

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE**  
**NACIONAL**

**ADAPTAÇÕES MULTISSENSORIAIS EM ROTEIROS EXPERIMENTAIS DE**  
**LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA E DE CIÊNCIAS NATURAIS PARA ALUNOS**  
**COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

**MAURO CAFÉ DA SILVA**

**RIBEIRÃO PRETO**

**2022**

MAURO CAFÉ DA SILVA

**ADAPTAÇÕES MULTISSENSORIAIS EM ROTEIROS EXPERIMENTAIS DE  
LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA E DE CIÊNCIAS NATURAIS PARA ALUNOS  
COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, do Departamento de Química/Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo.

Orientadora: Profa. Dra. Glaucia Maria da Silva Degrève

Ribeirão Preto

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

SILVA, Mauro Café da

Adaptações multissensoriais em roteiros experimentais de livros didáticos de Química e de Ciências Naturais para alunos com deficiência visual. Ribeirão Preto, 2022.

96 p. : il. ; 30 cm **Versão Corrigida.**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Ensino de Química.

Orientador: DEGRÈVE, Glaucia Maria da Silva

1. Ensino de Química 2. Ensino de Ciências 3. Deficiência Visual 4. Atividades Experimentais 5. Adaptação de Roteiros

MAURO CAFÉ DA SILVA

**ADAPTAÇÕES MULTISSENSORIAIS EM ROTEIROS EXPERIMENTAIS DE  
LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA E DE CIÊNCIAS NATURAIS PARA ALUNOS  
COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, do Departamento de Química/Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto/Universidade de São Paulo.

Aprovado em: 30/09/2022

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Glauca Maria da Silva Degrève

Instituição: Universidade de São Paulo – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras  
de Ribeirão Preto – Departamento de Química

---

Profa. Dra. Greice de Souza Vertuan

Instituição: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

---

Profa. Dra. Beatriz Vivian Schneider Felício

Instituição: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à minha filha Isabella e à minha esposa Claudia, razões do meu existir.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Glaucia Maria da Silva Degrève, pelo aceite, pelos ensinamentos e direcionamento no pensamento e execução deste projeto.

Aos colegas do programa, aos professores e a todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho. A troca de experiências e vivência foi enriquecedora!

À secretaria do Programa de Pós-Graduação por todo apoio acadêmico.

Agradecimento à CAPES pela bolsa concedida. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

À minha esposa e filha, amores meus, pela paciência e dedicação.

À Deus, pelo dom de enxergar a vida.

## EPÍGRAFE

*“A inclusão acontece quando se aprende com as diferenças e não com as igualdades.”*

(FREIRE, 1996)

## RESUMO

A motivação para o desenvolvimento desta pesquisa originou-se nos desafios vivenciados pelo pesquisador em sala de aula para o ensino de Química de alunos com deficiência visual (DVs), incluídos em uma escola pública de Ensino Médio de Ribeirão Preto, e no número reduzido de propostas didáticas encontradas na literatura especializada nessa área, no tocante às atividades práticas. Assim, o objetivo deste trabalho foi a adaptação de roteiros de aulas práticas encontrados em livros didáticos de Química e de Ciências Naturais do Ensino Médio de forma a torna-los inclusivos. A proposta foi adaptar, como produto educacional, roteiros de experimentos no contexto da didática multissensorial, auxiliando na construção do conhecimento dos alunos DVs e videntes. Foi proposto o uso de materiais adaptados já existentes, que são acessíveis e viáveis nas escolas públicas para uso em aulas práticas, de modo que alunos com ou sem deficiência visual possam compreender e ampliar o conteúdo teórico das aulas. Estas práticas de laboratório adaptadas podem auxiliar o trabalho docente no Ensino de Química e Ciências Naturais, de modo que o educador possa ressignificar suas aulas, tornando-as inclusivas e atrativas e, também, podendo contribuir para a socialização no ambiente escolar.

Palavras-chave: Ensino de Química, Ensino de Ciências, Deficiência Visual, Atividades Experimentais, Adaptação de Roteiros.



## ABSTRACT

The motivation for the development of this research project originated in the challenges experienced by the researcher in the classroom for the teaching of Chemistry to students with visual impairments (DVs), included in a public high school in Ribeirão Preto, and in the number reduced number of didactic proposals found in the specialized literature in this area, regarding practical activities. Thus, the objective of this work was to adapt scripts for practical classes found in high school Chemistry and Natural Science textbooks, so that they are inclusive. The proposal was to adapt, as an educational product, scripts of experiments in the context of multisensory didactics, helping to build the knowledge of DVs and visionaries students. It was proposed to use existing adapted materials, which are accessible and viable in public schools for use in practical classes, so that students with or without visual impairment can understand and expand the theoretical content of the classes. These adapted laboratory practices can help the teaching work in the Teaching of Chemistry and Natural Sciences, so that the educator can re-signify his classes, making them inclusive and attractive and also being able to contribute to socialization in the school environment.

Keywords: Chemistry Teaching, Science Teaching, Visual Impairment, Experimental Activities, Script Adaptation

## **LISTA DE SIGLAS**

ADEVIRP – Associação dos Deficientes Visuais de Ribeirão Preto e Região

AVA – Ambiente Virtual de Aprendizagem

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

DV – Deficiente Visual

EFAPE – Escola de Formação e Aperfeiçoamento de Profissionais da Educação do Estado de São Paulo

LDBEN – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação e Cultura

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

PROFQUI – Programa De Mestrado Profissional em Química

SCIELO – Scientific Eletronic Library Online

SEDUC – Secretaria de Educação do Estado de São Paulo

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Régua plástica com alto relevo em Braille .....	31
Figura 2: Cola em alto relevo .....	31
Figura 3 Balança semi-analítica adaptada para deficientes visuais .....	32
Figura 4: Balança de escala tríplice adaptada para uso por deficientes visuais.....	33
Figura 5 Detalhe da escala de acrílico com o indicador metálico de posição.....	33
Figura 6: Ligações elétricas para a sinalização sonora de fim de pesagem.....	33
Figura 7: Aplicativo para balança analítica .....	34
Figura 8: Montagem do circuito do audiotermômetro. ....	35
Figura 9: Termômetro vocalizado.....	35
Figura 10: pHmetro vocalizado .....	36
Figura 11: Indicador de nível de líquidos.....	37
Figura 12: Indicador de nível de líquidos.....	37
Figura 13: Medidor de volumes adaptado .....	37
Figura 14: Coleção de livros – Química.....	49
Figura 15: Coleção de livros - Multiversos Ciências da Natureza.....	50
Figura 16: Densidade do material.....	56
Figuras 17 e 18: Tipos diferentes de materiais (vidro, isopor e massa de modelar) e densidade .....	58
Figura 19: Aparato experimental (calorímetro).....	61
Figura 20: tensão superficial da água.....	63
Figura 21: Sequência do experimento de tensão superficial com purpurina. ....	64
Figura 22: Como construir um forno solar doméstico .....	69
Figura 23: fluxo de calor nas reações exotérmica e endotérmica. ....	71
Figura 24: Aparato para experimento .....	72
Figura 25: luz laser que curva dentro da água .....	74
Figura 26: Representação esquemática do experimento .....	76
Figura 27: Reação de antiácido efervescente em pó e em comprimido .....	79
Figura 28: Cebola in natura .....	80
Figura 29:DNA (e outros componentes celulares) em tubo de vidro ao final de um experimento de extração do DNA de cebola.....	82
Figura 30: Resultado da extração de DNA de diferentes frutas e vegetais. ....	83
Figura 31: Massa de pão em copo de água em dois momentos diferentes .....	84
Figura 32: Demonstração da fermentação alcoólica. ....	87

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	14
1. INTRODUÇÃO .....	17
1.1. Introdução ao tema .....	17
1.2. Problemática.....	21
1.3. Justificativa .....	22
1.4. Objetivos.....	23
1.4.1. Objetivo Geral .....	23
1.4.2. Objetivos Específicos.....	23
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	25
2.1. A Experimentação no Ensino de Ciências .....	25
2.2. A Experimentação no Ensino de Ciências para alunos com Deficiência Visual.....	28
2.3. Materiais e equipamentos de laboratório adaptados para deficientes visuais .....	30
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	39
3.1. Educação inclusiva .....	39
3.2. Didática da Multissensorialidade.....	43
4. METODOLOGIA .....	47
4.1. Livros didáticos utilizados .....	47
4.1.1 Coleção Química .....	48
4.1.2 Coleção Multiverso – Ciências da Natureza .....	49
4.2. Propostas de adaptações.....	52
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	54
5.1 Conceitos abordados nos roteiros.....	55
5.2. Roteiros Adaptados .....	56
5.2.1. Roteiro 1 – Estudo da flutuação dos materiais .....	56
5.2.2. Roteiro 2: A energia liberada pelos alimentos.....	60
5.2.3. Roteiro 3: Tensão superficial: será que a <del>agulha</del> <i>purpurina</i> afunda?.....	63
5.2.4. Roteiro 4: Forno solar – tipo caixa.....	66
5.2.5. Roteiro 5: Variação de calor nas reações químicas.....	70
5.2.6. Roteiro 6: Fibra óptica: a luz faz curvas?.....	72
5.2.7. Roteiro 7: Força Centrípeta .....	75

5.2.8.	Roteiro 8: Estudando a velocidade das reações .....	78
5.2.9.	Roteiro 9: Extraíndo o DNA da cebola .....	80
5.2.10.	Roteiro 10: Produtos do Metabolismo .....	84
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	88
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	90

## APRESENTAÇÃO

Durante 28 anos de vivência em sala de aula, na disciplina de química para o ensino médio público e privado, sempre me deparei com a dificuldade dos alunos, em geral, no entendimento da matéria, uma vez que é necessária a articulação entre o macroscópico, que os alunos conseguem ver a olho nu, e o submicroscópico. Segundo Molena (2018), entender que o mundo é formado por partículas extremamente pequenas que se movimentam e de espaços vazios entre elas não é fácil para todos, e por meio das propriedades dessas partículas temos que conseguir explicar as propriedades do mundo que vemos.

A química, assim como a física, proporciona um melhor entendimento do mundo ao nosso redor. A compreensão de conhecimentos básicos acerca da matéria é fundamental para se ter consciência do que não pode ser facilmente representado. O conhecimento transmitido na escola abre portas para que os alunos tenham condições de escolha entre as mais variadas áreas de atuação. A falta de transmissão desses conhecimentos a alunos com deficiência visual torna-se inadmissível, no contexto da educação inclusiva.

Em minha trajetória na educação, por várias vezes me deparei com alunos com deficiência em sala de aula. Em 2007, mudei-me para Ribeirão Preto, São Paulo, e iniciei como docente efetivo na Escola Estadual Prof. Cid de Oliveira Leite. Esta escola sempre teve alunos deficientes visuais (DVs) inseridos no ensino regular, o que me despertou interesse em buscar maneiras efetivas de lidar com estes estudantes, de modo a fazer com que pudessem acompanhar e compreender os conceitos apresentados na disciplina.

Nesta época, deparei-me com limitação de bibliografia especializada, principalmente de atividades experimentais voltadas para alunos com deficiência visual parcial ou total, o que dificultava muito sua compreensão.

A escola possuía uma sala de recursos pedagógicos com dispositivos e equipamentos para apoio educacional do aluno DV nas diversas disciplinas. Os alunos eram inseridos nas turmas regulares, e no contra-turno utilizavam esta sala como apoio, com uma professora especialista em alunos com deficiência visual.

Nesta época, conheci a Associação dos Deficientes Visuais de Ribeirão Preto e Região (ADEVIRP)<sup>1</sup>. Trata-se de uma instituição sem fins lucrativos, que visa colaborar ativamente para o processo de desenvolvimento e de inclusão educacional, cultural, profissional e social das pessoas com deficiência visual. Fundada em 1998 pela Presidente, Professora e Psicóloga Marlene Taveira Cintra, a ADEVIRP fornece serviços gratuitos e permanentes para mais de 200 deficientes visuais de 37 cidades da macrorregião de Ribeirão Preto - SP e sul de Minas Gerais. Tem a missão de contribuir para o desenvolvimento humano e a inclusão educacional e social das pessoas com deficiência visual (cegas ou com baixa visão), com ações, recursos e serviços que visam melhorar a qualidade de vida e a convivência sociofamiliar, sempre em parceria com as famílias, escolas, e comunidade em geral.

Durante meu período como docente na escola Cid de Oliveira Leite, desenvolvi atividades que auxiliavam no processo de inclusão, na área de Ciências Naturais, além de projetos que foram elaborados durante as Feiras de Ciências, em ambientes e salas temáticas, desenvolvendo práticas de ensino inclusivas.

Também fiz supervisão de estágio de alunos do Curso de Licenciatura em Química da USP de Ribeirão Preto, dentro do contexto de vivência nas aulas regulares, de modo a desenvolver adaptações aos alunos DVs (SILVA; ARAGÃO; SILVA, 2017).

Em 2018, ao ter a oportunidade de ingressar no Programa de Mestrado Profissional em Química, surge a ideia de uma revisão acerca da abordagem do conteúdo prático do livro didático adotado na escola, com adaptações dos experimentos para os alunos com deficiência visual e propostas de melhoria no ensino de química voltado para estes estudantes. Neste ano o livro adotado era Química de Ciscato et al da editora Moderna<sup>2</sup>.

No ano de 2020 aceitei o desafio de iniciar como docente em uma escola PEI, programa de ensino Integral. Em 11 de março de 2020, uma doença que havia surgido no final de 2019, a Covid 19, foi caracterizada pela OMS como uma pandemia, com surtos em vários países e regiões do mundo<sup>3</sup>. Foi um ano difícil, atípico, início da pandemia de coronavírus, onde tivemos que reaprender a ensinar, e em grande parte do ano, este ensino foi remoto. Novas ferramentas tiveram que ser aprendidas, uso de computador no lugar do quadro negro, digitações no lugar

---

<sup>1</sup> Página da Adevirp na Internet: <https://adevirp.com.br/>.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://pnld2018.moderna.com.br/-/quimica-ciscato-pereira-chemello-e-proti>.

<sup>3</sup> Notícia disponível em: <https://www.paho.org/pt/covid19/historico-da-pandemia-covid>.

do giz, *webcam*, aulas remotas, *classroom*, relatórios, falta de contato, distanciamento, tudo novo e, digamos, assustador.

O ano foi chegando ao fim, com a esperança de que tudo voltasse ao normal. Mas ela logo deu lugar à incerteza, a doença chegou à minha casa, perdas dolorosas aconteceram.

Em 2021, me transferi para a Escola Estadual Cônego Barros, também em Ribeirão Preto. De volta ao ensino regular, mais um ano de pandemia. Seguimos, agora, num ensino híbrido, com algumas aulas presenciais, outras à distância. O foco da escola é o aluno inserido dentro de um contexto multidisciplinar. Os livros adotados apresentam esta visão, com o estudo da química vinculado às bases das ciências naturais, física e biologia. A coleção adotada é a Multiversos – Ciências da Natureza,

A ideia inicial de adaptar experimentos a fim de facilitar a compreensão pelos alunos DVs foi mantida. Existem várias maneiras de se trabalhar com estes alunos, mas, em alguns casos, algumas práticas são completamente impossíveis. Mesmo assim, o foco deve sempre ser naquilo que é possível. Da mesma forma, caso o experimento não funcione em sua totalidade, fica a lição de que as falhas acontecem, e devem ser identificadas e melhoradas, a cada tentativa.

As questões que debatem o uso do método adequado de ensino em situações em que há dificuldades no processo de alfabetização mostram que a literatura não se esgota ali, sendo apenas o ponto de partida para novas metodologias.

Serão abordadas algumas práticas experimentais das duas coleções de livros já trabalhadas em aula, Química e Multiversos – Ciências da Natureza. Apresentaremos adaptações em cada roteiro, buscando alinhar a seqüência didática mais adequada para a compreensão de todos os alunos, videntes e DVs.



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Introdução ao tema

A política educacional, relacionada à educação especial, propõe o conceito de necessidades educacionais especiais que, no Brasil, popularizou-se a partir da divulgação da Declaração de Salamanca (1994). Essa conceituação teria por finalidade retirar o foco dos diagnósticos de deficiência e colocá-lo sobre as necessidades de aprendizagem (GARCIA, 2006).

A educação especial vem ganhando novos contornos, por conta de suas mudanças conceituais e estruturais. Tal movimento está relacionado à adoção de uma perspectiva inclusiva para a educação nacional, que ganhou definições particulares quando voltada aos sujeitos que constituem o público-alvo das políticas de educação especial, ou seja, aqueles com deficiências, altas habilidades e transtornos globais do desenvolvimento (BRASIL, 2001a).

No artigo 5º da Resolução CNE/CEB 2/2001, que define quem são os alunos com necessidades educacionais especiais, o Parecer CNE/CEB 17/2001 define a população atendida pela educação especial:

alunos que apresentam deficiências (mental, visual, auditiva, física/motora e múltiplas); condutas típicas de síndromes e quadros psicológicos, neurológicos ou psiquiátricos, bem como de alunos que apresentam altas habilidades/ superdotação (BRASIL, 2001b, p. 19).

O Parecer CNE/CEB 17/2001 amplia a ação da educação especial, afirmando o conceito de necessidades educacionais especiais como “nova abordagem”, trabalhando na perspectiva da inclusão:

não apenas as dificuldades de aprendizagem relacionadas a condições, disfunções, limitações e deficiências, mas também aquelas não vinculadas a uma causa orgânica específica, considerando que, por dificuldades cognitivas, psicomotoras e de comportamento, alunos são frequentemente negligenciados ou mesmo excluídos dos apoios escolares (BRASIL, 2001b, p. 19).

No tocante à educação especial na perspectiva inclusiva, deve ser considerada, na constituição dos cursos de formação, a inclusão das questões relativas à educação dos alunos com necessidades especiais nos programas de formação. A simples inserção de disciplinas e/ou

conteúdos específicos não atribui à formação docente uma perspectiva orgânica acerca da educação dos sujeitos da educação especial.

Entre as mudanças ocorridas em relação à modalidade educação especial ao longo do tempo, destacam-se: a sua inserção formal na educação básica e na educação superior; a definição do público-alvo como aquele constituído por alunos com deficiências, altas habilidades e transtornos globais do desenvolvimento; entre outros.

De acordo com Saviani (1986), aprender é desenvolver a capacidade de processar informações e organizar dados resultantes de experiências ao passo que se recebe estímulos do ambiente. O grau de aprendizagem depende tanto do aluno quanto do professor e do contexto da sala de aula. Inicialmente o professor, através do diálogo e observação, precisa verificar aquilo que o aluno já sabe. O aluno, por sua vez, procura compreender o que o professor tenta explicar. Quando ocorre a aprendizagem, significa que o aluno conseguiu sintetizar e apropriar-se das informações recebidas pelo professor, passando a ter uma visão mais clara do conteúdo trabalhado, bem como do mundo que o cerca.

É inegável a dificuldade que muitos estudantes têm no aprendizado de disciplinas relacionadas às Ciências Naturais. De forma particular, o ensino de Química é, muitas vezes, praticado de forma puramente tradicional e descontextualizado, desencadeando uma desmotivação por parte do discente (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

O Ensino de Química pode acontecer em três níveis:

O primeiro, denominado macroscópico, refere-se àquilo que é possível ver e manusear, e que permite descrever as propriedades de um material ou sistema. O segundo é o nível representacional ou simbólico, no qual as substâncias e fenômenos químicos são representados por meio de símbolos, fórmulas e equações. O terceiro nível, denominado microscópico e mais sofisticado, compreende a “manipulação mental” de partículas (sub) microscópicas como átomos, íons e moléculas, com o intuito de explicar as observações pertencentes ao primeiro nível. (JOHNSTONE, 1982, apud SOUZA; CARDOSO, 2009, p. 238).

O caráter experimental da disciplina é parte fundamental para a compreensão e aprendizado pelos alunos em geral. No entanto, ainda existe pouca frequência da experimentação nas aulas de Ciências, mais especificamente na disciplina de Química, embasada na falta de recursos ou materiais adequados. Isto vai além, quando os professores se deparam com alunos com algum tipo de necessidade especial nas salas de aula.

Em se tratando de alunos com necessidades especiais, destacamos os deficientes visuais, que serão citados como DVs:

A deficiência visual refere-se à diminuição da resposta visual, em virtude de causas congênitas ou adquiridas. Esta diminuição da resposta visual pode variar de leve a severa, ou até a ausência total da resposta visual. Quando se tratar de diminuição de capacidade visual severa, significa que estamos nos referindo às pessoas com visão subnormal ou baixa visão, já a ausência total da resposta visual refere-se à cegueira. (SILVEIRA, 2009, p.18).

Sob o enfoque educacional, cego é aquele que não utiliza a visão para a aprendizagem e que necessita de sistemas Braille ou sistemas que verbalizam textos em computadores. Já o aluno com baixa visão é aquele que apresenta resíduo visual que lhe permite ler impressos com o auxílio de recursos didáticos e equipamentos especiais.

Um marco inicial para a Educação Inclusiva como processo educacional surge com a Declaração de Salamanca, elaborada durante a Conferência Mundial de Educação Especial (ARANHA, 2003) que recomenda uma pedagogia centrada no aluno, ou seja, que atenda a suas necessidades, especiais ou não. A declaração prorroga a inclusão para diversidade, em que tem como objetivo integrar as deficiências diversas e dar apoio necessário, na idade adequada e em ensino regular. Também, as escolas devem acolher todas as crianças indiscriminadamente, considerando em especial suas diferenças.

A educação especial na perspectiva inclusiva prevê a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais nas escolas regulares, e é um direito de todos. Vem desde muitos anos, buscando sua institucionalização e normatização do ensino igualitário, com qualidade, preservando o respeito às diferenças contidas no ambiente escolar, mas se fortaleceu a partir dos anos 1990, com a promulgação da lei 9.394/96 que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996).

Sousa e Sousa (2016), analisando a literatura existente e as políticas públicas direcionadas à educação inclusiva, concluíram que a responsabilidade não é apenas do educador, mas sim de todos envolvidos neste processo, como é o caso da comunidade escolar e da sociedade em geral. Eles fomentam a importância da qualificação dos educadores para a educação especial, priorizando o desenvolvimento da criticidade no ambiente escolar. Faz-se necessário a desmistificação sobre a deficiência visual e uma mudança de concepção para a dissociação do ver e do aprender, o que provavelmente, viabilizará o ensino e aprendizagem dos alunos com ou sem visão.

Outro fator de suma importância é a formação dos professores e de pessoas com capacidade de oferecer o atendimento aos educandos especiais nas creches, pré-escolas, centros de educação infantil, escolas regulares de ensino fundamental, médio e superior, bem como em instituições especializadas e outras instituições, constituindo uma prioridade para o Plano Nacional de Educação. Não há como ter uma escola regular eficaz quanto ao desenvolvimento e aprendizagem dos educandos especiais sem que seus professores, demais técnicos, pessoal administrativo e auxiliar sejam preparados para atendê-los adequadamente (GARCIA, 2013).

No âmbito do Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2000), registra-se a atenção dedicada ao preparo/formação dos profissionais que atendem aos “educandos especiais” nas escolas regulares e nas instituições especializadas, e revela que a proposta de escola inclusiva no período se aproximava de uma compreensão de inclusão processual, desenvolvida em diferentes espaços físicos e institucionais.

Na formação inicial é preciso superar a dissociação entre teoria e prática e entre a formação pedagógica e a formação no campo dos conhecimentos específicos que serão trabalhados na sala de aula. A formação continuada assume particular importância, em decorrência do avanço científico e tecnológico e de exigência de um nível de conhecimentos sempre mais amplos e profundos na sociedade moderna. Este plano, portanto, deverá dar especial atenção à formação permanente (em serviço) dos profissionais da educação.

O professor da modalidade educação especial deve ser um gestor dos recursos de aprendizagem dos alunos, e que num contexto de multifuncionalidade deve ter, uma formação eclética (GARCIA, 2013)

Nobre (2020) aponta que o professor tem papel fundamental para motivar a inclusão de todos os alunos em sala de aula, seja deficiente ou não, a partir de como conduz as aulas e como faz uso de recursos didáticos bem planejados.

Os recursos didáticos são muito importantes na educação, em especial para aqueles alunos com deficiência visual, que apresentam dificuldade de contato com o ambiente físico e carência de material adequado. Da mesma forma que os demais, eles necessitam de motivação para aprendizagem, o que pode ser feito pelo aproveitamento da sua percepção tátil e a consequente facilitação da descoberta de detalhes (NASCIMENTO et al., 2010).

As informações tátil, auditiva, sinestésica e olfativa são mais desenvolvidas pelas pessoas cegas porque elas recorrem a esses sentidos com mais frequência para decodificar e guardar na memória as informações. Sem a

visão, os outros sentidos passam a receber a informação de forma intermitente, fugidia e fragmentária (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007, p.15).

O professor deve sempre considerar outras possibilidades, estimulando a aptidão para substituir ou compensar a falta de visão, fazendo intervir os outros sentidos, com possibilidade de interpretação. Neste contexto, o uso de materiais adaptados, que desenvolvam estes sentidos, tem grande importância.

Existem materiais que, mediante certas alterações, prestam-se para o uso em atividades experimentais no ensino de alunos DVs. Neste caso estão os instrumentos de medir, como o metro, a régua, os mapas de encaixe, os jogos etc. (CERQUEIRA, FERREIRA, 2000). Além destes, equipamentos importantes e passíveis de adaptações, temos termômetro, pHmetro, balança, entre outros. Atualmente também já existem vários aplicativos que auxiliam no dia a dia, e nas atividades escolares, de alunos DVs.

## **1.2. Problemática**

A dificuldade em ensinar o conteúdo de química para os alunos com deficiência visual, esbarra em estudos mais dirigidos ao contexto de compreensão, já que o aspecto espacial depende muitas vezes do tátil juntamente com o áudio, para finalizar o raciocínio e o aprendizado.

Os estudantes com deficiência visual podem e devem ser incluídos nas atividades práticas, observando adaptações eventuais. O contato é benéfico para todos, pois estimula o respeito e conscientização dos demais alunos. Com a inclusão nessas atividades o aluno passa a reconhecer e adaptar-se em novo ambiente, conhecendo obstáculos e evitando acidentes.

Entretanto, acerca das aulas práticas, surgem alguns questionamentos:

- Um aluno com alguma deficiência visual pode ser capaz de descobrir e compreender princípios científicos como resultado de um trabalho experimental?
- Como estes alunos poderão “enxergar” as mudanças de cor ocorridas nas reações?
- Os alunos DVs poderão fazer uso de aparelhos e técnicas potencialmente perigosos nos trabalhos experimentais, com segurança?
- Como adaptar os roteiros de aula para que sejam compreensíveis pelos estudantes com deficiência visual?

