verde escuro, vermelho, amarelo, rosa, marrom, alaranjado e roxo) e pincéis, sendo que esses materiais se encontravam em abundância. Esses materiais foram financiados e disponibilizados pelo professor/pesquisador.

Nas caixas haviam várias bolas de isopor de diâmetro menor e algumas com diâmetro maior. Os grupos de ambas as turmas optaram pela esfera maior para representar o átomo de fósforo, e as esferas menores para representar os demais átomos. Esse fato pode ser explicado pela configuração da molécula da fosfoetanolamina, como mostra a figura 3. Nessa molécula o átomo de fósforo se liga a quatro outros átomos de oxigênio. Neste caso, os grupos acharam mais favorável a representação do fósforo pela esfera maior, uma vez que assim, ficaria mais fácil a inserção dos palitos de madeira, que representam as ligações químicas dos átomos na molécula.

Figura 3 - Molécula da fosfoetanolamina.



Fonte: <http://talesgvieira.wix.com>

Observou-se que os grupos demonstraram grande interesse pela aula, por estarem

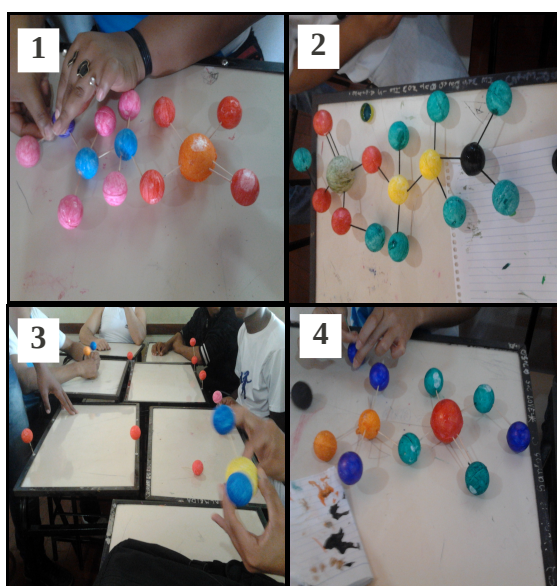
“colocando a mão na massa” e construindo os conhecimentos por meio de uma postura ativa, ao invés de serem apenas receptores. Abaixo, as figuras 4 e 5 que apresentam os grupos de ambas as turmas no momento da confecção das moléculas.

Figura 4 – Grupos da Turma A trabalhando na confecção da molécula da fosfoetanolamina.



Fonte: Dados da Pesquisa/2016.

Figura 5 – Grupos da Turma B trabalhando na confecção da molécula da fosfoetanolamina.



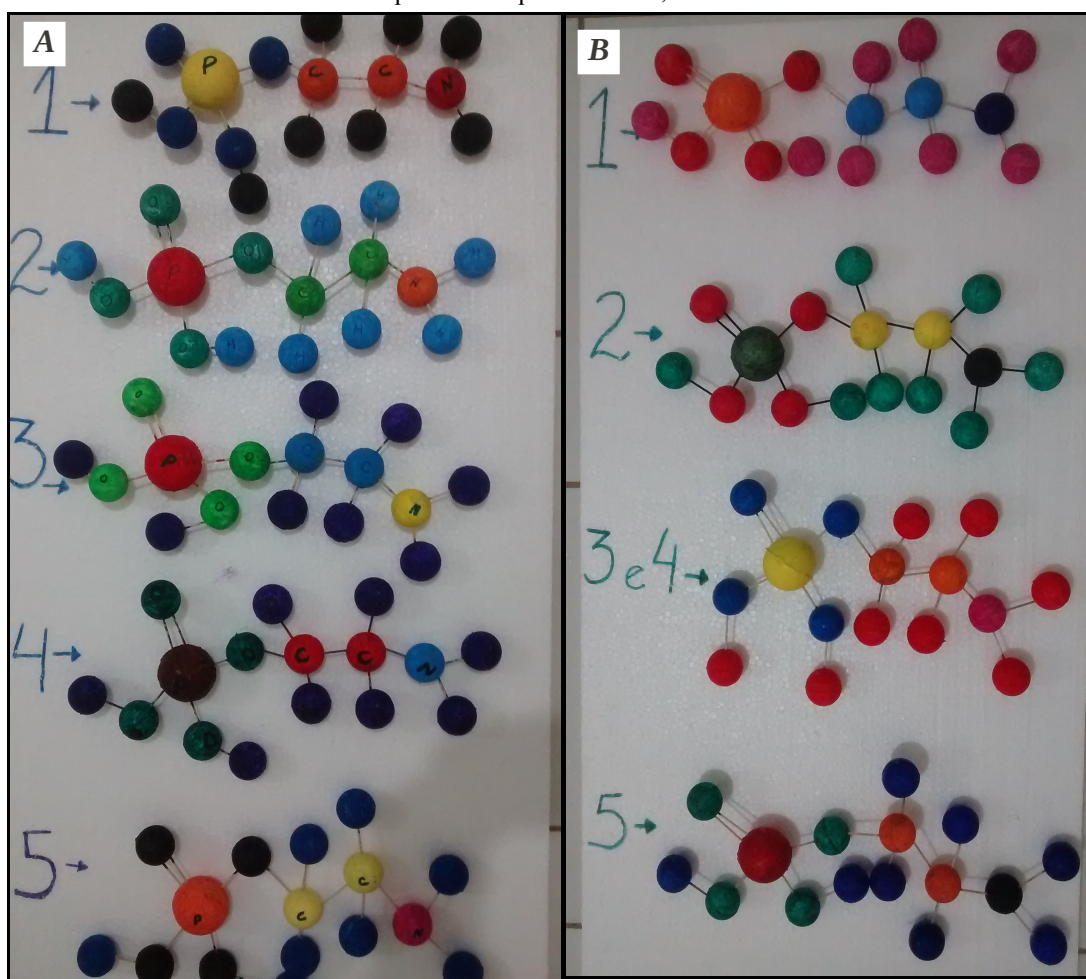
Fonte: Dados da Pesquisa/2016.

