

O ENSINO DE ISOMERIA ÓPTICA POR MEIO DA UTILIZAÇÃO DE UM POLARÍMETRO DIDÁTICO

The Teaching of Optical Isomery Using a Didactic Polarimeter

Ana Cristina SULZBACH¹
Everton LÜDKE²

RESUMO

O ensino de química está permeado de conceitos bastante abstratos e de difícil compreensão, especialmente quando tratamos dos conceitos voltados a estereoquímica. Estes são por muitas vezes considerados desnecessários para a formação de um estudante, entretanto, atualmente estes conceitos vem sendo muito discutidos pelos pesquisadores, sendo amplamente aplicados, na indústria farmacêutica, por exemplo. Este trabalho foi desenvolvido em uma pesquisa de mestrado da Universidade Federal de Santa Maria, e teve como intuito viabilizar o ensino de conceitos vinculados ao tema de isomeria óptica, para tal, trabalhou-se na construção de materiais didáticos que favorecessem o ensino destes conceitos, o principal material construído foi um polarímetro didático de baixo custo, a fim de facilitar a compreensão dos estudantes e tornar reais, fenômenos que somente são vistos em livros didáticos. O funcionamento do polarímetro desenvolvido é simples, e o mesmo pode ser construído com poucos materiais, pelos professores, fazendo com que o ensino e aprendizagem destes conceitos se torne mais palpável e satisfatório. Frente aos resultados obtidos, pode-se afirmar que os materiais elaborados durante a pesquisa apresentam grande potencialidade no ensino dos conceitos de isomeria óptica.

Palavras-Chave: Ensino, polarímetro, experimentação, material didático.

ABSTRACT

The teaching of chemistry is permeated by concepts that are quite abstract and difficult to understand, especially when we deal with stereochemistry concepts. These are often considered unnecessary for the formation of a student, however, currently these concepts have been much discussed by the researchers, being widely applied in the pharmaceutical industry, for example. This work was developed in a master's research from the Federal University of Santa Maria, and had as an intention to enable the teaching of concepts related to the theme of optical isomerism. For this purpose, we worked on the construction of didactic materials that favored the teaching of these concepts, The main material was a low-cost didactic polarimeter in order to facilitate students' understanding and make real, phenomena that are only seen in textbooks. The operation of the polarimeter developed is simple, and can be constructed with few materials by teachers, making teaching and learning of these concepts more palpable and satisfactory. In view of the obtained results, it can be affirmed that the materials elaborated during the research present great potential in the teaching of the concepts of optical isomerism.

Keywords: Teaching, polarimeter, experimentation, didactic material

INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas, a exemplo de Guimarães (2009), Raupp e Del Pino (2013), tem apresentado inúmeras dificuldades no ensino de química. Tais dificuldades normalmente estão associadas ao ensino tradicional, modelo que tem recebido muitas críticas, no qual o estudante não tem participação ativa do processo de aprendizagem (GUIMARÃES, 2009). Ao tratar de conceitos de estereoquímica, fundamentais para a compreensão da Isomeria óptica estas dificuldades são encontradas em todos os níveis de ensino, passando da Educação Básica até o Ensino Superior.

Devido a alta abstração dos conceitos de estereoquímica, estes são constantemente deixados de lado, especialmente no ensino médio, pode-se observar uma repulsa sobre este conteúdo até mesmo em professores resultando no esquecimento de tal conteúdo nas salas de aula.

Raupp e Del Pino (2013) falam sobre o ensino de estereoquímica e seus desafios, que vêm sendo discutidos há décadas. Eles trazem as dificuldades associadas a estes conceitos, bem como sua complexidade, que se deve a compreensão dos problemas em nível tridimensional, sendo assim considerada uma das principais fontes de dificuldades de aprendizagem.

