

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE QUÍMICA

RAPHAEL NEVES LEONARDO

**Inclusão Escolar de alunos com deficiência visual:** aplicação de uma metodologia utilizando-se recursos multimodais para o ensino de Química Orgânica.

Rio de Janeiro

2019

Raphael Neves Leonardo

**Inclusão Escolar de alunos com deficiência visual:** aplicação de uma metodologia utilizando-se materiais adaptados para o ensino de Química Orgânica.

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Química.

Área de concentração: Ensino de Química

Linha de Pesquisa: Linha LP1 – Novas tecnologias e comunicação

**Orientadores:** Profº Drº Tiago Lima da Silva

Profº Dr Waldimir Araujo Neto

UFRJ/Química – RJ, 2019

**Raphael Neves Leonardo**

**Inclusão Escolar de alunos com deficiência visual:** aplicação de uma metodologia utilizando-se recursos multimodais para o ensino de Química Orgânica.

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Química.

Aprovado em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Banca Examinadora:

Orientador: \_\_\_\_\_

Profº Drº Tiago Lima da Silva

Orientador: \_\_\_\_\_

Profº Dr Waldir Araujo Neto

Examinador: \_\_\_\_\_

Nome

Examinador: \_\_\_\_\_

Nome

Examinador: \_\_\_\_\_

Nome

Examinador: \_\_\_\_\_

Nome

Rio de Janeiro, 2019



## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha mãe, Maria Teresa Neves Leonardo, ao meu pai, Celso Leonardo da Siva, a minha irmã, Lilian Neves Leonardo Varella Barca e a minha companheira de vida, Caroline Correia Kruger.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de começar agradecendo aos meus colegas de turma, sem eles essa caminhada seria muito mais dura e penosa. Gostaria de agradecer também aos meus orientadores, Tiago da Lima da Silva e Waldmir Araújo Neto. Não poderia deixar de agradecer aos alunos que participaram e me ajudaram no desenvolvimento desse projeto. Por último, e não menos importante, eu gostaria de agradecer a toda equipe de docentes e técnicos da Universidade Federal do Rio de Janeiro que me ajudaram nessa caminhada.

## EPÍGRAFE

*“Quando a educação não é libertadora, o sonho do oprimido é ser o opressor” Paulo Freire*

## RESUMO

Esse trabalho consistiu em analisar e desenvolver uma metodologia para o ensino de isomeria óptica para alunos cegos ou com baixa visão. A pesquisa foi elaborada com alunos da rede federal de ensino. Essa metodologia foi desenvolvida explorando os sentidos da audição e do tato. Optamos por uma pesquisa qualitativa de pesquisa-ação. Nesse projeto a metodologia foi aplicada com alunos videntes e não videntes, apresentando resultados positivos para a aplicação com os dois grupos de alunos. Os resultados apontam que novas pesquisas devem ser desenvolvidas explorando esses sentidos, principalmente a audição, sentido pouco explorado quando se pesquisa sobre a educação de alunos com necessidades educacionais especiais. A nossa pesquisa também apontou a necessidade de mais trabalhos com alunos deficientes visuais que envolva a Química.

**Palavras-Chave:** Química. Isomeria. Deficiência Visual. Educação Inclusiva.

## ABSTRACT

This paper consisted in analyzing and developing a methodology for the teaching of optical isomerism for blind and visual impairment students. The research has been elaborated with students from the federal education network and the methodology by exploring the senses of hearing and touch. We have opted for a qualitative research of action-research. In this project the methodology was applied with visually impaired students as well as students who can see, presenting positive results for the application with both groups. The results indicate that new research must be developed exploring these senses, especially hearing, a sense that has not been deeply explored when researching the education of students with special educational needs. Our survey also pointed the need for more research with visually impaired students that involves Chemistry.

**Keywords:** Chemistry. Isomerism. Visual impairment. Inclusive education

## **LISTA DE IMAGENS**

Figura 1 - Estrutura do Isopreno.....	22
Figura 2 - configuração absoluta de Cahn, Ingold e Prelog.....	25
Figura 3 - estrutura do (1R, 2S, 5R) – (-) – mentol.....	26
Figura 4 – representação dos enantiômeros do 2 – metil – butan – 1 – ol.....	26
Figura 5 – Pesquisa-ação.....	28
Figura 6 – aluno 1 .....	30
Figura 7 – disposição das caixas de som.....	31
Figura 8 – disposição das caixas de som.....	31
Figura 9 – montagem da substância .....	34
Figura 10 – apresentação do suporte.....	35
Figura 11 – adaptação da caixa de som.....	35
Figura 12 – montagem da molécula pelo aluno 1.....	40
Figura 13 – montagem da molécula pelo aluno 2.....	41
Figura 14 – manipulação do modelo pelo aluno 4 .....	43
Figura 15 – manipulação do modelo pela aluna 6 .....	46
Figura 16 – geometria linear.....	52
Figura 17 – geometria trigonal plana .....	53
Figura 18 – geometria tetraédrica .....	53
Figura 19 - enantiômeros .....	54
Figura 20 – manipulação do modelo pelo aluno 6 .....	54

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Experimentos .....	12
Tabela 2 – composição dos óleos essenciais - .....	23
Tabela 3 - estrutura de terpenos e terpenoides.....	23
Tabela 4 - estruturas dos isômeros ópticos do limoneno .....	24
Tabela 5 - propriedades físicas 2-metil-butan-1-ol .....	27
Tabela 6 – distribuição dos artigos por revistas .....	29
Tabela 7 – distribuição dos artigos por assunto .....	29
Tabela 8- trabalhos sobre deficiência visual.....	29
Tabela 9 – instrumentos utilizados .....	33
Tabela 10 – perguntas realizadas .....	33
Tabela 11 – disposição dos instrumentos musicais .....	38
Tabela 12 – respostas do aluno 1 .....	39
Tabela 13 – respostas do aluno 2 .....	41
Tabela 14 – respostas do aluno 3 .....	42
Tabela 15 – respostas do aluno 4 .....	42
Tabela 16 – perguntas realizadas a aluna 6.....	45
Tabela 17 – respostas da aluna 6 .....	45
Tabela 18 - tabela de frequênci.....	47
Tabela 19 – perguntas realizadas ao aluno 6.....	48
Tabela 20 – perguntas realizadas ao aluno 6.....	50
Tabela 21 - respostas do aluno 6 .....	51

## **SIGLAS E ABREVIATURAS UTILIZADAS**

**BNCC** – BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

**CAP-UFPE** – COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**CSD** – CAMBRIDGE STRUCTURAL DATABASE

**ENEQ** – ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA

**ERIC** – INSTITUTE OF EDUCATION SCIENCES

**LIBRAS** – LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS

**NAPNE** – NÚCLEO DE ATENDIMENTO A PESSOAS COM NECESSIDADES ESPECÍFICAS

**NEE** – NECESSIDADES EDUCACIONAIS ESPECÍFICAS

**PCNEM+** - PARÂMETROS CURRICULARES DO ENSINO MÉDIO

**PUCRS** – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL

**PVC** – POLICLORETO DE VINILA

**QNESC** – QUÍMICA NOVA NA ESCOLA

**REEC** – REVISTA ELETRÔNICA DE ENSEÑANZA DE LAS CIÉNCIAS

**SIMPEQUI** – SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA

**SRM** - SALA DE RECURSOS MULTIFUNCIONAIS

**TA** – TECNOLOGIA ASSISTIVA

**UFRJ** – UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. JUSTIFICATIVA .....	6
3. OBJETIVO GERAL .....	7
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	7
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	8
5. REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
5.1 INCLUSÃO ESCOLAR E SUAS BARREIRAS .....	15
5.2 MEDIAÇÃO E ENSINO-APRENDIZAGEM .....	16
5.3 ISOMERIA ÓPTICA .....	21
6. METODOLOGIA .....	28
6.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO .....	29
6.2 VERIFICAÇÃO DO PROTOCOLO .....	30
6.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA .....	36
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	39
7.1 ALUNO 1 .....	39
7.2 ALUNO 2 .....	40
7.3 ALUNO 3 .....	41
7.4 ALUNO 4 .....	42
7.5 ALUNA 5 .....	43
7.6 ALUNO 6 .....	48
8. CONCLUSÃO .....	56
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	59

## 1. INTRODUÇÃO

A educação inclusiva de alunos com problemas de visão é um desafio para famílias, professores e escolas de educação básica e superior no Brasil e no mundo. A perda de um dos sentidos faz com que os alunos possuam uma maior dificuldade para o aprendizado de certos conteúdos, de modo que a pessoa com necessidades educacionais específicas (NEE) necessita desenvolver melhor outros sentidos e habilidades. Assim, para atingir um aprendizado significativo é necessário que o professor e a escola estimulem esses sentidos e habilidades, tornando o aprendizado mais eficaz e menos sofrido.

Os alunos com necessidades educacionais específicas não possuem uma capacidade de aprendizado menor que a dos alunos sem necessidades, porém necessitam de ferramentas diferentes para atingir o mesmo nível de aprendizado. Com as ferramentas adequadas e o apoio de salas de recursos multifuncionais (SRM) esses alunos conseguem atingir o mesmo nível de aprendizado ou mesmo superar o nível de aprendizado de alunos sem NEE. Quando se fala de adaptação de materiais, criação de ferramentas adaptadas, desenvolvimento de novas metodologias e construção de SRM, esbarra-se em alguns problemas comuns às cidades brasileiras, que são a falta de recursos e a falha na formação inicial do professor, que não é preparado ao longo do curso normal ou de licenciatura para trabalhar com alunos com NEE.

Segundo Silva e Damasceno (2015) ainda que o colégio, ou a cidade, possuam uma SRM com profissionais especializados os professores ainda enfrentam uma grande dificuldade para ensinar Química para alunos com NEE, principalmente se for uma turma inclusiva, onde alunos com alguma limitação física estudam juntos de alunos sem limitações físicas. Os autores ainda ressaltam que por mais que os professores possuam essa falha na sua formação, eles detêm um papel fundamental no desenvolvimento desses alunos. Para Silva e Oliveira (2012) é importante que o professor conheça as necessidades e potencialidades dos alunos e dessa forma poderá exercer uma ação pedagógica eficaz.

De acordo com Silva e Oliveira (2012) a educação de qualidade é um direito de todos, porém para que todos tenham acesso a um ensino de qualidade, é necessário que o Estado se responsabilize pela formação adequada dos

professores, para que esses possam atender os alunos com NEE, eis que, na visão dos referidos autores, a maioria dos professores se baseiam na falta de formação adequada para criar barreiras para realizar a inclusão escolar. Com o objetivo de melhorar a formação dos professores, o Estado deveria oferecer possibilidades de formação continuada, porém dependerá do interesse pessoal de cada professor melhorar a sua prática docente em classes inclusivas.

De acordo com a Declaração de Salamanca (1994) a inclusão escolar de alunos com algum tipo de física, mental ou fragilidade social, é a melhor forma de desenvolvimento para todos os alunos, porém, a escola deverá estar apta para receber esses alunos e inclui-los da melhor forma possível, ficando a cargo dos governos direcionar a verba para que esse processo possa ser realizado, Salamanca (1994, p.1):

*“Nós congregamos todos os governos e demandamos que eles: atribuam a mais alta prioridade política e financeira ao aprimoramento de seus sistemas educacionais no sentido de se tornarem aptos a incluírem todas as crianças, independentemente de suas diferenças ou dificuldades individuais.”*

Esse documento foi assinado por 88 governos e 25 organizações internacionais, a preparação adequada do professor que irá trabalhar com alunos com NEE é um fator chave para a promoção do progresso, podemos ver isso nas passagens abaixo:

*“Preparação apropriada de todos os educadores constitui-se um fator chave na promoção de progresso no sentido do estabelecimento de escolas inclusivas. As seguintes ações poderiam ser tomadas. Além disso, a importância do recrutamento de professores que possam servir como modelo para crianças portadoras de deficiências torna-se cada vez mais reconhecida.”*

*“As habilidades requeridas para responder as necessidades educacionais especiais deveriam ser levadas em consideração durante a avaliação dos estudos e da graduação de professores.”*

A formação inicial dos professores de Química influencia diretamente na qualidade do trabalho que esses irão realizar em turmas inclusivas, ocorre que é incomum encontrar, nos cursos de licenciatura, disciplinas que tratam de educação inclusiva, e, quando são ofertadas, não oferecem a possibilidade de se trabalhar com a adaptação e criação de recurso didáticos para trabalhar com alunos cegos ou

de baixa visão. Segundo o censo escolar de 2018 tivemos 116.287 alunos com algum tipo de limitação física ou mental matriculados no ensino médio da educação básica, desse valor 92,1% dos alunos estão matriculados em classes comuns, não sendo escolas de educação especial (CENSO, 2019). Infelizmente não foi possível encontrar o número de alunos cegos, o censo escolar não faz distinção em relação as deficiências, sendo o número de alunos com NEE tão expressivo, se faz necessário a adaptação de materiais didáticos para que esses possam se desenvolver plenamente.

No Brasil, a Lei nº 9.394/96, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, traz, no capítulo V, um destaque para a inclusão escolar e educação especial, mediante a garantia do direito à educação básica a todos os brasileiros, independente da condição social ou necessidades especiais.

O art 58 da Lei 1769/13 altera a descrição da lei anterior, substituindo o termo portadores de necessidades especiais, para educandos com deficiências, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação. A mudança na descrição é importante para ressaltar que antes de ser uma pessoa com deficiência ele é um educando, dessa forma ele tem o mesmo direito dos outros educandos.

Essa lei garante, ainda, o atendimento educacional especializado e gratuito. Em 2015 foi instituída a Lei 13146/15, conhecida como a lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, que infelizmente só foi promulgada 21 anos depois da Declaração de Salamanca. O artigo 27 dessa lei assegura o direito à educação de qualidade a pessoa com deficiência, atribuindo ao Estado a obrigação de cumprí-la:

*“Art. 27. A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem. Parágrafo único. É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação.”*

O ensino de Química está baseado em uma linguagem própria, com símbolos que são exclusivos dessa disciplina, de forma que para alunos com

**[TLdS1] Comentário:** Citar qual artigo da Lei isto é mencionado. não me engano, as necessidades especiais são tratadas no capítulo V. Falar também e colocar nas referências a Lei nº 12796 que altera a Lei 9394/96 que altera sobre as atividade docente inclusive sobre alunos que possuam necessidades especiais

**[TLdS2] Comentário:** 13.146 é a lei de inclusão de pessoas com deficiência. Eu sugiro, fortemente que adicione todas as leis mencionadas em seu texto nas referências. Adicione-os como hipertextos acessados em...

**[TLdS3] Comentário:** Referência. Não é uma declaração de conhecimento comum. Infelizmente. Eu sugiro adicionar este site como elemento de referência bibliográfica: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>

**[RL4] Comentário:** Ela foi referenciada na página anterior, preciso referenciar novamente?

**[RL5] Comentário:**

deficiência visual o reconhecimento desses símbolos se torna mais difícil, já que os mesmos foram desenvolvidos para pessoas que não tenham problemas na visão. O Ministério da educação desenvolveu a grafia braile adaptada para o ensino de Química, porém a utilização do braile encontra uma grande barreira, especialmente na transformação um texto para braile, pois esse mesmo texto ocupa um espaço muito maior que o normal, tornando a compreensão por parte dos alunos mais difícil.

Além de todas as barreiras já mencionadas no texto, os professores encontram dificuldades no ensino de química orgânica para todos os alunos e uma dificuldade ainda maior para alunos que possuem baixa visão ou cegueira. O ensino de química orgânica está presente nos parâmetros curriculares do ensino médio (PCNEM+), destacando que o aluno deve desenvolver a habilidade de compreender os compostos orgânicos de origem vegetal e animal como fontes de recursos necessários à sobrevivência humana. Outro ponto importante do PCNEM+ para a nossa pesquisa é sobre o entendimento de cadeias carbônicas. Segundo o documento o aluno deverá ser capaz de compreender de forma microscópica as cadeias carbônicas, as funções orgânicas e a isomeria. **É para esse último assunto que o nosso é trabalho é fundamental, para compreender a quiralidade de moléculas orgânicas e dessa forma compreender a diferença entre os isômeros R e S.**

Os modelos utilizados para o ensino de química orgânica são, em sua maioria, modelos visuais. No mercado são encontrados modelos táteis que possuem como objetivo a representação de átomos e ligações, porém esses modelos possuem limitações para alunos cegos e com baixa visão. A proposta utilizada nesses modelos para a diferenciação dos elementos químicos é baseada em cores, de modo que as esferas com cores diferentes representam elementos químicos diferentes, porém os alunos cegos ou com baixa visão não conseguem fazer essa diferenciação.