Ao reconhecer que as dificuldades enfrentadas nos sistemas de ensino evidenciam a necessidade de confrontar as práticas discriminatórias e criar alternativas para superá-las, a educação inclusiva assume espaço central no debate acerca da sociedade contemporânea e do papel da escola na superação da lógica da exclusão. Implicando numa mudança estrutural e cultural da escola para que todos os estudantes tenham suas especificidades atendidas.

O docente necessita de uma formação continuada sobre os conhecimentos específicos da Educação Especial, para atuar em sala de aula. Igualmente, há necessidade de o educador aperfeiçoar-se em determinado ramo da educação especial na perspectiva inclusiva – deficiência visual, auditiva, intelectual dentre outras -, objetivando o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem de todas as partes envolvidas no processo educativo, em busca da verdadeira educação inclusiva.

Além do papel orientador do professor, a interação entre alunos com deficiência visual e os de ensino regular é vista de forma positiva, pois eleva a autoestima do aluno com esta deficiência, dando sentido a sua presença em sala de aula e estimulando-o ao desenvolvimento cognitivo e crítico, oportunizando-o assim a exercer sua função de cidadão na sociedade (SOUSA; SOUSA, 2016).

Passar confiança a todos os alunos, principalmente ao DV, é importante para o êxito de qualquer aula experimental, respeitando as regras de segurança e seguindo um roteiro adequado para tal.

### **1.3. Justificativa**

O aluno com deficiência visual precisa explorar suas possibilidades através da liberdade para manusear, tocar, ouvir, cheirar e receber conceitos concretos e abstratos do mundo que o cerca para que possa usar este conhecimento na escola e outros ambientes. O ensino prático da Química e da Física, em especial, possibilita uma maior compreensão do mundo em que vivemos.

Soler (1999) questiona o fato de o ensino das Ciências Naturais possuir um enfoque em elementos puramente visuais. Dessa forma ocorre a perda de muitas informações não visuais, desencadeando a falta de motivação nessas disciplinas dos alunos cegos e com baixa visão.

Como consequência, pode levar a uma interpretação tendenciosa do meio ambiente e um entendimento muito reduzido da observação científica, pois essa ação se reduz ao ato de olhar.

Algumas alternativas devem ser adotadas nas aulas experimentais com alunos DVs. Por exemplo, para se trabalhar as cores podem ser incluídas aos modelos, as formas geométricas e texturas, entre outros critérios, explorando o sentido tátil. Os recursos sonoros, olfativos e gustativos também devem ser usados, sempre que possível, na educação especial, desenvolvendo uma metodologia multissensorial.

Na literatura são escassos os roteiros experimentais descritos com materiais específicos ou adaptados para utilização em aulas com alunos DVs, principalmente com enfoque multissensorial. Santos et al. (2015) apontam que, para possibilitar a inclusão de alunos com deficiência visual em aulas experimentais de química é necessário desenvolver mais metodologias de ensino e instrumentação eletrônica de laboratório. Estas práticas de laboratório adaptadas podem auxiliar o trabalho docente no Ensino de Ciências, de modo que o educador possa ressignificar suas aulas, tornando-as inclusivas e atrativas.

A motivação para o desenvolvimento deste projeto de pesquisa originou-se nos desafios enfrentados em sala de aula no ensino de Química para alunos videntes e com deficiência visual, principalmente no tocante às atividades práticas.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo Geral**

Adaptar roteiros de experimentos de livros didáticos de Química e de Ciências Naturais do Ensino Médio de forma a torná-los inclusivos, principalmente para alunos com deficiência visual.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Propor a utilização de materiais adaptados nos roteiros experimentais, de modo que alunos com ou sem deficiência visual possam compreender e ampliar o conteúdo teórico das aulas de Ciências;
- Propor adaptações no contexto da didática multissensorial auxiliando na construção do conhecimento dos alunos DVs e videntes;

- Construir subsídios para auxiliar os professores trabalharem com alunos com deficiência visual quando realizam algum dos experimentos dos livros de Química ou de Ciências do Ensino Médio.



## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

Vivemos num mundo acelerado, onde a informação e a tecnologia saltam aos olhos de todos. As escolas precisam ofertar cada vez mais conteúdos que sejam atrativos e inclusivos, uma vez que o conhecimento científico tem especificidades que fazem dele um instrumento valioso para o indivíduo viver na sociedade moderna.

O ambiente escolar deve ser diferenciado e adaptado para a presença de estudantes com deficiência visual, de modo a suprir suas necessidades, uma vez que a percepção desses alunos é diferente, particularizando seu desenvolvimento cognitivo.

Para Nunes e Lomônaco (2010), o deficiente visual necessita também de materiais adaptados que sejam adequados ao conhecimento tátil-cinestésico, auditivo, olfativo e gustativo. A percepção desses sentidos faz com que eles tenham uma efetiva interação com o seu meio. Esses materiais adaptados devem fornecer aos estudantes DVs informações semelhantes às transmitidas aos alunos sem deficiência.

Ramin e Lorenzetti (2016) também apontam para a necessidade de um ensino de Química acessível tanto para alunos regulares, quanto para alunos com deficiência visual, uma vez que estes usarão os outros sentidos para compreensão dos conceitos explorados nos experimentos.

Além disso, no tocante aos alunos com algum tipo de deficiência visual, o professor pode se sentir limitado, pois acaba se deparando com dificuldades na sua inclusão, falta de formação específica, falta de materiais, recursos e/ou roteiros adaptados que poderiam auxiliá-lo. Cabe, portanto, a proposta de materiais pedagógicos voltados para estes alunos, com adaptações viáveis que podem direcionar a participação e, principalmente, a sua compreensão do experimento. Essas adaptações devem fornecer subsídios para orientar os professores na realização de um trabalho experimental consistente.

### **2.1. A Experimentação no Ensino de Ciências**

A aula experimental surge a partir do século XVII como um alicerce da ciência moderna, dando origem ao método científico, onde o homem passou a ocupar-se com o acúmulo de

observações e dados experimentais para refinar suas explicações sobre os fenômenos estudados (NETO; MOL, 2012).

Para Ricardo e Zylbersztajn:

As dificuldades de entendimento dos fenômenos tratados nas salas de aula de Ciências, e mesmo a ausência de motivação para estudá-los, podem ser atribuídas, em parte, ao desconhecimento das teorias sobre o funcionamento da Ciência, tanto por parte dos professores como dos estudantes. (RICARDO; ZYLBERSZTAJN, 2002, p. 18).

A experimentação sempre despertou um forte interesse entre os alunos em diversos níveis de escolarização, devido ao seu caráter motivador, lúdico e essencialmente vinculado aos sentidos. Não é incomum ouvir de professores a afirmativa que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas que estão em pauta (GIORDAN, 1999).

A experimentação no ensino de ciências é tida como algo complementar e necessária ao processo educacional. Pacheco (1997) descreve a experimentação como parte integrante do processo ensino-aprendizagem de ciências. Para ele é importante que o aluno tenha a oportunidade de expressar suas concepções dos fenômenos de forma direta, experimental, ou de forma indireta, através de registros desses fenômenos. O professor tem importância redobrada nesse processo, dando um salto expressivo em relação à experimentação tradicional, tentando confirmar os conhecimentos teóricos já vistos.

Cabe ao professor organizar a atividade experimental de forma que seja relevante para abordar os objetivos curriculares de ciências e que seja também problematizada, socialmente relevante e estimulante para os estudantes. Além disso, o professor também deve intervir positivamente, criando problemas a serem discutidos e questões a serem abordadas, inserindo a linguagem científica sempre que possível, e apresentando o contexto histórico envolvido na situação investigativa.

O professor deve adotar uma postura diferenciada sobre ensinar e aprender Ciências através do ensino experimental. Segundo Hodson (1994), os alunos devem ser estimulados a explorar suas opiniões, incentivando-os a refletirem sobre o potencial que suas ideias têm para explicar fenômenos e apontamentos levantados na atividade experimental. Não se deve desprezar as ideias empíricas dos alunos, mas sim transpor este conhecimento para o nível científico problematizando, tematizando e contextualizando o experimento. É fundamental o papel do professor, dentro do seu planejamento pedagógico, atuando com intervenções e

proposições que contribuam aos processos interativos e dinâmicos que caracterizam a prática experimental de ciências.

Para Pereira (2010):

As contribuições das práticas experimentais investigativas são plurais e permitem ao aluno desenvolver uma melhoria qualitativa, especialmente na compreensão de conceitos, no desenvolvimento de habilidades de expressão escrita e oral, uso de linguagem simbólica matemática, relacionamento entre o processo histórico e a elaboração do conceito pelo aluno, elaboração de hipóteses e planejamento do experimento, dentre outras. (PEREIRA, 2010, p.7).

As aulas de ciências são geralmente cercadas de muita expectativa e interesse por parte dos alunos, e existe uma motivação natural por enfrentar desafios e investigar diversos aspectos da natureza.

As práticas experimentais, em geral, são diferenciadas e atraentes, o que torna o aprendizado um processo mais dinâmico e prazeroso. A utilização de experimentos e a observação direta de objetos e fenômenos naturais são indispensáveis para a formação científica em todos os níveis de ensino. As aulas práticas, quando bem planejadas, auxiliam muito na compreensão da produção do conhecimento em ciências, e o professor deve buscar alternativas e adaptações para aplicação desses experimentos, mesmo que eles sejam realizados em sala de aula, caso a escola não possua um laboratório adequado. (GOMES, 2019).

A Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, p.87).

Assim como outras ciências, a Química apresenta uma linguagem específica e descreve os fenômenos naturais através de modelos, ilustrados muitas vezes por fórmulas estruturais, equações, gráficos e figuras, que são representações simplificadas ou idealizadas no mundo real. Aprender a linguagem da química torna-se fundamental para estudar e entender essa ciência. No entanto, o ensino de química, tanto no laboratório como na sala de aula, tem sido fortemente baseado na visão.

## 2.2. A Experimentação no Ensino de Ciências para alunos com Deficiência Visual

O Decreto de Lei nº 3298/99, em seu artigo 2º, expressa que “é responsabilidade do poder público ofertar e disponibilizar às pessoas com deficiência o acesso a seus direitos básicos, dentre eles: à educação, à saúde, exercício de sua cidadania, ao amparo a infância, e a maternidade, dentre outros”. Diante esse decreto, todo cidadão com deficiência visual tem direito a educação, possibilitando seu desenvolvimento intelectual e social, evidenciando seus potenciais, respeitando suas diferenças e atendendo suas necessidades, como preconiza a política de inclusão escolar (BRASIL, 1999).

O deficiente visual necessita de um ensino que possa favorecer significativamente a aprendizagem de conceitos químicos, da mesma forma que os outros alunos. É possível melhorar a inclusão e a aprendizagem de todos os alunos nas aulas de Química, adaptando às necessidades destes alunos os experimentos, os modelos, criando novas analogias e materiais didáticos mais adequados e percebendo as diferenças individuais de cada um.

A química, por natureza, é uma disciplina visual, e o laboratório pode ser um ambiente desafiador para os alunos deficientes visuais serem autossuficientes na realização de suas tarefas. Um dos vários desafios que precisam ser enfrentados é o desenvolvimento de adaptações laboratoriais para permitir que esse grupo de alunos observe as mudanças em experimentos comumente realizados.

A primeira publicação que descreve o uso de tecnologia em aulas de Química para alunos com deficiência visual data de 1972. Neste trabalho, Hiemenz e Pfeiffer (1972) realizaram um experimento para aula de química geral, que possibilitou a uma aluna cega escutar o impulso elétrico através de um experimento empregando titulação condutimétrica, permitindo transformar o impulso elétrico em um sinal sonoro, possibilitando a sua operação não visual.

Em 1987, Gadek propôs um experimento sugerindo o uso de um chassi gerador de sons para uma grande variedade de experimentos que exploram os princípios envolvidos com condutividade em laboratórios de química, no ensino médio e primeiros anos da graduação.

O sentido do olfato foi explorado por Flair e Setzer (1990). Os autores propuseram uma titulação que altera o cheiro no ponto de viragem, visando desenvolver técnicas que auxiliem

os alunos com deficiência visual a se integrar na química, e oferecer uma experiência de laboratório mais significativa.

Ratliff (1997) sugeriu algumas modificações nos experimentos de laboratório que permitiram aos alunos com deficiência visual uma participação mais produtiva, proporcionando experiências mais valiosas, tanto na educação no geral como na introdução à química. Foram abordados os conceitos de densidade e condutividade, desenvolvendo um testador de condutividade barato, fácil de montar, robusto e que oferece entretenimento para alunos com e sem visão.

Neppel e colaboradores (2005) defenderam que uma alternativa plausível para a participação de todos os alunos (deficientes visuais ou não) em aulas experimentais no laboratório seria criar novos experimentos direcionados aos recursos de outros sentidos que não sejam a visão. Os autores propuseram explorar o olfato para a determinação do ponto-final em uma reação ácido-base.

Em 2008, Graybill e colaboradores apresentaram adaptações de laboratório, que são economicamente viáveis e aumentam a acessibilidade dos experimentos para alunos com deficiência visual. Além disso, os autores também sugeriram exercícios em sala de aula para esses alunos, aumentando a probabilidade de que esses continuem a estudar ciência, tecnologia, engenharia, ou outras profissões na área das ciências exatas.

Supalo e colaboradores (2009) utilizaram experimentos com bexigas, trabalhando com as propriedades dos gases, experimentos que envolvem a conservação de energia, síntese do biodiesel e reações de condensação e formação de ésteres. Para tanto, foram utilizadas ferramentas auditivas e outras técnicas adaptadas para o ensino no laboratório de química e física.

Creppe (2009) utilizou o modelo molecular *Molecular Visions* para facilitar a aprendizagem de alunos do Ensino Médio com deficiência visual sobre a tridimensionalidade de algumas moléculas orgânicas. Na análise dos resultados, o autor constatou que os alunos deficientes visuais conseguiram entender os conceitos de química orgânica e a existência de moléculas com características tridimensionais que não entendiam antes. A internalização desses conceitos contribuiu para os mesmos resgatarem sua autoestima.

O uso de tecnologias mais avançadas, utilizando *softwares*, computadores, *smartphones* também apresenta grande suporte na aprendizagem prática de alunos, videntes ou DVs.

Galvão Filho (2009) define tecnologia assistiva “como qualquer recurso, produto ou serviço que favoreça a autonomia, a atividade e a participação da pessoa com deficiência”. Na mesma linha, Bersch afirma que “Todo o arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão” (BERSCH, 2008, p. 2).

A tecnologia assistiva pode transmitir um impacto visual em outros modos perceptíveis de sentidos, integrando alunos DVs em experimentos de laboratório, agregando novas oportunidades para eles. Dessa forma, a elaboração de abordagens experimentais multissensoriais é crucial para permitir uma experiência de laboratório mais objetiva, independente e prática.

Buscando estender os benefícios dos *smartphones* a um laboratório de química e dar uma dimensão multissensorial para observar as mudanças de cor, Bandyopadhyay e Rathod (2017) projetaram e desenvolveram um aplicativo que usa a função de câmera de um *smartphone* para capturar e quantificar as informações envolvidas em uma mudança de cor durante um experimento de titulação. Os dados quantificados são convertidos em *feedback* de áudio (sons de bipe) e tátil (vibração do dispositivo) para a determinação de um ponto final.

Pelo exposto, o ensino de Ciências para alunos com deficiência exige dos professores criatividade para despertar a atenção dos alunos e construir o seu conhecimento, uma vez que envolve o uso de imagens, símbolos e muita imaginação. Para isso, faz-se necessária a adaptação dos materiais utilizados em sala de aula, de forma que sejam acessíveis para todos, além das descrições de textos e roteiros (OLIVEIRA, 2018).

### **2.3. Materiais e equipamentos de laboratório adaptados para deficientes visuais**

Para que os alunos com deficiência visual possam sentir-se incluídos nas atividades práticas escolares, é fundamental que adaptações sejam feitas em equipamentos e materiais de laboratório.

Publicações ao longo da década de 1990, descreveram adaptações e construções de equipamentos eletrônicos para atividades didáticas com alunos cegos em laboratório de química (GUPTA; SINGH, 1990; LUNNEY, 1994). Já na década de 2000, novas tecnologias foram aplicadas ao ensino de química para alunos com deficiência visual, por exemplo com o uso de

leitores de códigos digitais (QR CODE) para transcrição de informações visuais ao sistema Braille ou informação sonora (BONIFACIO, 2012; FANTIN et al, 2016; PEREIRA, 2013).

Muitos materiais didáticos já foram desenvolvidos para auxiliar estes alunos, como a escrita em Braille, uma escrita em relevo que utiliza um papel de gramatura 120, uma prancha, uma reglete de alumínio com espaços vazados e uma punção (CAIADO, 2003). Para a escrita também pode ser utilizada a máquina de escrever em Braille, além do sorobã (para cálculos matemáticos), o caderno para baixa visão, uma lupa manual e outra eletrônica. Além desses materiais, existem aplicativos disponíveis produtores de sons, editores de textos, agendas etc. (CAIADO, 2003).

Mól e colaboradores (2004) realizaram atividades experimentais para alunos DVs, que demonstraram a exploração de sentidos além da visão (tato e audição), corroborando a idéia da didática multissensorial, onde os sentidos deverão ser pensados para adaptações no laboratório.

A seguir, serão apresentados mais detalhes destas adaptações, que podem ser utilizadas nos roteiros propostos neste trabalho.

Algumas pequenas modificações podem ser feitas nos utensílios e equipamentos de aulas práticas. Como exemplos citamos o uso de régua plástica, com marcação do  $\frac{1}{2}$  cm em Braille (o cego não distingue milímetros) para medições (Figura 1). Esta régua é encontrada comercialmente mas, como alternativa, pode-se fazer manualmente estas marcações em uma régua comum utilizando cola em alto relevo (Figura 2).

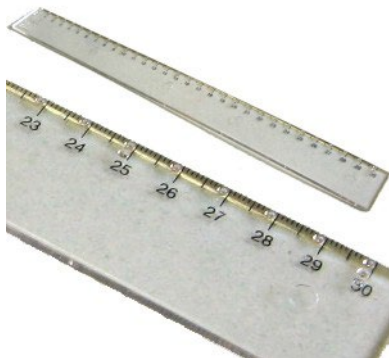


Figura 1: Régua plástica com alto relevo em Braille

Fonte: <https://shoppingdobraile.com.br/produto/regua-braille/>



Figura 2: Cola em alto relevo

Fonte: <https://lista.mercadolivre.com.br/cola-auto-relevo-acrilex>

- **Balança:**

Para a realização de pesagens, existem algumas opções de balanças disponíveis, como as balanças mecânicas com escala graduada, em relevo ou, na ausência desta, podem ser feitas adaptações simples utilizando-se de fitas com escalas marcadas em Braille.

Graybill e colaboradores (2008) discutem diversas adaptações que permitem que o aluno cego tome parte dos experimentos de química que envolvam pesagem e medida de volume de líquidos e que são de baixo custo. Os autores descreveram que as operações de pesagem podem ser feitas em uma balança de escala tríplex (balança romana) usual em laboratórios, uma vez que esta balança tem escala que pode ser facilmente adaptada para manuseio por aluno com deficiência visual. Sua adaptação consiste em afixar ao fiel da balança uma haste de polímero de baixa densidade (por exemplo EVA) para que o aluno possa identificar pelo tato a condição de equilíbrio da balança e fazer a leitura da massa medida. A escala da balança funciona com o deslocamento numa régua horizontal e por ser tátil e pode ser operada com êxito pelo aluno com deficiência visual. (figura 3).



Figura 3 Balança semi-analítica adaptada para deficientes visuais

Fonte: Graybill, 2008, apud Arico, 2016

Daniel (2017), com objetivo de desenvolver metodologias de medidas de massas de sólidos e volumes de líquidos propôs a adaptação de uma balança. Para tanto, um aluno não vidente de um curso de licenciatura em Química de nível superior desenvolveu o projeto, de modo a permitir que alunos DVs possam desenvolver aulas experimentais que necessitem medidas de pesos e de volumes de líquidos. e preparar soluções dentro da precisão permitida pela balança ( $\pm 0,25\text{g}$ ). (Figuras 4, 5, 6).





Figura 4: Balança de escala tríplice adaptada para uso por deficientes visuais.

Fonte: Daniel, 2017

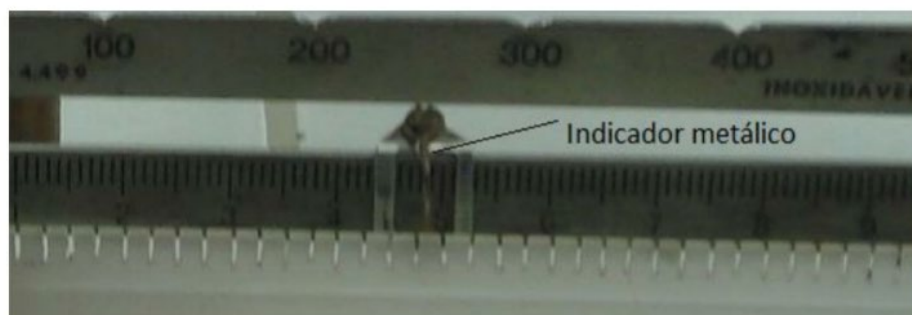


Figura 5 Detalhe da escala de acrílico com o indicador metálico de posição.

Fonte: Daniel, 2017



Figura 6: Ligações elétricas para a sinalização sonora de fim de pesagem.

Fonte: Daniel, 2017

Atualmente também são disponibilizados aplicativos desenvolvidos como leitores de balanças com dispositivo de voz. Neves e colaboradores. (2020) desenvolveram um aplicativo denominado *leitor acessível para celulares na plataforma Android*, visando auxiliar na inclusão de alunos com deficiência visual em aulas experimentais de química. Este aplicativo faz o reconhecimento de textos como os números que são emitidos pela balança analítica e realizar operações matemáticas por comandos e reconhecimento de voz. (Figura 7)



Figura 7: Aplicativo para balança analítica

Fonte: Neves et al., 2020.

#### - **Termômetro:**

Os termômetros são amplamente utilizados em práticas experimentais nas escolas, sendo de suma importância a existência de adaptações neste equipamento voltadas para o aluno DV. Existem disponíveis termômetros de ambiente, adaptados para emissão de sons audíveis ou vibrações tácteis, utilizando um conjunto de sensores permite medir a temperatura ambiente e de líquidos.

Neste contexto, Cordova et al. (2018) desenvolveram um audiotermômetro onde as medidas de temperatura são audíveis (na faixa de -10 a 110°C, com variação de 0,5 em 0,5°C). Ele também mostrou ser capaz de medir várias grandezas físicas também através da emissão de sons. (Figura 8)



Figura 8: Montagem do circuito do audiotermômetro.

Fonte: Cordova et al, 2018.

Benite et al. (2017) também desenvolveram um termômetro vocalizado. O equipamento possui comandos específicos e os *hardwares* e *software* foram desenvolvidos para que a temperatura seja vocalizada pelo aparelho em português e inglês. Ele mede a temperatura numa faixa de -10 a 200°C. (Figura 9).



Figura 9: Termômetro vocalizado

Fonte: Benite et al., 2017

#### - pHmetro:

A identificação do pH é feita, normalmente, com base na visão.

França (2018) desenvolveu um projeto a fim de caracterizar substâncias ácidas e básicas explorando o sentido paladar e verificar o pH das substâncias investigadas com um pHmetro vocalizado. “O paladar é chamado de sentido químico por seus receptores serem excitados por estímulos químicos (...). Na língua, são as células gustativas as responsáveis pelo

reconhecimento dos sabores.” (GUYTON, 1984 apud FRANÇA, 2018, p. 72). Como exemplo foram utilizados a ingestão de um antiácido, de refrigerante, hidróxido de magnésio, banana em processo de amadurecimento e vinagre que são substâncias que fazem parte do cotidiano do aluno. Vale ressaltar, entretanto, os cuidados necessários em laboratório quanto ao contato com substâncias, mesmo que façam parte do dia a dia dos alunos.

O pHmetro desenvolvido por França (2018) foi adaptado para ser compreendido pela audição, utilizado para medida do potencial hidrogeniônico das soluções. O equipamento informa o pH da solução por um display eletrônico, concomitante à medida vocalizada. (Figura 10).



Figura 10: pHmetro vocalizado

Fonte: FRANÇA, 2018

### **- Indicador de nível de líquido**

Outras adaptações relacionadas à equipamentos específicos podem ser realizadas nos laboratórios de aulas práticas, como o Indicador de nível de líquidos. É composto por uma célula fotoelétrica que permite, mediante som, detectar o nível que se pretende que alcance um líquido vertido num recipiente. (Figuras 11 e 12)



Figura 11: Indicador de nível de líquidos

Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br/indicador-de-nivel-de-liquido>



Figura 12: Indicador de nível de líquidos

Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br/indicador-de-nivel-de-liquido>

### - Medidor De Volume De Líquidos

Maciel, Batista Filho e Prazeres (2016) descrevem o medidor de volume de líquidos para ser utilizado por alunos com deficiência visual do ensino médio para a preparação ou diluição de soluções. Para sua construção, foram utilizados materiais alternativos, de baixo custo, como seringa de polipropileno de 20mL e pedaço de policloreto de vinila também conhecido como PVC. Eles desenvolveram uma seringa de plástico graduada com uma trava que encaixa nas fendas do êmbolo. Ele pode ser utilizado para medida de volumes previamente determinados, com boa precisão e exatidão, na preparação ou diluição de soluções. (Figura 13)

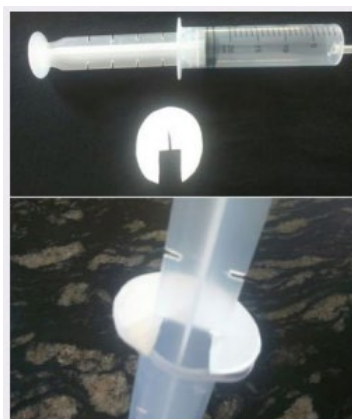


Figura 13: Medidor de volumes adaptado

Fonte: Maciel, Filho e Prazeres, 2016.

Verifica-se, portanto, que com criatividade combinada com material de baixo custo é possível viabilizar a abordagem de vários conceitos fundamentais da química para alunos com deficiência visual e que podem ser extensivos também a alunos sem esta deficiência, pois existe uma grande dificuldade apresentada pelos alunos, de forma geral, quando se transita do aspecto fenomenológico para o representacional ou microscópico na química (JOHNSTONE, 1993).