Segundo os mesmos autores, estes conceitos foram considerados devaneios por muito tempo, sendo duramente criticados, entretanto, atualmente sabe-se sua relevância em diversos setores nos quais a química moderna está presente, o que facilitou a discussão destes conceitos no contexto educacional atual. Sua presença nos setores industriais se dá especialmente na indústria farmacêutica, importância ramo vinculado ao bem-estar social, tal fator promoveu o desenvolvimento de estratégias vinculadas ao ensino da estereoquímica, visando auxiliar no processo de ensino e aprendizagem destes conceitos.

A isomeria óptica por apresentar conceitos bastante abstratos e difícil acesso a atividades experimentais é tida como um conhecimento de difícil compreensão. Nesse sentido, Correia et. al.(2010), cita que, as dificuldades conceituais que os alunos tem são atribuídas a problemas básicos, como compreensão de teorias estruturais, ligações químicas e a representação de fórmulas estruturais.

Para a compreensão dos fenômenos vinculados a isomeria óptica é necessário que os estudantes e professores detenham além de conhecimentos específicos da química, alguns conceitos da física, o que confere a tais conceitos maior complexidade.

Com o intuito de amenizar as dificuldades desses conceitos, a experimentação vem a ser uma boa alternativa, pois a mesma pode ser uma estratégia para a criação de problemas reais, bem como a mesma permite a contextualização e o estímulo de questionamentos para investigação (GUIMARÃES, 2009). De acordo com Oliveira (2010) as atividades experimentais podem ser utilizadas com diferentes objetivos e fornecer importantes contribuições no ensino e aprendizagem de ciências, e ainda relata algumas das contribuições, entre elas: Motivação e interesse dos estudantes, desenvolver a capacidade de trabalho em grupo, bem como a iniciativa pessoal e tomada de decisão, entre outras.

Na indústria farmacêutica, o estudo de isômeros ópticos teve relevância a partir da descoberta do efeito teratogênico de um dos enantiômeros da talidomida, medicamento utilizado por gestantes para o combate de enjoos e náuseas durante a gestação. Tal medicamento é comercializado ainda nos dias de hoje, sob a forma de mistura racêmica, tendo quantidades equivalentes dos enantiômeros benéficos e maléficis, entretanto, atualmente sua comercialização envolve rígidos processos de liberação, nos quais a paciente não pode estar em período gestacional.

As substâncias opticamente ativas estão muito presentes em nosso cotidiano, como citado acima nos medicamentos, em alimentos que ingerimos, e alguns em odores que sentimos. Dessa forma, considera-se que o estudo desses conceitos pode ser abordado nas instituições de ensino de modo a oferecer aos estudantes conhecimentos para que os mesmos possam compreender a ciência que está ao seu redor.

Tomando os medicamentos como temática principal, foi elaborado um material didático para utilização no ensino que venha a diminuir as dificuldades acima citadas no ensino-aprendizagem de isomeria óptica. O intuito da pesquisa, é que com o auxílio deste material didático os estudantes possam compreender a natureza das substâncias opticamente ativas, bem como suas implicações para a sociedade.

Buscando formar cidadãos críticos quanto à sociedade em que vivem, considera-se importante que os estudantes tenham conhecimentos sobre estes conceitos. Entretanto, o ensino de isomeria óptica é cercado de dificuldades, algumas citadas anteriormente. Com a finalidade de suprir estas, é que surge essa pesquisa, buscando abrir caminhos facilitadores para o ensino de isomeria óptica, considerando o desenvolvimento de estratégias que possam diminuir ou anular tais dificuldades.

Esta pesquisa foi desenvolvida com estudantes de nível superior, matriculados no primeiro semestre do curso de farmácia, dessa forma, a utilização dos medicamentos como estratégia de contextualização se torna palpável para tais estudantes. Referente a experimentação, visou-se à utilização de um instrumento usado para medir o ângulo de desvio que as substâncias opticamente ativas podem causar a luz polarizada, tal instrumento é conhecido como polarímetro. A aquisição de um polarímetro se torna praticamente impossível para o sistema de educação pública, devido ao seu alto custo. A partir disto, foi construído um polarímetro didático, que foi um facilitador da aprendizagem, pois viabilizou a visualização dos fenômenos, muitas vezes somente vistos em livros didáticos ou em simulações, o que os confere características bastante abstratas, ocasionando em na restrita compreensão destes conceitos.