Como pode ser notado nas figuras 4 e 5, na confecção das moléculas da

fosfoetanolamina a turma *A* manteve a mesma quantidade de grupos, enquanto que na turma *B* os grupos 3 e 4 foram unificados devido a pedido dos mesmos, justificado pela infreqüência de alguns alunos na referida aula.

Os átomos iguais em todos os casos foram representados pela mesma cor e em átomos diferentes foram utilizadas cores diferentes. De posse do pincel, cada grupo pintou cuidadosamente as esferas que escolheu com a cor correspondente ao átomo que desejava representar. Após pintados e secos os átomos foram unidos por meio dos palitos formando a molécula. De forma a organizar as moléculas produzidas, estas foram cuidadosamente coladas sobre uma placa de isopor, como mostra a figura 6. Pode-se observar que a turma *A* optou por colocar o símbolo químico de cada átomo em suas moléculas, enquanto que na turma *B*, apenas as cores diferenciam os átomos, não ficando explícito quais são eles.

Figura 6 – Moléculas da fosfoetanolamina produzidas pela Turma *A*, a esquerda. Moléculas da fosfoetanolamina produzidas pela Turma *B*, a direita.



Fonte: Dados da Pesquisa/2016.

Essa etapa representou a aplicação prática dos conhecimentos construídos por meio das discussões em sala. Com base nas etapas descritas anteriormente foi possível unir teoria e prática, usando a molécula da fosfoetanolamina.

Na sexta e última etapa da pesquisa realizou-se o fechamento oral dos temas por meio de discussões a respeito das perspectivas em relação à substância e sobre a opinião dos alunos em relação às aulas. Relativo à substância, foi de comum acordo que a mesma ainda está sob fases de testes que são de extrema relevância para garantir a sua segurança e eficácia enquanto medicamento. Em contrapartida, mesmo na ausência de registro na ANVISA, o paciente com neoplasia maligna deve ter o direito de optar por fazer uso ou não da substância, desde que o mesmo se responsabilize.

No que diz respeito às aulas, estas foram descritas como proveitosas e motivadoras, ao passo que conseguiram envolver os alunos em uma investigação, por meio do uso de um tema atual, o qual despertou um maior interesse pelos conteúdos curriculares da disciplina de química. As aulas foram conduzidas de maneira que o foco fosse o aluno, e não o professor, como nos métodos tradicionais de ensino. Nesse cenário, o papel do professor é o de mediar e guiar a busca por novos conhecimentos, enquanto que o aluno é o ponto de partida de toda construção.

As atividades desenvolvidas representaram 48 % da nota referente ao segundo bimestre do ano letivo de 2016. Esta foi distribuída da seguinte maneira: 3,0 pontos na primeira aula, 6,0 pontos na terceira aula e 3,0 pontos na quarta aula. As turmas têm duas aulas semanais de química.

## **5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base nas discussões promovidas, concluímos que o estudo de caso sobre a fosfoetanolamina contemplou as características de uma atividade investigativa. Estas podem ser observadas na:

- Proposição da situação problema a ser investigada pelos grupos;
- Levantamento de hipóteses e conhecimentos prévios na resolução do problema;
- Procura de evidências científicas por meio das pesquisas para embasar as apresentações, discussões e debates;

- Relato dos conhecimentos adquiridos através das apresentações;
- Aplicação práticas dos conhecimentos em um conteúdo estudado na disciplina de química.