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A formação de professores nos cursos de licenciatura do Brasil demanda uma preparação específica voltada para o aluno com necessidades especiais, principalmente de alunos com deficiência visual, foco do presente trabalho. Isto configura-se num grande desafio para os professores de Química e Ciências, pois muitos dos conceitos são ensinados por meio de representações, figuras e experimentos de laboratório.

No tocante às aulas práticas, observam-se que algumas adaptações de materiais de laboratório empregam dispositivos e interfaces eletrônicas, mas também existem muitas outras que utilizam materiais acessíveis, de baixo custo e construções simples, conforme já descrito anteriormente, portanto, perfeitamente possíveis de serem executadas nas condições de infraestrutura das escolas públicas brasileiras.

O desafio para os professores vai além dos materiais adaptados, e consiste em tornar a aula atrativa e acessível, de forma que os conceitos, muitas vezes representativos e visuais, sejam absorvidos e absorvidos, tanto pelos alunos videntes quanto pelos DVs.

Seguindo esta vertente serão apresentados, a seguir, conceitos relativos à educação inclusiva e didática multissensorial, tópicos de referência para a proposta deste trabalho.

#### **3.1. Educação especial na perspectiva inclusiva**

A educação inclusiva na rede regular de ensino não consiste apenas na permanência física, mas em atender às diversas necessidades dos alunos, buscando a aprendizagem e a apropriação dos conteúdos historicamente acumulados, bem como a participação e a interação efetiva no meio social e nos processos de ensino e de aprendizagem, minimizando a exclusão dos indivíduos na sociedade.

Identificar a barreira externa que impede a pessoa com deficiência de exercer a sua plena participação no ambiente em que se encontra é chave para entender o conceito social de deficiência que impera hoje em dia e é base para a educação inclusiva. Em seu artigo 2º, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência, Lei nº 13146/15, considera como conceito social de deficiência:

Pessoa com deficiência é aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, integral ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas. (BRASIL, 2015)

A escola historicamente se caracterizou pela visão da educação que delimita a escolarização como privilégio de um grupo, uma exclusão que foi legitimada nas políticas e práticas educacionais reprodutoras da ordem social. A educação especial se organizou tradicionalmente evidenciando diferentes compreensões, terminologias e modalidades que levam à criação de instituições especializadas, escolas especiais e classes especiais.

Neste contexto, percebe-se uma inserção nessa categoria de todos aqueles identificados na escola como alunos com “dificuldades de aprendizagem”, mesmo que não apresentem um diagnóstico que se baseie em causa orgânica. Vale ressaltar a expressão “acompanhamento das atividades curriculares”, onde são considerados alunos com necessidades especiais todos aqueles que não acompanham o trabalho pedagógico desenvolvido na escola regular (GARCIA, 2013).

Segundo Goffman (1980, apud PICCOLO; MENDES, 2012), as barreiras e atitudes sociais são mais desafiadoras, pois as dificuldades ao acesso ainda são muito presentes no cotidiano, ocasionando transtornos às pessoas com deficiência. Segundo Piccolo e Mendes (2012, p. 15):

O normal e o estigmatizado fazem parte de um complexo social, o que não significa que são complementares. São parte de um e outro concomitantemente, a fortaleza de um pode ser a fraqueza do outro e vice-versa, portanto, existem paralelos e similaridades em suas funções sociais e não nexos adjacentes, mesmo porque, na linha de análise interacionista, e isto é fundamental, o normal e o estigmatizado não são indivíduos propriamente ditos, e, sim, perspectivas, pontos de vista, interpretações e interações.

A partir do século XIX, foram criadas instituições especializadas para indivíduos com deficiências. Mas com o passar do tempo, observou-se que o conteúdo ensinado era o mesmo nas instituições regulares e especiais, com diferenças apenas na metodologia e estratégia de ensino, e não seria mais necessária esta divisão. Mundialmente estas propostas de ensino adaptado foram inseridas em documentos como a Declaração de Salamanca que tem como princípio estabelecer diretrizes básicas para políticas e sistemas educacionais em consonância com a inclusão social (ARANHA, 2003).

De acordo com o Censo Escolar (IBGE, 2020), o número de matrículas da educação especial no território brasileiro chegou a 1,3 milhão em 2019, um aumento de 34,4% em relação



a 2015. E, segundo dados da Pesquisa Nacional de Saúde<sup>4</sup> no Brasil, a deficiência visual é a mais representativa na população, com mais de 7 milhões de pessoas no país.

Nesse contexto, a busca por uma educação especial na perspectiva inclusiva é um desafio que precisa superar os tradicionais modelos pedagógicos, consolidando a implantação de uma educação para todos. É preciso que, tanto professores atuantes no ensino regular como aqueles que estão em formação, superem preconceitos estabelecidos de que a deficiência é um fator limitante e impeditivo no processo de ensino-aprendizagem (CAMARGO, 2012a; 2012b).

Em 1973, é criado no MEC, o Centro Nacional de Educação Especial – CENESP, responsável pela gerência da educação especial no Brasil, que impulsionou ações educacionais voltadas às pessoas com deficiência. Mas não houve uma efetiva ação nesse período que tornasse a escola de ensino regular com acesso educacional aos alunos com deficiência.

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) traz como um dos seus objetivos fundamentais, “promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação” (art.3º inciso IV). Define, no artigo 205, a educação como um direito de todos, garantindo o pleno desenvolvimento da pessoa, o exercício da cidadania e a qualificação para o trabalho. No seu artigo 206, inciso I, estabelece a “igualdade de condições de acesso e permanência na escola”, como um dos princípios para o ensino e garante, como dever do Estado, a oferta do atendimento educacional especializado, preferencialmente na rede regular de ensino (art. 208).

A década de 1990 ficou marcada pelas discussões acadêmicas que buscavam defender o direito à educação, contribuindo para a elaboração de políticas públicas para atender os princípios da proposta de educação inclusiva na educação básica (GLAT; FERREIRA, 2003).

Em resposta a esse movimento, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9394 de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 1996) apresenta, em um artigo individual (artigo 4º, inciso III), a educação especial como uma modalidade escolar a ser ministrada preferencialmente na rede regular de ensino. No Capítulo V, que aborda a Educação Especial nas escolas brasileiras, onde em seus Art. 58 e 59 constituem que a educação especial deve ser

---

<sup>4</sup> Notícia disponível em: <https://memoria.ebc.com.br/noticias/2015/08/ibge-62-da-populacao-tem-algum-tipo-de-deficiencia>.

compreendida como “a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para os alunos com deficiência, transtornos globais do conhecimento e altas habilidades ou superdotação” (BRASIL, 1996, p.19).

Com base nessas premissas, verifica-se que as escolas de educação básica buscam meios e ações para levar uma educação inclusiva mais democrática, mesmo que as vezes esbarrem em situações burocráticas para se implantar em todas as escolas num planejamento anual que oriente e traga todo o corpo docente e discente a um denominador comum.

De acordo com Vygotsky (1997, p. 30), “o defeito por si só não decide o destino da personalidade, senão as consequências sociais e sua realização sócio-psicológica”. O mesmo autor (1998) reporta que o desenvolvimento cognitivo de qualquer pessoa depende da linguagem, e, para os deficientes visuais, a verbalização das informações torna-se ainda mais importante, pois é basicamente por meio da linguagem que o indivíduo cego se insere culturalmente. Nesse sentido, Lira e Schlindwein (2008) discutem, em meio a uma visão vigotskiana, a inclusão do indivíduo cego relacionando a linguagem com as funções psíquicas superiores. Para eles,

A criança cega pode perfeitamente se apropriar das significações de seu meio e participar das práticas sociais, pois dispõe do instrumento necessário para isso – a linguagem. Além disso, a concepção de que, com o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, o homem transforma sua relação com o mundo e nela introduz a dimensão semiótica, minimiza a dimensão da perda decorrente da cegueira. (LIRA; SCHLINDWEIN, 2008, p. 187).

Vale ressaltar que a educação inclusiva na rede regular de ensino não consiste apenas na permanência física, mas em atender às diversas necessidades dos alunos, buscando a aprendizagem e a apropriação dos conteúdos historicamente acumulados, bem como a participação e a interação efetiva no meio social e nos processos de ensino e de aprendizagem, reduzindo a exclusão dos indivíduos na sociedade.

Sendo assim, a deficiência não pode ser compreendida simplesmente como sendo sinônimo de um defeito físico, sensorial ou mental. Pelo contrário, ela está relacionada à capacidade do indivíduo de dar conta das tarefas que lhe são colocadas historicamente, ou seja, define-se a partir do modo pelo qual os homens produzem sua existência (CARVALHO, 2009).

Nesse contexto educacional inclusivo, pode ser utilizada uma metodologia de ensino e aprendizagem diferenciada, o “Trabalho Colaborativo” proposto por Vygotsky (1989, apud DAMIANI, 2008), que embasa os estudos voltados para o trabalho colaborativo na escola. Vygotsky argumenta que as atividades realizadas em grupos oferecem enormes vantagens, que

não estão disponíveis em ambientes de aprendizagem individualizada. Ainda segundo o pesquisador, o desenvolvimento, aprendizado e processos de pensamento dos indivíduos ocorre mediado pela relação com outras pessoas.

Em relação às práticas pedagógicas na perspectiva da educação inclusiva, Zerbato (2018, p. 154) explica que elas são:

[...] formas de ensinar que podem incluir desde os arranjos dos espaços, organização do tempo, uso de tecnologias até a elaboração de recursos materiais, podendo ir do todo ao mais individualizado. Entretanto, a inclusão escolar não se reduz às atividades escolares da sala de aula realizadas pelo professor de ensino comum. Elas são somente um dos elementos que devem estar assegurados no Projeto Político Pedagógico e currículo escolar que visam uma boa escolarização para todos os estudantes, com e sem necessidades educacionais especiais. Uma escola inclusiva requer ainda a participação de toda equipe escolar – gestão escolar, professores, profissionais especializados, família, alunos e comunidade em geral – na construção de uma identidade e cultura colaborativa para o desenvolvimento de práticas mais abrangentes para acesso e aprendizado de todos os estudantes.

Para implementar mudanças na educação especial na perspectiva inclusiva, é importante que ocorra a articulação no trabalho pedagógico entre professores das classes comuns, salas de recursos e demais profissionais da educação, visando à construção de ensino colaborativo e da escola democrática, na qual todos possam aprender e desenvolver-se, permanecer na escola e alcançar sucesso acadêmico. A colaboração ocorre quando duas ou mais pessoas trabalham em busca de objetivos comuns, compartilhando responsabilidades, dificuldades, traçando metas e planejando em conjunto a direção a ser seguida. A tarefa é garantir que cada aluno construa o mesmo conhecimento dos outros estudantes e que consiga desenvolver as atividades dentro de sala de aula (MARIN; MARETTI, 2014).

### **3.2. Didática da Multissensorialidade**

A educação inclusiva deve ser vista como estimulante do aluno e desafiadora e não de forma protecionista ou assistencialista, anulando os indivíduos com deficiência. Cabe ao professor este papel de mediação e intervenção, fornecendo ao aluno formas de encarar e driblar as deficiências, enfrentando e encarando os desafios propostos.

Gil (2000) reporta que a visão é o sentido mais relevante de comunicação do ser humano com o meio externo, através da captação de estímulos próximos e distantes, enviados para o

sistema nervoso central. Para Sá e colaboradores (2007), todo aprendizado do aluno está ligado à visão, uma vez que o cérebro captura, armazena e organiza imagens ao longo da vida.

Nascimento e colaboradores (2010) descrevem a importância dos recursos didáticos para deficientes visuais. Existe uma carência de material adequado, visto que eles apresentam dificuldades de contato com o ambiente físico, necessitando de motivação para aprendizagem. O estímulo da percepção tátil, por exemplo, por estes alunos facilita a descoberta de detalhes, estimulando sua compreensão.

A criação de novas práticas inclusivas é essencial para a mudança do ambiente escolar. Vygotski (1991) descreve condições favoráveis de aprendizagem quando se trabalham grupos heterogêneos, onde os alunos mais adiantados podem auxiliar os colegas a desenvolver seu potencial e desenvolver o conhecimento de forma igualitária. Para Vygotsky, a história pessoal do aluno e da sociedade na qual ele se desenvolve são cruciais para sua forma de pensar e de aprender.

Vários pesquisadores reconhecem que as práticas laboratoriais motivam e estimulam o interesse dos alunos, promovem a construção de diversos conceitos e intensificam a aprendizagem de conhecimentos científicos. Especificamente relacionadas aos alunos com deficiência visual, essas atividades devem ser adaptadas, valorizando e estimulando todos os sentidos, ou seja, o tato, olfato, audição e, em alguns casos, o paladar (PIRES, 2013). Soler (1999) descreve a importância de se valorizar todos os sentidos humanos para uma observação mais completa e relevante, tanto para cegos quanto para videntes. A isto o autor dá o nome de didática multissensorial, um método pedagógico de interesse geral para o ensino e aprendizagem das ciências experimentais e da natureza, que faz uso de todos os sentidos humanos para captar informação do meio que nos rodeia e inter-relaciona esses dados a fim de formar conhecimentos multissensoriais completos.

Com base no trabalho descrito por Soler (1999), todos os sentidos devem ser analisados como um todo e não de forma isolada.

Por definição, **tato** é o “sentido por meio do qual se conhece ou percebe, usando o corpo, a forma, consistência, peso, temperatura, aspereza, etc. de outro corpo ou algo”. (OXFORD LANGUAGES, 2022). Para Soler (1999) tato é o sentido que oferece ao cérebro as informações do meio externo e interno, através de receptores distribuídos ao longo de toda superfície cutânea. A identificação de objetos necessita do desenvolvimento de uma sensibilidade tátil e não consiste em apenas tocar um objeto. Os cegos, em especial, necessitam ser estimulados o mais cedo possível através de diversos objetos com formas, tamanhos, texturas e até mesmo componente afetivo, para que esta sensibilidade se desenvolva.

A **audição** define-se por “função sensorial que permite captar os sons pelo ouvido e transmiti-los, através do nervo auditivo, ao cérebro, onde são recebidos e analisados” (OXFORD LANGUAGES, 2022). Veiga (1983) descreve que o ser humano capta todos os tipos de estímulos sonoros involuntariamente, demonstrando que as pessoas ouvem os sons mesmo sem desejar, sem mover a cabeça. Para Soler (1999), a falta de estímulos visuais do cego faz com que ele utilize este sentido com maior precisão para distinguir e identificar cada tipo de som (vozes, música, passos, etc.). O cego desenvolve melhor este sentido devido a maior utilização desses estímulos.

A capacidade olfativa é desenvolvida por células sensitivas localizadas na mucosa nasal, que captam variações de concentração de certas substâncias químicas e traduzem esta informação em cheiro (SOLER, 1999). Além disso, o **olfato** auxilia o indivíduo cego a conhecer seu ambiente e suas relações sociais, além dos cheiros cotidianos, tais como perfumes, alimento, produtos de limpeza, etc. (VEIGA, 1983).

O **paladar** é um dos sentidos mais presentes socio-culturalmente. A degustação de alimentos e bebidas geralmente envolve as relações sociais, através de conversas e trocas de experiências e gostos pessoais. Ele tem início na amamentação e, ao longo dos anos são descobertos novos sabores, desenvolvendo o paladar pessoal, até mesmo de objetos.

Torna-se claro que os sentidos não podem ser considerados de forma isolada. Ventorini (2010) coloca que a didática multissensorial deve valorizar os cinco sentidos nos contextos emocional, social, histórico e cultural dos indivíduos e estes não podem compensar a falta de outro.

Pelo exposto, a didática multissensorial pode contribuir significativamente para o ensino prático de Ciências, tanto para alunos DVs quanto videntes. O aprendizado torna-se muito mais completo associando os cinco sentidos para estudar, compreender e perceber as situações e fenômenos ao seu redor, além de desenvolver habilidades sociais, emocionais e culturais nestes estudantes.

Entretanto, é importante salientar que alguns alunos podem ter dificuldade em compreender o próprio corpo e sua relação com o meio, além de desconhecer certas estruturas anatômicas, principalmente os estudantes que nunca enxergaram ou que não foram adequadamente estimulados durante a infância (LOPES et al., 2018). Os autores apontam a eficácia da didática multissensorial com deficientes visuais, em especial com o sentido do tato.

A literatura acerca da didática experimental multissensorial ainda não é muito ampla, principalmente quando se trata de ensino experimental.

Fernandes e colaboradores (2017) desenvolveram um trabalho objetivando elaborar, desenvolver e verificar se a experimentação, com enfoque multissensorial, associada a recursos didáticos computacionais adaptados, é viável no ensino de Química. Foram desenvolvidos alguns experimentos, onde os pesquisadores esperavam que os alunos compreendessem o conceito de reações químicas, através dos sentidos, ou seja, os sons da liberação de gás, o tato para sentir o desprendimento das bolhas e a mudança de temperatura, a mudança do odor devido ao consumo do vinagre e observassem que algumas reações não apresentam mudanças macroscópicas no sistema. Os resultados mostraram que é possível a inclusão de alunos DVs em aulas regulares de experimentação em química, com compreensão dos conceitos relacionados a reações químicas por todos os alunos.

Camargo (2022), com objetivo de tornar as aulas de Física mais inclusivas, propõe que as aulas sejam colaborativas (alunos videntes auxiliando os DVs), que os alunos DVs participem efetivamente da atividade e que as atividades didáticas sejam transformadas (materiais, métodos, avaliações etc.) O autor desenvolve em seu trabalho o conceito de multissensorialidade de Soler (1999), com a transformação de maquetes e experimentos, e unifica os conhecimentos entre os alunos com e sem deficiência, através do sentir, ouvir, cheirar e até degustar.

Diante do exposto, um importante campo de estudo se abre, no que tange ao ensino prático de Química e Ciências Naturais, envolvendo adaptações de experimentos que possam explorar a didática multissensorial, tornando as aulas mais atrativas e inclusivas para estudantes DVs e videntes.

## 4. METODOLOGIA

Desenvolveu-se neste trabalho uma pesquisa bibliográfica, com levantamento de informações relacionadas às práticas experimentais em aulas de Ciências da Natureza, com foco em metodologias e materiais adaptados para alunos com deficiência visual do ensino médio.

O levantamento bibliográfico teve como base pesquisas feitas pelo Google Acadêmico e outras fontes eletrônicas, como SCIELO (Scientific Electronic Library Online), além dos livros didáticos adotados pelo PNLD para alunos do ensino médio do Estado de São Paulo. Utilizamos como termos para pesquisa Deficiência Visual; Ensino de Ciências e Química; Materiais Adaptados para Deficientes Visuais; Experimentos de Química para Cegos; Didática Multissensorial.

Foram adaptados e/ou complementados os conteúdos científicos e os roteiros de alguns experimentos da coleção de livros didáticos Química, adotados na disciplina pelos professores da escola da rede estadual de Ribeirão Preto, da qual o pesquisador era efetivo, a partir dos livros disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, o pesquisador transferiu-se da escola regular para uma escola com Programa de Ensino Integral. Tal fato aconteceu em 2019, ano de início da pandemia de coronavírus. Nesta escola a coleção de livros adotada era Química Cidadã, de Wildson Santos e Gerson Mól, mas como o ensino passou a ser remoto, não houve possibilidade de execução de aulas práticas com os alunos. No ano seguinte, o professor transferiu-se novamente para outra escola, que adotava uma nova coleção de livros, trabalhando num regime de ensino híbrido, com aulas remotas e presenciais, levando à escolha destes livros para adaptações de algumas oficinas científicas. A coleção é Multiversos – Ciências da Natureza, também disponibilizada pelo PNLD, e adotados atualmente

As sugestões aqui apresentadas permitem a elaboração de um material de apoio, que poderá ser utilizado no ensino e aprendizagem de Ciências, visando colaborar com a compreensão de conteúdo dos livros didáticos abordados na escola com adaptações para os alunos com deficiência visual.

### 4.1. Livros didáticos utilizados

O livro didático é a principal ferramenta utilizada por professores em toda a rede de ensino brasileira, sendo, muitas vezes, o único recurso pedagógico adotado. A escolha do

material didático tem suma importância na vida escolar, uma vez que este será utilizado durante três anos, até que novo ciclo de troca se inicie. Deve apresentar linguagem clara, coesa, atual e atrativa, além de mesclar conteúdos teóricos e práticos, além de textos interessantes para os alunos.

O livro didático, dentro do sistema educacional, tem papel fundamental no direcionamento e embasamento do ensino, teórico e prático, traduzindo as recomendações do currículo prescrito, organizando o trabalho da escola e do professor. No componente curricular de Ciências, a seleção de conceitos e procedimentos trabalhados em sala de aula é feita a partir do livro adotado, que deve ser criteriosamente analisado, para melhor qualidade do ensino.

Em geral, os livros didáticos apresentam sugestões para a realização de diferentes tipos de atividades, incluindo práticas experimentais. Os experimentos inseridos no contexto teórico do ensino de Ciências agregam complementação do conhecimento e tornam as aulas muito mais atrativas, despertando a curiosidade dos alunos, inclusive daqueles com algum tipo de deficiência. Mas estes, muitas vezes, acabam se sentindo excluídos, por falta de recursos para compreenderem a aula.

Neste contexto, para as propostas de adaptações experimentais do presente estudo, foram escolhidas duas coleções de livros didáticos, sendo a primeira (Química) já utilizada pelo pesquisador no período de 2016 a 2019, e a segunda (Multiversos - Ciências da Natureza) utilizada atualmente. Ambas são inseridas no PNL D para o ensino médio, adotadas como referência pelos professores de Química de escolas estaduais de Ribeirão Preto, SP. São descritas a seguir:

#### **4.1.1 Coleção Química**

Autores: Carlos Aberto Mattoso Ciscato, Luis Fernando Pereira, Emiliano Chemello, Patrícia Barrientos Proti

Editora Moderna



Esta coleção<sup>4</sup> está disponível para o ensino médio de componente curricular de Química, inserida no PNLD – 2016 a 2019, e valoriza a contextualização, a interdisciplinaridade e a experimentação como formas de conscientizar o aluno sobre a presença da Química no dia a dia. Por isso, os conteúdos tradicionais da disciplina são apresentados por meio de temas bastante significativos para a vida em sociedade, dando ao professor segurança e recursos para um ensino conectado com as expectativas dos alunos e as habilidades para o século XXI.

É composta por 3 volumes, sendo um para cada série do ensino médio. (Figura 14)

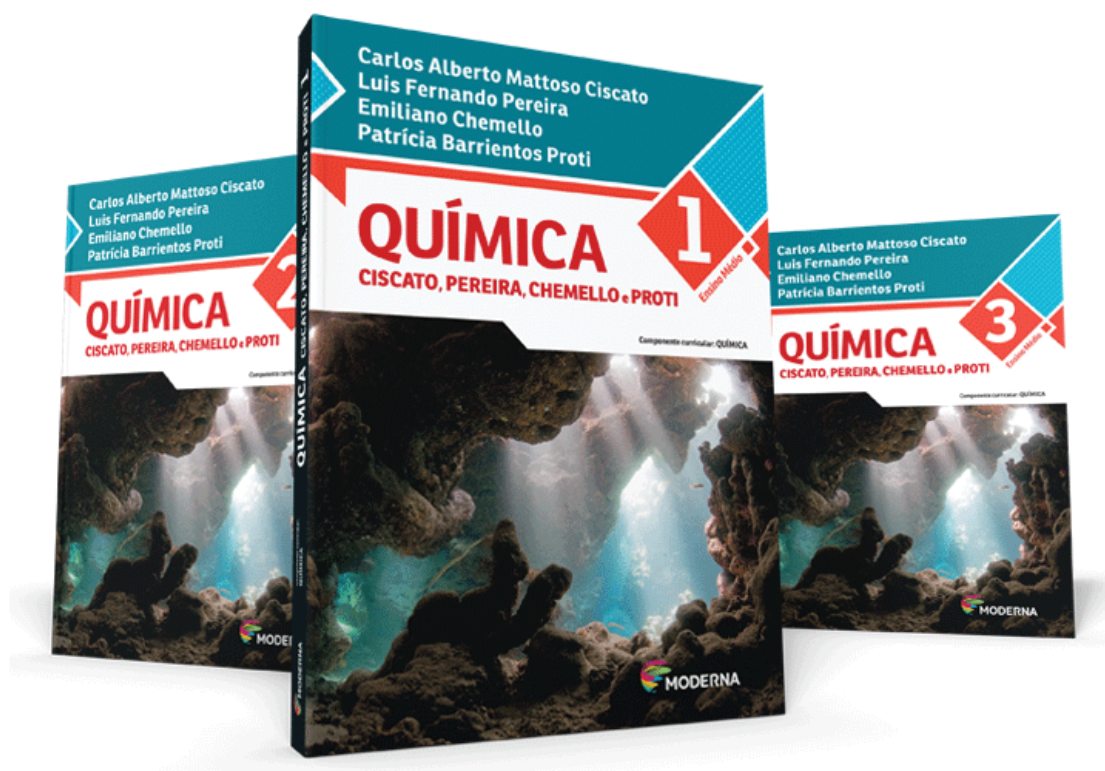


Figura 14: Coleção de livros – Química

Fonte: <https://pnld2018.moderna.com.br/-/quimica-ciscato-pereira-chemello-e-proti>

#### 4.1.2 Coleção Multiversos – Ciências da Natureza

Esta coleção da Editora FTD, da autoria de Leandro Godoy, Rosana Maria Dell' Agnolo e Wolney C. Melo, encontra-se disponível para o Ensino médio – área do conhecimento: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, e está inserida no PNLD – 2021<sup>5</sup>. Foi elaborada com

<sup>4</sup> Disponível em: <https://pnld2018.moderna.com.br/-/quimica-ciscato-pereira-chemello-e-proti>.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://pnld.ftd.com.br/ensino-medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias/multiversos-ciencias-da-natureza/>

a intenção de ajudar os professores no desenvolvimento das habilidades e competências da BNCC para o Novo Ensino Médio, por meio da integração entre os componentes curriculares que formam a área de Ciências da Natureza: Biologia, Física e Química. A coleção objetiva a formação integral do estudante, utilizando diferentes procedimentos metodológicos que incentivam seu protagonismo na construção do conhecimento e auxiliam no letramento científico.

A Coleção é composta por 6 volumes e não há uma ordem definida para a utilização dos volumes. Eles são independentes e podem ser trabalhados da maneira mais adequada para a escola. (Figura 15)



Figura 15: Coleção de livros - Multiversos Ciências da Natureza

Fonte: <https://pnld.ftd.com.br/ensino-medio/ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias/multiversos-ciencias-da-natureza/>

Os volumes que compõem a coleção são descritos a seguir:

**- Ciências da Natureza – Origens**

Volume destinado ao estudo sobre a origem e a evolução do Universo e dos seres vivos, entre os quais os seres humanos

**- Ciências da Natureza – Ciência, Tecnologia e Cidadania**

Aborda as aplicações dos conhecimentos científicos na sociedade, considerando aspectos sociais, ambientais, de saúde e éticos a seu respeito. Evidencia também a utilização de algumas tecnologias, como as aplicadas ao DNA e às radiações.