MATERIAL DIDÁTICO

Há milhares de anos, nossos antepassados já buscavam utilizar objetos a fim de facilitar suas atividades diárias. Diversos achados arqueológicos indicam que os primeiros objetos usados pelo homem eram simples, feitos à mão, utilizando pedras, na educação o procedimento de elaboração de instrumentos para facilitar o processo de ensino e aprendizagem também ocorreu (FREITAS, 2007). Desde os tempos mais remotos, existe a preocupação em transmitir conhecimentos aos mais jovens, sendo que o mesmo ocorre de diferentes maneiras que podem ser verificadas ao longo dos tempos.

Atualmente, verifica-se na educação a utilização em grande escala de materiais didáticos, que apresentam função semelhante aos objetos simples utilizados pelos nossos antepassados, são recursos que tem a função de auxiliar um processo. Os materiais utilizados são diversos e tem acompanhado a evolução da sociedade, em que os materiais foram sendo adaptados e melhorados de acordo com necessidades com as quais os estudantes e professores atinjam seus objetivos na aprendizagem.

Fiscarelli (2007) afirma em sua pesquisa sobre material didático e prática docente, que um material didático deve ser usado em sala de aula, como meio de tornar o processo de ensino aprendizagem mais concreto, menos verbalístico, e eficiente.

Entre as funções que os materiais didáticos podem desempenhar no ensino Graells(2000 apud BOTAS e MOREIRA 2013, salienta as seguintes: fornecer informação; constituir guias das aprendizagens dos estudantes; proporcionar o exercício de capacidades; cativar o interesse e motivar estudantes; avaliar as capacidades e conhecimentos; proporcionar simulações, com o objetivo da experimentação, observação e interação.

Quando se compreende a importância que os materiais didáticos possuem no processo de desenvolvimento profissional do professor, abrem-se possibilidades para a superação de obstáculos

que possam inibir o ambiente de experimentação e o crescimento profissional a partir da utilização desses materiais em sala de aula (FISCARELLI, 2007).

A mesma autora, afirma, no entanto, que é imprescindível o professor estar sempre atento à adequação deste material ao grau de maturidade de seus estudantes, de interesse e atenção que podem despertar neles e quais as possibilidades de relações que podem ser estabelecidas entre o assunto da aula e o material didático utilizado para determinada atividade.

EXPERIMENTAÇÃO

A utilização de técnicas experimentais em aulas teve início com Justus vonLiebig (1803-1873), na Universidade do Grão-ducado, em Giessen. Justus ao implementar sua metodologia, começou a direcionar seus alunos, tendo como objetivo principal torna-los agentes ativos na realização de suas técnicas experimentais (MAAR, 2006). Esse método, segundo o mesmo autor, foi considerado uma grande evolução para a época, assim como para o futuro das atividades experimentais desenvolvidas no ensino de Química, fazendo com que surgissem a partir desse estímulo, inúmeros novos pesquisadores.

No atual ensino de química, acontece de forma semelhante ao passado, no qual, professores veem que falta articulação entre a teoria e a prática, conferindo aos conteúdos pouca relevância à formação dos estudantes bem como, contribuindo minimamente para o desenvolvimento cognitivo destes (BUENO et. al., 2003).

A partir disto compreende-se a importância da experimentação no ensino de química, visto que esta é uma ciência essencialmente experimental. Guimarães (2009), afirma que a experimentação pode ser uma estratégia para a criação de problemas reais, além de permitir a contextualização e o estímulo de questionamentos para investigação.

Em 2006, os Parâmetros Curriculares Nacionais, passam a tratar as atividades experimentais como centrais no processo de ensino e aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento de algumas habilidades, como a busca por respostas, elaboração de hipóteses e organização dos resultados, oportunizando-os a refletirem sobre seus erros e acertos (BRASIL, 2006).