Segundo Pedrosa e Guimarães (2016) a adaptação de materiais didáticos se torna uma ferramenta importante na educação de jovens com deficiência visual ou baixa visão, já que a utilização de materiais táteis amplia a percepção sensorial utilizando sentidos que são mais desenvolvidos nesses alunos. Porém, segundo os autores, a falta de capacitação dos professores e a burocracia governamental faz com que poucos materiais sejam desenvolvidos e a utilização da SRM fique comprometida, desta forma a adaptação de materiais ainda é pouco explorada por

**[TLdS6] Comentário:** Rapha, para o próximo tópico eu recomendo adicionarmos um explicação sobre a quiralidade e carbono assimétrico. Lembre-se que quiralidade é uma característica do objeto e o centro estereogênico é o carbono tetraédrico. Defina bem, as configurações absolutas de Cahn-Ingold e prelog, assim como a configuração relativa *d* e *l* e o significado de + e -. Ou seja, aqui temos um extenso trabalho de complementação.

**[RL7] Comentário:** Inserir isso junto a isomeria.

professores de Química. Será que uma maior utilização de materiais adaptados resultaria em um aprendizado melhor?

## 2. JUSTIFICATIVA

O censo escolar apresentado no ano de 2017 indicou que mais de oito milhões de aluno foram matriculados no ensino médio, desses 75.509 alunos estão matriculados em educação especial, inclusiva ou exclusiva, esse quantitativo representa 0,92% de todos os alunos matriculados no ensino médio, sendo a maioria matriculados na rede pública de ensino. Nesse trabalho iremos nos restringir aos números relacionados ao ensino médio, por ser a etapa escolar em que a Química está inserida.

Esse quantitativo de alunos demonstra a importância de se discutir a educação inclusiva no âmbito da educação básica, principalmente na rede pública de ensino, onde encontraremos a maior quantidade de alunos e as maiores barreiras em relação a estrutura das escolas e verba para desenvolvimento de projetos educacionais, desta forma é necessário pensar na adaptação de materiais didáticos de forma barata e sustentável para que esse material possa ser empregado no maior número de escolas possíveis.

A adaptação de materiais didáticos tem se mostrado uma importante ferramenta no ensino de aluno com deficiência visual, de acordo com os trabalhos de Field's (2012), Lima e Onofre (2015) e Pedrosa e Guimarães (2016). A dificuldade de ensinar Química para alunos com NEE é enorme, porém a adaptação de metodologias se mostrou uma eficiente ferramenta para superar tal obstáculo, entretanto a pouca formação dos professores também se torna um contratempo na construção desses materiais. A evolução na discussão sobre a inclusão e um aumento no número de pesquisas relacionadas a inclusão na área de Química deverá auxiliar um grande número de professores a superarem esse desafio de adaptar materiais didáticos.

### **3. OBJETIVO GERAL**

O objetivo desse trabalho é aplicar uma metodologia que auxilie estudante com problemas de visão ou cegueira no processo de ensino-aprendizagem de Química, mais especificamente do tema química orgânica, utilizando material adaptado de baixo custo e sustentável.

#### **3.1 Objetivos específicos**

- Construir Material Didático para o uso de estudantes com necessidades educacionais específicas;
- Examinar as dificuldades de se adaptar a estes materiais didáticos utilizando recursos audiovisuais;
- Analisar o processo de ensino-aprendizagem de alunos com necessidades educacionais específicas ao se utilizar materiais adaptados.

#### 4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para Rezende, Amauro, & Rodrigues Filho (2016) uma das dificuldades dos alunos é conseguir visualizar espacialmente as moléculas das substâncias orgânicas, dessa forma os autores propuseram uma metodologia utilizando o software chemsketch, da ACD/Labs. As moléculas foram desenhadas através do aplicativo e posteriormente impressas em transparências no tamanho A4 e entregues para os alunos. Ao fazer uma sobreposição das transparências os alunos puderam observar que as substâncias não podiam ser sobrepostas. De acordo com a avaliação aplicada, o recurso utilizado foi importante e ajudou na compreensão do conceito.

Em Araújo, Malheiro, & Teixeira (2015) é proposta uma investigação sobre a produção de figuras de linguagens, metáforas e analogias como recursos para atrair a atenção dos alunos durante as aulas de química. Essa estratégia foi associada a utilização de modelos para a explanação de conceitos como simetria. O professor regente da turma não faz parte dos autores dessa pesquisa, portanto os pesquisadores observaram a aula e gravaram esse registro em vídeo. A primeira analogia que o professor faz é da isomeria plana com folhas de papel, dessa forma ele tenta estabelecer um paralelismo entre as duas estruturas. Para facilitar o entendimento do conceito de luz polarizada o professor usou dois exemplos, no primeiro ele falou como seria a iluminação de uma sala escura com uma lâmpada incandescente. No segundo ele falou da mesma sala, porém sendo iluminada por um laser, dessa forma conseguiu diferenciar uma luz polarizada por uma luz não polarizada. O laser é um exemplo importante para familiarizar o aluno com a ideia de luz polarizada, porém não é o conceito mais correto. De acordo com Bagatin (2005) pode-se obter uma luz polarizada ao atravessar um feixe de luz através de um polarizador. Segundo os autores, as analogias e os modelos poderiam ter sido mais bem explorados pelo professor em sala de aula. Dessa forma não é possível concluir se esses recursos contribuíram significativamente para o aprendizado.

Para Fiorucci, Soares, & Cavalheiro (2002) os livros didáticos de química pecam ao não abordar uma contextualização histórico-cultural no ensino de química orgânica, principalmente os ácidos carboxílicos. De acordo com os autores os livros ficam presos ao reconhecimento e nomenclatura das funções orgânicas, deixando de lado a importância dessas substâncias no desenvolvimento da química. O

[TlD8] Comentário: Eu voltaria a consultar o texto para buscar um outro exemplo de luz polarizada. Ou mudaria a referência. Pois o exemplo que foi utilizado aqui parece que não seja correto. Talvez aproveite o contexto, porém o conceito a que se refere pode te tornar vulnerável a críticas de pessoas.

objetivo do artigo é auxiliar os professores de química na preparação das suas aulas, fornecendo dados históricos acerca dos ácidos carboxílicos. Os autores destacam que os ácidos carboxílicos foram fundamentais para que 1843 Louis Pasteur pudesse descobrir a existência da quiralidade em moléculas do ácido tartárico.

De acordo com Júnior e Francisco (2006) a bioquímica é das áreas interdisciplinares aquela que possui o maior número de interfaces com química, porém os temas não são muito abordados nas aulas de química. O objetivo do artigo é propor formas de se introduzir conceitos de proteínas durante as aulas, para isso os autores apresentam conceitos e propostas de experimentos simples para que o assunto possa ser abordado nas aulas. Para o estudo da isomeria óptica os autores sugerem a utilização de moléculas de proteínas e aminoácidos como temas geradores, contudo os aminoácidos, segundo eles a assimetria molecular é muito utilizada na indústria farmacológica para a produção de fármacos. Espera-se que com o artigo esse tema pode ser melhor abordado no ensino médio, além das discussões acerca dos impactos sociais de tais substâncias.

No texto Bagatin, Simplício, Santin, & Santin Filho (2005) é debatido a importância da luz polarizada para a análise de substâncias que não podem ser analisadas pelas técnicas tradicionais de análise, como o ponto de fusão ou a solubilidade, esse estudo se propõe a discutir a importância do trabalho de Louis Pasteur e suas contribuições para o avanço dos estudos de substâncias quirais. O artigo sugere um ensaio experimental muito interessante para a demonstração da luz polarizada e seu comportamento em contato de substâncias quirais, os materiais utilizados são baratos e de fácil acesso. O artigo recomenda que essa prática seja realizada de forma interdisciplinar com um professor de física que poderá explicar a atuação do polarizador e a diferença de uma luz polarizada ou não.

Em Lewis (2010) o autor defende o ensino de isomeria óptica em substâncias não quirais, trabalhando a ideia de simetria das moléculas. De acordo com o autor a introdução deste conceito poderá ser útil aos estudantes para o entendimento da estrutura das moléculas, para poder determinar se a substância é quiral ou não. A introdução deste conceito em aulas de ensino médio iria permitir que o estudante pudesse compreender a estereoquímica além de substâncias tetraédricas, bem como prever a esteroisomeria que ocorrerá nas moléculas. Eu

[TlDS9] Comentário:

acredito que esse conhecimento está distante do que é ensinado no ensino médio e que as substâncias quirais de carbonos tetraédricos já são suficientes para explicar a química presente no cotidiano do aluno.

Os jogos são sempre objetos de desejo dos professores, esses acreditam que tal ferramenta possa contribuir para um maior interesse do aluno pelas aulas de química. No artigo do Costa (2007) é proposto um jogo de cartas, chamado Carbohydeck, que serão destinados a alunos de graduação em química. O jogo tem como objetivo distinguir as estruturas dos monossacarídeos, classificação e os isômeros funcionais ou espaciais. De acordo com o autor o jogo foi capaz de estimular o interesse dos estudantes pelo assunto e é de fácil adaptação para outros conteúdos, não ficando restrito ao tema original.

A produção de curtas metragens vem sendo utilizada como ferramenta em aulas de química no colégio de aplicação da universidade federal de Pernambuco (Cap-UFPE). As autoras (Aparecida & Smith, 2017) estão utilizando esse recurso para as aulas de química orgânica e no artigo discutem a contribuição do projeto [Quimicurta](#) para a formação de um conhecimento significativo. Para a produção dos curtas as turmas foram separadas em grupos e cada um dos grupos recebeu um tema, um dos temas trabalhado foi o tema de isomeria. Para a avaliação individual foi proposto que os alunos produzissem mapas conceituais sobre os assuntos que foram estudados. Alguns vídeos foram utilizados em outras turmas como objeto de aprendizagem e se mostrou uma ferramenta importante. O trabalho mostrou que é possível trabalhar metodologias diferentes no ensino médio, rompendo com o tradicionalismo das aulas de química e quebrando a hierarquia comum das salas de aula.

[Silva et al. \(2015\)](#) produziram um trabalho acerca da adaptação de um kit para análise de CO<sub>2</sub> no ar atmosférico para alunos com deficiência visual, também adaptaram para alunos surdos com a produção de um dvd com as orientações na língua brasileira de sinais (LIBRAS). O principal objetivo desse trabalho é introduzir para os alunos a técnica de análise gravimétrica, utilizando para isso o kit de análise de CO<sub>2</sub>. Esse kit foi desenvolvido a partir da adaptação de um kit já utilizados para alunos de graduação da Pontifícia Universidade Católica Do Rio Grande Do Sul (PUCRS). Apesar do kit ter uma série de adaptações, como instruções em braile e em áudios, as equipes montadas devem ser mistas, com alunos com necessidades

**[RL10] Comentário:** Aparecida K., & Smith, P. (2017). Análise construção de conhecimento significativo utilizando a produção de curtas metragens no ensino de química orgânica, 16, 117-131.

**[TlDs11] Comentário:** Para este experimental eu acredito que o objetivo principal do trabalho dos autores foi introduzir o aluno em sala de aula com alunos videntes. Para tornar claro a importância deste trabalho como ferramenta química será importante definir qual a importância química deste trabalho para um aluno não vidente.

educacionais especiais e alunos videntes, não sendo possível o aluno com NEE trabalhar sozinho, pois alguns ensaios necessitam da visão. Essa especificade não deve ser considerada um problema, já que o objetivo do trabalho é de incluir alunos com NEE em turmas regulares, garantindo uma interação entre eles. O trabalho atingiu o objetivo esperado, visto que conseguiu coletar os dados necessários e possibilitou a participação do aluno cego em uma aula experimental.

Benite et al. (2017) realizaram um ensaio utilizando tecnologia assistiva, para isso eles realizaram a extração de café para estudar o conceito de temperatura. As tecnologias assistivas (TA) possuem o objetivo de auxiliar os estudantes com NEE, porém elas não são novas em nossa sociedade, ao utilizar um pedaço de madeira como bengala, a pessoa está fazendo o uso de uma tecnologia assistiva, um exemplo menos rústico e dentro do campo de nosso estudo seria a bengala que pessoas não videntes usam para se locomover com segurança. No campo da educação, uma tecnologia assistiva é aquela que se propõe a melhorar o ensino e aprendizagem e produzir uma autonomia no estudante, segundo (Rocha, 2005) as TA são “um fenômeno multidimensional, que envolve aspectos mecânicos, biomecânicos, ergonômicos, funcionais, inesiológicos, éticos, estéticos, políticos, afetivos, subjetivos e como tal deve ser analisado”.

Segundo os autores a tecnologia assistiva somada ao processo de mediação permite que alunos com NEE possam manipular variáveis, realizar medidas e aprender a partir de conteúdos prévios. O objetivo do experimento era apresentar a influência da temperatura da água na extração do café, para tanto foi utilizado um termômetro vocalizado, esse termômetro é capaz de romper com o tradicionalismo ao toque, explorando o sentido da audição no aluno, como a mistura atingiria uma temperatura de 90°C não seria possível observar o fator temperatura utilizando o tato. De acordo com os autores a falta de parceria entre instituições de apoio ao ensino e pesquisadores é um empecilho para a realização de outras atividades como essa, porém uma maior utilização de ferramentas assistivas seria capaz de ampliar as habilidades funcionais de alunos com necessidades específicas.

Caetano et al. (2017) trabalharam a experimentação com alunos surdos do 9º ano de uma escola especial para alunos surdos em Goiânia-GO. O conceito trabalhado nessa aula foi o conceito de mistura e o sentido explorado foi o da visão.

[TLDs12] Comentário: Deixar um parágrafo para definir tecnologia assistiva

[RL13] Comentário: Ficou bom?

[TLDs14] Comentário: Parece bobagem, mas eu acredito que seja importante você colocar aqui o conceito de mistura. Logo após este parágrafo.

Uma mistura é um tipo de matéria que é formada por mais de uma substância e que pode ser separada em seus componentes pelo uso das propriedades físicas diferentes das substâncias (Atkins e Jones, 2012). A aula contou com um intérprete de LIBRAS. A avaliação da atividade foi feita com os alunos representando em desenho as misturas exploradas e classificando as mesmas em misturas homogêneas e heterogêneas. A maior dificuldade encontrada pelos professores foi a tradução da simbologia própria da química para LIBRAS, dessa forma esse ensaio só foi possível porque o professor de ciências era fluente nas duas línguas. Os alunos puderam aprender os conceitos sobre misturas e também a linguagem em sinais referente ao ensino de ciências.

Fernandes, Hussein, & Domingues (2017) estudaram a importância de aulas experimentais em um enfoque multissensorial. Para a construção do experimento os autores utilizaram a teoria de Vigotski de zona desenvolvimento proximal, defendendo que os alunos com necessidades específicas devem aprender os mesmos conteúdos dos outros alunos, utilizando para isso as adaptações necessárias. Como na teoria histórica-cultural de Vigotski o aluno aprende de acordo com a sua bagagem cultural, os autores fizeram uma investigação das concepções prévias dos alunos. A pesquisa foi realizada através de 8 experimentos simples e com materiais de baixo custo.

Experimento 1	Dissolução de comprimido efervescente em água
Experimento 2	Bicarbonato de sódio e vinagre
Experimento 3	Ácido clorídrico e hidróxido de sódio
Experimento 4	Dissolução de ureia e sulfato de magnésio em água
Experimento 5	Bala de menta com refrigerante
Experimento 6	Reação entre hidróxido de sódio e sulfato de cobre
Experimento 7	Reação entre bicarbonato de sódio e vinagre
Experimento 8	Queima de palha de aço

*[Tabela 1- Experimentos*

Em cada um dos experimentos uma série de perguntas foram realizadas a fim de obter resultados acerca do experimento. Era esperado que além da visão, os alunos pudessem utilizar a audição para verificar o som da liberação de gases, o tato para a formação de bolhas e olfato para mudança nos aromas. Para a verificação de massa os alunos com visão normal utilizaram uma balança digital e os

**[TlDS15] Comentário:** Ao longo do seu texto há muitas tabelas sem título. Devemos colocar o título destas tabelas e também criar elementos pré-textuais uma página para indexar estas tabelas. Além disto, verificar na biblioteca do IQ onde se posiciona o título da Tabela, se acima ou abaixo da tabela. Regras do IQ-UFRJ.

alunos deficientes visuais utilizaram uma balança de dois pratos, vale ressaltar que o objetivo do experimento era de análises qualitativas dos ensaios realizados. De acordo com os autores os experimentos criados, assim como as metodologias utilizadas levaram os alunos com e sem necessidades específicas ao aprendizado do conteúdo das reações químicas.