**- Ciências da Natureza – Eletricidade na Sociedade e na Vida**

Aborda as formas e fontes de energia renováveis e não renováveis, o consumo de energia elétrica e sua relação com o ambiente, transformações químicas associadas a fenômenos elétricos e como a eletricidade se manifesta no corpo humano.

**- Ciências da Natureza – Movimentos e Equilíbrios na Natureza**

Trata do estudo de movimentos e condições de equilíbrios, considerando aspectos da Física, da Química e da Biologia.

**- Ciências da Natureza – Ciência, Sociedade e Ambiente**

Apresenta as características e as propriedades de diversos materiais, bem como fenômenos térmicos relacionados à sua produção e manipulação. Trata, também, dos impactos ambientais provocados por atividades humanas, visando estimular ações sustentáveis e de proteção à biodiversidade.

**- Ciências da Natureza – Matéria, Energia e Vida**

Apresenta as características gerais da matéria e da energia, suas transformações e conservações e como interagem entre si, possibilitando a existência de tudo o que se encontra no Universo, incluindo a vida.

## 4.2. Propostas de adaptações

Foram escolhidas dez atividades práticas, que são fáceis de serem reproduzidas em laboratório por utilizarem materiais e equipamentos acessíveis e adaptáveis. Além disso, abrangem conteúdos de Química, Física e Biologia que podem ser facilmente trabalhados nas aulas experimentais. Foram adaptados três experimentos referentes à coleção Química (um de cada volume) e sete pertencentes à coleção Multiversos. Estes livros foram utilizados pelo pesquisador em diferentes momentos de sua vivência em sala de aula e são adotados pelo PNL D para o ensino médio.

Os roteiros apresentados não tiveram seus conteúdos alterados, visto que ambas as coleções já são aprovadas pelo MEC. Os experimentos e oficinas foram transcritos de acordo com os livros, e as adaptações sugeridas foram inseridas no contexto de cada uma. O texto original mantém a formatação padrão, em fonte *Times New Roman*, tamanho 12, cor preta. As adaptações são apresentadas na mesma fonte e tamanho, porém em vermelho, negrito e itálico, facilitando a identificação pelos professores, mesmo com a impressão do material em preto e branco. São identificadas por marcadores (●), para não alterar a sequência numérica dos roteiros. As sugestões para retirada de algum item serão identificadas nos roteiros pelas palavras que estiverem tachadas, como exemplificado: ~~pegue a agulha pelo meio com auxílio da pinça metálica.~~

A fim de padronizar os roteiros experimentais, optou-se por trabalhar os tópicos listados a seguir, buscando uma melhor sequência didática e, portanto, melhor direcionamento de cada experimento. Esta sequência não altera a atividade prática em questão e, em cada tópico, são feitas propostas de adaptação:

- Considerações iniciais – introduz o assunto da prática
- Objetivos – mostra o que se espera do experimento
- Materiais – apresenta a lista de materiais a serem utilizados na prática
- Procedimentos – descreve a sequência de procedimentos
- Perguntas – propõe as questões que devem ser respondidas pelos alunos ao final do experimento
- Considerações finais – faz um apanhado geral sobre as conclusões do experimento

A proposta das modificações é de tornar os roteiros inclusivos e acessíveis para os alunos DVs, por isso não serão retirados tópicos da proposta original dos livros.

A tabela 1 mostra uma síntese dos roteiros que foram adaptados e suas respectivas fontes.

**Tabela 1: Roteiros adaptados e suas fontes**

COLEÇÃO	ROTEIRO	TÍTULO	LIVRO
<b>Química</b>	5.2.1	Estudo da flutuação dos materiais	Volume 1, página 44
	5.2.2	A energia liberada pelos alimentos	Volume 2, página 74
	5.2.3	Tensão superficial: será que a agulha afunda?	Volume 3, página 207
<b>Multiversos: Ciências da Natureza</b>	5.2.4	Forno solar tipo caixa	Ciência, Sociedade e Ambiente, página 76
	5.2.5	Variação de calor nas reações químicas	Ciência, Sociedade e Ambiente, página 119
	5.2.6	Fibra óptica: a luz faz curvas?	Origens, página 48
	5.2.7	Força centrípeta	Origens, página 80
	5.2.8	Estudando a velocidade das reações	Movimentos e Equilíbrios na Natureza, página 38
	5.2.9	Extraindo o DNA de cebola	Ciência, Tecnologia e Cidadania, página 53
	5.2.10	Produtos do Metabolismo	Matéria, Energia e Vida, página 114

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os roteiros experimentais contendo as adaptações realizadas num contexto multissensorial. Considerou-se que os alunos com deficiência visual necessitam de métodos diferenciados para acesso às informações e ao conhecimento, através de materiais já amplamente utilizados (escrita em Braille, alto relevo etc.), objetos e equipamentos modificados (balanças, termômetros etc.) e de muitos outros que ainda podem ser adaptados, de acordo com a demanda e a acessibilidade de materiais.

Outrossim, levou-se em conta que o ambiente escolar não pode ser discriminatório e que qualquer tipo de material de apoio pedagógico pode contribuir para auxiliar os professores nesta inclusão. Ressalta-se, no entanto, a necessidade de uma formação ampliada na área de educação especial para os professores, a fim de estimular discussões e despertar em todos os alunos a curiosidade acerca das disciplinas que englobam as Ciências Naturais<sup>6</sup>.

Considera-se ainda que as aulas práticas inseridas no currículo de Química e Ciências da Natureza do ensino médio devem favorecer e garantir aos alunos uma reflexão e discussão do fenômeno que estiver sendo estudado. Dessa forma, para os alunos DV é de grande importância que estas atividades experimentais sejam adaptadas para que eles possam participar de todo processo, entender os conceitos e desenvolver o conhecimento científico.

As adaptações não foram feitas de forma exclusiva para os estudantes DVs, uma vez que essa proposta não estaria de acordo com a perspectiva da educação inclusiva. Elas abordam competências e habilidades similares às que são propostas para os alunos videntes, buscando a construção de modelos concretos que favoreçam a aprendizagem de todos.

A seguir, serão apresentados os conceitos abordados nos experimentos selecionados e os roteiros desses experimentos com as propostas de adaptação voltadas para os alunos DVs.

---

<sup>6</sup> Exemplos de ações de formação continuada englobam a plataforma digital EFAPE (Escola de Formação e Aperfeiçoamento de Profissionais da Educação do Estado de São Paulo) e a plataforma AVA-EFAPE-SEDUC (Ambiente Virtual de Aprendizagem da EFAPE) do Ministério da Educação.

## 5.1 Conceitos abordados nos roteiros

A escolha dos roteiros experimentais objetivou englobar diferentes conceitos no ensino de Química e Ciências da Natureza, e são apresentados a seguir:

No roteiro 1, intitulado Estudo da Flutuação dos materiais, foi trabalhado o conceito de densidade de materiais, no estudo da Química.

No roteiro 2, intitulado A Energia Liberada pelos alimentos, foi abordado o conceito de quantidade de calorias contida nos alimentos.

No roteiro 3, intitulado Tensão Superficial, a substituição da agulha por purpurina proporcionou trabalhar o conceito de forças intermoleculares.

O roteiro 4, intitulado Forno Solar, trabalhou o conceito de irradiação térmica.

O roteiro 5, intitulado Variação de Calor nas reações químicas, analisou a velocidade de reações químicas de acordo com a variação de temperatura da água.

O roteiro 6, intitulado Fibra Óptica: a luz faz curvas? abordou o conceito de propagação da luz.

O roteiro 7, intitulado Força Centrípeta, trabalhou com a relação de diferença de densidade de materiais em relação à massa e volume.

O roteiro 8, intitulado Velocidade das reações, analisou a diferença de velocidade de reações de acordo com a temperatura e superfície de contato do soluto ao ser triturado.

O roteiro 9, intitulado Extraíndo o DNA da cebola, trabalhou um conceito visual, sendo necessário o auxílio de outro aluno vidente e do professor para melhor compreensão.

O roteiro 10, intitulado Produtos do Metabolismo, abordou o conceito de fermentação, mostrando a reação química de formação de gás.

## 5.2. Roteiros Adaptados

Considera-se que é fundamental em todos os experimentos que o aluno conheça os materiais propostos. O reconhecimento tátil deve ser feito pelos alunos DVs e pelos alunos videntes, para que tenham uma compreensão igualitária dos materiais, conforme proposto por Camargo (2022).

### 5.2.1. Roteiro 1 – Estudo da flutuação dos materiais

Livro: Química - Volume 1 – pág. 44

#### **Considerações Iniciais:**

Será preciso relembrar que propriedades são necessárias para a determinação da densidade de um material e propor maneiras para estimá-las.

O trabalho pode ser realizado em grupo ou individual e em qualquer ambiente, não precisando ser no laboratório.

*Substituir esta última frase por:*

*O trabalho deve ser realizado em grupo formado por alunos videntes e DVs e em qualquer ambiente, não precisando ser no laboratório.*

#### **Objetivo do Experimento:**

O objetivo dessa atividade é estimar a densidade de alguns sólidos e compreender se essa propriedade está relacionada à flutuação dos materiais em um líquido (ou então por que alguns afundam, em vez de flutuar).

#### **Materiais:**

- *Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.*
  - Uma bola de gude



Figura 16: Densidade do material

Fonte: foto do autor



- Uma bola de poliestireno expandido (isopor) do mesmo diâmetro da bola de gude.
- Massa de modelar
- Um pedaço de barbante com cerca de 12 centímetros de comprimento
- Uma régua de 15 centímetros
- ***Uma régua plástica com relevo em Braille***
- Uma proveta ou recipiente graduado
- Palitos de churrasco
- Balança
- ***Balança de prato ou com fita graduada em Braille***
- Béquer ou copo transparente
- Água
- ***Barbante e palitos de picolé para construção de gráfico***

### **Procedimento**

- ***O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.***
  - ***Incentive os estudantes a participarem de todo processo.***
1. Registre em seu caderno quais são as grandezas que devem ser consideradas na determinação da densidade de um material e quais são as unidades de medida que podem ser utilizadas em cada caso.
  2. Elaborar procedimento para medir cada uma das grandezas e registrar no caderno.
    - ***Determinar, através do tato, a diferença de texturas entre os materiais.***
  3. Determinar as medidas e organizar em formas de tabelas.
  4. Construir em seu caderno uma tabela para organizar os valores das grandezas e o cálculo das densidades.
    - ***Com a orientação do professor, o estudante DV poderá elaborar um gráfico com os valores das grandezas obtidas, utilizando materiais como barbante (eixos X e Y) e palito de picolé (barras), e colados em folha de papel para melhor compreensão dos resultados da atividade proposta.***
  5. Modele a massa nos mesmos formato e tamanho da bola de gude. Mergulhe cada um dos materiais a serem estudados em copo ou béquer com cerca de 200 mL de água. Copie a tabela abaixo em seu caderno e anote suas observações.

- *Verifique, pelo tato, o quanto de cada material não está submerso e faça as devidas anotações.*

Material	O que ocorre quando o material é mergulhado no copo com água
Bola de gude	
Bola de poliestireno expandido	
Bola de massa de modelar	

### Perguntas

1. É possível estabelecer alguma relação entre a densidade dos materiais, a densidade da água e as observações feitas quando eles são mergulhados na água? Por quê? (Considere a densidade da água  $1 \text{ g/cm}^3$ , a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ )
2. Se esses materiais fossem mergulhados em um mesmo volume de um líquido de maior densidade que a água, as observações seriam diferentes? Por quê?
3. Se em vez dos materiais com o tamanho utilizado na atividade fossem usados materiais com diâmetros dez vezes maiores, a densidade obtida para cada um deles seria alterada? Por quê?
4. Compare os valores de densidade obtidos pelos outros colegas. Caso tenham encontrado diferentes valores, como essas divergências podem ser explicadas?

### Considerações finais:

A relação entre a massa e o volume de um material depende de sua composição. Por isso, a densidade é considerada uma propriedade específica que possibilita a identificação de diferentes materiais (Figuras 17 e 18).



Figuras 17 e 18: Tipos diferentes de materiais (vidro, isopor e massa de modelar) e densidade

Fonte: <https://ensinarhoje.com/propriedades-fisicas-dos-materiais-texto-e-atividades>

O professor pode orientar os alunos na construção de um gráfico utilizando barbante e palito de picolé, onde o barbante representa os eixos  $x$  e  $y$  e, os palitos, as diferentes densidades obtidas dos materiais utilizados no experimento.

Os objetos que flutuam na água (isopor) são menos densos que ela. Os que ficam no meio (massa de modelar) possuem a mesma densidade e os que não flutuam são mais densos (bola de gude). Essas diferenças podem ser percebidas pelos estudantes através do tato.

### 5.2.2. Roteiro 2: A energia liberada pelos alimentos

Livro: Química – Volume 2 – pág. 74

#### **Considerações Iniciais:**

Com base nos resultados obtidos na atividade, deve-se fazer uma análise sobre a quantidade de energia liberada pelos alimentos na queima e as variações de relação temperatura e a energia liberada.

#### **Objetivo do Experimento:**

O objetivo desse experimento é abordar uma técnica para estimar o valor energético de diferentes alimentos, utilizando um dispositivo denominado de calorímetro, que pode ser facilmente elaborado, para determinar os valores calóricos desses alimentos.

#### **Materiais:**

- *Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.*
  - Uma lata de refrigerante vazia
  - Um suporte universal
  - Uma rolha de cortiça
  - Um bastão de vidro
  - Água
  - Uma proveta de 500 mL
  - Um termômetro
- *Audiotermômetro para deficientes visuais (ele emite som e vibra à medida que a temperatura aumenta)*
  - Um amendoim sem casca
  - Uma balança digital
- *Aplicativo para balança (faz leitura numérica e emite som)*
  - Um clipe de metal

- Palitos de fósforo
- Um pedaço pequeno de pão francês
- Um pedaço pequeno de castanha-do-pará sem casca
- Um pedaço pequeno de batata-inglesa crua sem casca
- Anel para suporte universal

### Procedimentos:

1. Monte o aparato conforme ilustração de livro (Figura 19)
2. Meça 200 mL de água com a proveta e coloque dentro da lata.

- **Substitua o item anterior por: Encha um copo de medida padrão de 200 mL de água e coloque dentro da lata**

3. Mergulhe o termômetro na água dentro da lata e anote a temperatura inicial. Após a medição, retire o termômetro.

- **Utilize o audiotermômetro e ouça a temperatura**

4. Com a balança, **utilizando o aplicativo**, obtenha a massa de um amendoim sem casca e o posicione sobre o clipe adaptado em uma rolha de cortiça. A distância entre o amendoim e o fundo da lata afixada ao suporte universal pela argola deve ser de 2 centímetros, aproximadamente.

5. Com cuidado, acenda um palito de fósforo e queime o amendoim. Enquanto ele queima, agite a água contida na lata com o auxílio de um bastão de vidro.

6. Ao término da queima anote:

- a) a temperatura final da água (mergulhe o termômetro na água novamente)

- **utilize o audiotermômetro**

- b) a massa final do amendoim pós-queima (utilize a balança).

- **Utilize a balança e o aplicativo**

7. Repita esse procedimento substituindo o amendoim por um pedaço de pão francês e, em seguida, por uma castanha-do-pará e pela batata inglesa crua, todos com a mesma massa inicial do amendoim.



Figura 19: Aparato experimental (calorímetro)

Fonte: foto do autor

Complete o quadro abaixo:

Alimento	Massa inicial (g)	Massa final (g)	Temperatura inicial da água °C	Temperatura final da água °C	Varição de temperatura °C
Amendoim					
Pão francês					
Castanha – do – Pará					
Batata – inglesa crua					

### Perguntas

1. Quais foram os dois alimentos em que se verificou maior variação de temperatura? E quais os dois alimentos em que se verificou menor variação?
2. Por que as massas de alimentos queimadas no experimento devem ser iguais?
3. Faça uma estimativa do poder calórico do amendoim e da castanha–do-pará em kcal/g, pesquise e relacione os valores pesquisados aos encontrados no experimento.

### Considerações Finais

*O professor deve orientar o grupo de estudantes para que o aluno DV sinta, através do tato, como está o amendoim e os demais alimentos antes e depois do experimento; ele deve perceber, através do tato a textura, e através do olfato o cheiro, Os colegas videntes devem informar como ficou a relação de massa / temperatura, verificando a caloria desprendida, medida em KCal.*

*Neste experimento o aluno DV também irá estimular o sentido da audição, através do audiotermômetro e, quando possível, do aplicativo de som para balança, durante o procedimento.*

### 5.2.3. Roteiro 3: Tensão superficial: será que a ~~agulha~~/*purpurina* afunda?

Livro: Química – Volume 3 – pág. 207

#### Considerações Iniciais:

Nessa atividade, poderemos relembrar conceitos trabalhados nas séries iniciais do ensino médio, como densidade dos materiais, superfícies de contato, propriedades físicas.

O trabalho pode ser realizado em grupos com alunos com e sem deficiência visual e em qualquer ambiente, não precisando ser no laboratório.

- *A agulha será substituída pela purpurina para evitar algum tipo de acidente com os alunos. A purpurina foi usada por ser um material de fácil acesso e cumpre o mesmo propósito da agulha, ou seja, afunda com a quebra da tensão superficial pelo detergente.*

#### Objetivo do experimento:

Essa atividade tem como foco discutir a tensão superficial e as forças intermoleculares em líquidos, conceitos fundamentais para a compreensão da ação de um detergente.

**Materiais:** *Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.*



Figura 18: tensão superficial da água

- Recipiente de plástico
- Água de torneira
- ~~Corante alimentício~~
- ~~Uma colher~~
- ~~Uma agulha ou um alfinete~~
- ~~Uma pinça metálica~~
- Um conta-gotas
- Detergente líquido
- ***purpurina ou glitter de granulação fina***



Figura 21: Sequência do experimento de tensão superficial com purpurina.

Fonte: foto do autor

### Procedimento (Figura 21):

- ***Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.***
1. ~~Encha o recipiente com água até a metade de seu volume total. Em seguida, adicione à água o corante alimentício ou o pó para refresco e agite com uma colher.~~
  - ***Substituir este item por: encha o recipiente com água até a metade de seu volume total. Em seguida, adicione a purpurina à água.***
  2. ~~Pegue a agulha pelo meio com auxílio da pinça metálica.~~
  3. ~~Coloque a agulha horizontalmente e de modo cuidadoso no centro da superfície da água e observe.~~
  - ***Retirar estes dois itens acima, pois a agulha será substituída pela purpurina.***
  4. Pingue, com auxílio do conta-gotas, algumas gotas de detergente em um canto do recipiente e observe sua dissolução. ~~Verifique o que ocorre com a agulha logo depois.~~



- *Substituir por: Pingue, com auxílio do conta-gotas, algumas gotas de detergentes em um canto do recipiente e observe sua dissolução. Solicite a um colega vidente que descreva o que aconteceu após acrescentar o detergente. Verifique o que ocorre com a purpurina logo depois, através do toque dos dedos na água.*

### **Perguntas:**

1. Há diferença no comportamento da ~~agulha~~ **purpurina** antes e depois da adição do detergente?
2. De acordo com o conceito de tensão superficial fornecido no texto, explique a relação entre ele e o comportamento da ~~agulha~~ **purpurina** na superfície da água, antes e depois do gotejamento do detergente. Considerando que, ao substituir a água por uma amostra de gasolina, ~~a agulha~~ **purpurina** afunda na presença e na ausência de detergente, explique essa diferença. O que se pode inferir sobre a tensão superficial da gasolina se comparada com a da água?
3. Em função do que foi observado, o que se pode inferir sobre a influência do detergente na tensão superficial da água?

### **Considerações Finais**

*Num primeiro momento o professor deve explicar aos alunos os conceitos de tensão superficial, detalhando os fenômenos que ocorrem.*

*Ao final do experimento, o aluno poderá ser capaz de perceber, através da movimentação da purpurina em direção ao fundo do copo, o conceito de tensão superficial.*

#### 5.2.4. Roteiro 4: Forno solar – tipo caixa

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Ciência, sociedade e ambiente – Pág. 76

##### **Considerações Iniciais:**

É possível construir um forno a partir de materiais simples, que realmente possa cozinhar alimentos?

*Segundo Gonçalves e colaboradores (2019),*

**A utilização do forno solar, por se tratar de um equipamento instigante, ecologicamente correto, relevante para economia de gás de cozinha, barato, fácil de construir, pode despertar nos alunos a consciência quanto à importância da utilização de energias renováveis, pois o sol, além de fonte de vida, pode ser a resposta para a questão do abastecimento energético no futuro, utilizando energia limpa e gratuita. O projeto de construção desses fornos é interdisciplinar, englobando conhecimentos de trigonometria, geometria, geografia, química e física, ação muito discutida e almejada na educação. (GONÇALVES et al, 2019, p.1)**

##### **Objetivos:**

- construir um forno solar com materiais de fácil acesso;
- verificar a relação entre a temperatura e o volume de água por meio desse forno solar;
- construir um projeto de forno solar que possa ser utilizado por famílias de baixa renda.

##### **Materiais:**

***Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.***

Peça aos estudantes que procurem alguns materiais em suas casas, como papelão e saco plástico. Esse procedimento visa minimizar a produção de resíduos a partir de sua reutilização.

- caixa de papelão em que caibam duas canecas;
- duas canecas (ou copos) pretas idênticas;
- dois termômetros para medidas de temperatura ambiente (não clínicos);
- ***dois audiotermômetros para indicação sonora da temperatura***

- folha de papel-alumínio;
- saco plástico transparente;
- tinta guache ou cartolina preta;
- fita adesiva;
- *cola alto relevo – para identificar, em Braille, a cor escura das canecas e fazer marcações em relevo nos termômetros, caso não tenha o audiotermômetro disponível, e canecas*
- *barbante – para construção de gráfico*

### **Procedimentos:**

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.*
- *Incentive os estudantes a participarem de todo processo.*
  1. Dividir os estudantes em grupos, *mesclando alunos videntes e DVs*, e explicar a eles que cada grupo vai construir o seu forno solar. Incentive a colaboração e o trabalho em equipe, que são habilidades socioemocionais necessárias ao convívio em sociedade.
  2. Pinte o interior da caixa de papelão de preto ou faça uso da cartolina preta para forrar todo seu interior.
  3. Forre um pedaço de papelão com papel alumínio. Esse pedaço será usado como refletor solar. *Neste ponto, o aluno DV poderá sentir a textura do papel alumínio, que será utilizado como refletor da radiação solar, tomando o cuidado necessário para evitar cortes.*
  4. Coloque 100 mL de água em uma caneca e 200 mL de água na outra, que devem ser colocadas lado a lado, no interior da caixa, de forma a receberem a mesma quantidade de energia (aproximadamente) radiante, refletida pela superfície refletora. Coloque um termômetro em cada caneca e cubra-as com o plástico transparente.
  5. Leve o forno ao sol, ajuste o refletor para iluminar dentro da caixa. *O professor deve orientar o aluno DV quanto ao sentido do refletor para aquecimento da água nas canecas.*

6. Copie a tabela a seguir, em seu caderno, e preencha com a medida da temperatura da água em três momentos diferentes, a cada 10 min.

Temperatura da água	1ª. Medida	2ª. Medida	3ª. Medida
Caneca de 100 mL			
Caneca de 200 mL			

### Perguntas:

- No mesmo sistema de eixos da tabela, construa os gráficos da temperatura em função do tempo para a água de cada caneca (utilize cores diferentes para cada gráfico).
  - Substituir a questão 1 por: No mesmo sistema de eixos da tabela, construa os gráficos da temperatura em função do tempo para a água de cada caneca utilizando barbante (para os eixos X e Y), cartolina (como base) e cola alto relevo (para valores das temperaturas).*
- O que você observa em relação à temperatura da água?
- O comportamento da temperatura depende da quantidade de água? Explique.
- Forme um grupo com seus colegas e desenvolvam um projeto de forno solar para famílias carentes. Faça uma pesquisa para identificar um tipo de forno solar de fácil execução, que utilize materiais acessíveis e que seja eficiente. Para isso é preciso testar seu funcionamento.

### Considerações finais:

Comente com os estudantes as vantagens proporcionadas pelos fornos solares, os quais podem contribuir na economia do consumo de energia elétrica, além de minimizar a emissão de gases poluentes decorrentes do uso de gás de cozinha. Outra possibilidade é usar esses fornos como alternativa ao fogão para famílias que não têm acesso à rede elétrica, permitindo o cozimento de alimentos e o aquecimento de água.

- O aluno DV poderá sentir a diferença de temperatura, através do tato, tocando a parte externa das canecas com água dentro (considerar a sensibilidade tátil do estudante, evitando queimaduras).*
- Uma opção para os alunos DVs é a digitação dos resultados em computadores com “software” tradutor para braille, possibilitando a construção dos gráficos e tabelas.*

- *Este é um experimento interessante, pois utiliza materiais comuns, de fácil acesso a todos os alunos.*



Figura 22: Como construir um forno solar doméstico

Fonte: <https://www.assimquefaz.com/como-fazer-um-forno-solar-diy/>

### 5.2.5. Roteiro 5: Variação de calor nas reações químicas

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Ciência, sociedade e ambiente – Pág.119

#### **Considerações Iniciais:**

Este conteúdo é uma forma de introduzir o conceito de reações químicas envolvendo calor, e de catalisadores (no caso, a enzima catalase da batata). *O aluno DV também poderá perceber as reações sentindo as diferenças de temperatura através do toque,*

#### **Objetivo:**

Reconhecer processos exotérmicos e endotérmicos.

#### **Materiais:**

*Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.*

- Metade de uma batata inglesa (comum) picada em cubos
- 20 mL de água (equivalente a 1/3 de xícara)
- 100 mL de água oxigenada comercial (1 frasco)
- Recipiente plástico
- Termômetro
- *audiotermômetro*
- *Cola alto relevo para marcação dos valores de temperatura no termômetro, caso o audiotermômetro não esteja disponível*

#### **Procedimentos:**

- *Incentive os estudantes a participarem de todo processo.*
1. Coloque a água no recipiente plástico e meça a temperatura dela.
    - *Substituir este item por:*
    - *Coloque a água no recipiente plástico e sinta sua temperatura com os dedos (pelo tato). Faça a medida utilizando o audiotermômetro*
  2. Em seguida, acrescente a água oxigenada e as batatas no mesmo recipiente e tampe-o. Depois de aproximadamente 1 minuto, meça a temperatura dessa mistura.