De acordo com Giordan (1999), a elaboração do conhecimento científico depende de uma abordagem experimental. Para Giordan (1999, p. 44), “Tomar a experimentação como parte de um processo pleno de investigação é uma necessidade, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos entremeios de atividades investigativas”.

Assume-se então, a importância que a experimentação possui no processo de construção do conhecimento, e tendo em vista a necessidade de materiais didáticos para que a experimentação seja palpável no ensino de isomeria óptica, a pesquisa aqui relatada conta com a construção de um polarímetro didático, material importantíssimo para a compreensão dos fenômenos de isomerismo óptico.

METODOLOGIA

A pesquisa aqui descrita deu-se por meio de atividades que foram aplicadas para estudantes do primeiro semestre do curso de graduação em Farmácia, durante as aulas da disciplina de FSC1102 – Biofísica aplicada à Farmácia. Tais atividades foram desenvolvidas no campus sede da Universidade Federal de Santa Maria, em um laboratório de Física da mesma.

As atividades referentes a esta pesquisa contaram com a participação de 40 estudantes,

destes, um total de 25 alunos preencheu o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, permitindo a utilização de suas respostas nesta pesquisa. Os estudantes foram divididos em dois grupos a fim de viabilizar o trabalho no laboratório, o primeiro grupo foi denominado TURMA A enquanto o segundo grupo, TURMA B. Ambos os grupos apresentaram 20 estudantes cada.

Para fins avaliativos os estudantes responderam a questionários, os quais permitiram ao pesquisador compreender limitações e benefícios dos materiais, bem como da metodologia utilizada durante as atividades. Os questionários constituem um importante instrumento para a coleta de dados, pois foi através destes, que os estudantes puderam responder questões acerca do tema proposto, em questões objetivas e abertas, inclusive esta última modalidade permite uma maior abrangência quanto ao tema, assim como também pode se realizar uma análise diferenciada, podendo analisar o discurso dos estudantes pesquisados, de forma a obter resultados mais conclusivos sobre a pesquisa.

A utilização do polarímetro didático (Figura 1) aconteceu em conjunto com um caderno didático que continha instruções a respeito do funcionamento do mesmo. Foram realizados dois experimentos com a utilização do polarímetro, estes relacionavam a variação do ângulo de rotação da luz polarizada de acordo com a variação da concentração da amostra verificada ou com a variação da altura de líquido (amostra) presente no tubo do polarímetro.



Figura 1 – Polarímetro didático

Nesta atividade os estudantes realizaram suas observações ao polarímetro em duplas. Cada dupla recebeu um polarímetro, um copo plástico, uma colher de plástico, uma régua de acrílico de 15 cm, e 5 sachês de 5 gramas de açúcar de mesa.

Com o auxílio da régua os estudantes adicionaram 10 cm de água ao tubo do polarímetro, e fizeram observações quanto a atividade óptica da água pura e, como esperado, não houve nenhuma modificação do plano da luz polarizada, pois a água não é uma substância opticamente ativa. A cada observação os estudantes completavam uma tabela com os valores dos ângulos de rotação, para posterior construção de um gráfico.

Depois da observação da água pura no polarímetro, os estudantes transferiram os 10 cm de água do tubo para o copo plástico, no qual dissolveram o conteúdo de um sachê de açúcar, e em seguida transferiram essa solução para o tubo do polarímetro para realizar a observação quanto ao plano da luz polarizada. Neste caso, devido à atividade óptica da sacarose, obteve-se um desvio, esse valor variou por diversos fatores entre as duplas, alguns polarímetros continham luzes de diferentes comprimentos de onda, ocasionando em diferentes cores, além de fatores como, açúcar

não totalmente dissolvido e diferenças de percepção dos estudantes.

Em seguida, a solução foi novamente transferida para o copo plástico, no qual dissolveu-se o conteúdo de mais um sachê de açúcar, novamente foi realizada a leitura do ângulo de rotação do plano da luz polarizada. E assim foi realizado até a dissolução dos 5 sachês de açúcar, ao acréscimo de um sachê sempre se fez a leitura do ângulo de rotação do plano da luz polarizada, a última leitura foi realizada com um total de 25 gramas de açúcar.