[TLdS16] Comentário: Análise quantitativa de ...

Quando se fala em inclusão de alunos com NEE o que se ouve como resposta é que os professores não têm formação adequada para tal e que existem uma falha na formação inicial do professor de química. Gonçalves et al. (2013) analisaram a formação de professores de química para a educação inclusiva através de documentos oficiais, do que está exposto na literatura e de relatos. De acordo com os autores uma das formas de se enfrentar a demanda crescente sobre a aprendizagem de alunos com NEE é problematizando a formação de professores, dessa forma novos debates acerca do assunto irão surgir e assim paradigmas poderão ser quebrados.

Anelise e Almeida (2012) pesquisaram sobre a formação de professores de química em uma perspectiva inclusiva para alunos cegos. Em uma atividade do curso de fundamentos de química quântica na licenciatura em química as pesquisadoras propuseram que os alunos da turma elaborassem modelos táteis para os modelos atômicos pontuados na história. A proposta foi pensada porque na turma havia um aluno com NEE. Com a proposta do trabalho pode-se discutir, na formação inicial, as dificuldades encontradas na adaptação de materiais e a importância disso para que os alunos possam ter uma melhor aprendizagem.

[TLdS17] Comentário: Este documento parece faltar alguma coisa como a descrição como revista, tese ou site. Checar sua referência.

Para Xavier et. al. (2012) os professores formadores de futuros professores têm um papel importante para que esses sejam melhores profissionais e que tenham uma visão crítica acerca da inclusão de alunos com NEE. Em uma entrevista semi-estruturada com 28 professores do curso de licenciatura em química eles puderam ter a opinião dos professores sobre a inclusão de alunos com NEE. De acordo com as respostas pode-se perceber que alguns professores não estão prontos para receber alunos que não se enquadram em um padrão estabelecido por eles como sendo o normal, assim como preparar futuros professores para trabalharem com a inclusão escolar. Diante disso pode-se dizer que é muito importante que ocorram debates dessa natureza dentro dos cursos de licenciatura,

para que no futuro possamos ter mais professores com a formação adequada (Nascimento, 2017).

**[TLDs18] Comentário:** Rafa, você tem algum recorte de algumas destas falas por aqui? Acho que seria válido adicioná-la para dar legitimidade ao seu texto. Uma citação cairia bem por aqui.

## 5. REFERENCIAL TEÓRICO

### 5.1 INCLUSÃO ESCOLAR E SUAS BARREIRAS

Como já foi discutido anteriormente, a inclusão escolar de alunos com NEE é a forma mais eficaz para que esses estudantes possam se desenvolver, porém algumas barreiras precisam ser superadas. Podemos dividir essas barreiras em quatro tipos diferentes: Atitudinais, Arquitetônicas, Comunicacionais e Pedagógicas.

Amaral (1998) define as barreiras atitudinais da seguinte forma; “são anteparos nas relações entre duas pessoas, onde uma tem uma predisposição desfavorável em relação à outra, por ser esta significativamente diferente, em especial quanto às condições preconizadas como ideais” (p. 17). Pode-se perceber que essa barreira é fruto de um preconceito, uma atitude discriminatória que pode ser fruto de uma sociedade que se acostumou a excluir pessoas diferentes, fazendo isso com pessoas com NEE, negros, transsexuais e todos os grupos que não se encaixam no padrão social estabelecido.

A acessibilidade é um fator importante para a inclusão de alunos com NEE, no caso de alunos cegos, a falta de acessibilidade pode gerar acidentes e tornar a escola um espaço hostil para o estudante. Para Bittencourt et. al (2004) um espaço que foi construído pensando na acessibilidade de todos é capaz de oferecer oportunidades igualitárias para todos os usuários. Segundo Freire (2015) a acessibilidade é uma forma de garantir a cidadania de pessoas com problemas de mobilidade, esse direito é assegurado pelo art 1 da lei 13.146/2015.

As barreiras comunicacionais verbais não são um entrave na educação de alunos com problemas de visão, porém essa é uma das formas de comunicação, no ensino de Química utiliza-se muito da comunicação visual, utilização de símbolos e modelos, e isso pode se tornar uma barreira. A comunicação pode ser entendida como o processo social básico de produção e partilhamento do sentido através da materialização de formas simbólicas (França, 2015). De acordo com Camargo, Nardini e Veraszto (2008) as barreiras impostas pelas dificuldades de comunicação visual podem ser superadas ao utilizar o recurso de audiodescrição e o referencial tátil. Para Camargo (2010) os significados vinculados as representações visuais não possuem uma associação indissociável entre o objeto de conhecimento e

representação visual mental, dessa forma associação poderia ser feita utilizando recursos auditivos ou táteis. O presente trabalho tem como objetivo superar as barreiras comunicacionais encontradas no ensino de isomeria óptica.

Para Olivia (2016) a falta de um projeto político pedagógico com o objetivo de incluir alunos com necessidades educacionais especiais é uma das principais barreiras de inclusão de alunos com NEE. Segundo a autora, o colégio ao aceitar a matrícula de um aluno deficiente deve se adaptar para melhor atende-lo e não ao contrário. A existência de um espaço de suporte pedagógico é um fator importante no aprendizado, esse local não irá substituir a escolarização oferecida em salas de aulas regulares, porém conhecer os materiais disponíveis e planejar ações pedagógicas permitirão um melhor desenvolvimento intelectual do aluno (Rocha, 2009). O colégio na qual foi realizada a presente pesquisa possui um projeto político pedagógico e nele está garantida o laboratório de aprendizagem, o núcleo de atendimento às pessoas com necessidades educacionais específicas e sala de recursos multifuncionais, além de apoio escolar, cada um desses itens será abordado na descrição da escola.

## **5.2 MEDIAÇÃO E ENSINO-APRENDIZAGEM**

A utilização de um instrumento para auxiliar a aprendizagem de química orgânica faz com que sejam importantes a discussão sobre mediação e o papel do professor nessa forma de aprendizagem. No dicionário podemos encontrar a seguinte definição para a palavra mediação: “*ato de servir de intermediário entre pessoas ou grupos; intervenção, intermédio*”. Nas salas de aula, utilizando metodologias tradicionais, é comum que o professor apresente diretamente ao estudante o objeto que será estudado, através de uma transmissão de informação. O processo realizado dessa forma não é eficaz na garantia de formação de um cidadão autônomo (Ferreira et al., 2015). Dentro de um processo mediado, não cabe o ensino tradicional, que transmite os saberes de forma direta, instrumentos, inibe a liberdade e que utiliza a avaliação para verificar. Dessa forma não cabe dentro do processo de mediação a existência hierárquica de conhecimento (Mantoan, 2017).

O professor é considerado um mediador no processo, porém ele não utiliza signos que serão importantes no processo de aprendizagem, os signos podem ser recordações que ele já dispunha. Quando se faz o uso da mediação, o

professor apresentará ao estudante um significante que será capaz de leva-lo até o objeto principal, então o objeto de significação será apresentado através de seus significantes. Durante o período da alfabetização é comumente visto esse tipo de abordagem, ao invés de apresentar a palavra, o professor apresenta um significante dessa palavra.

O conhecimento do universo é fundamental no aprendizado, quanto maior a vivência do estudante, maior também será o número de signos internalizados para ele. Para (Almeida, 2017) a aprendizagem é um processo que se apropria de habilidades e conhecimentos adquiridos socialmente, para o autor é dessa forma que as funções psicológicas humanas de desenvolvem. Segundo (Vigotski, 2011) a criança com NEE encontrará obstáculos no caminho do aprendizado, esses obstáculos, que são denominados por ele de entornos, irão fazer com que a criança percorra um caminho diferente das demais, caminhos que geralmente são considerados normais. Os rumos que serão tomados por essa criança para atingir o aprendizado será determinado pela sua interação e os estímulos que o ambiente irá lhe proporcionar, dessa forma a criança construirá alternativas aos caminhos tradicionais de aprendizado.

O sistema de signos utilizados desde a alfabetização é formulado para estimular crianças que não possuem ausência de nenhum dos sentidos, principalmente a visão. Se for pensado nos estímulos iniciais das crianças, esses são voltados para crianças que possuem visão normal, como brinquedos com muitas cores, e audição normal, como instrumentos musicais e sons de animais, porém isso não pode ser considerado uma barreira na aprendizagem de estudantes que não possuem um desses sentidos. Segundo (Almeida, 2017) em testes que foram realizados em crianças, sem necessidades específicas, podemos observar que elas são capazes de observar os desafios e propor novas soluções, substituindo dessa forma os signos originais por outros. Dessa forma a educação de estudantes com NEE auxilia a elaboração desses signos alternativos, criando ferramentas para que esses estudantes possam se **desenvolver como qualquer outro estudante.** Para Vigostiki (2011) o desenvolvimento das funções psíquicas superiores é possibilitada pelo caminho do desenvolvimento cultural, podendo ser um meio externo como a fala, escrita ou aritmética, ou por desenvolvimento de funções interiores, como a memória, pensamento abstrato, formação de conceitos ou livre-arbítrio. Segundo as

**[TLDs19] Comentário:** Não tenho nada a acrescentar aqui. Porém, sugiro, fortemente, que isto seja bem trabalhado na sua apresentação.

**[RL20] Comentário:** Adicionei mais uma referência.

pesquisas realizadas por eles, o atraso no desenvolvimento de crianças acontece nesses aspectos, que não dependem da sua deficiência orgânica e sim dos estímulos corretos.

Para Vigotski (1984) a interação do indivíduo com o meio social que ele está inserido é o local determinante para a aprendizagem, sendo assim, a inclusão social de alunos com algum tipo de NEE em salas de aula inclusivas vai interferir de forma positiva no aprendizado daquele aluno. Segundo o autor, a relação social que o aluno com NEE irá estabelecer com seus colegas em sala de aula e com o professor mediador será decisiva no seu desenvolvimento. A meta principal da escola não deveria ser o ensino de conteúdo, a escola deveria estimular o desenvolvimento de habilidades e de competências pessoais, tornando o estudante um ser mais independente (Salomon, 2007, p63. Apud Vieira, 2016). Essa visão da escola como entidade que irá auxiliar na formação autônoma do cidadão é ainda mais importante para os alunos com NEE, visto que esse irá encontrar desafios diferentes dos outros alunos, ao ponto que a sociedade não foi construída com o pensamento de incluir pessoas com necessidades específicas, se a escola tiver a preocupação de formar alunos que terão habilidades para superar esses desafios, provavelmente essa pessoa será incluída mais facilmente na sociedade.

Se um aluno tem o aprendizado facilitado quando interage e colabora com os seus colegas de classe, a educação bancária, chamada assim por Paulo Freire, se torna um empecilho no desenvolvimento do mesmo, então, consequentemente, novas prática pedagógicas deverão ser desenvolvidas para que possa existir a colaboração entre eles. Quando o professor se coloca na frente da turma, como detentor do saber e despeja informação sobre os alunos, a colaboração entre eles se torna impossível e a prática do professor se torna uma barreira no desenvolvimento social e acadêmico dos mesmos. Para Piaget o desenvolvimento precede a aprendizagem, porém em (Vygotsky, 2011) podemos observar que o desenvolvimento e aprendizagem caminham paralelamente. Dessa forma a inclusão de alunos com NEE irá auxiliar no seu desenvolvimento, e no desenvolvimento dos seus colegas, e assim poderá transformar a forma de aprendizagem, desde que esses alunos possam interagir entre eles. A educação formal, essa criticada por Freire, está baseada na ideia de que cada disciplina possui uma importância no desenvolvimento cerebral do estudante e dessa forma foi moldada uma práxis

extremamente formal, porém (Woodworth e Thorndike apud Vigotski, 2011) citam que experiências realizadas em adultos demonstraram que um vasto conhecimento sobre determinada figura geométrica não os habilitavam para resolver problemas em figuras geométricas diferentes, mostrando assim que um grande conhecimento sobre um determinado assunto não produz estudantes autônomos, capazes de resolver problemas diferentes daqueles que são passados diretamente em sala de aula. Em contrapartida outros estudos dos mesmos autores ressaltam que a atividade docente não deve ser o desenvolvimento de uma única habilidade e sim de múltiplas habilidades para resolver tarefas distintas, dessa forma o ensino tradicional não contempla esse objetivo.

O professor deve ser mais do que um transmissor de conhecimento, o professor deve se colocar como a ponte entre o estudante e o conhecimento, para que assim ele não seja um sujeito passivo e aprenda a pensar e questionar (Bulgraen, 2010)(Role et al., [s.d.]), dessa forma o docente pode assumir o papel de se colocar entre o mundo e os educandos. Para (Fontana, 2010) o professor deve tomar a posição que lhe cabe nessa relação, entretanto ele não precisa tomar para si uma posição hierárquica, podendo dessa forma ser parceiro do aluno no conhecimento. É nesse ponto da prática social que o professor deve resgatar a teoria histórica-cultura de Vigotski, buscando no estudante lembranças e momentos que irão auxilia-lo basear o seu aprendizado na sua vivência social, diferente de transmitir diretamente o conteúdo para o aluno.

A escola é um ambiente cultural por criação, em uma definição humanística podemos considerar que cultura é um conjunto dos mais variados saberes que irão possibilitar ao indivíduo um pensamento crítico e uma capacidade de julgar (Mellouki; Gauthier, 2004). No ano dessa pesquisa no Brasil uma onda conservadora católica neopentecostal tem defendido que a escola é local de aprender, que cultura e costumes devem ser aprendidos em casa, porém como o autor defende não conseguimos dissociar a escola de um ambiente cultural, por mais conservadora que seja a educação no Brasil. O professor é um integrante desse ambiente cultural, porém devemos pensar o seu papel nesse espaço com um pouco de cautela. O professor tem uma posição política e ideológica importante, porém não devemos ignorar o que de fato eles devem ser nesse ambiente, mediadores, situados na interseção das relações sociais, tradutores que colocam ao

alcance das gerações mais jovens, numa linguagem e com procedimentos pedagógicos mais atuais.

O papel de mediação é fundamental para o rompimento da estrutura tradicional de ensino, dentro da sua função mediadora o professor deve trabalhar com o ambiente e objeto, fazendo com que os alunos alcancem sozinhos o aprendizado de um assunto. Conhecimento é diferente de informação, quando o professor apresenta uma aula expositiva, geralmente ele está transmitindo informação, porém quando o professor utiliza o ambiente ou recurso disponíveis para que o aluno sozinho alcance o objetivo, provavelmente esse professor está fazendo com que esses alunos construa um conhecimento que não será esquecido.

A escola deverá ser um lugar onde o aluno poderá dialogar, experimentar, errar e aprender com os seus erros. Na escola que o professor se coloca como uma figura autoritária e pouco dialoga com os alunos, dificilmente haverá aprendizado, porém em uma escola que o aluno é livre para debater e experimentar os processos, dificilmente os resultados serão ruins, resultados esses que não deverão ser avaliados através de exames. No papel de mediador o professor irá criar situações onde os alunos poderão experimentar e aprender com isso, ele irá pensar nas ferramentas necessária para que o aluno possa construir o conhecimento, apresentar tais ferramentas e auxiliar na aplicação das mesmas. O professor não irá ensinar o que deve ser feito, o aluno aprenderá isso sozinho, nessa era da informática que vivemos, os alunos vivem demonstrando que são capazes de aprender sozinho, somente com o auxílio de vídeos.

Para a aplicação desse processo construtivista de aprendizado é necessário que o professor conheça bem a turma que será aplicada e que conheça as limitações psicossociais e motoras dos seus alunos. Ao trabalhar com alunos com NEE os professores deverão pensar nessas limitações ao promover as atividades de aula, pensando que uma possível limitação não deverá ser um entrave para que o aluno consiga atingir o conhecimento desejado.