O estudo mostrou-se uma alternativa na inserção de temas atuais para o ensino de química, oferecendo possibilidades tanto conceituais, como éticas. Além disso, a pesquisa contribuiu na preparação dos alunos para uma participação efetiva na sociedade em que vivem, de modo que sejam capazes de opinar criticamente e com embasamento científico. Com base no que foi discutido, as atividades investigativas mostram-se valiosas ferramentas, pois, agem como motivadoras da aprendizagem por engajarem aluno e professor na busca por resoluções do problema em estudo.

Os alunos estavam acostumados com uma aula cujo método é o tradicional, onde o professor é o detentor de conhecimento e centro do processo de ensino na sala de aula. Por essa razão, era grande o desinteresse pelas aulas. A metodologia aplicada surpreendeu os alunos, que reagiram de forma satisfatória as propostas apresentadas. Nas aulas em que a pesquisa foi aplicada observamos um maior comprometimento dos alunos. A participação dos alunos como sendo o centro do processo, muito provavelmente, favoreceu a exposição de opiniões e argumentos.

Contudo, alguns alunos não tiveram o mesmo empenho que a maioria. Por timidez ou medo de errar, alguns alunos não expuseram suas opiniões. Isso muito provavelmente, se deve ao fato de não serem acostumados a esse tipo de aula.

Por seu caráter diferenciado, a aula possibilitou ao aluno opinar sobre o assunto, abrindo assim, um canal para que o professor pudesse mediar a construção do conhecimento. Essa inovação em sala de aula, despertou nos alunos um interesse profundo em aprender e sobretudo uma postura ativa para com os estudos. Isso foi possível pelo fato do aluno sentir-se motivado a participar, sabendo que a sua opinião é relevante e levada em conta. Tem-se então, um aluno interessado pela ciência e um professor comprometido com o seu aprendizado. Assim, observou-se uma valiosa possibilidade de trazer temas atuais para a sala de aula bem como fazer uso destes para o estudo dos conteúdos da disciplina de química, pautado em um ensino baseado na investigação.

Logo, esse trabalho também contribuiu para minha formação profissional, interferindo positivamente na minha postura em sala de aula enquanto educadora na área de ciências, me oportunizando além de uma experiência prazerosa, novas possibilidades.

## 6 - REFERÊNCIAS

AL-ASFOUR, S. V. Estudo de equilíbrios químicos com 2-aminoetanol-dihidrogenofosfato para fins biológicos. 2008. 108 f. Tese (Doutorado em Ciências – Química Analítica) - Instituto de Química de São Carlos/ Universidade de São Paulo, São Carlos.

AZEVEDO, M. C.P. S. de. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

ALMEIDA, M. V. de . Aplicação pré-clínica da fosfoetanolamina sintética sobre modelos experimentais de epilepsias. 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos/ Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/ Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

BRASIL. ANVISA. Nota Técnica nº 56/2015/SUMED/ANVISA. Esclarecimentos sobre a fosfoetanolamina. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/087adf004a38e24a8c7fcc4eff144ba1/NT\\_56\\_2015+SUMED+-+fosfoetanolamina.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/087adf004a38e24a8c7fcc4eff144ba1/NT_56_2015+SUMED+-+fosfoetanolamina.pdf?MOD=AJPERES). Acesso em: 10/06/2016.

BRASIL. Lei nº 13.269, de 13 de abril de 2016. Autoriza o uso da fosfoetanolamina sintética por pacientes diagnosticados com neoplasia maligna. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2016/Lei/L13269.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13269.htm). Acesso em: 05/06/2016.

CAÑAL, P. L. ; POSUELOS, F. J. ; TRAVÉ, G. Como enseñar investigando? Análisis de las percepciones de tres equipos docentes con diferentes grados de desarrollo profesional. Revista Iberoamericana de Educación. Madrid: v. 39, n. 5, 2006.

CARVALHO, A. M. P. de et al. (Org). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P., et al. Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Editora Thompson, 2004.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LEMKE, J. L. . Aprendendo a hablar ciencias: Linguagem, aprendizagem y valores. Barcelona: Paidós, 1997.

MENEGUELO, R. Efeitos antiproliferativos e apoptóticos da fosfoetanolamina sintética no melanoma B16F10. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos/ Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/ Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.

PIAGET, J. A equilibração da estruturas cognitivas. Rio de Janeiro: Zahar Editores: 1976.

SÁ, E. F.; MAUÉS, E. R. C.; MUNFORD, D. Ensino de Ciências com caráter investigativo I. In: CASTRO, Emília Caixeta de; MARTINS, Carmen Maria de Caro; MUNFORD, Danusa (org.) Ensino de Ciências por Investigação – ENCI: Módulo I. Belo Horizonte: UFMG/FAE/CECIMIG, 2008. p.109.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. Investigações em Ensino de Ciências (UFRGS), v.13, p. 333-352, 2008.