Abaixo, podemos verificar tabelas construídas com os dados observados pelos estudantes com os polarímetros, salientando a presença de valores diferentes pois a análise foi realizada com LEDs de diferentes comprimentos de onda (Figura 2). Com as tabelas preenchidas os estudantes construíram gráficos (Figura 3) da variação do ângulo de rotação em função da variável concentração.

Vermelho		Laranja		Azul	
Concentração	Ângulo de rotação	Concentração	Ângulo de rotação (α)	Concentração	Ângulo de rotação (α)
Água pura	0°	Água pura	0°	Água pura	0°
Um sachê	7°	Um sachê	6°	Um sachê	15° <i>divulga</i>
Dois sachês	15°	Dois sachês	15°	Dois sachês	23°
Três sachês	11°	Três sachês	24°	Três sachês	42°
Quatro sachês	28°	Quatro sachês	35°	Quatro sachês	57°
Cinco sachês	38°	Cinco sachês	40°	Cinco sachês	73°

Figura 2 – Tabelas preenchidas pelos estudantes, com LEDs de cores vermelho, amarelo/laranja e azul.

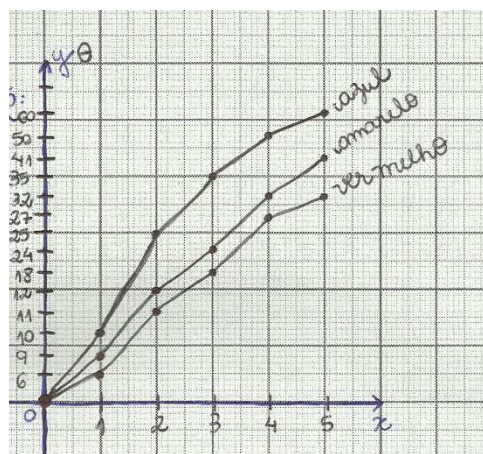


Figura 3: Gráfico da variação do ângulo de rotação da luz polarizada em função da variável concentração.

Para o segundo experimento, realizado de maneira semelhante, mas com uma variável diferente. Estas atividades tiveram como objetivo analisar as variáveis presentes na fórmula de rotação específica das substâncias opticamente ativas.

Para a realização do experimento, os estudantes receberam um polarímetro com LEDs de cores vermelho, amarelo e azul, 5 sachês de açúcar de 5 gramas, copo de plástico, uma colher de

plástico e uma régua de acrílico de 15 cm.

Os estudantes realizaram a primeira observação sem a adição de nenhuma amostra no tubo de vidro, e conforme esperado, não houve alteração no plano da luz polarizada. Em seguida, os estudantes mediram 10 cm de água no tubo de vidro com o auxílio da régua, e transferiram este volume de água para o copo plástico, onde dissolveram os 5 sachês de açúcar, totalizando 25 gramas.

Após a completa dissolução do açúcar, com a régua fez-se a medida e foi transferido para o tubo de vidro o volume necessário para alcançar 2,5 cm de altura no tubo de vidro, realizou-se a leitura do desvio provocado ao plano da luz polarizada. Posteriormente, realizou-se a adição de solução até a marca de 5 cm de altura, e novamente fez-se a leitura do desvio. E assim seguiu o procedimento, adicionando 2,5 cm e realizando a leitura, até a marca de 12,5 cm de altura no tubo do polarímetro.

Os registros quanto aos valores encontrados em cada observação foram registrados em tabelas, a exemplo da figura 4. Assim como no experimento anterior, a partir destes dados os estudantes também confeccionaram gráficos (Figura 5) da variação da rotação da luz polarizada em função da variação da altura de solução no tubo do polarímetro.