A avaliação de um processo mediado não poderá ocorrer em uma única avaliação, não poderá ser medida por uma prova. Assim como o processo de aprendizado é contínuo nesse tipo de educação, a avaliação também deverá ser contínua, o professor necessitará de construir a avaliação durante todo o processo de mediação, fazendo com que os alunos utilizem os erros para aprenderem.

### 5.3 ISOMERIA ÓPTICA

Para discutirmos a importância do estudo desse tema, devemos retornar os documentos oficiais que norteiam o ensino médio no Brasil, tanto na rede pública quanto na privada, para tal nós usaremos os parâmetros curriculares nacionais do ensino médio (PCNEM) publicado no ano de 2000 e a base nacional comum curricular para o ensino médio (BNCC) que foi homologada em dezembro de 2018.

O tema isomeria está citado no PCNEM, abaixo pode-se um trecho retirado do documento:

O estudo das transformações químicas na biosfera com foco nas ideias de vida e sobrevivência favorece especialmente uma articulação entre conhecimentos químicos e biológicos. Alimentos de origem vegetal tais como carboidratos, proteínas, óleos ou gorduras podem ser o ponto de partida para o entendimento, na escala microscópica, da formação de cadeias carbônicas, dos tipos de ligação do carbono, das **funções orgânicas e de isomeria**. Em relação ao enfoque microscópico, são importantes o reconhecimento e o entendimento das interações entre as partículas constituintes das substâncias, compondo diferentes tipos de moléculas que, por sua vez, podem explicar muitos fenômenos biológicos e processos presentes nos sistemas produtivos. (PCNEM, 2010 p.104)

Deve-se observar que o texto possui um enfoque em produtos naturais, o mesmo que será visto na BNCC, dessa forma podemos entender que o conceito de isomeria deve ser estudado a partir de substâncias que são importantes para sociedade e que estão presentes no cotidiano do estudante. Sempre que possível o professor deve fazer a articulação entre cotidiano e a ciência em escala microscópica, dessa forma ele irá resgatar conhecimentos prévios dos alunos.

Ao consultar o documento da BNCC não foi encontrado o termo isomeria, porém ao analisar as competências e habilidades específicas para as ciências da natureza pode-se observar um enquadramento para o assunto.

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. (BNCC, 2018 p. 533)

Pode-se observar que nesse documento a química da vida e suas moléculas tem grande importância, muitas moléculas podem ser consideradas essenciais à vida, como por exemplo os **terpenoides**. De acordo com McMurry (2016) essas substâncias são conhecidas desde 1000 a.C. e podem ser extraídas a partir de óleos vegetais utilizando-se a técnica de destilação. Os produtos obtidos nesse processo são conhecidos como óleos essenciais e podem ser utilizados como

[TlD21] Comentário: Destacar esta parte pois ponto importante sua dissertação.

[RL22] Comentário: Colocar em negrito?

[RL23] Comentário:

[RL24] Comentário: Professor, procurei sobre isso no livro de Bioquímica do Harvey e ela não fala sobre terpenos. Também procurei no Solomons e não tem. O único livro que tem alguma coisa é o McMurry

medicamento, especiarias e perfumes. Os terpenóides podem ter cadeias abertas ou fechadas, anéis aromáticos ou conter oxigênio, porém os terpenóides que pertencem a função hidrocarboneto são conhecidos como terpenos e todos eles apresentam dupla ligação entre carbonos, sendo considerados assim um hidrocarboneto da classe dos alcenos (McMurry, 2016 p.292). Os terpenos possuem estruturas diferentes, porém todos são estruturados em blocos de 5 carbonos, a base dessas substâncias é conhecida como isopreno (figura 1) que possui fórmula molecular  $C_5H_8$  (Felipe & Bicas, 2016).

Os terpenos são classificados de acordo com o número de unidades de isoprenos que eles possuem, dessa forma os monoterpenos são formados por duas unidades de cinco carbonos, os sesquiterpenos são formados por três unidades, os diterpenos são formados por quatro unidades e por assim adiante (McMurry, 2016 p.293). Dessa forma podemos afirmar que os monoterpenos terão dez átomos de carbono em sua molécula, os sesquiterpeno quinze e os diterpenos vinte. Na tabela 2 pode-se encontrar exemplos de terpenos e terpenóides e na tabela 3 pode-se notar exemplos de estruturas de sesquiterpenos e sesquiterpenoides.

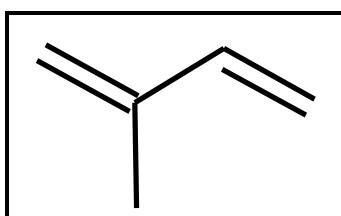


Figura 1 - Estrutura do Isopreno

Na tabela abaixo podemos ver alguns terpenos e suas aplicações.

Óleo o essencial	Principais constituintes
“Arnica-da-serra”	Sesquiterpenos (AR-diidroturmerona, AR-curcumeno, AR-turmerol, bisabolol, cadinol, cariofileno, nerolidol, orto acetoxi bisabolol, sesquicineol).
Bergamota	Ésteres de álcoois monoterpênicos (linalil acetato, neril acetato, geranil acetato); monoterpenos (limoneno, $\beta$ -pineno, $\gamma$ -terpineno); monoterpenoides (linalol, geraniol, geranial, neral).
Casca de laranja	Monoterpenos (limoneno, mirceno); sesquiterpenoides ( $\beta$ -sinensal, $\alpha$ -sinensal), sesquiterpeno (valenceno); monoterpenoides (decanal, linalol, neral, geranial, citronelal), outros compostos (octanal).
Copaíba	Sesquiterpeno: $\beta$ -cariofileno.
Cravo	Sesquiterpenos ( $\alpha$ -humuleno, cariofileno); compostos fenólicos

[TlD25] Comentário: Explicar o texto anterior o que significa um sesquiterpeno.

	(eugenol, eugenil acetato).
Folha de curry indiano	Sesquiterpenos ( $\beta$ -cariofileno, $\beta$ -gurjuneno, $\alpha$ -selineno).
Gengibre	Sesquiterpenos (zingibereno, AR-curcumeno, $\beta$ -sesquifelandreno, bisaboleno); monoterpenos (canfeno, $\beta$ -felandreno), monoterpenoide (1,8-cineol)
Hortelã pimenta	Monoterpenoide (isomentona, (-)-mentol, (-)-mentona, 1,8-cineol, mentofurano); monoterpeno (limoneno), álcoois (octan-3-ol, oct-1-en-3-ol).
Limão	Monoterpenos (limoneno, $\beta$ -pineno, $\gamma$ -terpineno); monoterpenoides (geranal, neral, citronelal, linalol); outros compostos (neril acetato, geranil acetato, nonanal).
Pimenta	Monoterpeno (sabineno).
Pinus	Monoterpenos (pinenos, car-3-eno, limoneno, mirceno).
Terebitina	Monoterpenos ( $\alpha$ -pineno, canfenos)
Toranja	Monoterpenos (limoneno, mirceno), monoterpenoide (decanal, linalol, citronelol, neral, geranal); sesquiterpenoide (nootkatona, $\beta$ -sinensal); outro composto (octanal).

Tabela 2 – composição dos óleos essenciais - adaptado de (Felipe & Bicas, 2016)

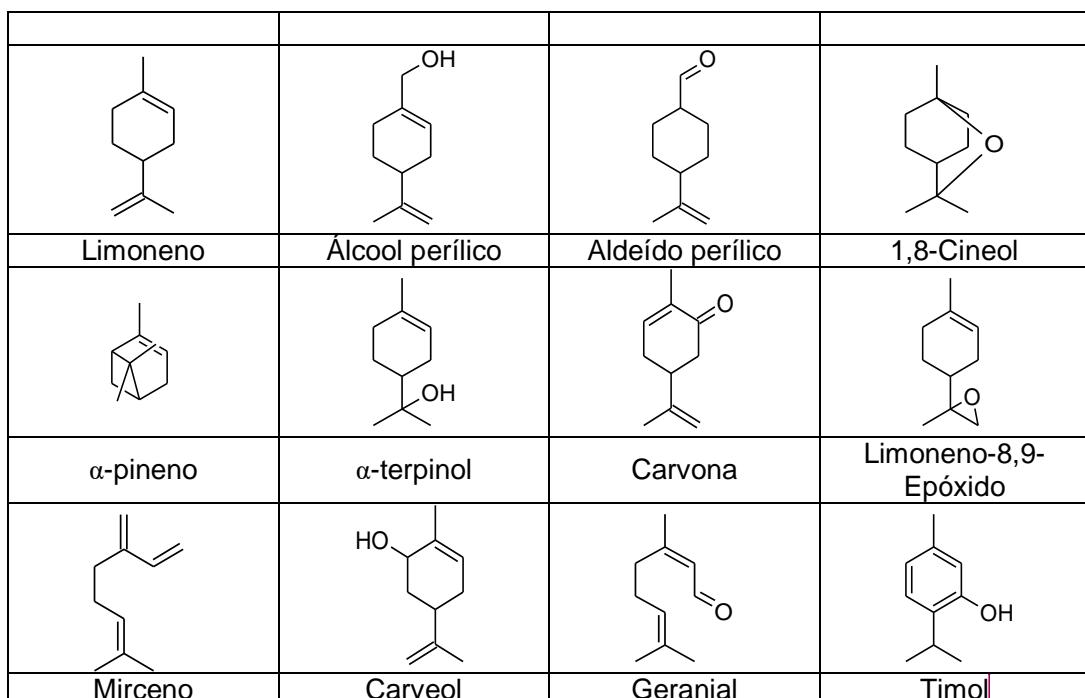


Tabela 3 - estrutura de terpenos e terpenoídes

**[TlDS26] Comentário:** Todas as figuras aqui precisam indicar a representação em cunha e também indicar a configuração absoluta e rotação óptica.

**[RL27] Comentário:** No texto ele só cita o R-limoneno, preciso colocar das outras substâncias também, mesmo sem saber se é ou S?

Os terpenos possuem uma presença muito grande em substâncias odorantes e é nessa propriedade que podemos estabelecer uma relação com a isomeria óptica, isômeros ópticos (tabela 2) podem apresentar aromas distintos (Souza, Barbosa, Souza, & Marçal, 2013).

(R)-(+)-Limoneno: aroma de laranja	S-(-)-Limoneno: aroma de terebitina
R - (+) - Carvonona: aroma de hortelã	S - (-) - Carvonona: aroma de alcarávia e endro
(1R, 2S, 5R) - (-) - mentol: aroma de hortelã e de frescor	(1S, 2R, 5S) - (+) - mentol: aroma de mentolado e canforado

Tabela 4 - estruturas dos isômeros ópticos do limoneno

Pode-se observar na tabela 4 a notação de R e S e os sinais de mais e menos antes dos nomes, além da notação em cunha nas estruturas. São consideradas substâncias opticamente ativas aquelas que são capazes de causar uma rotação no plano de polarização da luz, o conceito de luz polarizada foi discutido anteriormente. As substâncias que são capazes de rotacionar o plano da luz polarizada para direita, ou seja, no sentido do relógio, são chamadas de dextrogirras. As substâncias que são capazes de rotacionar o plano da luz polarizada

[TLdS28] Comentário: Aqui eu te peço que faça uma correção do texto, o termo aromático aqui se confunde com compostos voláteis com fragrância.

[TLdS29] Comentário: Colocar o sistema em Cunha completo.

para a esquerda, são chamadas de levogira. O sinal de mais (+) é utilizado para indicar a rotação para a direita e o sinal de menos (-) para a esquerda, dessa forma a substância (R)-(+)-Limoneno desvia a luz para a direita, pois possui o sinal de mais no seu nome, assim como a substância (1R, 2S, 5R) – (-) – mentol desvia a luz para a esquerda, já que possui o sinal de menos no seu nome. Esses sinais são exibidos entre parênteses.

As letras R e S são utilizadas designar a configuração absoluta do carbono quiral e foi proposta pelos cientistas Cahn, Ingold e Prelog. Deve-se seguir dois passos para a atribuição dessas letras.

**Passo 1:** atribuir uma ordem de prioridade aos quatro átomos ou grupos que estão ligados ao carbono quiral. Se os quatro átomos ligados ao carbono forem diferentes, o de maior número atômico terá a maior prioridade. Se dois átomos forem iguais, usaremos o átomo seguinte para definir a prioridade.

**Passo 2:** deve-se imaginar que o grupo de menor prioridade se encontra orientado para a parte de trás do tetraedro, ou seja, voltada para trás de nós. Se após isso a sequência de prioridade for no sentido horário, essa configuração será designada como R, caso esteja no sentido anti-horário será designada como S (figura 2). Nesse exemplo a ordem de prioridade é do Iodo (número atômico 53), seguido do Bromo (número atômico 35), depois o Cloro (número atômico 17) e por último o Hidrogênio (número atômico 1). Nota-se que na primeira estrutura a prioridade está seguindo o sentido horário, dessa forma será classificada como R e a segunda no sentido anti-horário, então será classificada como S (Morrison e Boyd, 1983, p. 173).

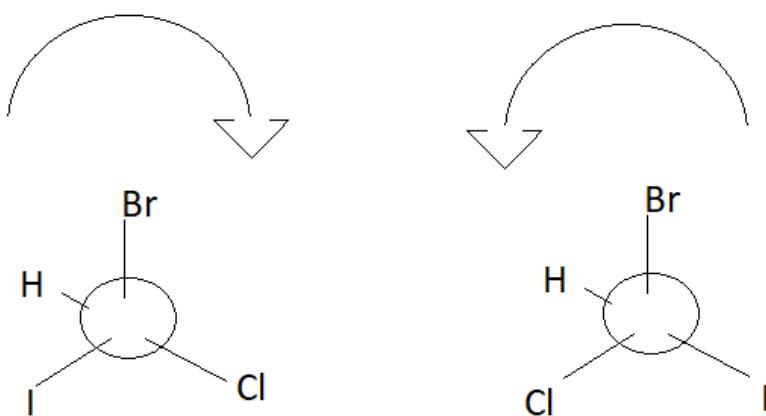


Figura 2 - configuração absoluta de Cahn, Ingold e Prelog

Ao observar o (1R, 2S, 5R) – (-) – mentol, observa-se que o prefixo R ou S aparece três vezes, isso ocorre porque essa substância possui três centros quirais, cada prefixo é para um dos centros quirais. O carbono 1 da estrutura possui configuração R, o segundo configuração S e o quinto configuração R (figura 3). Os outros carbonos da substância não são quirais.

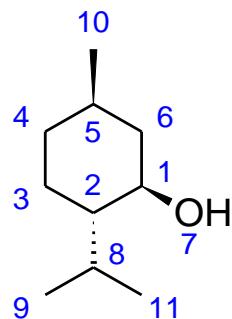


Figura 3 - estrutura do (1R, 2S, 5R) – (-) – mentol

Dois isômeros que são a imagem um do outro em um espelho plano, dizem-se enantiômeros.

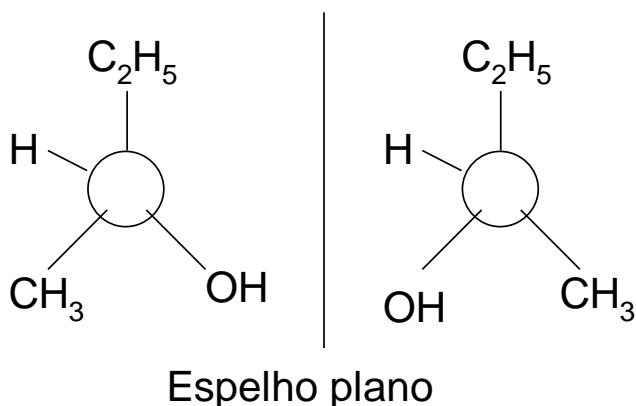


Figura 4 – representação dos enantiômeros do 2 – metil – butan – 1 – ol

Os enantiômeros possuem propriedades físicas idênticas, exceto pelo sentido da rotação do plano de polarização da luz. Na tabela 5 pode-se observar os dados das propriedades físicas do 2-metil-butan-1-ol.