VIEIRA, T. G. A QUÍMICA DA FOSFOETANOLAMINA. Lavras, 22 de novembro de 2015. Disponível em: <http://talesgvieira.wix.com/tudodequimica#!A-QUÍMICA-DA-FOSFOETANOLAMINA/c1mbt/56525fcb0cf29bcc7d6b9146>. Acesso em: 19/06/2016.

VIGOTSKY, L. S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

ZABALA, A. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998. reimp. 2010.

## ANEXO A - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, diretor(a) da Escola Estadual \_\_\_\_\_, recebi a visita da professora Ilane Maiara Andrade, aluna da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação, da Universidade Federal de Minas Gerais, que solicitou permissão para realizar, nessa Instituição de Ensino, sua pesquisa. O pesquisador me apresentou o projeto intitulado “*A Fosfoetanolamina: Uma discussão no Ensino Médio a partir da aprendizagem por investigação*”, que tem por objetivo realizar um estudo de caso sobre a substância fosfoetanolamina. A pesquisa será desenvolvida no mês de abril do ano de 2016 e terá duração de 5 horas/aulas. Estou ciente de que o trabalho envolverá a participação ativa dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas pelo professor e o pesquisador. Segundo o pesquisador, eu e minha equipe pedagógica poderemos participar de todas as instâncias do planejamento das aulas, incluindo implementação e análise. O pesquisador esclareceu que não haverá nenhum tipo de pagamento ou gratificação financeira pela participação dos sujeitos. Assegurou a privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa. Estou ciente de que os nomes dos alunos, do professor, de funcionários ou da escola não serão citados em nenhum documento produzido no processo, pois o pesquisador resguardará pelo sigilo e anonimato. Comunicou que os resultados da pesquisa serão divulgados para todos os participantes do projeto e demais interessados, em dia e local que eu definir.

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

Engenheiro Navarro, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

---

Nome do Diretor(a) – RG ...  
Diretora da Escola Estadual ...  
Rua ... , N° ... , Bairro ... , Cidade...  
e-mail ...

ANEXO B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) - PAIS E/OU RESPONSÁVEIS POR ALUNOS (AS)

Caro pai, mãe ou responsável pelo (a) aluno (a) \_\_\_\_\_, Eu, Professora Ilane Maiara Andrade, aluna da Especialização em Ensino de Ciências por Investigação da Universidade Federal de Minas Gerais, gostaria de convidar seu (sua) filho (a) a participar da pesquisa *“A Fosfoetanolamina: Uma discussão no Ensino Médio a partir da aprendizagem por investigação”*. Estive em contato com a Direção da Escola e com os Professores de seu (sua) filho (a) e obtive a colaboração e o consentimento de ambos para a realização deste estudo. Esta pesquisa tem por objetivo realizar um estudo de caso sobre a substância fosfoetanolamina. Acreditamos que a Pesquisa será importante pois contribuirá ainda mais para a aprendizagem de seu (sua) filho (filha). As aulas ocorrerão nos horários habituais no ano letivo de 2016. Participarão deste trabalho os (as) alunos (as) que, voluntariamente, assim o decidirem e contarem com o consentimento dos senhores pais ou responsáveis. O (a) aluno (a) terá seu anonimato garantido, pois serão utilizados pseudônimos no lugar dos nomes e, assim, as informações que fornecerem não serão associadas ao nome em nenhum documento. A participação do (a) aluno (a) não envolverá qualquer natureza de gastos. Sentindo-se esclarecido (a) em relação à proposta e concordando em participar voluntariamente desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar e devolver o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), assinado em duas vias, sendo que uma das vias ficará com o (a) senhor (a) e a outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012. Desde já agradecemos a sua colaboração.

---

Ilane Maiara Andrade/ RG MG 17.081.494

Pesquisadora Principal

[ilane1andrade@gmail.com](mailto:ilane1andrade@gmail.com) – (38) 99991-9335

Universidade Federal de Minas Gerais

Márcio Antônio da Silva

Orientador da Pesquisa

[marciogomers@gmail.com](mailto:marciogomers@gmail.com)

Universidade Federal de Minas Gerais

**A U T O R I Z A Ç Ã O**

Após a leitura do documento acima (**CARTA CONVITE DE PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA E TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**), declaro que estou suficientemente esclarecido (a) sobre a pesquisa: “*A Fosfoetanolamina: Uma discussão no Ensino Médio a partir da aprendizagem por investigação*”, seus objetivos e metodologia e que concordo com a participação do (a) aluno (a) abaixo identificado (a).

Nome do(a) aluno(a): \_\_\_\_\_

Nome do(a) responsável: \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) responsável: \_\_\_\_\_

C.I.: \_\_\_\_\_ CPF \_\_\_\_\_