685: Vermelho		led amarelo		luz azul	
Altura da amostra L	Ângulo de rotação	Altura da amostra L	Ângulo de rotação	Altura da amostra L	Ângulo de rotação (α)
Sem amostra	0°	Sem amostra	0°	Sem amostra	0° a hora para dire
2,5 cm	+ 5°	2,5 cm	6°	2,5 cm	7°
5,0 cm	+ 10°	5,0 cm	15°	5,0 cm	19°
7,5 cm	+ 15°	7,5 cm	22°	7,5 cm	30°
10,0 cm	+ 21°	10,0 cm	28°	10,0 cm	40°
12,5 cm	+ 26°	12,5 cm	35°	12,5 cm	49°

Figura 4 – Tabelas preenchidas pelos estudantes com LEDs de cores vermelho, amarelo/laranja e azul.

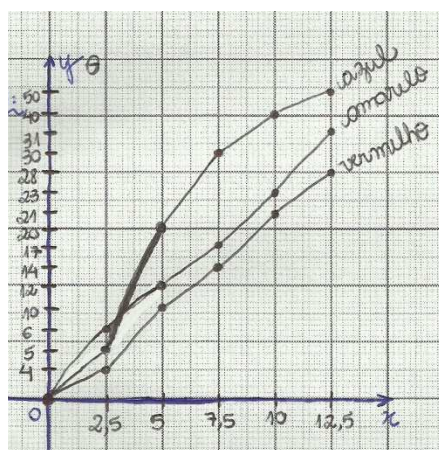


Figura 5 – Gráfico da variação do ângulo de rotação da luz polarizada em função da variável altura de solução no tubo do polarímetro.

Com o auxílio destes gráficos foram discutidas as variáveis da fórmula (Equação 1) pela qual é calculado o ângulo de rotação específica de uma substância opticamente ativa.

$$[\alpha]_D^T = \frac{\alpha}{c.l} \quad (\text{Equação 1})$$

Por meio da experimentação foi possível que os estudantes visualizassem a rotação da luz polarizada provocado por uma substância opticamente ativa, bem como, a observação de uma substância que não apresenta atividade óptica ao polarímetro, não ocasionando mudanças no plano da luz polarizada. Dessa forma, atinge-se um objetivo desta atividade, conferindo a estes conceitos uma abstração menor, tendo em vista que estes, quando trabalhados são vistos de maneira extremamente teóricas, ficando apenas na imaginação dos estudantes.

No próximo tópico serão discutidas as opiniões dos estudantes quanto a utilização dos materiais para a construção destes conhecimentos.

DISCUSSÃO DOS DADOS

Os estudantes responderam questionários de opinião quanto a adequação dos materiais bem como da condução das atividades realizadas. O questionário apresentava quatro questões abertas, nas quais os estudantes puderam expor suas opiniões, assim como sugestões a respeito do que lhes foi apresentado.

Referente a primeira questão “O material didático proposto foi importante para a compreensão dos conceitos? O que pode ser modificado?”, todos os estudantes relataram a importância do material proposto, sendo que alguns identificaram pontos positivos do material e também sugestões. Quanto aos pontos positivos, muitos estudantes ressaltaram a importância da presença de imagens mostrando moléculas quirais e aquirais, outros classificaram o material como acessível. Como sugestões, maior tempo para o desenvolvimento das atividades, bem como maior contextualização, em que mais exemplos poderiam ser explicados.

Ainda foi citado por um estudante, o caráter complementar que possui um material didático, auxiliando os mesmos mostraram-se interessados pela pesquisa, e preocupados com a aprendizagem destes conceitos, especialmente pelas suas sugestões quanto ao material.

A segunda questão fez menção quanto as atividades experimentais, “Depois de realizar as atividades experimentais, você considera que as mesmas serviram para a aprendizagem dos conceitos trabalhados?”. A respeito dessa questão, novamente o retorno foi positivo, e desta vez os estudantes afirmaram que as atividades auxiliaram mais na compreensão do que a aula teórica, pois fez com que visualizassem na prática a teoria. Também foi citado por um estudante que uma aula com mais recursos, como atividades experimentais, apresenta mais didática, fazendo com que se obtenha maior compreensão dos conceitos.