	(+) – 2 metil – butan-1-ol	(-) – 2 metil – butan-1-ol
Rotação específica	+5,90°	-5,90°
Ponto de ebulição	128,9 °C	128,9 °C
Densidade	0,8193	0,8193
Índice de refração	1,4107	1,4107

Tabela 5 - propriedades físicas 2-metil-butan-1-ol Adaptado de (MORRISON; BOYD, 1983)

Por mais que os enantiômeros possuam propriedades físicas idênticas, as propriedades biológicas são diferentes, na tabela quatro foram citados exemplos de enantiômeros que possuem aromas distintos, essa é somente um exemplo de propriedades biológicas diferentes, diversos fármacos possuem propriedades distintas. Isso ocorre porque para ter propriedades biológicas a substância precisa de um receptor e todos os receptores são quirais, sendo assim cada substância possui um único receptor. Um receptor biológico que é capaz de receber um enantiômero R não será capaz de receber o enantiômero S (McMurry, 2016 p.163).

A química do ensino médio tem se baseado, fortemente, na memorização de conteúdos, sem que ocorra uma contextualização com o cotidiano dos alunos (Júnior & Silva, 2016). Além de não ser interessante para os alunos e tornar a aula monótona, a aula com essa metodologia está em desencontro com o que propõe a BNCC. Para Martins, Maria, & Aguiar (2003) a educação química tem como base a apropriação de conhecimentos químicos pelos alunos aliada a uma prática de ensino-aprendizagem que está relacionada ao cotidiano dos estudantes. Segundo o texto base da educação básica no Brasil, o conhecimento da química e das outras ciências da natureza está relacionado ao desenvolvimento social e econômico do país. Nessa perspectiva é importante que o aluno tenha uma boa base da química que norteia a vida.

## 6. METODOLOGIA

Como o objetivo da pesquisa é desenvolver uma metodologia que irá auxiliar na nossa prática, decidiu realizar-se uma pesquisa ação. A pesquisa ação tem como objetivo melhorar a sua prática, para isso você deve realizar intervenções que irão ocorrer durante o processo e irão melhorar a *práxis* (Tripp, 2005). Observe na figura 5 um esquema sobre a pesquisa ação.

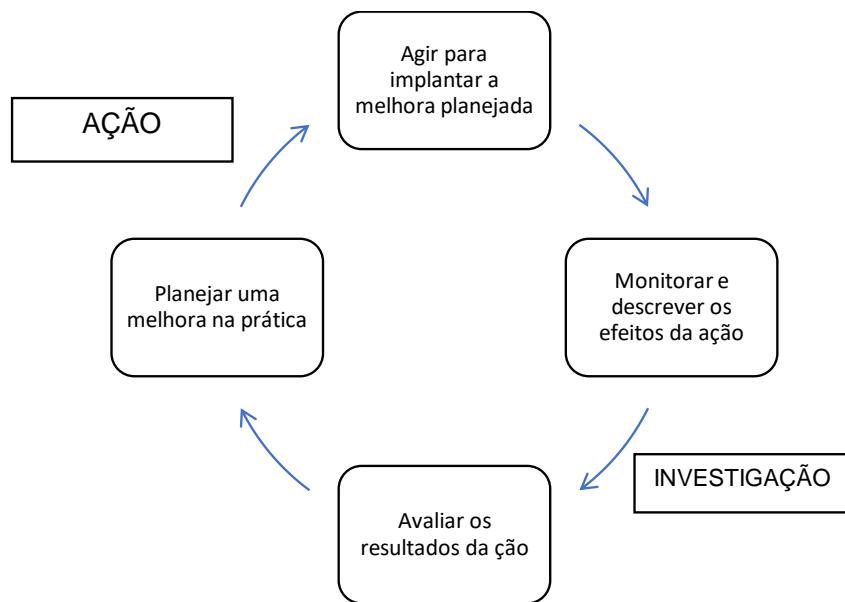


Figura 5 – Pesquisa-ação - Adaptado de (Tripp, 2005)

O registro de toda atividade foi feito através de câmera digital, ou celular e armazenado em sistema de alta resolução. O registro por imagem foi escolhido por ser capaz captar elementos da aprendizagem que não são textuais como expressões, gestos e articulações de linguagem. Além disto, o registrou nos possibilitou analisar os dados com mais clareza e realizar ações durante a pesquisa para melhorar a captação de dados.

A metodologia foi dividida em três fases, se decidiu fazer dessa forma para que entre uma fase e outra, com o auxílio dos vídeos, elementos fossem modificados para chegar ao resultado final.

## 6.1 Levantamento bibliográfico

A primeira fase consistiu na revisão bibliográfica sobre o tema, dividindo a pesquisa em três eixos: Isomeria óptica, Inclusão em ensino de química e formação inicial de professores. As bases selecionadas para a pesquisa foram a revista química nova na escola (QNESC), anais do encontro nacional de ensino de química (ENEQ), anais do simpósio brasileiro de educação em química (SIMPEQUI), a revista eletrônica de enseñanza de las ciências (REEC), a plataforma de pesquisa do periódicos capes e a plataforma ERIC, além do site de buscas Google. Na tabela 6 pode-se ver o número de trabalhos encontrados em cada uma das plataformas.

Plataforma	Número de trabalhos
QNESC	21
ENEQ	38
SIMPEQUI	28
REEC	11
Periódicos capes	7
ERIC	3

Tabela 6 – distribuição dos artigos por revistas

[TlDS30] Comentário: Como citado em outras tabelas.

Na tabela 7 temos a separação dos artigos por temas.

	Isomeria Óptica	Inclusão Escolar	Formação de professores	Isomeria e Inclusão
<b>QNESC</b>	11	7	3	0
<b>ENEQ</b>	2	29	7	0
<b>SIMPEQUI</b>	4	21	3	0
<b>REEC</b>	0	8	3	0
<b>CAPES</b>	0	6	1	0
<b>ERIC</b>	3	0	0	0
<b>Total</b>	20	71	17	0

Tabela 7 – distribuição dos artigos por assunto

Na tabela 8 pode-se observar o número de trabalhos voltados para alunos com deficiência visual.

	QNESC	ENEQ	SIMPEQUI	REEC	CAPES	ERIC
Número de trabalhos	6	10	10	4	6	0

Tabela 8- trabalhos sobre deficiência visual

Nenhum dos trabalhos publicados na REEC eram de química. Pode-se observar que não foi encontrado nenhum trabalho sobre isomeria em uma perspectiva inclusiva. Pode-se observar também que dos 108 trabalhos que foram encontrados, apenas 36 abordavam ou discutiam a inclusão escolar de deficientes

visuais. Uma quantidade muito grande dos trabalhos encontrados era destinada aos alunos surdos, dada a dificuldade de se adaptar expressões da química para a língua brasileira de sinais.

## 6.2 VERIFICAÇÃO DO PROTOCOLO

Nessa fase do trabalho nós decidimos realizar testes com alunos videntes. O objetivo desses testes foi o de ajustar os parâmetros do nosso trabalho, sabemos que alunos videntes e não videntes tem concepções históricas diferentes, mas mesmo assim achamos que seria importante fazer os ajustes.

Os ajustes foram realizados durante dois encontros, em cada um dos encontros um grupo diferente de alunos participou, mas todos eles são alunos de graduação do curso de licenciatura em química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O primeiro teste foi realizado no laboratório de química orgânica da UFRJ e com 3 alunos diferentes. Para realização da atividade nós montamos um suporte para a caixa de som com cano de PVC, como pode ser visto na figura 6, isso foi necessário para que pudéssemos ter as caixas de som distribuídas conforme o projeto. Esse suporte foi fixado junto ao banco que o aluno está sentado utilizando-se fita adesiva.



Figura 6 – aluno 1

As caixas foram dispostas ao redor do aluno afim de se simular um tetraedro figuras 7 e 8.

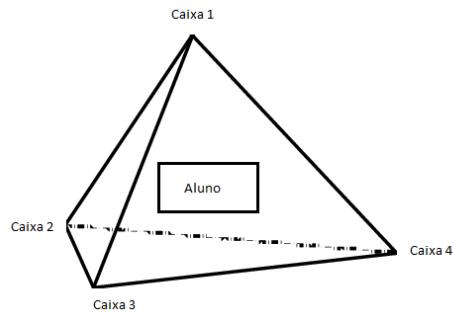


Figura 7 – disposição das caixas de som

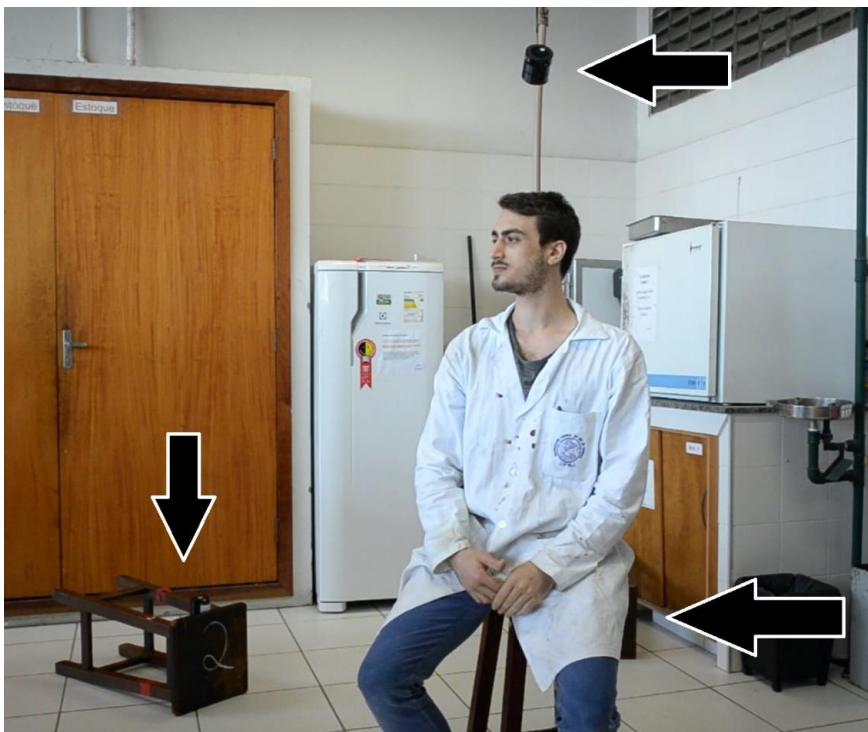


Figura 8 – disposição das caixas de som

As setas apontam a posição de cada uma das caixas de som, na imagem não pôde ser vista a quarta caixa de som, infelizmente o equipamento utilizado para o registro não tinha um ângulo suficiente para captar essa caixa., porém essa caixa estava posicionada a frente do aluno.

Para a execução dos sons foram utilizados 4 aparelhos com o sistema operacional android. Os aparelhos utilizados foram o Samsung galaxy mini 3, asus

zenfone 3, Samsung galaxy tab e Samsung s7. Qualquer aparelho, celular ou tablet, com sistema android poderia ser utilizado para esse fim.

Além dos aparelhos celulares, também foram utilizadas quatro caixas de som com sistema *bluetooth*. As caixas de som foram adquiridas pelo site de vendas Mercado Livre e podem ser acessadas no seguinte link [www.encurtador.com.br/hlmt6](http://www.encurtador.com.br/hlmt6). As quatro caixas eram idênticas para que uma possível mudança no som não interferisse no resultado final. Qualquer caixa de som que possa se comunicar com aparelhos através do *bluetooth* ou qualquer outro sistema de comunicação pode ser utilizada.

O aplicativo utilizado foi o piano crianças – músicas e canções, ele foi baixado gratuitamente na loja de aplicativos Google play e pode ser acessado pelo link [www.encurtador.com.br/fszN3](http://www.encurtador.com.br/fszN3). No site não é informada a configuração necessária do aparelho para que o aplicativo funcione, porém foi utilizado um aparelho que foi lançado no ano de 2012 e não houve problemas, dessa forma acredita-se que não seja necessário em um aparelho com muitos recursos para a utilização de aplicativo. Esse aplicativo não está disponível para o sistema IOS, porém outros aplicativos semelhantes são encontrados.

Para que o aluno pudesse representar a substância utilizou-se o modelo molecular denominado atomlig 107 e modelos construídos com bolas de isopor e palito de dentes. Esse modelo está disponível para compras no site [www.encurtador.com.br/mnwZ6](http://www.encurtador.com.br/mnwZ6). Não foi necessária a compra desse modelo pois eu já dispunha do mesmo.

Para a análise da frequência sonora emitida para cada um dos instrumentos utilizados na pesquisa utilizou-se o aplicativo *advanced spectrum analyzer PRO*, disponível no seguinte site [encurtador.com.br/prxzM](http://encurtador.com.br/prxzM). Esse aplicativo só está disponível para o sistema Android, tendo aplicativos semelhantes para o sistema IOS.

Afim de identificar cada um dos alunos participantes, nós os identificaremos por aluno 1, aluno 2 e aluno 3. Para cada um dos alunos participante, individualmente, uma sequência de sons foi executada (tabela 9) utilizando-se os recursos citados acima. O número de etapas de execução variou entre os alunos, pois quando um deles solicitava que o som fosse repetido, nós o

fazíamos. Dessa forma não podemos determinar quantas vezes cada um dos sons foi executado.

Instrumento	Nota
Teclado	Dó
Flauta	Ré
Guitarra	4 <sup>a</sup> Corda
Bateria	Prato

*Tabela 9 – instrumentos utilizados*

O Objetivo inicial era de realizar uma acuidade auditiva dos alunos para sabermos se os alunos são capazes de distinguir os sons escolhidos. A sequência de som executada foi a seguinte: Teclado – Flauta – Guitarra – Bateria.

Ao final da execução a seguinte pergunta foi realizada: “Os sons executados eram iguais ou diferentes? Quantos sons diferentes foram executados?”. Após obter as respostas, a mesma sequência sonora foi executada novamente, seguida das seguintes perguntas: “Qual foi o som mais grave executado? Qual foi o som mais agudo executado?”. A execução do som foi sempre seguida de perguntas, as outras perguntas realizadas podem ser vistas na tabela 10.

Pergunta 1	“Se você tivesse que relacionar os sons com uma massa, o som mais agudo será para uma menor massa ou maior massa?”
Pergunta 2	“Se você tivesse que relacionar os sons com uma massa, o som mais grave será para uma menor massa ou maior massa?”
Pergunta 3	“Você seria capaz de colocar os sons em ordem, do mais grave para o mais agudo?”
Pergunta 4	“Se os sons executados fossem relacionados com ligantes orgânicos, esses ligantes seriam iguais ou diferentes?”
Pergunta 5	“Sendo os ligantes diferentes, essa molécula seria uma molécula quiral?”
Pergunta 6	“Você seria capaz de representar essa substância utilizando o modelo atomlig?”

*Tabela 10 – perguntas realizadas*

**[TlDS31] Comentário:** Comentá de sempre

A utilização do modelo pode ser vista na figura 9



*Figura 9 – montagem da substância*

As mesmas perguntas foram feitas para os três alunos.

Em um segundo encontro dois alunos participaram da pesquisa, esses alunos serão denominados aluno 4 e aluno 5. Nesse dia nós decidimos refazer os testes que foram feitos no primeiro dia com o objetivo de acertar problemas que foram detectados. Uma das mudanças realizadas foi a localização. Nesse segundo dia utilizamos um espaço no prédio CCMN na ilha do fundão, dessa forma analisou-se o impacto do espaço sobre o som. A segunda alteração foi no comprimento do suporte da caixa de som, como pode ser visto na figura 10. Decidimos aumentar em um metro o comprimento do suporte, ficando assim com uma altura de três metros no total.



*Figura 10 – apresentação do suporte*

Durante a execução, nesse dia, alguns testes foram realizados com o objetivo de investigar a percepção do som pelo aluno. O primeiro teste foi criar-se um cone de papel ao redor da caixa de som (figura 11) e o segundo foi cobrir a caixa de som que estava posicionada atrás da aluna com um pano, afim de abafar o som.



*Figura 11 – adaptação da caixa de som*

Toda a sequência que foi apresentada anteriormente e utilizada no primeiro dia, também foi aplicada nesse dia.

### **6.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA**

A aplicação dessa pesquisa foi realizada no colégio federal Pedro II, campus São Cristóvão III, que fica localizado no bairro de São Cristóvão, na cidade do Rio de Janeiro, com um aluno da terceira série do ensino médio, no terceiro trimestre do ano letivo de 2018. A disciplina de química é ministrada nas três séries do ensino médio, tendo quatro tempos semanais de 45 minutos cada. Na terceira série do ensino médio a disciplina é dividida em físico-química e orgânica, tendo cada uma das áreas dois tempos semanais de 45 minutos cada, podendo cada área ser ministrada por um único professor ou não. O conteúdo de isomeria é explicado no segundo semestre do ano letivo.