- *Substituir este item por:*
- *Em seguida, acrescente a água oxigenada e as batatas no mesmo recipiente e tampe-o. Depois de aproximadamente 1 minuto, sinta a temperatura do recipiente tocando-o pelo lado de fora. Meça a temperatura da água com o audiotermômetro. Calcule a diferença de temperatura do antes e depois de colocar a água oxigenada.*

### Perguntas:

1. A reação da água oxigenada com as batatas é endotérmica ou exotérmica?
2. Faça uma pesquisa na internet para obter informações que expliquem o aparecimento de bolhas na reação da água oxigenada com a batata. Determine também a equação da reação envolvida nesse processo.

### Considerações finais:

- Espera-se que os estudantes identifiquem um leve aumento de temperatura, através do termômetro ou pelo contato dos dedos com o líquido. Essa reação é exotérmica, pois libera calor. *Os alunos DVs podem tentar perceber a diferença de temperatura através do tato, mas a aferição preferencialmente deve ser feita com o uso do audiotermômetro.*
- A enzima catalase é encontrada nas células da batata, e acelera a reação de decomposição da água oxigenada em água e gás oxigênio e, por isso, observamos a formação de bolhas nessa reação. *Os alunos DVs podem observar a presença das bolhas através da audição, aproximando-se, com cuidado, do recipiente e ouvindo o borbulhar da água oxigenada.*

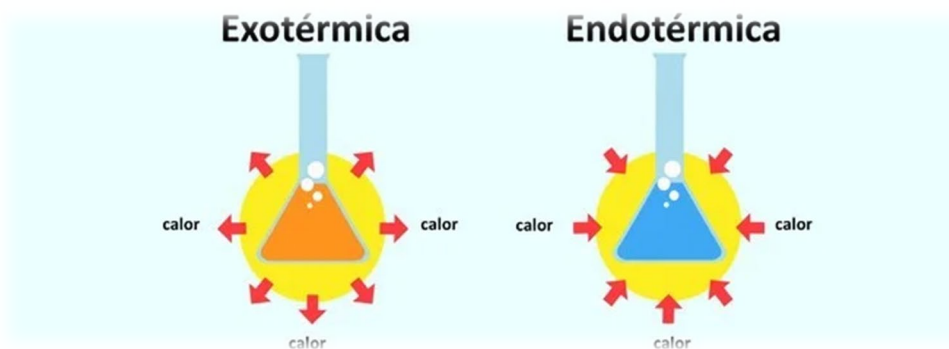


Figura 23: fluxo de calor nas reações exotérmica e endotérmica.

Fonte: <https://www.todamateria.com.br/termoquimica/>

### 5.2.6. Roteiro 6: Fibra óptica: a luz faz curvas?

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Origens - Pág. 48

#### Considerações iniciais:

O sistema a ser construído pelos estudantes deve mostrar a atuação da água como uma espécie de fibra óptica.

É esperado que os alunos percebam que, através de sucessivas reflexões totais retilíneas, a água que escoar através de um furo feito em uma garrafa e iluminado por uma lanterna, retenha alguns raios da luz emitida durante sua trajetória devido à reflexão interna.

#### Objetivos:

- Verificar a propagação retilínea da luz;
- Verificar a reflexão da luz

#### Materiais:

- ***O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.***
- Garrafa pet transparente (de 2L)
- Tinta acrílica ou tinta guache preta ou papel preto
- Lanterna
- ***Ponteiro a laser***
- Água
- Bacia plástica
- Tesoura
- Massa de modelar

#### Procedimentos:

- ***Este trabalho deve ser feito em grupos formados por alunos videntes e DV, incentivando os estudantes a participarem de todo processo.***

1. Corte com a tesoura a parte superior da garrafa.

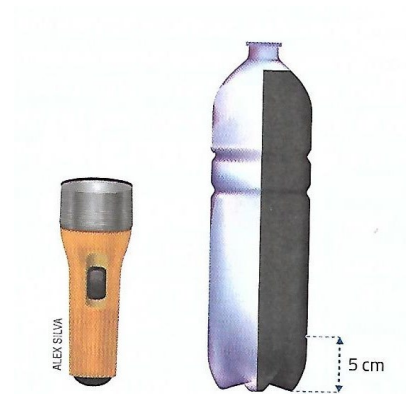


Figura 24: Aparato para experimento

Fonte: Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza - Livro: Origens - Pág. 48



2. Faça um furo de meio centímetro de diâmetro na parede da garrafa, a uma altura de 5 cm.
3. Pinte com tinta ou encape com o papel a metade da garrafa no qual foi feito o orifício.

### **Perguntas:**

1. Elabore uma hipótese de como este experimento pode ser realizado. Descreva os procedimentos e teste a hipótese.
2. A atividade que você realizou responde à questão inicial?
3. Justifique se o título desta atividade é pertinente. Se necessário faça uma pesquisa sobre o assunto.

### **Considerações finais:**

Oriente os alunos a tapar os furos com massa de modelar e colocar água na garrafa. Em seguida, eles devem iluminar com a lanterna (*ou ponteiro a laser*) a face da garrafa oposta ao orifício. Por fim, peça que destapem o furo e deixem a água escorrer sobre a bacia. Essa atividade também pode ser realizada em uma pia. Obs.: realize a atividade em um ambiente escuro.

- *Camargo (2022) descreve este experimento:*

A luz acompanha a curvatura que a água faz ao cair. Esta situação exemplifica o funcionamento da fibra óptica, pelo fenômeno da reflexão interna. Quando a luz do laser entra no jato de água pelo furo, ela acaba se chocando com a parede interna do líquido. Como o ângulo de incidência da luz em relação à superfície interna do cilindro de água é maior que o ângulo limite, ocorre reflexão interna, e a luz volta para o interior do jato. O processo se repete e, devido a numerosas reflexões, a luz acompanha a curva do jato de água, fazendo parecer que a luz está se curvando (CAMARGO, 2022, p. 83)

- *Faça uma dinâmica com os alunos videntes antes do início da oficina. Vede-os e realize o experimento, a fim de que eles consigam transmitir as sensações aos colegas DVs de forma mais fidedigna.*
- *Elabore cartazes em relevo e cores diferentes para os alunos videntes auxiliarem os DVs na orientação de onde possa passar o raio de luz.*
- *Apesar de parecer que a luz faz curva, ela reflete várias vezes nas interfaces entre a água e o ar, e acompanha a curvatura do jato de água. A luz não faz curvas, ela se*

*propaga em linha reta. Esta explicação pode ser feita pelo aluno vidente, ao aluno cego, apoiando a mão dele no furo de saída da água, observando a curvatura que a mesma faz, juntamente com a luz que a acompanha.*

- *A fibra óptica, que é um cabo que transporta dados, tem o mesmo funcionamento, onde a luz é refletida diretamente nas paredes do filamento de vidro que há dentro do cabo.*
- *Uma outra possibilidade para os alunos DVs compreenderem melhor esse experimento é passar um fio de arame pela abertura, acompanhando o escoamento da água, que poderia ser percebido através do tato.*



Figura 25: luz laser que se curva dentro da água

Fonte: <https://www.explicatorium.com/experiencias/luz-curva-na-agua.html>

### 5.2.7. Roteiro 7: Força Centrípeta

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Origens - Pág. 80

#### **Considerações iniciais:**

Neste experimento, o aluno poderá perceber que qualquer objeto em movimento circular não tende a sair pela linha que o liga ao centro da curva, quando este é despreendido das forças que lhe impõem este movimento circular.

#### **Objetivos:**

- Construir um aparato com movimento circular;
- Verificar a relação entre a velocidade tangencial de um movimento circular com seu raio.

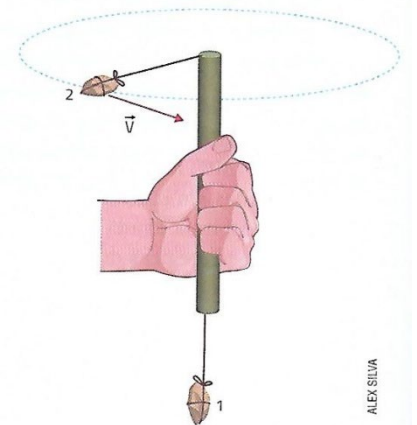
#### **Materiais:**

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.*
- Peça de 30 cm de cano de PVC
- Duas rochas de massas diferentes (maiores que o diâmetro do cano)
- Um metro de linha de pesca
- Uma fita métrica
- Uma balança simples
- *Uma balança de prato adaptada com fita relevo em Braille*
- *Fita adesiva*

#### **Procedimentos:**

- *Incentive os estudantes a participarem de todo processo.*
  - *O professor deve supervisionar e posicionar o aluno DV quanto ao modo de segurar o cano para que não ocorram acidentes.*
1. Passe a linha de pesca por dentro do tubo de PVC.
  2. Com a balança, confira a massa das rochas.

- *Este item deve ser substituído por:*
  - *Verifique a massa das rochas através do toque na haste milimetrada da balança de prato.*
3. Amarre a rocha de menor massa (2) na ponta da linha de pesca. Passe o fio sobre todos os lados da rocha para evitar que se solte.
    - *Acrescentar ao item anterior: Passe fita adesiva ao redor da pedra amarrada, para evitar que ela se solte.*
  4. Amarre a rocha de maior massa (1) na outra ponta da linha de pesca. Passe o fio sobre todos os lados da rocha para evitar que se solte.
    - *Passe fita adesiva ao redor da pedra amarrada, para evitar que ela se solte.*
    - *Oriente que a rocha de maior massa deve ficar voltada para baixo do cano, e a de menor massa voltada para cima.*
  5. Segure o cano de PVC, como indica a imagem, e produza um movimento circular uniforme de velocidade tangencial  $v_1$ , com a rocha de menor massa.
  6. Peça a um colega que, com cuidado, e por baixo, meça o raio da trajetória com a fita métrica.
  7. Produza um movimento circular uniforme de velocidade tangencial  $v_2$ , de tal forma que  $v_2 > v_1$ . (Figura 25)
    - *Oriente que a rocha de maior massa deve ficar voltada para baixo do cano, e a de menor massa voltada para cima.*
  8. Peça novamente a um colega para que, com cuidado, e por baixo, meça o raio da trajetória com a fita métrica.
  9. Copie o quadro a seguir em seu caderno e o complete com os dados obtidos.



» Representação esquemática do experimento, em que 1 é a rocha de maior massa e 2 é a rocha de menor massa.

Figura 26: Representação esquemática do experimento

Fonte: Livro didático Multiverso – Ciências da Natureza - Livro: Origens - Pág. 80

Quadro 1			
Raio da trajetória (1ª. Medida)	Raio da trajetória (2ª. Medida)	Massa (rocha 1)	Massa (rocha 2)

**Perguntas:**

A resultante centrípeta varia para cada raio de trajetória? Justifique.

1. A partir dos valores medidos e indicados no quadro 1, faça os cálculos necessários, copie o quadro 2 em seu caderno e o preencha. Considere duas medidas diferentes para o raio da trajetória.

Quadro 2		
	Velocidade linear (tangencial)	Velocidade angular
1ª. Medida		
2ª. Medida		

**Considerações finais:**

- A resultante centrípeta tem intensidade igual ao peso do corpo que está pendurado. Logo, nas duas situações, teremos o mesmo valor.
- O valor da massa é desprezível. A intensidade da força de tração na corda é igual o peso da pedra 1 e é a resultante centrípeta.
- O experimento em questão relaciona as massas das rochas com a força centrípeta, possibilitando aos alunos, *videntes ou DVs*, conhecer a relação dos conceitos interdisciplinares das ciências naturais, abrangendo química e física.
- Um material alternativo em substituição às rochas seria massa de modelar, minimizando os riscos de acidentes.

### 5.2.8. Roteiro 8: Estudando a velocidade das reações

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro Movimentos e Equilíbrios na Natureza – pág 38

#### Considerações Iniciais:

*Cada aluno terá três copos com água em diferentes temperaturas, um gelado, um quente e outro em temperatura ambiente. Posteriormente, em silêncio todos colocam um comprimido efervescente no copo com água em temperatura ambiente. Em seguida, no copo com água gelada, e depois no copo com água quente. (...) Se as moléculas se movimentam mais, elas se chocam mais e com mais energia, diminuindo a energia de ativação e, em consequência, a “velocidade” da reação aumenta. (PIRES, 2013, p. 20)*

#### Objetivo:

Verificar a velocidade das reações químicas de acordo com a temperatura da água *e a consistência do material*.

#### Materiais:

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível. Ele deve incentivar os alunos a participarem de todo o processo.*
- 6 comprimidos efervescentes (pode ser antiácido estomacal ou de vitamina C)
- 6 copos
- Relógio ou cronômetro
- Socador de limão ou batedor de carne
- Água (*em temperatura* ambiente, aquecida, gelada)

#### Procedimentos:

1. Como você poderia elaborar os procedimentos a partir dos materiais citados para identificar ao menos dois fatores que influenciam a velocidade de uma reação química? Forme um grupo e realize a prática anotando os resultados obtidos.

**Perguntas:**

1. Faça um relatório sobre os procedimentos realizados.
2. Discuta com seus colegas os dados adquiridos no experimento e faça sua conclusão.

Faça uma pesquisa sobre os componentes do comprimido efervescente (antiácido estomacal) explicando a reação que ocorre quando ele é colocado em água.

**Considerações finais:**

*Neste experimento, além do tato também foi explorado a audição para a compreensão dos conceitos, haja visto a sua complexidade. Com isto, os alunos podem perceber e diferenciar a velocidade de cada reação. Através do som produzido pela efervescência – na água gelada, o som persiste por mais tempo quando comparado com comprimido colocado na água à temperatura ambiente, e quando colocado na água quente – que os alunos percebem a questão da temperatura na velocidade da reação. Na água quente, o som da efervescência é mais intenso e os respingos podem ser sentidos pelo tato. (PIRES, 2013, p. 20). Em resumo, quanto maior a temperatura, maior a velocidade de reação.*

*O outro ponto a ser considerado no experimento foi quanto à superfície de contato. Quanto maior for a superfície de contato, mais moléculas estarão em contato umas com as outras, maior será a probabilidade de ocorrerem choques efetivos e mais rápida será a reação. Dessa forma, colocando para reagir com a mesma quantidade de água um comprimido efervescente inteiro e um triturado, o triturado terminará de reagir mais rápido, pois a sua superfície de contato é bem maior que a do comprimido compacto (Figura*



Figura 27: Reação de antiácido efervescente em pó e em comprimido

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/fatores-que-alteram-velocidade-das-reacoes.htm>

### 5.2.9. Roteiro 9: Extraindo o DNA da cebola

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Ciência, Tecnologia e Cidadania – Pág. 53

#### Considerações iniciais:

O estudo do DNA dos seres vivos é realizado há décadas, desde que técnicas para sua extração e análise foram desenvolvidas e aprimoradas. Muitas dessas técnicas exigem diversos equipamentos laboratoriais específicos. Mas, será possível extrair o DNA de certas células com poucos materiais e procedimentos simples?

Este experimento visa mostrar que o uso de reagentes químicos de uso cotidiano pode auxiliar no processo de extração de DNA da cebola.

*A percepção do processo de extração pelos alunos DVs poderá ocorrer pelo tato*

#### Objetivo:

- Extrair moléculas de DNA de células de cebola

#### Materiais:

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível. Ele deve incentivar os alunos a participarem de todo o processo.*
- 1 cebola picada em pedaços pequenos;
- 1 colher de chá de sal de cozinha;
- 1 colher de sopa de detergente neutro;
- 150 mL de água filtrada a temperatura ambiente;
- 1 frasco de álcool 98° gelado (que havia sido mantido anteriormente no congelador por um dia);
- 2 copos de vidro transparentes identificados pelas letras A e B;
- 1 coador de café e 1 filtro de café;
- 1 panela com água aquecida a fogo baixo, para banho-maria;
- 1 recipiente plástico;

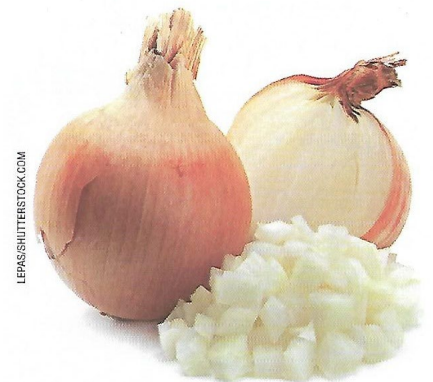


Figura28: Cebola in natura

Fonte: Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza - Livro: Ciência, Tecnologia e Cidadania – Pág. 53



- Cubos de gelo;
- Papel filme.

### **Procedimentos:**

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.*
  - *Este trabalho deve ser feito em grupos com alunos videntes e DVs, incentivando os estudantes a participarem de todo processo.*
  - *Picar a cebola em cubos pequenos. Este processo deverá ser feito pelo professor, para evitar acidentes. Apresentar aos alunos a cebola inteira e a picada;*
1. No copo A, adicione a água filtrada e misture, com cuidado, o detergente e o sal, de modo a não formar espuma. Adicione a cebola picada à mistura e cubra a abertura do copo com papel filme;
  - *O professor deverá levar uma panela ao fogo com água, para banho-maria;*
  2. Coloque o copo A no interior da panela com água aquecida a fogo baixo, mantendo-o em banho-maria por 20 minutos; *orientar e supervisionar os alunos próximos ao fogo;*
  3. Esperar o copo A esfriar por 5 minutos, remover o papel filme e filtrar a mistura com auxílio do coador e do filtro de café. Armazenar a solução filtrada no copo B.
  4. Mantenha apenas metade do volume do copo B com a solução filtrada e cubra a abertura do copo com papel filme.
  5. Adicione cubos de gelo no interior do recipiente plástico e coloque o copo B em seu interior. Mantenha-o no gelo por 5 minutos.
  6. Remova o papel filme e adicione o álcool gelado com cuidado, até que o volume do copo seja preenchido. Aguarde 10 minutos e observe os resultados.

### **Perguntas:**

1. A partir dos resultados observados, responda ao questionamento inicial.
2. Qual a origem do DNA visualizado na atividade prática?
3. Por que o detergente foi utilizado na atividade prática? Se necessário, realize uma pesquisa para responder essa pergunta.
4. Forme um grupo com seus colegas e elabore 2 questionamentos que devem ser respondidos pelos demais. Seus questionamentos devem ser referentes à atividade prática e/ou a seu assunto.

### Considerações finais:

- A maceração da cebola pode ser usada para facilitar a ruptura da parede celular, aumentando a permeabilidade das células.
- O detergente é usado para romper a membrana plasmática das células da cebola, favorecendo a liberação do DNA.
- A função do sal é manter proteínas dissolvidas no líquido extraído, impedindo que estas se precipitem em conjunto com o DNA. O aquecimento da solução possibilita o desarranjo dos fosfolipídios da membrana e a desnaturação de enzimas e proteínas, que podem se ligar às moléculas da membrana e a desnaturação de enzimas e proteínas que podem se ligar às moléculas de DNA ou promover seu corte.
- O álcool é usado para agrupar os filamentos de DNA, tornando-os visíveis a olho nu, já que já há uma grande quantidade de material genético. Quanto mais gelado estiver o álcool menor será a solubilidade do DNA.
- ***O aluno DV deverá ter contato com a cebola inteira, picada e após o seu processamento, através do tato e olfato, percebendo as transformações do processo.***



Figura 2919:DNA (e outros componentes celulares) em tubo de vidro ao final de um experimento de extração do DNA de cebola.

Fonte: Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza - Livro: Ciência, Tecnologia e Cidadania – Pág. 53

A limitação deste experimento é o conceito visual, sendo necessário o auxílio de outro aluno vidente e do professor para melhor compreensão do aluno DV.

Uma possibilidade seria a utilização de outros vegetais ou frutas, como por exemplo o kiwi, que leva à formação de bolhas, mais fáceis de serem percebidas pelos estudantes DVs.

Outros exemplos, que também levam à formação de bolhas, são tomate, banana, mamão, uva, entre outros (Figura 30).

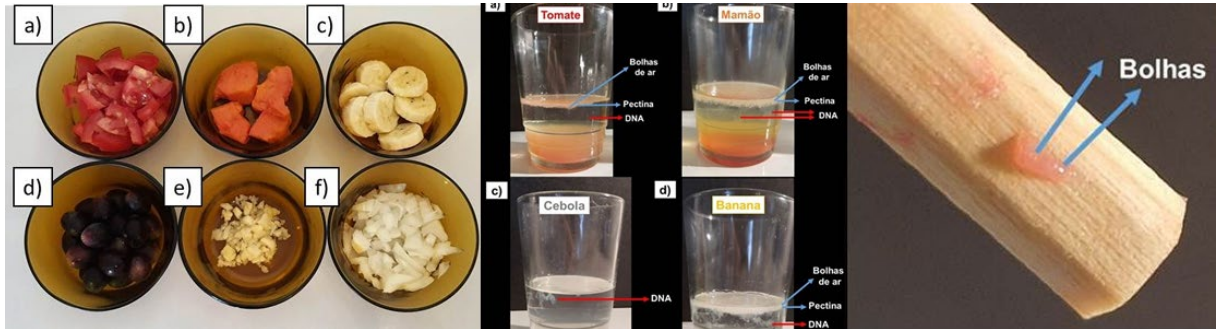


Figura 30: Resultado da extração de DNA de diferentes frutas e vegetais.

Fonte: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/15/extraindo-o-dna-de-vegetais-uma-proposta-de-aula-pratica-para-facilitar-a-aprendizagem-de-genetica-no-ensino-medio>

### 5.2.10 Roteiro 10: Produtos do Metabolismo

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Matéria, energia e vida – Pág. 114

#### Considerações iniciais:

A produção de pães envolve o uso de fermento biológico, um ingrediente que contém as leveduras, fungos microscópicos da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Quando misturadas com farinha e água, as leveduras do fermento biológico realizam fermentação alcoólica, processo que faz a massa do pão crescer. Um procedimento caseiro realizado para saber se a massa do pão cresceu o suficiente para entrar no forno é colocar um pedaço pequeno dessa massa num copo com água. Após determinado tempo, a massa sobe na coluna de água, indicando que a massa está pronta para ir ao forno.

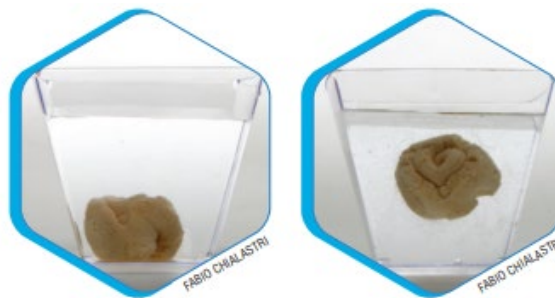


Figura 31: Massa de pão em copo de água em dois momentos diferentes

Fonte: Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza - Livro: Matéria, energia e vida – Pág. 114

#### Objetivo:

- Verificar a produção de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) liberado no processo de fermentação alcoólica realizado pelas leveduras.

#### Materiais:

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.*
- 6 garrafas de água descartável de 500 mL de capacidade

- 6 balões de borracha
- 1500 mL de água morna
- 240 gramas de açúcar
- 250 gramas de farinha de trigo
- 360 gramas de fermento biológico
- 4 funis (1 para água, 1 para açúcar, 1 para farinha de trigo, 1 para fermento biológico)  
– caso não disponha de 4 funis, utilize o mesmo, lavando e secando para cada utilização.
- Obs.: ½ xícara de chá é a medida aproximada de 120 gramas
- ***Cola alto relevo (para identificação das garrafas em Braille)***

### Procedimentos:

- ***Incentive os estudantes a participarem de todo processo. Os estudantes DVs devem identificar os materiais através do tato, olfato e paladar (açúcar, fermento e farinha de trigo), considerando os ingredientes e o ambiente limpos e higienizados.***
  - ***Iniciar o procedimento identificando junto com os alunos, cada garrafa, de 1 a 6, em Braille, com a cola alto relevo;***
1. Coloque os seguintes ingredientes em cada uma das garrafas, ***com auxílio de um funil:***

Ingrediente	Garrafa 1	Garrafa 2	Garrafa 3	Garrafa 4	Garrafa 5	Garrafa 6
Água	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml
Açúcar	-	120 gramas	-	-	120 gramas	-
Farinha de trigo	-	-	120 gramas	-	-	120 gramas
Fermento biológico	-	-	-	120 gramas	120 gramas	120 gramas

2. Encaixe os balões na boca de cada garrafa, aguarde 30 minutos e anote os resultados.
  - ***Os alunos DVs devem tocar cada balão, sentindo se inflaram ou não, e o quanto cada balão infla.***
1. Quais foram os resultados obtidos? Explique-os com suas palavras.
2. Os resultados obtidos por você podem ajudar a explicar a situação descrita no início dessa seção? Justifique.

**Considerações finais:**

- Espera-se que o balão de borracha da garrafa 5 (água + açúcar + fermento) infle em razão da liberação de gás carbônico, produto da fermentação alcoólica da glicose presente no açúcar, realizada pela levedura presente no fermento biológico.
- Também é esperado que o balão da garrafa 6 (água + farinha + fermento) infle, mas em menor intensidade. Isso ocorre porque a farinha, que é uma mistura, contém moléculas de açúcares, mas em pouca quantidade, e a metabolização dos carboidratos, presentes na farinha, em glicose, leva mais tempo para acontecer.
- Ressalte para os estudantes que, se a água utilizada fosse fria, o tempo de observação do resultado seria maior ou menor, de modo que eles possam relacionar a temperatura como um dos fatores que influenciam a velocidade de uma reação química.
- Espera-se que os estudantes entendam que o gás carbônico, produzido no processo de fermentação alcoólica realizado pelas leveduras na massa do pão, que contém farinha e açúcar, fica preso na massa, tornando-a “aerada” e com menor densidade, o que explica o fato de a massa flutuar na água.
- *Nesse experimento há possibilidade dos estudantes DV e videntes compreenderem os diversos conceitos que podem ser abordados, como a evidência de reação química, com a formação do gás carbônico na fermentação da massa de pão; na utilização de balão de festa que torna a possibilidade do aluno DV também evidenciar a reação e formação do gás ocorrendo.*
- *É possível observar que apenas o conteúdo contendo fermento, água e açúcar é capaz de encher a bexiga. Isso acontece porque algumas bactérias fermentam açúcares, produzindo álcool etílico e gás carbônico (CO<sub>2</sub>) – fermentação alcoólica (Figura 31).*



Figura 32: Demonstração da fermentação alcoólica.