Ainda referente a segunda questão, dois estudantes relataram que as atividades experimentais aumentam a capacidade de fixação dos conceitos, auxiliando na aprendizagem, e um estudante, citou a diminuição do caráter abstrato que estes conceitos possuem.

Quanto a terceira pergunta, na qual foi questionada a conduta da pesquisadora durante a pesquisa, como condutora dos experimentos, “A condução dos experimentos poderia ser modificada? Que modificações você pode sugerir?”. Nesta questão, surgiu uma única sugestão, quanto a maior disponibilidade de tempo para realização das atividades, e também para maior discussão.

A maioria dos estudantes não apresentou sugestões, aprovando a condução das atividades,

atribuindo que o material possui linguagem acessível, além da relevância das atividades experimentais.

A última questão abrangeu as questões anteriores em um todo, abordando a importância dos materiais didáticos e das atividades experimentais, e novamente, as respostas dos estudantes dão um parecer positivo a esta pesquisa. Um estudante descreve a importância destes materiais e práticas como importantes para sua formação, “pois a utilização do material didático nos experimentos proporciona uma visão física e ampla da prática, principalmente para quem vai atuar futuramente na área industrial”. Outros estudantes avaliaram a importância da utilização de exemplos do cotidiano dos estudantes, pois dessa forma, podem compreender teorias científicas presentes no seu dia-a-dia.

Frente as colocações dos estudantes, pode-se perceber os pontos positivos que o material possui, tanto o polarímetro, quanto o caderno de experimentos. Também são levantados pontos a serem discutidos e melhorados num posterior desenvolvimento destas atividades com outros estudantes. Também entende-se a adequação de exemplos a serem utilizados de acordo com o contexto em que estas estratégias de ensino serão utilizadas.

CONCLUSÕES

A respeito desta atividade, pode-se concluir por meio da observação das atividades assim como deste breve questionário, que as atividades possuem potencial, podendo ser adequadas e melhoradas. Tendo em vista o processo de construção do conhecimento de isomeria óptica, outras atividades foram desenvolvidas em conjunto com as relatadas neste artigo, tais atividades contam com outros materiais didáticos elaborados para este fim.

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, pode-se assumir que a elaboração de material didático, assim como a experimentação mostram-se fatores críticos no ensino de conceitos que exigem alta abstração. Mostrando-se positivos espera-se que outros profissionais busquem nestes, uma estratégia de driblar as dificuldades encontradas no ensino de química.

REFERÊNCIAS

- BOTAS, D.; MOREIRA, D. A utilização dos materiais didáticos nas aulas de Matemática – Um estudo no 1º Ciclo. **Revista Portuguesa de Educação**, CIED – Universidade do Minho, Portugal, 2013
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Ensino Básico. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. v. 2. Brasília, 2006.
- BUENO, L.; MOREIRA, K. de C.; SOARES, M.; DANTAS, D. J.; WIEZZEL, A. C. S.; TEIXEIRA, M. F. S. **O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas**. São Paulo, [2003]. Disponível em: <<http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-%20Encontro%20de%20Ensino/T4.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2016.
- CORREIA, M. E. A.; FREITAS, J. C. R.; FREITAS, J. J. R.; FILHO, J. R. de F. Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes do ensino médio e evolução conceitual. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, V. 12, N. 02, 2010.
- FISCARELLI, R. B. de O. Material Didático E Prática Docente. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Vol. 2, N. 1, 2007.

- FREITAS, O. **Equipamentos e Materiais Didáticos**. Universidade de Brasília: Brasília, 2007.
- GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Revista Química Nova na Escola**, Vol. 31, N. 3, 2009
- MAAR, J. H. Justus Von Liebig. Parte 1: Vida, personalidade, pensamento. **Química Nova**, Vol. 29, N. 5, 1129-1137, 2006.
- OLIVEIRA, J. R. S. de Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Revista Acta Scientiae**, Canoas, V. 12, N.1, 2010.
- RAUPP, D. J.; DEL PINO, J. C. **O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP, 2013.