O colégio conta com dois laboratórios para a disciplina Química, esses laboratórios são de uso exclusivo e não são divididos com outras disciplinas. O corpo docente possui nove professores de química, sendo sete professores efetivos e dois professores contratados. Entre os professores efetivos, seis possuem uma carga horária de 40 horas semanais com regime de dedicação exclusiva e um professor possui carga horária de 20 horas semanais. Entre os professores efetivos, um possui o cargo de coordenação tendo a sua carga horária reduzida para 20 horas. Os dois professores contratados possuem uma carga horária de 40 horas semanais, mas sem dedicação exclusiva.

Para auxiliar os alunos com NEE o colégio possui um núcleo de atenção a pessoas com necessidades específicas (NAPNE), esse espaço caracteriza-se como um espaço pedagógico responsável pelo atendimento a estudantes que são público alvo da educação especial e a estudantes com NEE. Cada campus possui o seu próprio NAPNE, dessa forma existe um núcleo exclusivo para atender os alunos do campus que essa pesquisa foi aplicada. Esse núcleo conta com um espaço e profissionais, técnicos, próprios (fonoaudiólogas, técnicos em assuntos educacionais, tradutores e intérpretes de libras, revisores de braille). Nesse espaço é possível encontrar materiais de suportes como modelos moleculares, maquetes, material assistivo e impressora braile. Os alunos são atendidos no NAPNE no contraturno das aulas e a nossa pesquisa foi aplicada durante um desses atendimentos. Todos os alunos com NEE são atendidas por esses profissionais, não só os alunos cegos ou de baixa visão. Os professores que realizam os atendimentos

são os mesmos professores das equipes, os profissionais do núcleo são responsáveis por auxiliar os professores nesses atendimentos.

Além do NAPNE, a escola possui o laboratório de aprendizagem (LA), esse espaço recebe alunos das séries iniciais do ensino fundamental I, pode ser caracterizado da seguinte forma:

Com uma dinâmica mais lúdica e abordagens diferenciadas, com base em teorias psicopedagógicas, psicomotoras e metacognitivas, o professor, que atua no Laboratório de Aprendizagem, tem como objetivo observar os níveis e modalidades de aprendizagem, as habilidades psicomotoras e as funções cognitivas e executivas das crianças encaminhadas que apresentam significativas dificuldades acadêmicas e/ou interpessoais, de maneira que, respeitando os seus ritmos de aprendizagem e os interesses individuais, possa intervir pedagogicamente em seu processo de aprendizagem e de socialização.

As atividades nesse espaço são desenvolvidas por professores com experiência ou formação em áreas como a Psicopedagogia, a Psicologia, a Neuroeducação e afins, e por fonoaudiólogas, que tem de investigar os obstáculos que impedem o desenvolvimento de competências para o aprendizado escolar.

A sala de recursos multifuncionais (SRM), constitui-se um espaço organizado com materiais didáticos, equipamentos e recursos pedagógicos especializados de tecnologia assistiva, no qual é oferecido um atendimento especializado em complementação e/ ou suplementação ao realizado em classe de ensino comum

A aplicação com o aluno com NEE, que será identificado como aluno 6, ocorreu em dois dias diferentes.

No primeiro dia foram realizados testes, afim de se obter a percepção espacial do som para ele, as mesmas perguntas que foram realizadas para os outros 5 alunos foram realizadas para ele, porém outras perguntas foram adicionadas. O maior problema encontrado com os alunos videntes é que eles não conseguiam identificar, corretamente, o local aonde o som estava sendo executado, dessa forma os testes a seguir foram realizados com o aluno com NEE para averiguar se ocorriam os mesmos problemas. Os testes foram realizados utilizando-se o laboratório da escola.

No primeiro encontro somente foi verificada a acuidade do aluno, o teste foi realizado da seguinte forma: um som era executado em uma das caixas de som e na sequência era solicitado que ele apontasse a direção de onde o som estava

vindo. Como queríamos saber se existia uma diferença na percepção entre os sons não ficamos presos aos sons mencionados na tabela 9, outros sons foram executados. No total esgotou-se todas as notas de todos os instrumentos, tendo isso executado, pelo menos, 48 sons diferentes. Como ouve a repetição de alguns sons a pedido do aluno não se pode precisar quantos sons foram executados ao todo.

O segundo encontro seguiu uma metodologia semelhante a dos cinco primeiros alunos participantes da pesquisa. Com o objetivo de acertar a posição correta do som, foi decidido executar o mesmo som nas quatro caixas, o primeiro instrumento escolhido foi o prato, esse som foi o que causou a maior confusão nos primeiros testes. Após a identificação da posição correta desse instrumento, foi decidido o instrumento que ficaria na posição acima da cabeça do aluno. Para uma melhor identificação do som executado a frente do aluno, foi necessário a colocação de uma folha de papel sobre a caixa de som, essa ação permitiu uma melhor identificação pelo aluno. Após todos os testes a configuração dos sons foi a encontrada na tabela 11.

<b>Instrumento</b>	<b>Posição em relação ao aluno</b>	<b>Lado</b>
Teclado	Frente	
Flauta	Acima	
Corda do Violão	Atrás	Direita
Prato de bateria	Atrás	Esquerda

*Tabela 11 – disposição dos instrumentos musicais*

Após a configuração da disposição do som foram realizadas as perguntas relacionadas ao tema da pesquisa.

## 7. Resultados e Discussão

Para que os resultados possam ser apresentados de forma mais clara, foi decidido apresentar os resultados individualmente por aluno, dessa forma divulgaremos as respostas para os testes realizados.

### 7.1 ALUNO 1

A execução de todos os testes durou aproximadamente 11 minutos.

	Pergunta	Resposta
1	“Os quatro sons executados são iguais ou diferentes?	Diferentes
2	“O som mais agudo está vindo de qual posição?”	Da caixa de cima (som de prato) - 1
3	“O som mais grave está vindo de qual posição?”	Da caixa da esquerda (som da corda de guitarra) - 4
4	“Você consegue colocar os sons em ordem do mais agudo para o mais grave?”	Prato – Flauta – Teclado - Corda
5	“Se você pudesse associar o som a massa do radical orgânico, você associaria o agudo ao mais leve ou mais pesado?”	Mais leve
6	Das possíveis geometrias para o carbono: linear, trigonal plana e tetraédrica. Qual delas nós estamos tentando reproduzir?	Tetraédrica
7	“Utilizando os modelos, você seria capaz de organizar a molécula correspondente aos sons executados?	O aluno montou corretamente (figura 15)
8	Uma nova sequência será executada, você deve observar se mudou o a ordem e se tiver mudado você deve fazer a mudança na estrutura	O aluno executou as mudanças corretas (figura 15)
9	Com seus conhecimentos de química orgânica, qual é a semelhança entre essas substâncias que você montou?	São isômeros
10	Qual tipo de isomeria	Isomeria de posição. (errou)

Tabela 12 – respostas do aluno 1



Figura 12 – montagem da molécula pelo aluno 1

## 7.2 ALUNO 2

A execução de todos os testes durou aproximadamente 17 minutos.

	Pergunta	Resposta
1	“Os quatro sons executados são iguais ou diferentes?	Diferentes
2	“O som mais agudo está vindo de qual posição?”	Flauta - Caixa da direita (2)
3	“O som mais grave está vindo de qual posição?”	Da caixa da esquerda (som da corda de guitarra) - 4
4	“Você consegue colocar os sons em ordem do mais agudo para o mais grave?”	Flauta – Bateria – teclado – corda
5	“Se você pudesse associar o som a massa do radical orgânico, você associaria o agudo ao mais leve ou mais pesado?”	Mais leve
6	Das possíveis geometrias para o carbono: linear, trigonal plana e tetraédrica. Qual delas nós estamos tentando reproduzir?	Tetraédrica
7	“Utilizando os modelos, você seria capaz de organizar a molécula correspondente aos sons executados?	O aluno montou corretamente (figura 16)
8	Uma nova sequência será executada, você deve observar se mudou o a	O aluno executou as mudanças corretas (figura 16)

	ordem e se tiver mudado você deve fazer a mudança na estrutura	
9	Com seus conhecimentos de química orgânica, qual é a semelhança entre essas substâncias que você montou?	São isômeros
10	Qual tipo de isomeria	Óptica

Tabela 13 – respostas do aluno 2

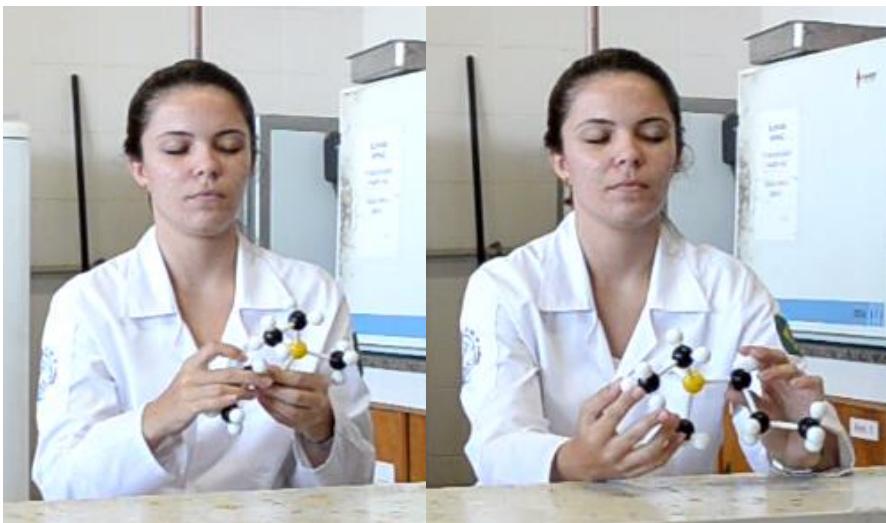


Figura 13 – montagem da molécula pelo aluno 2

### 7.3 ALUNO 3

A execução de todos os testes durou aproximadamente 15 minutos.

	Pergunta	Resposta
1	Os quatro sons executados são iguais ou diferentes?	Diferentes
2	O som mais agudo está vindo de qual posição?	Flauta - Caixa da direita (2)
3	O som mais grave está vindo de qual posição?"	Da caixa da esquerda (som da corda de guitarra) -
4	Você consegue colocar os sons em ordem do mais agudo para o mais grave?	Flauta – teclado – bateria – corda
5	Se você pudesse associar o som a massa do radical orgânico, você associaria o agudo ao mais leve ou mais pesado?	Mais leve
6	Das possíveis geometrias para o carbono: linear, trigonal plana e tetraédrica. Qual delas nós estamos tentando reproduzir?	Tetraédrica

7	Utilizando os modelos, você seria capaz de organizar a molécula correspondente aos sons executados?	O aluno não conseguiu montar
8	Uma nova sequência será executada, você deve observar se mudou o a ordem e se tiver mudado você deve fazer a mudança na estrutura	O aluno não conseguiu montar
9	Com seus conhecimentos de química orgânica, qual é a semelhança entre essas substâncias que você montou?	A pergunta não foi realizada
10	Qual tipo de isomeria	A pergunta não foi realizada

Tabela 14 – respostas do aluno 3

#### 7.4 ALUNO 4

A execução de todos os testes durou aproximadamente 20 minutos.

	Pergunta	Resposta
1	“Os quatro sons executados são iguais ou diferentes?	Diferentes
2	“O som mais agudo está vindo de qual posição	Flauta - Caixa da direita (2)
3	O som mais grave está vindo de qual posição?	Da caixa da esquerda (som da corda de guitarra) -
4	Você consegue colocar os sons em ordem do mais agudo para o mais grave?	Flauta – teclado – bateria – corda
5	Se você pudesse associar o som a massa do radical orgânico, você associaria o agudo ao mais leve ou mais pesado?	Mais leve
6	Das possíveis geometrias para o carbono: linear, trigonal plana e tetraédrica. Qual delas nós estamos tentando reproduzir?	Tetraédrica
7	Utilizando os modelos, você seria capaz de organizar a molécula correspondente aos sons executados?	O aluno montou corretamente (figura 17)
8	Uma nova sequência será executada, você deve observar se mudou o a ordem e se tiver mudado você deve fazer a mudança na estrutura	O aluno não conseguiu montar (figura 17)
9	Com seus conhecimentos de química orgânica, qual é a semelhança entre essas substâncias que você montou?	A pergunta não foi realizada
10	Qual tipo de isomeria	A pergunta não foi realizada

Tabela 15 – respostas do aluno 4



Figura 14 – manipulação do modelo pelo aluno 4

O aluno número quatro também apresentou dificuldade em identificar corretamente a posição dos sons, dessa forma foi decidido não realizar as perguntas nove e dez.

Devido as dificuldades que foram apresentadas com os alunos três e quatro, decidimos fazer testes e perguntas diferentes para a aluna cinco.

#### 7.5 ALUNA 5

as perguntas realizadas e as respostas realizadas para a aluna podem ser vistas na tabela 16.

PERGUNTA	Som	Posição da caixa em relação a aluna	RESPOSTA
Eu estou falando da sua frente ou estou atrás de você?	Voz	Frente	Na frente
Esse som está na sua frente ou atrás de você?	Teclado	Atrás	Na frente, mas está mais perto que você.
O som se movimentou?	Teclado	Atrás, porém mais próximo da aluna	Continua na frente, porém está mais perto de mim
O som está mais	-	-	Não sei dizer

perto de você ou eu estou mais perto de você?			
De onde está vindo esse som?	Flauta	Diagonal esquerda <sup>a</sup>	Apontou corretamente
De onde está vindo esse som?	Prato	Acima	Está do meu lado. Perto da orelha direita
De onde está vindo esse som?	Agogô	Acima	Atrás de mim
De onde está vindo esse som?	Prato	Acima	Não
De onde está vindo esse som?	Agogô	Acima	Não, parece que está na altura da minha cabeça, mas na frente dela (descrição por gestos da aluna)
<b>* A altura da caixa acima da cabeça foi alterada, ficando mais alta.</b>			
De onde está vindo esse som?	Prato	Acima	De cima
De onde está vindo esse som?	Agogô	Acima	Da frente
De onde está vindo esse som?	Teclado	Atrás	Na frente
De onde está vindo esse som?	Som feito com os dedos	Direita	Direita
De onde está vindo esse som?	Som feito com os dedos	Esquerda	Esquerda
De onde está vindo esse som	Som feito com os dedos	Atrás	Atrás
De onde está vindo esse som?	teclado	Atrás	Na frente
De onde está vindo esse som?	teclado	Atrás	Da frente
<b>*Um móvel foi colocado entre a caixa e a aluna. som de teclado</b>			
De onde está vindo esse som?	Som de teclado mais grave que o anterior	Atrás	Atrás
<b>*Um móvel foi colocado entre a caixa e a aluna.</b>			
De onde está vindo esse som?	O mesmo som de teclado que foi tocado na	Atrás	Atrás

*Um móvel foi colocado entre a caixa e a aluna. som de teclado mais grave que o anterior, com um pano para abafar o som	pergunta anterior.		
---	--------------------	--	--

Tabela 16 – perguntas realizadas a aluna 6

Após os testes que foram realizados na tabela 17, resolvemos realizar as perguntas semelhantes as que foram feitas aos outros alunos.

	PERGUNTAS	RESPOSTAS
1	Todos os sons são diferentes?	Sim
2	Quantos sons diferentes você identificou?	Quatro
3	Qual dos sons é o mais agudo? (não sei a definição de agudo)	Terceiro (som de corda)
4	Qual dos sons é o mais grave?	O último (som de prato)
5	Você consegue colocar os sons em ordem do mais agudo para o mais grave?	Corda – teclado – flauta - prato
6	Se você pudesse associar o som a massa do radical orgânico, você associaria o agudo ao mais leve ou mais pesado?	Maior massa
7	Entre hidrogênio, metil, etil e propril, qual desses representa o som mais agudo?	Hidrogênio
8	Qual das geometrias moleculares nós estamos tentando representar? Linear, trigonal plana ou tetraédrica?	Trigonal plana
9	Essa substância é uma substância quiral?	Sim
10	Você conseguiria montar a substância?	Montou corretamente (figura 18)

Tabela 17 – respostas da aluna 6



Figura 15 – manipulação do modelo pela aluna 6

Podemos ver nos resultados apresentados que os alunos um, dois, três e quatro responderam de forma semelhante, tendo o primeiro aluno se aproximado mais das respostas esperadas, o que não significa que sejam as certas. Não acreditamos que para essa pesquisa existam respostas certas ou erradas, a percepção do som pode variar entre indivíduos, além de ter uma ligação com a sua relação com o som ao longo da vida (Greenough, Black e Wallace, 1993). Pode-se observar que houve respostas diferentes para o som mais agudo, obtivemos respostas positivas para o som de prato e de flauta, porém o som mais grave foi comum aos três alunos. As ondas sonoras são ondas mecânicas e não são capazes de se propagar no vácuo, só podem se propagar em meios materiais, como o ar e a água. A audição humana é capaz de ouvir sons em um intervalo de 20Hz e 20 kHz, o som agudo possui uma frequência maior que o som grave. (Gustavo & Rodrigues, 2012).