Fonte: <http://pibidcienciasuel.blogspot.com/2015/07/aula-pratica-sobre-fermentacao.html>

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

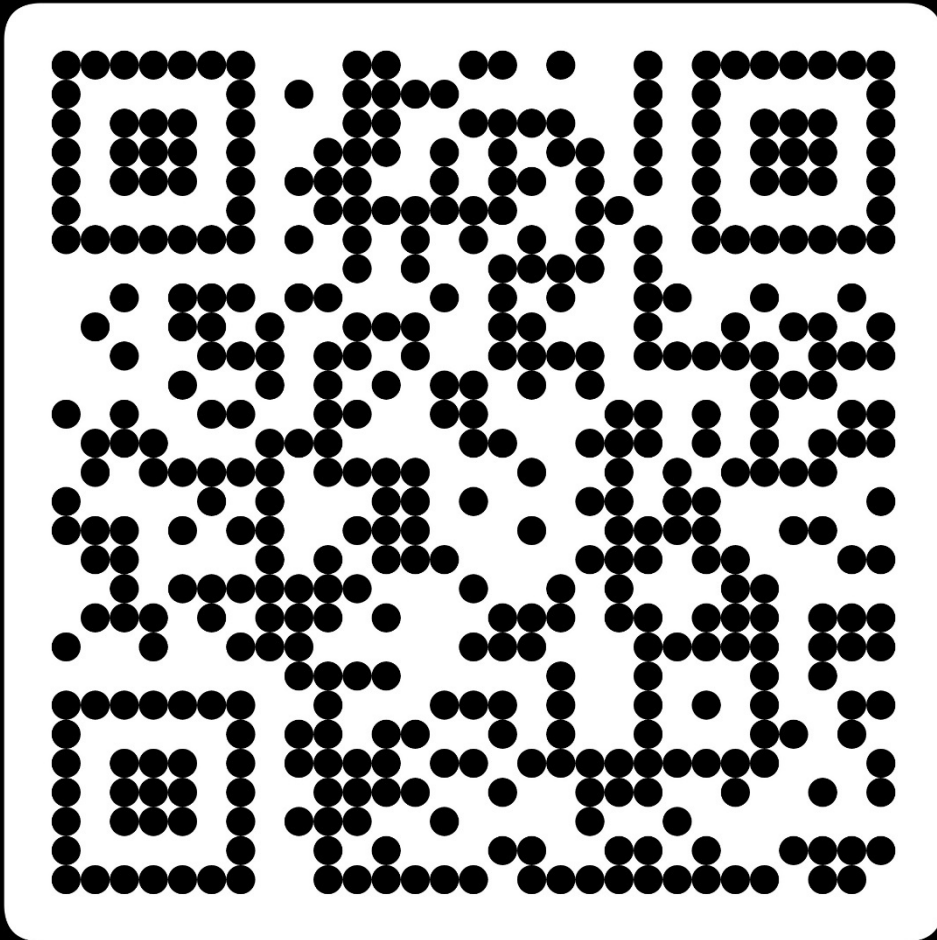
Este trabalho apresenta uma proposta simples em um amplo campo de ensino e pesquisa, que pode ser explorado na área das Ciências Naturais, visando a inclusão escolar. Espera-se que essa proposta possa ser usada em sala de aula por outras professoras e professores e que os resultados os inspirem a desenvolver pesquisas em ensino de química e de ciências na perspectiva da educação inclusiva, uma área na qual a produção acadêmica ainda não é expressiva.

Os roteiros adaptados que foram aqui apresentados podem contribuir para a aprendizagem de vários conceitos de Química, Física e Biologia, de maneira igualitária, participativa e inclusiva uma vez que foram elaborados num contexto multissensorial, em que os alunos DV e os alunos videntes pudessem ter percepções e uso dos sentidos semelhantes. Além do mais, eles são viáveis para utilização em qualquer escola pois propõem materiais adaptados de baixo custo.

Além disso, a aplicação de estratégias multissensoriais pode propiciar que os alunos relacionem os conceitos trabalhados nos roteiros experimentais com conteúdos teóricos, evidenciando uma predisposição de aprendizagem, atenção e memória, e a consequente elaboração de esquemas e a construção de conhecimentos. Vale ressaltar que estes resultados valem para todos os alunos, com deficiência visual ou não, uma vez que eles interagem o tempo todo, num processo colaborativo, e possível de ser conseguido no ensino regular, numa perspectiva inclusiva.

No intuito de auxiliar e estimular os professores a desenvolverem mais atividades práticas com seus alunos, utilizando materiais acessíveis e baratos, que possam ser desenvolvidas em qualquer sala de aula, foi elaborado um e-book com os roteiros experimentais adaptados por nós num contexto multissensorial. Este material pode ser facilmente acessado pelo código QR apresentado a seguir.





**Digitalize-me!**

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, M. S. F. (Org) **Declaração de Salamanca**: recomendações para a construção de uma escola inclusiva. Brasília: MEC, Secretaria de Educação Especial, 2003. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/serie3.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2022.

ARICO, E. M.; JUNIOR, O. A.; JUNIOR, P. M. A educação inclusiva de alunos cegos ou com baixa visão: revisão da literatura – desafios e panorama de possibilidades para aulas de química. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA, 2, 2016, Campina Grande. **Anais eletrônicos...** Campina Grande: 2016. Disponível em: [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO\\_EV060\\_MD1\\_SA16\\_ID1193\\_17092016155045.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO_EV060_MD1_SA16_ID1193_17092016155045.pdf). Acesso em: 01 jul. 2022.

BANDYOPADHYAY, S.; RATHOD, B. B. The Sound and Feel of Titrations: A Smartphone Aid for Color-Blind and Visually Impaired Students. **Journal of Chemical Education**, v.94, n.7, p. 946-949, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00027>. Acesso em: 01 jul. 2022.

BENITE, C. R. M. et al. A experimentação no Ensino de Química para deficientes visuais com o uso de tecnologia assistiva: o termômetro vocalizado. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 3, p. 245 - 249, ago. 2017. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39\\_3/05-EQM-78-16.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_3/05-EQM-78-16.pdf) Acesso em: 24 mai. 2022.

BERSCH, R. **Introdução à tecnologia assistiva**. Porto Alegre: CEDI, 2008.

BONIFACIO, V. D. B. QR-coded audio periodic table of the elements: A mobile-learning tool. **Journal of Chemical Education**, v. 89, n. 4, p. 552-554, 2012.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p. Disponível em: [https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88\\_Livro\\_EC91\\_2016.pdf](https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf). Acesso em: 24 mar. 2022.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 20/12/1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19394.htm) . Acesso em 10 jun. 2022.

BRASIL. Decreto nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999. Regulamenta a Lei no 7.853, de 24 de outubro de 1989, dispõe sobre a Política Nacional para a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, consolida as normas de proteção, e dá outras providências. Brasília, DF: 1999.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Plano Nacional de Educação. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <http://www.camara.gov.br>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução n. 2, de 11 de setembro de 2001, institui as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Brasília: CNE/CEB, 2001a.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer 17/2001, de 3 de julho de 2001. Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica. Brasília: CNE, 2001b.

BRASIL. Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Brasília, DF: 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm). Acesso em: 24 abril 2022.

CAIADO, K. R. M. **Aluno deficiente visual na escola: lembranças e depoimentos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

CAMARGO, E. P. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física**. 1ª ed. São Paulo: Ed. Unesp, 2012a.

CAMARGO, E. P. O Perceber e o Não Perceber: algumas reflexões acerca do que conhecemos por meio de diferentes formas de percepção. In: MASINI, Elcie F. S. (org.). **Perceber: raiz do conhecimento**. São Paulo: Vetor, 2012b.

CAMARGO, E. P. **Ensino de Física multissensorial**. Campos dos Goytacazes: Encartografia Editora, 2022. Disponível em: [https://includi.org/wp-content/uploads/2022/05/Ebook\\_Ensino-de-Fisica-Multissensorial.pdf](https://includi.org/wp-content/uploads/2022/05/Ebook_Ensino-de-Fisica-Multissensorial.pdf). Acesso em: 18 jun. 2022.

CARVALHO, M. J. Paulo Freire: a construção da escola democrática a partir da decisão. **RBP**, v. 25, n. 3, p. 441-454, set./dez. 2009.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. M. B. Os recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n. 15, abril de 2000. Disponível em: <http://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/issue/view/100>. Acesso em: 24 mar. 2021.

CORDOVA, H. P. et al. Audietermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, e2505, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0299>. Acesso em: 03 jul 2022.

CREPPE, C. H. **Ensino de química orgânica para deficientes visuais empregando modelos moleculares**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências na Educação Básica) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2009.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar em Revista**, v.31, p. 213-230, 2008.

DANIEL, L. X. L. **Balança térmica adaptada para aulas experimentais inclusivas de química**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2017.

FANTIN, D. et al. Evaluation of Existing and New Periodic Tables of the Elements for the Chemistry Education of Blind Students. **Journal of Chemical Education**, v. 93, n. 6, p. 1039-1048, 2016.

FERNANDES, T. C.; HUSSEIN, F. R. G.S.; DOMINGUES, R. C. P. R. Ensino de química para deficientes visuais: a importância da experimentação num enfoque multissensorial. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 2, p. 195-203, maio 2017. Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39\\_2/12-EQF-113-15.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc39_2/12-EQF-113-15.pdf). Acesso em: 05 jul. 2022.

FLAIR, M. N.; SETZER, W. N. An olfactory indicator for acid-base titrations: A laboratory technique for the visually impaired. **Journal of Chemical Education**, v. 67, n. 9, p.795, 1990.

FRANÇA, F. A. A formação docente em química para a inclusão escolar: a experimentação com alunos com deficiência visual. 2018. 117 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

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

GADEK, F. J. Inventory Control. Easily Made Electronic Device for Conductivity Experiments **Journal of Chemical Education**, v. 64, n. 7, p. 628-629, 1987.

GALVÃO FILHO, T. A. Tecnologia Assistiva. **Revista AREDE - Tecnologia para inclusão social**, São Paulo, n. 53, nov. 2009. Disponível em: <http://www.galvaofilho.net/TecnologiaAssistiva.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2022.

GARCIA, R. M. C. Políticas para a educação especial e as formas organizativas do Trabalho pedagógico. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v.12, n.3, p.299-316, 2006.

GARCIA, R. M. C. Política de educação especial na perspectiva inclusiva e a formação docente no Brasil. **Revista Brasileira de Educação**, v.18, n. 52, p. 101-239, 2013.

GIL, M. **Deficiência visual**. Brasília: MEC, Secretaria de Educação a Distância, 2000.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, p. 43-49, nov.1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em 03 jul. 2022.

GLAT, R.; FERREIRA, J. R. Panorama Nacional da Educação Inclusiva no Brasil. Relatório de Consultoria Técnica. Banco Mundial. Brasília, DF: 2003. Disponível em: [http://www.cnotinfor.pt/inclusiva/pdf/Educacao\\_inclusiva\\_Br\\_pt.pdf](http://www.cnotinfor.pt/inclusiva/pdf/Educacao_inclusiva_Br_pt.pdf). Acesso em: 1 jul. 2022.

GOMES, D. S. O uso da experimentação no ensino das aulas de Ciências e Biologia. **Revista Insignare Scientia**, v. 2, n. 3, p. 103-108, 21 nov. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.36661/2595-4520.2019v2i3.11187>. Acesso em 02 jul, 2022.

GONÇALVES, N. N. et al. Construção de fornos solares: uma atitude sustentável para erradicação da pobreza. **Revista Eletrônica Debates Em Educação Científica e Tecnológica**, v.3, n.1, p. 88-94, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.36524/dect.v3i01.51>. Acesso em: 31 mai. 2022.

GRAYBILL, C. M. et al. Low-Cost Laboratory Adaptations for Precollege Students Who Are Blind or Visually Impaired. **Journal of Chemical Education**, v. 85, n. 2, p. 243-247, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ed085p243>. Acesso em: 28 Jun. 2022.

GUPTA, H. O., SINGH, R. Low Cost Science Teaching Equipment for Visually Impaired Children. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 5, p. 610, 1990.

HIEMENZ, P. C.; PFEIFFER, E. A General Chemistry Experiment for the Blind. **Journal of Chemical Education**, v.49, n.4, p.263-265, 1972.

HODSON, D. Hacia um Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio. **Enseñanza de las Ciências**, Barcelona, v. 12, n.3, p. 299-313, 1994.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censo da Educação Básica 2019**: notas estatísticas. Brasília: MEC, 2020.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of Chemical Education**, v. 70, n. 9, p. 701, 1993.

LIRA, C.F.; SCHLINDWEIN, M.L. A pessoa cega e a inclusão: um olhar a partir da psicologia histórico-cultural. **Caderno Cedes**. Campinas. v. 28, n. 75, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-32622008000200003>. Acesso em: 13 abr. 2022.

LOPES, D. M. et al. A construção da consciência corporal com o uso da didática multissensorial na educação especial com deficientes visuais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA, 3, 2018, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: Editora Realize, 2018. Disponível em: [https://editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2018/TRABALHO\\_EV110\\_MD4\\_SA6\\_ID\\_660\\_10072018120309.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2018/TRABALHO_EV110_MD4_SA6_ID_660_10072018120309.pdf). Acesso em: 29 jun. 2022.

LUNNEY, D. Development of a data acquisition and data analysis system for visually impaired chemistry students. **Journal of Chemical Education**, v. 71, n. 4, p. 308, 1994.

MACIEL, A. P.; BATISTA FILHO, A.; PRAZERES, G. M. P. Equipamentos alternativos para o ensino de Química para alunos com deficiência visual. **Revista Docência do Ensino Superior**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 153–176, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rdes/article/view/2106>. Acesso em: 7 dez. 2022.

MARIN, M.; MARETTI, M. Ensino Colaborativo: Estratégias de Ensino para a Inclusão Escolar. **Seminário internacional de inclusão escolar: práticas em diálogo**, 1., 2014, Rio de Janeiro: Uerj, 2014. p. 1 - 8. Disponível em: [www.cap.uerj.br/site/images/stories/noticias/4-marin\\_e\\_maretti.pdf](http://www.cap.uerj.br/site/images/stories/noticias/4-marin_e_maretti.pdf). Acesso em: 14 jul. 2022.

MÓL, G., S. et al. Ensinando e experimentando Química com alunos deficientes visuais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 12, 2004, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: UFG, 2004. Disponível em: <http://143.107.52.76/resumos/28ra/t0933-1.pdf> Acesso em: 24 mar. 2022.

MOLENA, J. C. **Ensino de química para alunos com deficiência visual**: investigando a percepção de professores sobre o processo de conceitualização. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/10914>. Acesso em: 01 jul. 2022.

NASCIMENTO, C. C.; COSTA, S. S. L.; AMIN, L. H. Repensando o ensino de química: uma proposta para deficientes visuais. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 4, 2010, Laranjeiras. **Anais eletrônicos...** Laranjeiras: 2010.

NEPPEL, K. et al. A Closer Look at Acid-Base Olfactory Titrations. **Journal of Chemical Education**, v. 82, n. 4, p. 607-610, 2005.

NETO, J.D., MOL, G. **A experimentação para alunos com deficiência visual: propostas de adaptação de experimentos de um livro didático.** Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

NEVES, D. C. F. et al. Leitor acessível: Uma proposta de dispositivo para medidas de massa em aulas práticas de química para pessoas com deficiência visual. In: MOURA, S. M. S. (Org.) **Série Educar, Educação Especial e Inclusiva.** v. 45. 1ª ed. Belo Horizonte: Poisson, 2020. p. 38-45. Disponível em: [https://www.poisson.com.br/livros/serie\\_educar/volume45/Educar\\_vol45.pdf](https://www.poisson.com.br/livros/serie_educar/volume45/Educar_vol45.pdf) Acesso em: 24 mar. 2022.

NOBRE, D. S. R. **Educação inclusiva em foco: reflexões sobre a importância da instrumentação para o ensino de química de alunos com deficiência visual.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/17477>. Acesso em: 24 mar. 2021.

NUNES, S.; LOMÔNACO, J. F. B. O aluno cego: Preconceitos e Potencialidades. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 55-64, Jan/Jun 2010.

OLIVEIRA, A. A. **Um olhar sobre o ensino de Ciências e Biologia para alunos deficientes visuais.** 2018. 83f. Dissertação (Mestrado em Ensino da Educação Básica) - Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2018.

PACHECO, D. A experimentação no ensino de ciências. **Ciência & Ensino**, v.2, p. 10, 1997. Disponível em: [http://www.nebad.uerj.br/publicacoes/artigos\\_em\\_periodicos/experimentacao\\_no\\_ensino\\_de\\_ciencias.pdf](http://www.nebad.uerj.br/publicacoes/artigos_em_periodicos/experimentacao_no_ensino_de_ciencias.pdf). Acesso em: 08 jul, 2022

PEREIRA, B. B. Experimentação no ensino de Ciências e o papel do professor na construção do conhecimento. **Cadernos da FUCAMP**, v.9, n. 11, 2010. Disponível em: <https://quiprocura.net/w/wp-content/uploads/2016/03/experimentacao-no-ensino.pdf>. Acesso em: 02 jul, 2022.

PEREIRA, F. et al. Sonified Infrared Spectra and Their Interpretation by Blind and Visually Impaired Students. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 8, p. 1028-1031, 2013.

PICCOLO, G. M.; MENDES, E. Dialogando com Goffman: contribuições e limites sobre a deficiência. **Póiesis Pedagógica**, v.10, n.1, p.46-63, 2012.

PIRES, L. A. **O projeto “Ensino de Química a alunos com deficiência visual” da UnB: 8 anos depois.** 2013. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) - Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/8079/7/2013\\_LarineAraujoPires.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/8079/7/2013_LarineAraujoPires.pdf) Acesso em: 24 de mar. 2021.

RAMIN, L. Z.; LORENZETTI, L. A experimentação no ensino de química como uma ferramenta para a inclusão social. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: SBQ, 2016.

RATLIFF, J. L. Chemistry for the Visually Impaired. **Journal of Chemical Education**, v. 74, n.6, p. 710 - 711, 1997. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/ed074p710>. Acesso em: 20 abr. 2022.

RICARDO, É. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O ensino das ciências no nível médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos parâmetros curriculares nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p.351-370, dez. 2002.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18, 2016, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: SBQ, 2016.

SÁ, E. D.; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C. **Atendimento Educacional Especializado em Deficiência Visual**. Brasília: MEC, 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf>. Acesso em: 04 jul. 2022.

SANTOS, A. C. L. L. et al. Química experimental para deficientes visuais. **Latin American Journal of Science Education**, v. 2, p. 12015-1 – 12015-7, 2015.

SAVIANI, D. A pedagogia histórico-crítica no quadro das tendências críticas da educação brasileira. **Revista Ande**, v.11, p.15-23, 1986.

SILVA, G. M.; ARAGÃO, A. S.; SILVA, V. C. Materiais de apoio para o Ensino de Química em salas de aula inclusivas com alunos com deficiência visual. In: MAZZÉ, F., M.; SILVA, M., G., L.; BARROSO, M., T. **Propostas e materiais inovadores para o ensino de Química**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017.

SILVEIRA, T. S. **Deficiência Visual: Fundamentos e Metodologias**. Indaial: Grupo UNIASSELVI, 2009.

SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciencias**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

SOUSA, A. C. L. L.; SOUSA, I. S. A inclusão de alunos com deficiência visual no âmbito escolar. **Estação Científica (UNIFAP)**, Macapá, v. 6, n. 3, p. 41-50, set./dez. 2016.

SOUZA, K., A., F., D.; CARDOSO, A. A formação em Química discutida com base nos modelos propostos por estudantes de pós-graduação para o fenômeno de dissolução. **Química Nova**, v. 32, n. 1, p. 237-243, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/25911/S0100-40422009000100040.pdf>. Acesso em: 30 de mai 2021.

SUPALO, C. A. et al. Using Adaptive Tools and Techniques To Teach a Class of Students Who Are Blind or Low-Vision. **Journal of Chemical Education**, v. 86, n.5, p. 587- 591, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/ed086p587>. Acesso em: 28 jun. 2022.

VEIGA, J., E. **O que é ser cego**. Rio de Janeiro: José Olympio Editora, 1983.

VENTORINI, S. E. A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual. 2007. 2 v. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto

de Geociências e Ciências Exatas, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95652>. Acesso em: 28 jun. 2022.

VYGOTSKI, L. S. **Pensamento e linguagem**. 3<sup>a</sup> ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

ZERBATO, A. P., MENDES, E. G. Desenho universal para a aprendizagem como estratégia de inclusão escolar. **Educação Unisinos**, v.22, n.2, p.147-155, 2018.



# EBOOK

**ADAPTAÇÕES  
MULTISSENSORIAIS EM  
ROTEIROS  
EXPERIMENTAIS DE  
LIVROS DIDÁTICOS DE  
QUÍMICA E DE  
CIÊNCIAS NATURAIS  
PARA ALUNOS COM  
DEFICIÊNCIA VISUAL**

---

**MAURO CAFÉ DA SILVA**



Digitalize-me!

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL

# PRODUTO EDUCACIONAL

## ADAPTAÇÕES MULTISSENSORIAIS EM ROTEIROS EXPERIMENTAIS DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA E DE CIÊNCIAS NATURAIS PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

PARTE DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO  
APRESENTADO AO PROGRAMA DE MESTRADO  
PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL, DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.  
ORIENTADORA: PROFA. DRA. GLAUCIA MARIA DA  
SILVA DEGRÈVE

2022

MAURO CAFÉ DA SILVA

# AGRADECIMENTOS

*À minha orientadora, Profa. Dra. Glaucia Maria da Silva Degrève, pelos ensinamentos e direcionamento no pensamento e execução deste projeto.*

*Agradecimento à CAPES pela bolsa concedida. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)*

*À minha esposa Claudia e filha Isabella, amores meus, pela paciência e dedicação.*

*À Deus, pelo dom de enxergar a vida.*



# CONTEÚDO

## INTRODUÇÃO

### 1 CAPÍTULO 1

Materiais e Equipamentos de Laboratório  
Adaptados para Deficientes Visuais

### 2 CAPÍTULO 2

Didática da Multissensorialidade

### 3 CAPÍTULO 3

Livros Didáticos Utilizados

### 4 CAPÍTULO 4

Propostas de Adaptações

### 5 CAPÍTULO 5

Roteiros Adaptados

### 6 CAPÍTULO 6

Considerações Finais

### 7 CAPÍTULO 7

Referências Bibliográficas

# INTRODUÇÃO

De acordo com Saviani (1986), aprender é desenvolver a capacidade de processar informações e organizar dados resultantes de experiências ao passo que se recebe estímulos do ambiente. O grau de aprendizagem depende tanto do aluno quanto do professor e do contexto da sala de aula. Inicialmente o professor através do diálogo e observação precisa verificar aquilo que o aluno já sabe. O aluno por sua vez procura compreender o que o professor tenta explicar. Quando ocorre a aprendizagem, significa que o aluno conseguiu sintetizar e apropriar-se das informações recebidas pelo professor, passando a ter uma visão mais clara do conteúdo trabalhado, bem como do mundo que o cerca.

É inegável a dificuldade que muitos estudantes têm no aprendizado de disciplinas relacionadas às Ciências Naturais. De forma particular, o ensino de Química é, muitas vezes, praticado de forma puramente tradicional e descontextualizado, desencadeando uma desmotivação por parte do discente (ROCHA; VACONCELOS, 2016).

O Ensino de Química pode acontecer em três níveis:

O primeiro, denominado macroscópico, refere-se àquilo que é possível ver e manusear, e que permite descrever as propriedades de um material ou sistema. O segundo é o nível representacional ou simbólico, no qual as substâncias e fenômenos químicos são representados por meio de símbolos, fórmulas e equações. O terceiro nível, denominado microscópico e mais sofisticado, compreende a “manipulação mental” de partículas (sub) microscópicas como átomos, íons e moléculas, com o intuito de explicar as observações pertencentes ao primeiro nível. (JOHNSTONE, 1982, apud SOUZA; CARDOSO, 2009, p. 238).

O caráter experimental da disciplina é parte fundamental para a compreensão e aprendizado pelos alunos em geral. No entanto, ainda existe pouca frequência da experimentação nas aulas de Ciências, mais especificamente na disciplina de Química, embasada na falta de recursos ou materiais adequados. Isto vai além, quando os professores se deparam com alunos com algum tipo de necessidade especial nas salas de aula.

# INTRODUÇÃO

A deficiência visual (DV) refere-se à diminuição da resposta visual, em virtude de causas congênitas ou adquiridas. Esta diminuição da resposta visual pode variar de leve a severa, ou até a ausência total da resposta visual. Quando se tratar de diminuição de capacidade visual severa, significa que estamos nos referindo às pessoas com visão subnormal ou baixa visão, já a ausência total da resposta visual refere-se à cegueira. (SILVEIRA, 2009, p.18).

Sob o enfoque educacional, cego é aquele que não utiliza a visão para a aprendizagem e que necessita de sistemas Braille ou sistemas que verbalizam textos em computadores. Já o aluno com baixa visão é aquele que apresenta resíduo visual que lhe permite ler impressos com o auxílio de recursos didáticos e equipamentos especiais.

A educação inclusiva prevê a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais nas escolas regulares, e é um direito de todos. Vem desde muitos anos, buscando sua institucionalização e normatização do ensino igualitário, com qualidade, preservando o respeito às diferenças contidas no ambiente escolar, mas se fortaleceu a partir dos anos 1990, com a promulgação da lei 9.394/96 que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN).

Sousa e Sousa (2016) analisando a literatura existente e as políticas públicas direcionadas à educação inclusiva, concluíram que a responsabilidade não é apenas do educador, mas sim de todos envolvidos neste processo, como é o caso da comunidade escolar e da sociedade em geral. Eles fomentam a importância da qualificação dos educadores para a educação especial, priorizando o desenvolvimento da criticidade no ambiente escolar. Faz-se necessário a desmistificação sobre a deficiência visual e uma mudança de concepção para a dissociação do ver e do aprender, o que provavelmente, viabilizará o ensino e aprendizagem dos alunos com ou sem visão.

Nobre (2020) aponta que o professor tem papel fundamental para motivar a inclusão de todos os alunos em sala de aula, seja deficiente ou não, a partir de como conduz as aulas e como faz uso de recursos didáticos bem planejados.

# INTRODUÇÃO

Os recursos didáticos são muito importantes na educação, em especial para aqueles alunos com deficiência visual, que apresentam dificuldade de contato com o ambiente físico e carência de material adequado. Da mesma forma que os demais, eles necessitam de motivação para aprendizagem, o que pode ser feito pelo aproveitamento da sua percepção tátil e a consequente facilitação da descoberta de detalhes (NASCIMENTO et al., 2010).