**[TlDS32] Comentário:** Esta referência sustentaria a sua afirmação :

Esta referência foi retirada da Wikipedia, porém foi lida e os pontos da Introdução podem ser utilizados para sustentar a sua afirmação.

Na tabela 9 nós encontramos a relação de frequência para os instrumentos e notas escolhidas. Dessa forma conseguimos perceber que o som mais agudo é o emitido pelo prato da bateria e o mais grave por guitarra. Dessa forma a ordem do mais agudo para o mais grave seria a ordem observada na tabela 9. Todos os alunos terem relacionado o som da guitarra sendo o som mais grave nos fornece indícios de uma maior facilidade para identificação do som grave. Essa evidência será encontrada, novamente, com o aluno 6.

Instrumento	Frequência	
Bateria	6,1 KHz	Prato
Teclado	5,6 KHz	Dó
Flauta	1,8 KHz	Ré
Guitarra	1,2 KHz	4 <sup>a</sup> Corda

*Tabela 18 - tabela de frequência*

Para a pergunta sobre isomeria o aluno 1 confundiu os conceitos de isomeria plana e espacial. A resposta que foi dada por ele, isomeria de posição, é um conceito presente na isomeria plana. É comum entre os alunos confundirem os tipos de isomeria plana. A modificação na posição dos sons teve como objetivo apresentar estruturas enantioméricas.

Ao responder que o tipo de isomeria apresentada no experimento era a isomeria óptica, a aluna número 2 respondeu de forma genérica. Ao ser questionada se dentro da isomeria óptica ela conseguia estabelecer a relação entre as substâncias, a resposta dada foi não.

O terceiro aluno apresentou uma dificuldade que não era esperada por nós, segundo ele, não foi possível distinguir de onde estavam vindo os sons. A impressão que ele teve é que três sons estavam partindo de caixas que estavam atrás dele e um som estava partindo de uma caixa que estava a sua frente. Ele não conseguiu perceber que um dos sons estava saindo de uma caixa que estava acima da sua cabeça. Esse problema também foi encontrado com os alunos 5 e 6 o que nos levou a refletir sobre a influência do som na percepção espacial do aluno. Diante do problema apresentado pelo aluno 3, não foi possível realizar as perguntas sete, oito, nove e dez encontradas na tabela onze.

Os alunos um e dois não terem conseguido responder à pergunta de número dez demonstrou que o aprendizado dos conceitos de química deve romper com a educação bancária de transmissão do conteúdo. Ao longo do ensino médio e da graduação, os alunos puderam estudar os conceitos de isomeria, porém eles não conseguiram aplicar no momento desejado. Segundo Klausen (2015) uma aprendizagem sem contexto e desconectada das experiências prévias dos alunos proporciona ao aluno um abandono do que foi aprendido, além de uma desmotivação para aquele assunto. Para Paula e Bida (2008) quando o aluno utiliza uma aprendizagem mecânica, decorando os conteúdos, ele apresenta uma chance grande de esquece-lo, afinal aquele conteúdo fica armazenado de forma

isolada. Pode-se perceber pelas respostas dos alunos um e dois que eles sabiam do que se tratava a pergunta, porém eles não lembravam corretamente do conteúdo.

As respostas da aluna número cinco foi fundamental para que pudessemos ajustar a metodologia e realizar os ensaios com o aluno seis de forma mais segura. A resposta dela sobre não saber a diferença entre a definição de agudo e grave foi fundamental para refletirmos sobre a escolha do objeto educacional. Ao escolher passar um filme ou jogar um jogo, acreditamos que aquela atividade irá impactar em todos os alunos da mesma forma, porém a experiência anterior a atividade é fundamental para que a atividade alcance o objetivo desejado, porém as vivências anteriores são diferentes entre os alunos. Podemos reparar que mesmo após a explicação sobre a diferença entre graves e agudos, a aluna relacionou invertido, essa inversão fez com que ela fornecesse uma resposta, para a pergunta número seis da tabela número 17, diferente dos outros quatro alunos. Os quatro primeiros alunos relacionaram a massa mais leve ao som mais agudo, a aluna que não conhecia a definição de graves e agudos relacionou o som mais agudo a massa mais pesada, porém ao pedir para relacionar com um dos ligantes ela relacionou com o Hidrogênio, que entre os ligantes era o de menor massa. Ao final de tudo a aluna conseguiu montar a substância corretamente.

## 7.6 ALUNO 6

O aluno número seis é o aluno que apresenta baixa visão, ele apresenta uma acuidade visual de 10%, porém na época do experimento ele estava com um problema na lente e estava com uma visão abaixo disso. Devido os problemas apresentados com os alunos três, quatro e cinco, foi resolvido que o primeiro encontro com o aluno seis seria para realizar testes e calibrar o experimento. Afim de entender a relação do aluno com o som, foram feitas as perguntas da tabela 19.

Pergunta	Resposta
Você já estudou música?	Não
Você gosta de ouvir música?	Sim
Com que frequência você escuta música?	Eu escuto muita música
Quais são os estilos músicas que você mais ouve?	Jazz, MPB, Rock e Pop americano.

Tabela 19 – perguntas realizadas ao aluno 6

De acordo com as respostas o aluno nunca estudou música, mas gosta muito de ouvir músicas.

Com o objetivo de identificar se ele conseguiria indicar a posição de origem do som, decidiu-se tocar uma sequência de notas, do mais grave para o mais agudo, em todas as quatro caixas de som, nessa etapa todos os instrumentos foram utilizados. De acordo com as respostas dele pode-se concluir que os sons mais graves são mais fáceis de serem identificados na posição correta. Para os sons agudos, depende da posição da caixa. O som agudo quando é executado na caixa de som que está posicionada acima da cabeça dele é mais difícil de ser reconhecido, ele não percebe que o som está saindo de cima da cabeça dele, segundo o aluno parece que o som está atrás da sua cabeça. O som agudo quando é executado nas caixas que ficam na frente ou atrás do aluno não causam grande confusão, ele consegue perceber que está vindo do local correto.

Cada vez que um som era executado era solicitado que ele apontasse de onde o som estava saindo, dessa forma as sete notas musicais de cada instrumento foram executadas. Ao sair de um som mais grave para um som mais agudo ele dizia que a caixa teria mudado de lugar, porém a caixa permaneceu o tempo todo no mesmo local. Essa resposta do aluno foi semelhante nas quatro caixas, tendo uma maior confusão na caixa acima da sua cabeça.

Essa etapa foi deveras importante para que descidíssimos quais instrumentos seriam utilizados na etapa seguinte e quais notas musicais.

Podemos dividir o segundo encontro com o aluno com NEE em duas etapas. A primeira etapa foi utilizada para configuração da posição do som, os resultados encontrados podem ser vistos na tabela 20.

Pergunta	Som	Posição da caixa em relação a aluna	Resposta
De onde está vindo esse som?	prato	frente	atrás
De onde está vindo esse som?	prato	superior	atrás
De onde está vindo esse som?	prato	atrás a esquerda em cima de uma cadeira	atrás a esquerda
De onde está vindo esse som?	flauta	acima	acima
De onde está vindo esse som?	corda de violão	atrás a direita com a caixa no chão.	atrás a esquerda
De onde está	corda de violão	atrás a direita,	atrás a esquerda

vindo esse som?		porém em cima de uma cadeira	
De onde está vindo esse som?	corda de violão	atrás a direita, porém em cima de uma cadeira e mais próximo do aluno	atrás a direita
De onde está vindo esse som?	teclado	na frente do aluno com a caixa no chão	atrás
De onde está vindo esse som?	teclado	na frente do aluno com a caixa na cadeira	atrás
De onde está vindo esse som?	teclado	na frente do aluno com a caixa na cadeira e um papel por cima da caixa	na frente

Tabela 20 – perguntas realizadas ao aluno 6

Na segunda etapa foram realizadas as perguntas referentes ao tema de isomeria, as respostas podem ser vistas na tabela 21.

	Pergunta	Resposta
1	Quantos sons diferentes foram executados	Quatro
2	Você conseguiria dizer quais são os instrumentos?	Piano, flauta, prato de bateria e violão
3	Se você tivesse que relacionar o som dos instrumentos com a massa de uma substância química, o de maior massa terá um som mais grave ou agudo?	Mais grave
4	Se você tivesse que relacionar o som dos instrumentos com a massa de uma substância química, o de menor massa terá um som mais grave ou agudo?	Mais agudo
5	Na sua opinião, qual dos sons é o mais grave?	Violão
6	Na sua opinião, qual dos sons é o mais agudo?	Som de prato
7	Qual dessas geometrias corresponde a esse experimento?	Geometria tetraédrica
8	Se cada som correspondesse a um grupo orgânico, esses grupos seriam iguais ou diferentes?	Diferentes
9	Pode-se dizer que temos quatro grupos diferentes ligados ao carbono?	Sim
10	Você lembra da classificação do carbono que possui quatro ligantes diferentes?	Carbono quiral
11	Entre esses dois modelos, qual dos modelos corresponde a sequência de sons executados?	Escolheu corretamente
12	Entre esses dois modelos, qual dos modelos corresponde a sequência de sons executados?	Escolheu corretamente
13	Você lembra o que um espelho plano faz com a	não

	imagem?	
14	Se eu levantar a minha mão direita na frente do espelho, o meu reflexo levantará a mão direita?	Não, ele levantará a mão esquerda
15	Então eu posso afirmar que a imagem é invertida?	Sim
16	Esses dois modelos anteriores representam a imagem invertida um do outro?	Sim
17	Você lembra o nome da relação que existe quando uma molécula quiral é a imagem invertida da outra?	Isomeria de posição

Tabela 21 - respostas do aluno 6

Pode-se observar que na primeira etapa algumas modificações e adaptações tiveram que ser feitas para que o resultado alcançado fosse o esperado. Essas modificações serão necessárias todas as vezes que um experimento desse tipo for realizado, por mais que os resultados para os 6 alunos foram semelhantes, a interação do aluno com o objeto será determinada pela sua experiência anterior. Além disso, o espaço de execução da atividade também irá interferir, como mobílias ou o pé direito da sala. O som terá uma interação diferente conforme o número de objetos presentes no espaço.

Na pergunta número três o aluno fez um comentário do motivo de tal associação, segundo ele um objeto mais pesado ao cair emite um som mais agudo do que um objeto mais leve, como exemplo ele citou um desmoronamento de uma pedreira, que segundo ele seria um objeto muito pesado e com um som muito grave. Para a pergunta número 7 foi fornecido ao aluno os modelos das figuras 16, 17 e 18. Ficou decidido não utilizar mais o modelo atomlig pois esse estava desmontando e a trapalhando o aluno, além de ter poucas opções de tamanhos, o que dificulta na montagem do carbono quiral.

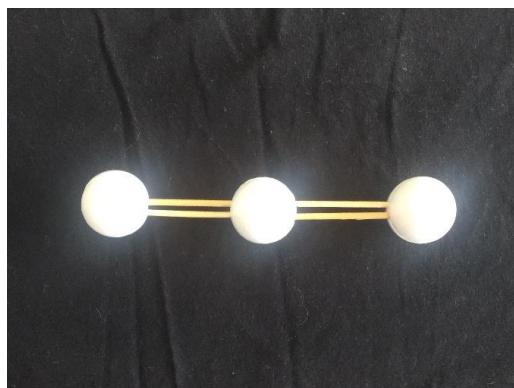


Figura 16 – geometria linear

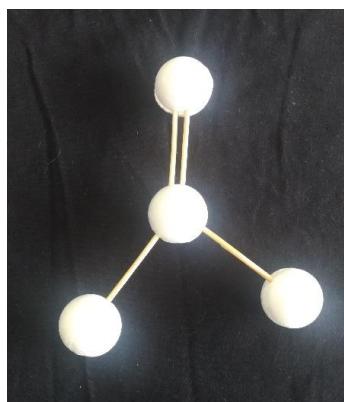


Figura 17 – geometria trigonal plana

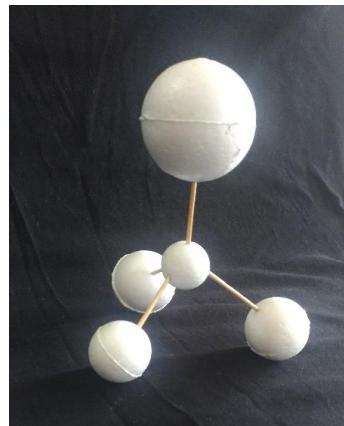


Figura 18 – geometria tetraédrica

Na pergunta 11 a sequência de sons executados foi a mesma da tabela 20. Ao entregar os dois modelos da figura 19 o aluno soube identificar corretamente qual dos modelos correspondia ao som executado. Para realizar a pergunta número 12 os sons do prato e do violão foram invertidos, ficando o violão a direita e o prato a esquerda. Ao entregar novamente os modelos das figuras 19 o aluno soube identificar corretamente o modelo, percebendo a modificação na posição dos sons. Pode-se observar que as moléculas apresentadas na figura 19 são enantiômeras.

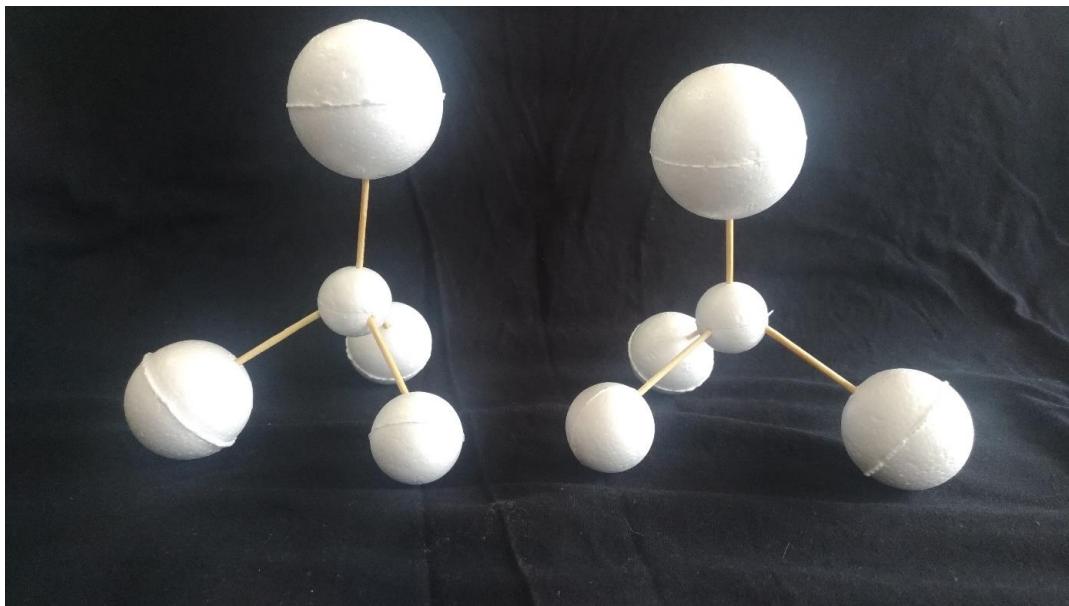


Figura 19 - enantiômeros



Figura 20 – manipulação do modelo pelo aluno 6

Pode-se observar que o aluno 6 cometeu o mesmo equívoco do aluno 1 ao responder à pergunta 17, sendo que um possui NEE e o outro não, sendo assim percebe-se que a dificuldade de aprendizagem de um tema não é específico de

alunos com NEE, os dois alunos quando foram submetidos aos mesmos estímulos apresentaram respostas semelhantes. No ambiente escolar é comum associar o fracasso escolar ao aluno, frases como “esse aluno é desinteressado” ou “esse aluno não quer nada com a vida” só rotineiras nos corredores escolares, porém podemos observar que alunos com especificidades diferentes e vidas diferentes apresentam respostas semelhantes para as mesmas perguntas.

Para Leontiev (1978) apud Edit (2007) o aprendizado é uma apropriação da experiência vivida e dessa forma permite que cada indivíduo desenvolva capacidades e características inerentes aos seres humanos, dessa forma o aprendizado escolar depende das experiências que os alunos são submetidos, somando-se as experiências vividas anteriormente que já formam uma gama de aprendizados. Para Vigotski (1991) o aprendizado deriva da interação social, somente dessa forma o estudante é capaz de se apropriar de saberes e construir o seu próprio conhecimento. De acordo com Cristina et. al (2006) o desempenho acadêmico de um determinado aluno tem relação direta com suas habilidades sociais, estudantes com maiores pontuações em habilidades sociais tendem a apresentar um melhor rendimento acadêmico.

A sociedade tem por hábito padronizar hábitos e comportamentos, pessoas com desvios dessas normas tendem a ser encaradas como não normais, assim também é na escola, essa atitude prejudica os alunos com NEE, pois trata eles de forma homogênea, porém cada aluno é único na sua forma de aprender (M. Aparecida & Souza, 2001). Podemos considerar então que o aprendizado não depende da visão ou do tato, para que o aluno consiga apossar-se de um conhecimento ele precisa explorar todas as funções psíquicas possíveis. As práticas pedagógicas desenvolvidas pelos professores devem possibilitar aos alunos o desenvolvimento de todas as funções superiores e sentidos, não ficar restrito somente a visão ou memória.

## 8. Conclusão

O grande número de alunos com NEE nos faz refletir sobre a importância de pensarmos uma educação para todos, uma educação inclusiva de verdade. Durante muitos anos esses alunos viveram a margem da educação, ou foram tratados como incapazes, criando até escolas especiais para receber-los. Porém sabe-se hoje que muitos estudantes possuem alguma necessidade específica que o faz aprender diferente dos outros alunos, aqueles que são considerados “normais” pela sociedade. A falta de formação dos educadores e do corpo técnico da escola pode se tornar um dificultador da inserção dos alunos com NEE em turmas regulares, além disso a falta de materiais didáticos e adaptação do espaço escolar pode ser um entrave na inclusão desses alunos.

O conceito de dificuldade de aprendizagem muitas vezes atribuída aos alunos com NEE surgiu com o propósito de explicar o constante fracasso escolar de alguns alunos, os casos desses estudantes começaram a ser estudados nos anos de 1960, mas só no meio da década de 70 e nos anos 80 é que começou a se entender melhor esses casos (Correia, 2004). A dificuldade de aprendizagem está incluída no grupo dos alunos com NEE, porém os alunos cegos não estão, necessariamente, incluídos no grupo de alunos com dificuldade de aprendizagem, eles aprendem como qualquer aluno vidente, a não ser que além da cegueira ele apresente também outras dificuldades.

A falta de acessibilidade das escolas, no quesito espacial e de adaptação de material, é um dos motivos que levam ao fracasso de alunos com NEE, o espaço escolar ainda é marcado por preconceitos e estigmas que dificultam a inclusão e o sucesso de alunos com NEE, dessa forma poucos são os professores que acreditam no potencial desses alunos (Ribeiro, 2004). Pode-se observar que esses alunos são encarados como estudantes com dificuldade de aprendizado, e dessa forma são vistos como coitados e não são incluídos no espaço educacional, principalmente pelo pouco investimento realizado pela escola no aprendizado desses alunos.

A falta de um dos sentidos ou de alguma habilidade nos faz focar nessa ausência, sem procurar uma habilidade que possa ser explorada. Segundo Batista (2004) através de uma busca cuidadosa pode-se descobrir habilidades quando a falta de habilidade é o padrão. Para isso é importante que se foque no estudante,

observando como ele interage com os objetos de aprendizagem que foram apresentados a ele, dessa forma pode-se perceber a habilidade que se sobrepõe, no caso dos estudantes cegos pode ser o reconhecimento tátil, auditivo, a memória dentre outros. De acordo com Hueara et. al (2006) o estudante cego é capaz de extrapolar a identificação de objetos usando outros sentidos além do tátil, desde de que seja estimulado para isso. Para isso o jovem utiliza conhecimentos prévios além de informações passadas pelo mediador da ação.

Podemos observar que na nossa pesquisa o aluno com NEE não utilizou somente o recurso tátil para identificação dos objetos, o tato foi utilizado, apenas, para a confirmação de alguma informação. Para Vygotski (1991) a utilização da audição e do tato não devem ser utilizados para substituir a visão, esses sentidos devem ser explorados como uma ferramenta única, sendo o desenvolvimento de uma habilidade do aluno que é superior à aquela que está ausente, no caso da nossa pesquisa é a visão. Um sentido não deveria ser utilizado para substituir o outros, ele deve ser utilizado por se tratar de uma função superior importante.

A preparação de um ambiente adequado para a recepção de um aluno com NEE, assim como o desenvolvimento de materiais para a execução do projeto se mostrou uma ferramenta importante para a obtenção de bons resultados na pesquisa. Se a pesquisa tivesse sido realizada totalmente com o alugo cego, sem ter tido os primeiros testes com os alunos videntes, talvez não tivéssemos tido os mesmos resultados que foram obtidos, já que muitos ajustes foram feitos a partir dos resultados encontrados com esses alunos. Apesar da escola receber alunos cegos e ter o NAPNE que auxilia no ensino-aprendizagem, ela não é uma escola totalmente preparada para eles, tendo muitos obstáculos como escadas e mesas em ambientes de convivência. Na execução da pesquisa com o tivemos a preocupação de preparar corretamente o espaço, tirando mobílias da sala que seria utilizada além de outros objetos que poderiam atrapalhar a sua locomoção.

Diante dos resultados encontrados em nossa pesquisa pode-se concluir que a utilização de recursos sonoros se mostra uma importante ferramenta no processo de ensino-aprendizado e ainda é um recurso pouco explorado no ensino. Não obtivemos resultados ao buscar pesquisas semelhantes a nossa, mostrando então que pesquisadores podem abordar esse tema em sua pesquisa, já que a inclusão de alunos com NEE em escolas regulares, com o fim de escolas especiais,

é um processo sem volta. As poucas pesquisas em Química para alunos com NEE também mostra a importância de professores da educação básica e superior se debruçarem sobre esse tema.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, W. G. (2017). A guia-interpretação no processo de inclusão do indivíduo com surdocegueira. *Educar em Revista*, (65), 167–181. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.49000>
- Anelise, M. R., & Almeida, M. P. (2012). Formação de professores de Química na perspectiva da inclusão de alunos cegos ., 2012.
- Aparecida, K., & Smith, P. (2017). Análise da construção de conhecimento significativo utilizando a produção de curtas metragens no ensino de química orgânica, 16, 117–131.
- Aparecida, M., & Souza, G. De. (2001). A INCLUSÃO DE ALUNOS COM NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS E OS IMPASSES FRENTE À CAPACITAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DA EDUCAÇÃO BÁSICA: UM ESTUDO DE CASO 1, 1–8.
- Araújo, R. S., Malheiro, J. M. S., & Teixeira, O. P. B. (2015). Uma Análise das Analogias e Metáforas Utilizadas por um Professor de Química Durante uma Aula de Isomeria Óptica. *Química Nova na Escola*, 37(1), 19–26. <https://doi.org/10.5935/0104-8899.20150004>
- Atkins, Peter; Jones, L. (2012). *Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente* (5º ed). Porto Alegre.
- Bagatin, O., Simplício, F. I., Santin, S. M. O., & Santin Filho, O. (2005). Rotação da luz polarizada: Abordagem histórica com proposta de trabalho em Sala de Aula. *Química Nova na Escola*, (21), 34–38. Recuperado de <http://www.qnesc.sqb.org.br/online/qnesc21/v21a07.pdf>
- Benite, C. R. M., Benite, A. M. C., Bonomo, F. A. F., Nobre, G. V., Araújo, R. J. de S., & Alves, D. R. (2017). A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. *Química Nova na Escola*, 39(3), 245–249. <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160081>
- Caetano, N., Mendonça, S., Prado De Oliveira, A., & Canavarro Benite, A. M. (2017). O Ensino de Química para alunos surdos Relatos de sala de aula, 39(4), 347–355. <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160093>
- CAMARGO, Éder Pires. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de mecânica. *Ciência & Educação*, [S. I.], 2010.
- CAMARGO, Éder Pires; NARDI, Roberto; VERASZTO, Estéfano Vizconde. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [S. I.], 08 ago. 2008.
- Correia, D. E. M. (2004). Problematização das dificuldades de aprendizagem nas necessidades educativas especiais, 2, 369–376.
- Costa, M. J. (2007). CARBOHYDECK: A Card Game To Teach the Stereochemistry of Carbohydrates. *Journal of Chemical Education*, 84(6), 977. <https://doi.org/10.1021/ed084p977>
- Dalb, A. C., Eixo, P., Resumo, C., & Brasileiras, U. (2008). Formação inicial de professores de química no brasil e a perspectiva da educação inclusiva.

Dias, Marian Ávila de Lima e; Rosa, Simone Conceição; Andrade, Patrícia Ferreira. Os professores e a educação inclusiva: identificação dos fatores necessários à sua implementação. *Psicol. USP*, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 453-463, Dec. 2015. Available from <[http://www.scielo.br/scielo.php?Script=sci\\_arttext&pid=S0103-65642015000300453&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0103-65642015000300453&lng=en&nrm=iso)>. Access on 15 Apr. 2019. [Http://dx.doi.org/10.1590/0103-656420140017](http://dx.doi.org/10.1590/0103-656420140017).

Felipe, L. O., & Bicas, J. L. (2016). Terpenos: compostos majoritários de óleos essenciais. *Química e Sociedade*, 39(2), 120–130. <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160068>

Fernandes, T. C., Hussein, F. R. G. S., & Domingues, R. C. P. R. (2017). Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. *Química Nova na Escola*, 39(2), 195–203. <https://doi.org/10.21577/0104-8899.20160076>

Ferreira, A. C. D. L., Vilas-Boas, T. de J. R., Silva, A. B. D. S. M., Araújo, T. de S., Santos, L. M. dos, & Souza, D. B. de. (2015). Formação do professor mediador: inclusão e intervenção psicopedagógicas. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, (06), 238. <https://doi.org/10.17979/reipe.2015.0.06.623>

Fiorucci, A. R., Soares, M. H. F. B., & Cavalheiro, É. T. G. (2002). Alguns ácidos orgânicos do nosso cotidiano. *Química Nova na Escola*, (15), 6–10.

França, V.V. (org). *Teoria da comunicação: conceitos, escolas e tendências*. 5<sup>a</sup> edição, Petrópolis, Editora vozes, P. 39-60, 2005

Gonçalves, F. P., Regiani, A. M., Auras, S. R., Silveira, T. S., Coelho, J. C., & Hobmeir, A. K. T. (2013). A Educação Inclusiva na Formação de Professores e no Ensino de Química: A Deficiência Visual em Debate. *Química Nova na Escola*, 35(4), 264–271.

Greenough W, Black J, Wallace C (1993). "Experience and brain development". In Johnson M. *Brain Development and Cognition*. Oxford: Blackwell. Pp. 319–322. [ISBN 978-0-631-18222-1](#). [OCLC 25874371](#)

Gustavo, L., & Rodrigues, P. (2012). Sobre a Não -Linearidade De Fenômenos Acústicos E O Funcionamento Da Flauta Transversa: Uma Incursão Pela Acústica, 156–179. <https://doi.org/10.5007/2175-7941>

Hueara, L., Molina, C., Souza, L. De, Melgaço, M. B., & Tavares, S. (2006). O - - :, 351–368.

Júnior, W.; Francisco, W. (2006). Os aminoácidos e a constituição das. *Química Nova na Escola*.

Júnior, A. I. D., & Silva, J. R. R. T. da. (2016). Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS. *Química Nova na Escola*, 38, 60–69. <https://doi.org/10.5935/0104-8899.20160010>

Lewis, D. E. (2010). The protocenter concept: A method for teaching stereochemistry. *Journal of Chemical Education*, 87(6), 604–607. <https://doi.org/10.1021/ed100187q>

- Mantoan, M. T. E. (2017). Inclusão social. *Inclusão Social*, 10(2), 37–46. Recuperado de <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/4030/3366>
- Martins, A. B., Maria, L. C. de S., & Aguiar, M. R. M. P. de. (2003). As Drogas no Ensino de Química. *Química Nova na Escola*, 18, 18–21.
- Morrison, Robert Thornton; BOYD, Robert Neilson. Química Orgânica. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1983
- OLIVIA, Diana Villac. Barreiras e recursos à aprendizagem e à participação de alunos em situação de inclusão. *Psicol. USP* [online]. 2016, vol.27, n.3 [citado 2019-04-15], pp.492-502. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?Script=sci\\_arttext&pid=S0103-65642016000300492&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0103-65642016000300492&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 0103-6564. [Http://dx.doi.org/10.1590/0103-656420140099](http://dx.doi.org/10.1590/0103-656420140099)
- Paula, G. M. Ca., & Bida, L. G. (2008). a Importância Da Aprendizagem Significativa, 2–20. Recuperado de <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1779-8.pdf>
- Rezende, G. A. A., Amauro, N. Q., & Rodrigues Filho, G. (2016). Desenhando Isômeros Ópticos. *Química na escola*, 38, 133–140.
- Ribeiro, S. L. (2004). ESPAÇO ESCOLAR : UM ELEMENTO ( IN ) VISÍVEL NO CURRÍCULO, (75), 103–118.
- Rocha, E. F. (2005). Eucenir Fredini Rocha 1 , Maria do Carmo Castiglioni 2, 97–104.
- ROCHA, TB., and MIRANDA, TG. A inclusão de alunos com deficiência no ensino superior: uma análise de seu acesso e permanência. In: DÍAZ, F., et al., orgs. Educação inclusiva, deficiência e contexto social: questões contemporâneas [online]. Salvador: EDUFBA, 2009, pp. 27-37. ISBN: 978- 85-232-0928-5. Available from scielo Books .
- Role, T. H. E., The, O. F., Mediation, I. T. S., The, I. N., Of, P., & Knowledge, D. O. F. ([s.d.]). Revista conteúdo artigo, 30–38.
- Silva, R. da, Pires, M. J. R., Azevedo, C. M. N., Ferraro, C. S., & Thomaz, E. (2015). Kit Experimental para Análise de CO 2 Visando à Inclusão de Deficientes Visuais. *Química Nova na Escola*, 37(1), 4–10.
- Souza, F. V. M., Barbosa, M., Souza, D. P. De, & Marçal, R. M. (2013). Fitoterapia ( – ) -Carvone : Antispasmodic effect and mode of action, 85, 20–24.
- Tripp, D. (2005). Pesquisa-ação: uma introdução metodológica\* Pesquisa-ação-Participação-Investigação-ação-Metodologia de pesquisa. *Educação e Pesquisa*, 31(3), 443–466. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022005000300009>
- Vigotski, L. S. (2011). A defectologia e o estudo do desenvolvimento e da educação da criança anormal [1924-31]. *Educação e Pesquisa*, 37(4), 861–870. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022011000400012>
- Vigotski, L. S. (1991). A Formação Social da Mente. *Psicologia*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2009.11.008>
- Vigotsky, L. S. (2011). <Http://Www.Luzimarteixeira.Com.Br/Wp-Content/Uploads/2011/03/Aprendizagemedesenvolvimentointelectualnaideescolar.Pdf>. Recuperado de <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-Content/Uploads/2011/03/Aprendizagemedesenvolvimentointelectualnaideescolar.Pdf>

content/uploads/2011/03/aprendizagemedesenvolvimentointelectualnaidadeescolar.pdf

Xavier, L. L. V., Silva, P. H. C., Félix, J. R., Benite, C. R. M., & Benite, A. M. C. (2012). O ENSINO DE QUÍMICA PARA DEFICIENTES VISUAIS: CONCEPÇÕES DOS FORMADORES DE PROFESSORES ACERCA DA INCLUSÃO Introdução Conclusões Resultados e Discussão, 2012.