As informações tátil, auditiva, sinestésica e olfativa são mais desenvolvidas pelas pessoas cegas porque elas recorrem a esses sentidos com mais frequência para decodificar e guardar na memória as informações. Sem a visão, os outros sentidos passam a receber a informação de forma intermitente, fugidia e fragmentária (SÁ; CAMPOS; SILVA, 2007, p.15).

O professor deve sempre considerar outras possibilidades, estimulando a aptidão para substituir ou compensar a falta de visão, fazendo intervir os outros sentidos, com possibilidade de interpretação. Neste contexto, o uso de materiais adaptados, que desenvolvam estes sentidos, tem grande importância.

Existem materiais que, mediante certas alterações, prestam-se para o uso em atividades experimentais no ensino de alunos DVs. Neste caso estão os instrumentos de medir, como o metro, a régua, os mapas de encaixe, os jogos etc. (CERQUEIRA, FERREIRA, 2000). Além destes, equipamentos importantes e passíveis de adaptações, temos termômetro, pHmetro, balança, entre outros. Atualmente também já existem vários aplicativos que auxiliam no dia a dia, e também nas atividades escolares, de alunos DVs.

A dificuldade em ensinar o conteúdo de química para os alunos com deficiência visual, esbarra em estudos mais dirigidos ao contexto de compreensão, já que o aspecto espacial depende muitas vezes do tátil juntamente com o áudio, para finalizar o raciocínio e o aprendizado.

Os estudantes com deficiência visual podem e devem ser incluídos nas atividades práticas, observando adaptações eventuais. O contato é benéfico para todos, pois estimula o respeito e conscientização dos demais alunos. Com a inclusão nessas atividades o aluno passa a reconhecer e adaptar-se em novo ambiente, conhecendo obstáculos e evitando acidentes.

# INTRODUÇÃO

Soler (1999, p. 32) questiona o fato de o ensino das Ciências Naturais possuir um enfoque em elementos puramente visuais. Dessa forma ocorre a perda de muitas informações não visuais, desencadeando a falta de motivação nessas disciplinas dos alunos cegos e com baixa visão. Como consequência, pode levar a uma interpretação tendenciosa do meio ambiente e um entendimento muito reduzido da observação científica, pois essa ação se reduz ao ato de olhar.

Algumas alternativas devem ser adotadas nas aulas experimentais com alunos DVs. Por exemplo, para se trabalhar as cores podem ser incluídas aos modelos, as formas geométricas e texturas, entre outros critérios, explorando o sentido tátil. Os recursos sonoros, olfativos e gustativos também devem ser usados, sempre que possível, na educação especial, desenvolvendo uma metodologia multissensorial.

Na literatura são escassos os roteiros experimentais descritos com materiais específicos ou adaptados para utilização em aulas com alunos DVs, principalmente com enfoque multissensorial. Santos, et al. (2015) apontam que, para possibilitar a inclusão de alunos com deficiência visual em aulas experimentais de química é necessário desenvolver mais metodologias de ensino e instrumentação eletrônica de laboratório. Estas práticas de laboratório adaptadas podem auxiliar o trabalho docente no Ensino de Ciências, de modo que o educador possa ressignificar suas aulas, tornando-as inclusivas e atrativas.

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho originou-se nos desafios enfrentados em sala de aula no ensino de Química para alunos videntes e com deficiência visual, e escassez de material adaptado para atividades práticas.

Assim, o objetivo deste trabalho foi a adaptação de roteiros de aulas práticas encontrados em livros didáticos de Química e de Ciências Naturais do Ensino Médio, para que estes sejam inclusivos. A proposta foi adaptar, como produto educacional, roteiros de experimentos no contexto da didática multissensorial, auxiliando na construção do conhecimento dos alunos DVs e videntes.



## MATERIAIS E EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO ADAPTADOS PARA DEFICIENTES VISUAIS

Para que os alunos com deficiência visual possam sentir-se incluídos nas atividades práticas escolares, é fundamental que adaptações sejam feitas em equipamentos e materiais de laboratório.

Muitos materiais didáticos já foram desenvolvidos para auxiliar estes alunos, como a escrita em Braille, uma escrita em relevo que utiliza um papel de gramatura 120, uma prancha, uma reglete de alumínio com espaços vazados e uma punção. Para a escrita também pode ser utilizada a máquina de escrever em Braille, além do sorobã (para cálculos matemáticos), o caderno para baixa visão, uma lupa manual e outra eletrônica. Além desses materiais, existem aplicativos disponíveis produtores de sons, editores de textos, agendas etc. (CAIADO, 2003).

Vale ressaltar o conceito da didática multissensorial, que proporciona um aprendizado muito mais completo associando os cinco sentidos para estudar, compreender e perceber as situações e fenômenos ao seu redor, além de desenvolver habilidades sociais, emocionais e culturais nestes estudantes.

A seguir, serão apresentados mais detalhes destas adaptações, que podem ser utilizadas nos roteiros propostos neste trabalho.



Algumas pequenas modificações podem ser feitas nos utensílios e equipamentos de aulas práticas. Como exemplos citamos o uso de régua plásticas, com marcação do  $\frac{1}{2}$  cm em Braille (o cego não distingue milímetros) para medições (Figura 1). Esta régua é encontrada comercialmente mas, como alternativa, pode-se fazer manualmente estas marcações em uma régua comum utilizando cola em alto relevo (Figura 2).



Figura 1: Régua plástica com alto relevo em Braille  
Fonte: <https://shoppingdobraille.com.br/produto/regua-braille/>



Figura 2: Cola em alto relevo  
Fonte: <https://lista.mercadolivre.com.br/cola-auto-relevo-acrilex>

## - Balança:

Para a realização de pesagens, existem algumas opções de balanças disponíveis, como as balanças mecânicas com escala graduada, em relevo ou, na ausência desta, podem ser feitas adaptações simples utilizando-se de fitas com escalas marcadas em Braille.

Outra balança adaptada é de escala tríplice (balança romana) usual em laboratórios. Sua adaptação consiste em afixar ao fiel da balança uma haste de polímero de baixa densidade (por exemplo EVA) para que o aluno possa identificar pelo tato a condição de equilíbrio da balança e fazer a leitura da massa medida. A escala da balança funciona com o deslocamento numa régua horizontal e por ser tátil e pode ser operada com êxito pelo aluno com deficiência visual. (figura 3).



Figura 3 Balança semi-analítica adaptada para deficientes visuais

Fonte: Graybill, 2008, apud Arico, 2016

## -Termômetro:

Os termômetros são amplamente utilizados em práticas experimentais nas escolas, sendo de suma importância a existência de adaptações neste equipamento voltadas para o aluno DV. Existem disponíveis termômetros de ambiente, adaptados para emissão de sons audíveis ou vibrações tácteis, utilizando um conjunto de sensores permite medir a temperatura ambiente e de líquidos.

Neste contexto, Cordova et al. (2017) desenvolveram um auditermômetro onde as medidas de temperatura são audíveis (na faixa de -10 a 110oC, com variação de 0,5 em 0,5oC). Ele também mostrou ser capaz de medir várias grandezas físicas também através da emissão de sons. (Figura 4)



Figura 4: Montagem do circuito do auditermômetro.

Fonte: Cordova et al, 2017

**-pHmetro:**

A identificação do pH é feita, normalmente, com base na visão. França (2018) desenvolveu um projeto a fim de caracterizar substâncias ácidas e básicas explorando o sentido do paladar e verificar o pH das substâncias investigadas com um pHmetro vocalizado. Como exemplo foram utilizados a ingestão de um antiácido, de refrigerante, hidróxido de magnésio, banana em processo de amadurecimento e vinagre que são substâncias que fazem parte do cotidiano do aluno.

O pHmetro foi adaptado para ser compreendido pela audição, utilizado para medida do potencial hidrogeniônico das soluções. O equipamento informa o pH da solução por um display eletrônico, concomitante à medida vocalizada. (Figura 5).



Figura 5: pHmetro vocalizado

Fonte: França, 2018

## -Indicador de nível de líquido

O Indicador de nível de líquidos é composto por uma célula fotoelétrica que permite, mediante som, detectar o nível que se pretende que alcance um líquido vertido num recipiente. (Figuras 6, 7)



Figura 6: Indicador de nível de líquidos

Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br/indicador-de-nivel-de-liquido>



Figura 7: Indicador de nível de líquidos

Fonte: <https://www.lojaciviam.com.br/indicador-de-nivel-de-liquido>

## -Medidor De Volume De Líquidos

Maciel, Filho e Prazeres (2016) descrevem o medidor de volume de líquidos para a preparação ou diluição de soluções. Eles utilizaram uma seringa de plástico graduada com uma trava que encaixa nas fendas do êmbolo. Ele pode ser utilizado para medida de volumes previamente determinados, com boa precisão e exatidão, na preparação ou diluição de soluções. (Figura 8)

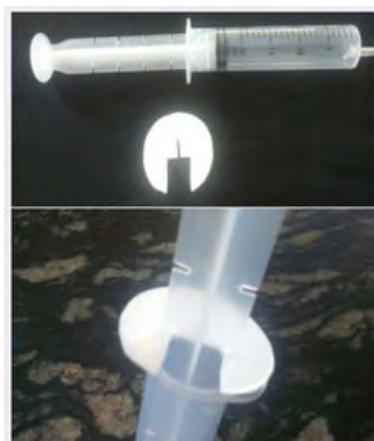


Figura 8: Medidor de volumes adaptado  
Fonte: Maciel, Filho e Prazeres, 2016.

## DIDÁTICA DA MULTISSENSORIALIDADE

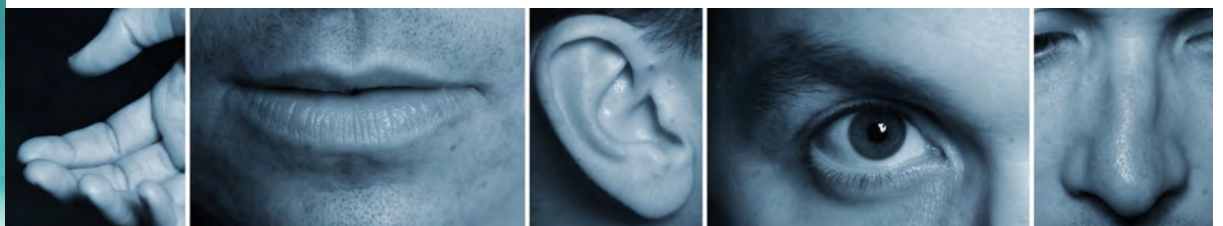
A criação de novas práticas inclusivas é essencial para a mudança do ambiente escolar. Vygotski (1991) descreve condições favoráveis de aprendizagem quando se trabalham grupos heterogêneos, onde os alunos mais adiantados podem auxiliar os colegas a desenvolver seu potencial e desenvolver o conhecimento de forma igualitária. Para Vygotsky, a história pessoal do aluno e da sociedade na qual ele se desenvolve são cruciais para sua forma de pensar e de aprender.

Vários pesquisadores reconhecem que as práticas laboratoriais motivam e estimulam o interesse dos alunos, promovem a construção de diversos conceitos e intensificam a aprendizagem de conhecimentos científicos. Especificamente relacionadas aos alunos com deficiência visual, essas atividades devem ser adaptadas, valorizando e estimulando todos os sentidos, ou seja, o tato, olfato, audição e, em alguns casos, o paladar (PIRES, 2010).

Soler (1999) descreve a importância de se valorizar todos os sentidos humanos para uma observação mais completa e relevante, tanto para cegos quanto para videntes. A isto o autor dá o nome de didática multissensorial, um método pedagógico de interesse geral para o ensino e aprendizagem das ciências experimentais e da natureza, que faz uso de todos os sentidos humanos para captar informação do meio que nos rodeia e inter-relaciona esses dados a fim de formar conhecimentos multissensoriais completos.

A didática multissensorial pode contribuir significativamente para o ensino prático de Ciências, tanto para alunos DVs quanto videntes. O aprendizado torna-se muito mais completo associando os cinco sentidos para estudar, compreender e perceber as situações e fenômenos ao seu redor, além de desenvolver habilidades sociais, emocionais e culturais nestes estudantes.

A literatura acerca da didática experimental multissensorial ainda não é muito ampla, principalmente quando se trata de ensino experimental, constituindo um campo de estudo importante para o ensino inclusivo.





## LIVROS DIDÁTICOS UTILIZADOS

O livro didático, dentro do sistema educacional, tem papel fundamental no direcionamento e embasamento do ensino, teórico e prático, traduzindo as recomendações do currículo prescrito, organizando o trabalho da escola e do professor. No componente curricular de Ciências, a seleção de conceitos e procedimentos trabalhados em sala de aula é feita a partir do livro adotado, que deve ser criteriosamente analisado, para melhor qualidade do ensino.

Em geral, os livros didáticos apresentam sugestões para a realização de diferentes tipos de atividades, incluindo práticas experimentais. Os experimentos inseridos no contexto teórico do ensino de Ciências agregam complementação do conhecimento e tornam as aulas muito mais atrativas, despertando a curiosidade dos alunos, inclusive daqueles com algum tipo de deficiência. Mas estes, muitas vezes, acabam se sentindo excluídos, por falta de recursos para compreenderem a aula.

Neste contexto, para as propostas de adaptações experimentais do presente estudo, foram escolhidas duas coleções de livros didáticos, sendo a primeira (Química) já utilizada pelo pesquisador no período de 2016 a 2019, e a segunda (Multiversos - Ciências da Natureza) utilizada atualmente. Ambas são inseridas no PNLD para o ensino médio, adotadas como referência pelos professores de Química de escolas estaduais de Ribeirão Preto, SP. São descritas a seguir:

## Coleção Química

Autores: Carlos Aberto Mattoso Ciscato, Luis Fernando Pereira, Emiliano Chemello, Patrícia Barrientos Proti  
Editora Moderna

Esta coleção está disponível para o ensino médio de componente curricular de Química, inserida no PNLD – 2016 a 2019, e valoriza a contextualização, a interdisciplinaridade e a experimentação como formas de conscientizar o aluno sobre a presença da Química no dia a dia. Por isso, os conteúdos tradicionais da disciplina são apresentados por meio de temas bastante significativos para a vida em sociedade, dando ao professor segurança e recursos para um ensino conectado com as expectativas dos alunos e as habilidades para o século XXI.

É composta por 3 volumes, sendo um para cada série do ensino médio.

## Coleção Multiversos – Ciências da Natureza

Autores: Leandro Godoy, Rosana Maria Dell’ Agnolo e Wolney C. Melo

Editora: FTD

Esta coleção encontra-se disponível para o Ensino médio – área do conhecimento: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, e está inserida no PNL D – 2021. Foi elaborada com a intenção de ajudar os professores no desenvolvimento das habilidades e competências da BNCC para o Novo Ensino Médio, por meio da integração entre os componentes curriculares que formam a área de Ciências da Natureza: Biologia, Física e Química.

A coleção objetiva a formação integral do estudante, utilizando diferentes procedimentos metodológicos que incentivam seu protagonismo na construção do conhecimento e auxiliam no letramento científico.

A Coleção é composta por 6 volumes e não há uma ordem definida para a utilização dos volumes. Eles são independentes e podem ser trabalhados da maneira mais adequada para a escola.

## PROPOSTAS DE ADAPTAÇÕES

Foram escolhidas dez atividades [GS1] práticas, que são fáceis de serem reproduzidas em laboratório por utilizarem materiais e equipamentos acessíveis e adaptáveis. Além disso, abrangem conteúdos de Química, Física e Biologia que podem ser facilmente trabalhados nas aulas práticas.

Foram adaptados três experimentos referentes à coleção Química (um de cada volume) e sete pertencentes à coleção Multiversos. Estes livros foram utilizados pelo pesquisador em diferentes momentos de sua vivência em sala de aula e são adotados pelo PNL D para o ensino médio.

Os roteiros apresentados não tiveram seus conteúdos alterados, visto que ambas as coleções já são aprovadas pelo MEC. Os experimentos e oficinas foram transcritos de acordo com os livros, e as adaptações sugeridas foram inseridas no contexto de cada uma.

O texto original mantém a formatação padrão, em fonte Times New Roman, tamanho 12, cor preta. As adaptações são apresentadas na mesma fonte e tamanho, porém em vermelho, negrito e itálico, facilitando a identificação pelos professores, mesmo com a impressão do material em preto e branco. São identificadas por marcadores (●), para não alterar a sequência numérica dos roteiros. As sugestões para retirada de algum item serão identificadas pela palavra tachada.

## PROPOSTAS DE ADAPTAÇÕES

A fim de padronizar os roteiros experimentais optou-se por trabalhar os tópicos listados a seguir, buscando uma melhor sequência didática e, portanto, melhor direcionamento de cada experimento. Esta sequência não altera a atividade prática em questão e, em cada tópico, são feitas propostas de adaptação:

- Considerações iniciais – introduz o assunto da prática
- Objetivos – mostra o que se espera do experimento
- Materiais – apresenta a lista de materiais a serem utilizados na prática
- Procedimentos – descreve a sequência de procedimentos
- Perguntas – propõe as questões que devem ser respondidas pelos alunos ao final do experimento
- Considerações finais – faz um apanhado geral sobre as conclusões do experimento

A proposta das modificações é de tornar os roteiros inclusivos e acessíveis para os alunos DVs, por isso não serão retirados tópicos da proposta original dos livros.

## ROTEIROS ADAPTADOS

A escolha dos roteiros experimentais objetivou englobar diferentes conceitos no ensino de Química e Ciências da Natureza, e são apresentados a seguir:

No roteiro 1, intitulado Estudo da Flutuação dos materiais, foi trabalhado o conceito de densidade de materiais, no estudo da Química.

No roteiro 2, intitulado A Energia Liberada pelos alimentos, foi abordado o conceito de quantidade de calorias contida nos alimentos.

No roteiro 3, intitulado Tesão Superficial, a substituição da agulha por purpurina proporcionou trabalhar o conceito de forças intermoleculares.

O roteiro 4, intitulado Forno Solar, trabalhou o conceito de irradiação térmica.

O roteiro 5, intitulado Variação de Calor nas reações químicas, analisou a velocidade de reações químicas de acordo com a variação de temperatura da água.

## ROTEIROS ADAPTADOS

O roteiro 6, intitulado Fibra Óptica: a luz faz curvas? abordou o conceito de propagação da luz.

O roteiro 7, intitulado Força Centrípeta, trabalhou com a relação de diferença de densidade de materiais em relação à massa e volume.

O roteiro 8, intitulado Velocidade das reações, analisou a diferença de velocidade de reações de acordo com a temperatura e superfície de contato do soluto ao ser triturado.

O roteiro 9, intitulado Extraíndo o DNA da cebola, trabalhou um conceito visual, sendo necessário o auxílio de outro aluno vidente e do professor para melhor compreensão.

O roteiro 10, intitulado Produtos do Metabolismo, abordou o conceito de fermentação, mostrando a reação química de formação de gás.

## Roteiros Adaptados

Considera-se que é fundamental em todos os experimentos que o aluno conheça os materiais propostos. O reconhecimento tátil deve ser feito pelos alunos DVs e também pelos alunos videntes, para que tenham uma compreensão igualitária dos materiais, conforme proposto por Camargo (2022).

### Roteiro 1 – Estudo da flutuação dos materiais

Livro: Química - Volume 1 – pág. 44

#### Considerações Iniciais:

Será preciso relembrar que propriedades são necessárias para a determinação da densidade de um material e propor maneiras para estimá-las.

O trabalho pode ser realizado em grupo ou individual e em qualquer ambiente, não precisando ser no laboratório.

*Substituir esta última frase por:*

*O trabalho deve ser realizado em grupo formado por alunos videntes e DVs e em qualquer ambiente, não precisando ser no laboratório.*

#### Objetivo do Experimento:

O objetivo dessa atividade é estimar a densidade de alguns sólidos e compreender se essa propriedade está relacionada à flutuação dos materiais em um líquido (ou então por que alguns afundam, em vez de flutuar).

#### Materiais:

- *Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.*
- Uma bola de gude



Figura 1: Densidade do material

Fonte: foto do autor



- Uma bola de poliestireno expandido (isopor) do mesmo diâmetro da bola de gude.
- Massa de modelar
- Um pedaço de barbante com cerca de 12 centímetros de comprimento
- Uma régua de 15 centímetros
- ***Uma régua plástica com relevo em Braille***
- Uma proveta ou recipiente graduado
- Palitos de churrasco
- Balança
- ***Balança de prato ou com fita graduada em Braille***
- Béquer ou copo transparente
- Água
- ***Barbante e palitos de picolé para construção de gráfico***

### **Procedimento**

- ***O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.***
  - ***Incentive os estudantes a participarem de todo processo.***
1. Registre em seu caderno quais são as grandezas que devem ser consideradas na determinação da densidade de um material e quais são as unidades de medida que podem ser utilizadas em cada caso.
  2. Elaborar procedimento para medir cada uma das grandezas e registrar no caderno.
    - ***Determinar, através do tato, a diferença de texturas entre os materiais.***
  3. Determinar as medidas e organizar em formas de tabelas.
  4. Construir em seu caderno uma tabela para organizar os valores das grandezas e o cálculo das densidades.
    - ***Com a orientação do professor, o estudante DV poderá elaborar um gráfico com os valores das grandezas obtidas, utilizando materiais como barbante (eixos X e Y) e palito de picolé (barras), e colados em folha de papel para melhor compreensão dos resultados da atividade proposta.***
  5. Modele a massa nos mesmos formato e tamanho da bola de gude. Mergulhe cada um dos materiais a serem estudados em copo ou béquer com cerca de 200 mL de água. Copie a tabela abaixo em seu caderno e anote suas observações.

- *Verifique, pelo tato, o quanto de cada material não está submerso e faça as devidas anotações.*

Material	O que ocorre quando o material é mergulhado no copo com água
Bola de gude	
Bola de poliestireno expandido	
Bola de massa de modelar	

### Perguntas

1. É possível estabelecer alguma relação entre a densidade dos materiais, a densidade da água e as observações feitas quando eles são mergulhados na água? Por quê? (Considere a densidade da água  $1 \text{ g/cm}^3$ , a  $20 \text{ °C}$ )
2. Se esses materiais fossem mergulhados em um mesmo volume de um líquido de maior densidade que a água, as observações seriam diferentes? Por quê?
3. Se em vez dos materiais com o tamanho utilizado na atividade fossem usados materiais com diâmetros dez vezes maiores, a densidade obtida para cada um deles seria alterada? Por quê?
4. Compare os valores de densidade obtidos pelos outros colegas. Caso tenham encontrado diferentes valores, como essas divergências podem ser explicadas?

### Considerações finais:

A relação entre a massa e o volume de um material depende de sua composição. Por isso, a densidade é considerada uma propriedade específica que possibilita a identificação de diferentes materiais (Figuras 17 e 18).



Figuras 2 e 18: Tipos diferentes de materiais (vidro, isopor e massa de modelar) e densidade

Fonte: <https://ensinarhoje.com/propriedades-fisicas-dos-materiais-texto-e-atividades>

O professor pode orientar os alunos na construção de um gráfico utilizando barbante e palito de picolé, onde o barbante representa os eixos x e y e, os palitos, as diferentes densidades obtidas dos materiais utilizados no experimento.

Os objetos que flutuam na água (isopor) são menos densos que ela. Os que ficam no meio (massa de modelar) possuem a mesma densidade e os que não flutuam são mais densos (bola de gude). Essas diferenças podem ser percebidas pelos estudantes através do tato.

## Roteiro 2: A energia liberada pelos alimentos

Livro: Química – Volume 2 – pág. 74

### Considerações Iniciais:

Com base nos resultados obtidos na atividade, deve-se fazer uma análise sobre a quantidade de energia liberada pelos alimentos na queima e as variações de relação temperatura e a energia liberada.

### Objetivo do Experimento:

O objetivo desse experimento é abordar uma técnica para estimar o valor energético de diferentes alimentos, utilizando um dispositivo denominado de calorímetro, que pode ser facilmente elaborado, para determinar os valores calóricos desses alimentos.

### Materiais:

- *Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.*
  - Uma lata de refrigerante vazia
  - Um suporte universal
  - Uma rolha de cortiça
  - Um bastão de vidro
  - Água
  - Uma proveta de 500 mL
  - Um termômetro
  - *Audiotermômetro para deficientes visuais (ele emite som e vibra à medida que a temperatura aumenta)*
  - Um amendoim sem casca
  - Uma balança digital
  - *Aplicativo para balança (faz leitura numérica e emite som)*
  - Um clipe de metal

- Palitos de fósforo
- Um pedaço pequeno de pão francês
- Um pedaço pequeno de castanha-do-pará sem casca
- Um pedaço pequeno de batata-inglesa crua sem casca
- Anel para suporte universal

### Procedimentos:

1. Monte o aparato conforme ilustração de livro (Figura 19)
2. Meça 200 mL de água com a proveta e coloque dentro da lata.



Figura 3: Aparato experimental (calorímetro)

Fonte: foto do autor

- ***Substitua o item anterior por: Encha um copo de medida padrão de 200 mL de água e coloque dentro da lata***
3. Mergulhe o termômetro na água dentro da lata e anote a temperatura inicial. Após a medição, retire o termômetro.
- ***Utilize o audiotermômetro e ouça a temperatura***
4. Com a balança, ***utilizando o aplicativo***, obtenha a massa de um amendoim sem casca e o posicione sobre o clipe adaptado em uma rolha de cortiça. A distância entre o amendoim e o fundo da lata afixada ao suporte universal pela argola deve ser de 2 centímetros, aproximadamente.
  5. Com cuidado, acenda um palito de fósforo e queime o amendoim. Enquanto ele queima, agite a água contida na lata com o auxílio de um bastão de vidro.
  6. Ao término da queima anote:
    - a) a temperatura final da água (mergulhe o termômetro na água novamente)
    - ***utilize o audiotermômetro***
    - b) a massa final do amendoim pós-queima (utilize a balança).
    - ***Utilize a balança e o aplicativo***

7. Repita esse procedimento substituindo o amendoim por um pedaço de pão francês e, em seguida, por uma castanha-do-pará e pela batata inglesa crua, todos com a mesma massa inicial do amendoim.

Complete o quadro abaixo:

<b>Alimento</b>	<b>Massa inicial (g)</b>	<b>Massa final (g)</b>	<b>Temperatura inicial da água °C</b>	<b>Temperatura final da água °C</b>	<b>Varição de temperatura °C</b>
Amendoim					
Pão francês					
Castanha – do – Pará					
Batata – inglesa crua					

### **Perguntas**

1. Quais foram os dois alimentos em que se verificou maior variação de temperatura? E quais os dois alimentos em que se verificou menor variação?
2. Por que as massas de alimentos queimadas no experimento devem ser iguais?
3. Faça uma estimativa do poder calórico do amendoim e da castanha-do-pará em kcal/g, pesquise e relacione os valores pesquisados aos encontrados no experimento.

### **Considerações Finais**

*O professor deve orientar o grupo de estudantes para que o aluno DV sinta, através do tato, como está o amendoim e os demais alimentos antes e depois do experimento; ele deve perceber, através do tato a textura, e através do olfato o cheiro, Os colegas videntes devem informar como ficou a relação de massa / temperatura, verificando a caloria desprendida, medida em KCal.*

*Neste experimento o aluno DV também irá estimular o sentido da audição, através do audiômetro e, quando possível, do aplicativo de som para balança, durante o procedimento.*

## Roteiro 3: Tensão superficial: será que a *agulha/purpurina* afunda?

Livro: Química – Volume 3 – pág. 207

### Considerações Iniciais:

Nessa atividade, poderemos relembrar conceitos trabalhados nas séries iniciais do ensino médio, como densidade dos materiais, superfícies de contato, propriedades físicas.

O trabalho pode ser realizado em grupos com alunos com e sem deficiência visual e em qualquer ambiente, não precisando ser no laboratório.

- *A agulha será substituída pela purpurina para evitar algum tipo de acidente com os alunos. A purpurina foi usada por ser um material de fácil acesso e cumpre o mesmo propósito da agulha, ou seja, afunda com a quebra da tensão superficial pelo detergente.*

### Objetivo do experimento:

Essa atividade tem como foco discutir a tensão superficial e as forças intermoleculares em líquidos, conceitos fundamentais para a compreensão da ação de um detergente.

**Materiais:** *Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.*



Figura 4: tensão superficial da água

Fonte: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/experimento-sobre-tensao-superficial-Agua.htm>



- Recipiente de plástico
- Água de torneira
- ~~Corante alimentício~~
- ~~Uma colher~~
- ~~Uma agulha ou um alfinete~~
- ~~Uma pinça metálica~~
- Um conta-gotas
- Detergente líquido
- ***purpurina ou gliter de granulação fina***



Figura 5: Sequência do experimento de tensão superficial com purpurina.

Fonte: foto do autor

### Procedimento (Figura 21):

- ***Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.***
1. ~~Encha o recipiente com água até a metade de seu volume total. Em seguida, adicione à água o corante alimentício ou o pó para refresco e agite com uma colher.~~
  - ***Substituir este item por: encha o recipiente com água até a metade de seu volume total. Em seguida, adicione a purpurina à água.***
  2. ~~Pegue a agulha pelo meio com auxílio da pinça metálica.~~
  3. ~~Coloque a agulha horizontalmente e de modo cuidadoso no centro da superfície da água e observe.~~
  - ***Retirar estes dois itens acima, pois a agulha será substituída pela purpurina.***

4. Pingue, com auxílio do conta-gotas, algumas gotas de detergente em um canto do recipiente e observe sua dissolução. ~~Verifique o que ocorre com a agulha logo depois.~~
  - *Substituir por: Pingue, com auxílio do conta-gotas, algumas gotas de detergentes em um canto do recipiente e observe sua dissolução. Solicite a um colega vidente que descreva o que aconteceu após acrescentar o detergente. Verifique o que ocorre com a purpurina logo depois, através do toque dos dedos na água.*

### **Perguntas:**

1. Há diferença no comportamento da ~~agulha~~*purpurina* antes e depois da adição do detergente?
2. De acordo com o conceito de tensão superficial fornecido no texto, explique a relação entre ele e o comportamento da ~~agulha~~*purpurina* na superfície da água, antes e depois do gotejamento do detergente. Considerando que, ao substituir a água por uma amostra de gasolina, ~~a agulha~~*purpurina* afunda na presença e na ausência de detergente, explique essa diferença. O que se pode inferir sobre a tensão superficial da gasolina se comparada com a da água?
3. Em função do que foi observado, o que se pode inferir sobre a influência do detergente na tensão superficial da água?

### **Considerações Finais**

*Num primeiro momento o professor deve explicar aos alunos os conceitos de tensão superficial, detalhando os fenômenos que ocorrem.*

*Ao final do experimento, o aluno poderá ser capaz de perceber, através da movimentação da purpurina em direção ao fundo do copo, o conceito de tensão superficial .*

## Roteiro 4: Forno solar – tipo caixa

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Ciência, sociedade e ambiente – Pág. 76

### **Considerações Iniciais:**

É possível construir um forno a partir de materiais simples, que realmente possa cozinhar alimentos?

*Segundo Gonçalves (2019),*

*A utilização do forno solar, por se tratar de um equipamento instigante, ecologicamente correto, relevante para economia de gás de cozinha, barato, fácil de construir, pode despertar nos alunos a consciência quanto à importância da utilização de energias renováveis, pois o sol, além de fonte de vida, pode ser a resposta para a questão do abastecimento energético no futuro, utilizando energia limpa e gratuita. O projeto de construção desses fornos é interdisciplinar, englobando conhecimentos de trigonometria, geometria, geografia, química e física, ação muito discutida e almejada na educação. GONÇALVES e cols., p.01, (2019)*

### **Objetivos:**

- construir um forno solar com materiais de fácil acesso;
- verificar a relação entre a temperatura e o volume de água por meio desse forno solar;
- construir um projeto de forno solar que possa ser utilizado por famílias de baixa renda.

### **Materiais:**

*Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.*

Peça aos estudantes que procurem alguns materiais em suas casas, como papelão e saco plástico. Esse procedimento visa minimizar a produção de resíduos a partir de sua reutilização.

- caixa de papelão em que caibam duas canecas;
- duas canecas (ou copos) pretas idênticas;
- dois termômetros para medidas de temperatura ambiente (não clínicos);

- *dois audiotermômetros para indicação sonora da temperatura*
- folha de papel-alumínio;
- saco plástico transparente;
- tinta guache ou cartolina preta;
- fita adesiva;
- *cola alto relevo – para identificar, em Braille, a cor escura das canecas e também fazer marcações em relevo nos termômetros, caso não tenha o audiotermômetro disponível, e canecas*
- *barbante – para construção de gráfico*

### **Procedimentos:**

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.*
- *Incentive os estudantes a participarem de todo processo.*
  1. Dividir os estudantes em grupos, *mesclando alunos videntes e DVs*, e explicar a eles que cada grupo vai construir o seu forno solar. Incentive a colaboração e o trabalho em equipe, que são habilidades socioemocionais necessárias ao convívio em sociedade.
  2. Pinte o interior da caixa de papelão de preto ou faça uso da cartolina preta para forrar todo seu interior.
  3. Forre um pedaço de papelão com papel alumínio. Esse pedaço será usado como refletor solar. *Neste ponto, o aluno DV poderá sentir a textura do papel alumínio, que será utilizado como refletor da radiação solar, tomando o cuidado necessário para evitar cortes.*
  4. Coloque 100 mL de água em uma caneca e 200 mL de água na outra, que devem ser colocadas lado a lado, no interior da caixa, de forma a receberem a mesma quantidade de energia (aproximadamente) radiante, refletida pela superfície refletora. Coloque um termômetro em cada caneca e cubra-as com o plástico transparente.
  5. Leve o forno ao sol, ajuste o refletor para iluminar dentro da caixa. *O professor deve orientar o aluno DV quanto ao sentido do refletor para aquecimento da água nas canecas.*

6. Copie a tabela a seguir, em seu caderno, e preencha com a medida da temperatura da água em três momentos diferentes, a cada 10 min.

Temperatura da água	1ª. Medida	2ª. Medida	3ª. Medida
Caneca de 100 mL			
Caneca de 200 mL			

### Perguntas:

1. No mesmo sistema de eixos da tabela, construa os gráficos da temperatura em função do tempo para a água de cada caneca (utilize cores diferentes para cada gráfico).
  - *Substituir a questão 1 por: No mesmo sistema de eixos da tabela, construa os gráficos da temperatura em função do tempo para a água de cada caneca utilizando barbante (para os eixos X e Y), cartolina (como base) e cola alto relevo (para valores das temperaturas).*
2. O que você observa em relação à temperatura da água?
3. O comportamento da temperatura depende da quantidade de água? Explique.
4. Forme um grupo com seus colegas e desenvolvam um projeto de forno solar para famílias carentes. Faça uma pesquisa para identificar um tipo de forno solar de fácil execução, que utilize materiais acessíveis e que seja eficiente. Para isso é preciso testar seu funcionamento.

### Considerações finais:

Comente com os estudantes as vantagens proporcionadas pelos fornos solares, os quais podem contribuir na economia do consumo de energia elétrica, além de minimizar a emissão de gases poluentes decorrentes do uso de gás de cozinha. Outra possibilidade é usar esses fornos como alternativa ao fogão para famílias que não têm acesso à rede elétrica, permitindo o cozimento de alimentos e o aquecimento de água.

- *O aluno DV poderá sentir a diferença de temperatura, através do tato, tocando a parte externa das canecas com água dentro (considerar a sensibilidade tátil do estudante, evitando queimaduras).*

- *Uma opção para os alunos DVs é a digitação dos resultados em computadores com “software” tradutor para braile, possibilitando a construção dos gráficos e tabelas.*
- *Este é um experimento interessante, pois utiliza materiais comuns, de fácil acesso a todos os alunos.*



Figura 6: Como construir um forno solar doméstico

Fonte: <https://www.assimquefaz.com/como-fazer-um-forno-solar-diy/>

## Roteiro 5: Variação de calor nas reações químicas

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Ciência, sociedade e ambiente – Pág.119

### Considerações Iniciais:

Este conteúdo é uma forma de introduzir o conceito de reações químicas envolvendo calor, e de catalisadores (no caso, a enzima catalase da batata). *O aluno DV também poderá perceber as reações sentindo as diferenças de temperatura através do toque,*

### Objetivo:

Reconhecer processos exotérmicos e endotérmicos.

### Materiais:

*Descreva os materiais que serão utilizados no experimento para o estudante fazendo-o tocá-los, quando possível.*

- Metade de uma batata inglesa (comum) picada em cubos
- 20 mL de água (equivalente a 1/3 de xícara)
- 100 mL de água oxigenada comercial (1 frasco)
- Recipiente plástico
- Termômetro
- *audiotermômetro*
- *Cola alto relevo para marcação dos valores de temperatura no termômetro, caso o audiotermômetro não esteja disponível*

### Procedimentos:

- *Incentive os estudantes a participarem de todo processo.*
1. Coloque a água no recipiente plástico e meça a temperatura dela.
    - *Substituir este item por:*
    - *Coloque a água no recipiente plástico e sinta sua temperatura com os dedos (pelo tato). Faça a medida utilizando o audiotermômetro*

2. Em seguida, acrescente a água oxigenada e as batatas no mesmo recipiente e tampe-o. Depois de aproximadamente 1 minuto, meça a temperatura dessa mistura.

- *Substituir este item por:*

- *Em seguida, acrescente a água oxigenada e as batatas no mesmo recipiente e tampe-o. Depois de aproximadamente 1 minuto, sinta a temperatura do recipiente tocando-o pelo lado de fora. Meça a temperatura da água com o audiotermômetro.*

*Calcule a diferença de temperatura do antes e depois de colocar a água oxigenada.*

### **Perguntas:**

1. A reação da água oxigenada com as batatas é endotérmica ou exotérmica?
2. Faça uma pesquisa na internet para obter informações que expliquem o aparecimento de bolhas na reação da água oxigenada com a batata. Determine também a equação da reação envolvida nesse processo.

### **Considerações finais:**

- Espera-se que os estudantes identifiquem um leve aumento de temperatura, através do termômetro ou pelo contato dos dedos com o líquido. Essa reação é exotérmica, pois libera calor. *Os alunos DVs podem tentar perceber a diferença de temperatura através do tato, mas a aferição preferencialmente deve ser feita com o uso do audiotermômetro.*
- A enzima catalase é encontrada nas células da batata, e acelera a reação de decomposição da água oxigenada em água e gás oxigênio e, por isso, observamos a formação de bolhas nessa reação. *Os alunos DVs podem observar a presença das bolhas através da audição, aproximando-se, com cuidado, do recipiente e ouvindo o borbulhar da água oxigenada.*



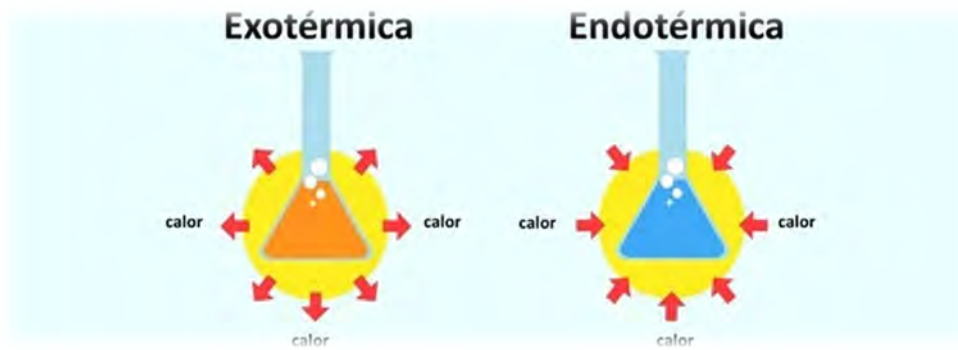


Figura 7: fluxo de calor nas reações exotérmica e endotérmica.

Fonte: <https://www.todamateria.com.br/termoquimica/>

## Roteiro 6: Fibra óptica: a luz faz curvas?

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Origens - Pág. 48

### Considerações iniciais:

O sistema a ser construído pelos estudantes deve mostrar a atuação da água como uma espécie de fibra óptica.

É esperado que os alunos percebam que, através de sucessivas reflexões totais retilíneas, a água que escoar através de um furo feito em uma garrafa e iluminado por uma lanterna, retenha alguns raios da luz emitida durante sua trajetória devido à reflexão interna.

### Objetivos:

- Verificar a propagação retilínea da luz;
- Verificar a reflexão da luz

### Materiais:

- ***O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.***
- Garrafa pet transparente (de 2L)
- Tinta acrílica ou tinta guache preta ou papel preto
- Lanterna
- ***Ponteiro a laser***
- Água
- Bacia plástica
- Tesoura
- Massa de modelar

### Procedimentos:



Figura 8: Aparato para experimento

Fonte: Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza - Livro: Origens - Pág. 48

- *Este trabalho deve ser feito em grupos formados por alunos videntes e DV, incentivando os estudantes a participarem de todo processo.*

1. Corte com a tesoura a parte superior da garrafa.
2. Faça um furo de meio centímetro de diâmetro na parede da garrafa, a uma altura de 5 cm.
3. Pinte com tinta ou encape com o papel a metade da garrafa no qual foi feito o orifício.

#### **Perguntas:**

1. Elabore uma hipótese de como este experimento pode ser realizado. Descreva os procedimentos e teste a hipótese.
2. A atividade que você realizou responde à questão inicial?
3. Justifique se o título desta atividade é pertinente. Se necessário faça uma pesquisa sobre o assunto.

#### **Considerações finais:**

Oriente os alunos a tapar os furos com massa de modelar e colocar água na garrafa. Em seguida, eles devem iluminar com a lanterna (*ou ponteiro a laser*) a face da garrafa oposta ao orifício. Por fim, peça que destapem o furo e deixem a água escorrer sobre a bacia. Essa atividade também pode ser realizada em uma pia. Obs.: realize a atividade em um ambiente escuro.

- *Carvalho (2022) descreve este experimento:*

A luz acompanha a curvatura que a água faz ao cair. Esta situação exemplifica o funcionamento da fibra óptica, pelo fenômeno da reflexão interna. Quando a luz do laser entra no jato de água pelo furo, ela acaba se chocando com a parede interna do líquido. Como o ângulo de incidência da luz em relação à superfície interna do cilindro de água é maior que o ângulo limite, ocorre reflexão interna, e a luz volta para o interior do jato. O processo se repete e, devido a numerosas reflexões, a luz acompanha a curva do jato de água, fazendo parecer que a luz está se curvando (CARVALHO, 2022, p. 83)

- *Faça uma dinâmica com os alunos videntes antes do início da oficina. Vede-os e realize o experimento, a fim de que eles consigam transmitir as sensações aos colegas DVs de forma mais fidedigna.*

- *Elabore cartazes em relevo e cores diferentes para os alunos videntes auxiliarem os DVs na orientação de onde possa passar o raio de luz.*
- *Apesar de parecer que a luz faz curva, ela reflete várias vezes nas interfaces entre a água e o ar, e acompanha a curvatura do jato de água. A luz não faz curvas, ela se propaga em linha reta. Esta explicação pode ser feita pelo aluno vidente, ao aluno cego, apoiando a mão dele no furo de saída da água, observando a curvatura que a mesma faz, juntamente com a luz que a acompanha.*
- *A fibra óptica, que é um cabo que transporta dados, tem o mesmo funcionamento, onde a luz é refletida diretamente nas paredes do filamento de vidro que há dentro do cabo.*
- *Uma outra possibilidade para os alunos DVs compreenderem melhor esse experimento é passar um fio de arame pela abertura, acompanhando o escoamento da água, que poderia ser percebido através do tato.*



Figura 9: luz laser que curva dentro da água

Fonte: <https://www.explicatorium.com/experiencias/luz-curva-na-agua.html>

## Roteiro 7: Força Centrípeta

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Origens - Pág. 80

### Considerações iniciais:

Neste experimento, o aluno poderá perceber que qualquer objeto em movimento circular não tende a sair pela linha que o liga ao centro da curva, quando este é desprendido das forças que lhe impõem este movimento circular.

### Objetivos:

- Construir um aparato com movimento circular;
- Verificar a relação entre a velocidade tangencial de um movimento circular com seu raio.

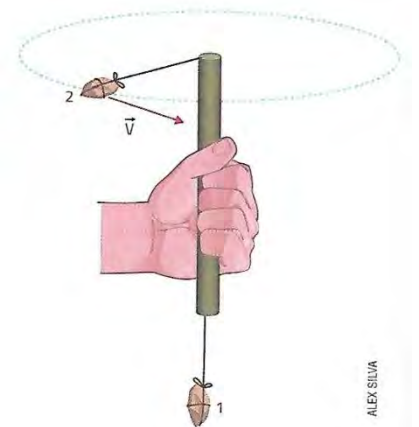
### Materiais:

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.*
- Pedaco de 30 cm de cano de PVC
- Duas rochas de massas diferentes (maiores que o diâmetro do cano)
- Um metro de linha de pesca
- Uma fita métrica
- Uma balança simples
- *Uma balança de prato adaptada com fita relevo em Braille*
- *Fita adesiva*

### Procedimentos:

- *Incentive os estudantes a participarem de todo processo.*
  - *O professor deve supervisionar e posicionar o aluno DV quanto ao modo de segurar o cano para que não ocorram acidentes.*
1. Passe a linha de pesca por dentro do tubo de PVC.
  2. Com a balança, confira a massa das rochas.

- *Este item deve ser substituído por:*
  - *Verifique a massa das rochas através do toque na haste milimetrada da balança de prato.*
3. Amarre a rocha de menor massa (2) na ponta da linha de pesca. Passe o fio sobre todos os lados da rocha para evitar que se solte.
  - *Acrescentar ao item anterior: Passe fita adesiva ao redor da pedra amarrada, para evitar que ela se solte.*
  4. Amarre a rocha de maior massa (1) na outra ponta da linha de pesca. Passe o fio sobre todos os lados da rocha para evitar que se solte.
  - *Passe fita adesiva ao redor da pedra amarrada, para evitar que ela se solte.*
  - *Oriente que a rocha de maior massa deve ficar voltada para baixo do cano, e a de menor massa voltada para cima.*
  5. Segure o cano de PVC, como indica a imagem, e produza um movimento circular uniforme de velocidade tangencial  $v_1$ , com a rocha de menor massa.
  6. Peça a um colega que, com cuidado, e por baixo, meça o raio da trajetória com a fita métrica.
  7. Produza um movimento circular uniforme de velocidade tangencial  $v_2$ , de tal forma que  $v_2 > v_1$ . (Figura 25)
  - *Oriente que a rocha de maior massa deve ficar voltada para baixo do cano, e a de menor massa voltada para cima.*
  8. Peça novamente a um colega para que, com cuidado, e por baixo, meça o raio da trajetória com a fita métrica.
  9. Copie o quadro a seguir em seu caderno e o complete com os dados obtidos.



» Representação esquemática do experimento, em que 1 é a rocha de maior massa e 2 é a rocha de menor massa.

Figura 10: Representação esquemática do experimento

Quadro 1			
Raio da trajetória (1ª. Medida)	Raio da trajetória (2ª. Medida)	Massa (rocha 1)	Massa (rocha 2)

### Perguntas:

A resultante centrípeta varia para cada raio de trajetória? Justifique.

1. A partir dos valores medidos e indicados no quadro 1, faça os cálculos necessários, copie o quadro 2 em seu caderno e o preencha. Considere duas medidas diferentes para o raio da trajetória.

Quadro 2		
	Velocidade linear (tangencial)	Velocidade angular
1ª. Medida		
2ª. Medida		

### Considerações finais:

- A resultante centrípeta tem intensidade igual ao peso do corpo que está pendurado. Logo, nas duas situações, teremos o mesmo valor.
- O valor da massa é desprezível. A intensidade da força de tração na corda é igual o peso da pedra 1 e é a resultante centrípeta.
- O experimento em questão relaciona as massas das rochas com a força centrípeta, possibilitando aos alunos, *videntes ou DVs*, conhecer a relação dos conceitos interdisciplinares das ciências naturais, abrangendo química e física.
- Um material alternativo em substituição às rochas seria massa de modelar, minimizando os riscos de acidentes.

## Roteiro 8: Estudando a velocidade das reações

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro Movimentos e Equilíbrios na Natureza – pág 38

### Considerações Iniciais:

*Cada aluno terá três copos com água em diferentes temperaturas, um gelado, um quente e outro em temperatura ambiente. Posteriormente, em silêncio todos colocam um comprimido efervescente no copo com água em temperatura ambiente. Em seguida, no copo com água gelada, e depois no copo com água quente. (...) Se as moléculas se movimentam mais, elas se chocam mais e com mais energia, diminuindo a energia de ativação e, em consequência, a “velocidade” da reação aumenta. (PIRES, 2013, p. 20)*

### Objetivo:

Verificar a velocidade das reações químicas de acordo com a temperatura da água *e a consistência do material*.

### Materiais:

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível. Ele deve incentivar os alunos a participarem de todo o processo.*
- 6 comprimidos efervescentes (pode ser antiácido estomacal ou de vitamina C)
- 6 copos
- Relógio ou cronômetro
- Socador de limão ou batedor de carne
- Água (*em temperatura* ambiente, aquecida, gelada)

### Procedimentos:

1. Como você poderia elaborar os procedimentos a partir dos materiais citados para identificar ao menos dois fatores que influenciam a velocidade de uma reação química? Forme um grupo e realize a prática anotando os resultados obtidos.



### Perguntas:

1. Faça um relatório sobre os procedimentos realizados.
2. Discuta com seus colegas os dados adquiridos no experimento e faça sua conclusão.

Faça uma pesquisa sobre os componentes do comprimido efervescente (antiácido estomacal) explicando a reação que ocorre quando ele é colocado em água.

### Considerações finais:

*Neste experimento, além do tato também foi explorado a audição para a compreensão dos conceitos, haja visto a sua complexidade. Com isto, os alunos podem perceber e diferenciar a velocidade de cada reação. Através do som produzido pela efervescência – na água gelada, o som persiste por mais tempo quando comparado com comprimido colocado na água à temperatura ambiente, e quando colocado na água quente – que os alunos percebem a questão da temperatura na velocidade da reação. Na água quente, o som da efervescência é mais intenso e os respingos podem ser sentidos pelo tato. (PIRES, 2013, p. 20). Em resumo, quanto maior a temperatura, maior a velocidade de reação.*

*O outro ponto a ser considerado no experimento foi quanto à superfície de contato. Quanto maior for a superfície de contato, mais moléculas estarão em contato umas com as outras, maior será a probabilidade de ocorrerem choques efetivos e mais rápida será a reação. Dessa forma, colocando para reagir com a mesma quantidade de água um comprimido efervescente inteiro e um triturado, o triturado terminará de reagir mais rápido, pois a sua superfície de contato é bem maior que a do comprimido compacto (Figura*



Figura 11: Reação de antiácido efervescente em pó e em comprimido

## Roteiro 9: Extraíndo o DNA da cebola

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Ciência, Tecnologia e Cidadania – Pág. 53

### Considerações iniciais:

O estudo do DNA dos seres vivos é realizado há décadas, desde que técnicas para sua extração e análise foram desenvolvidas e aprimoradas. Muitas dessas técnicas exigem diversos equipamentos laboratoriais específicos. Mas, será possível extrair o DNA de certas células com poucos materiais e procedimentos simples?

Este experimento visa mostrar que o uso de reagentes químicos de uso cotidiano pode auxiliar no processo de extração de DNA da cebola.

*A percepção do processo de extração pelos alunos DVs poderá ocorrer pelo tato*

### Objetivo:

- Extrair moléculas de DNA de células de cebola

### Materiais:

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível. Ele deve incentivar os alunos a participarem de todo o processo.*
- 1 cebola picada em pedaços pequenos;
- 1 colher de chá de sal de cozinha;
- 1 colher de sopa de detergente neutro;
- 150 mL de água filtrada a temperatura ambiente;
- 1 frasco de álcool 98° gelado (que havia sido mantido anteriormente no congelador por um dia);
- 2 copos de vidro transparentes identificados pelas letras A e B;
- 1 coador de café e 1 filtro de café;

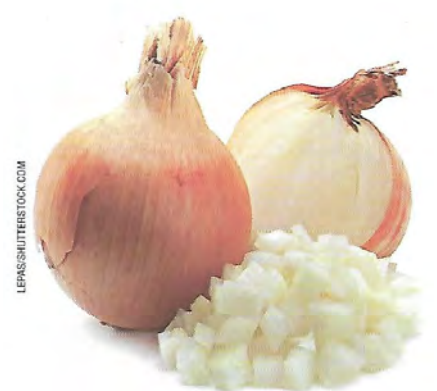


Figura 12: Cebola in natura

Fonte: Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza - Livro: Ciência, Tecnologia e Cidadania – Pág. 53

- 1 panela com água aquecida a fogo baixo, para banho-maria;
- 1 recipiente plástico;
- Cubos de gelo;
- Papel filme.

### **Procedimentos:**

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.*
  - *Este trabalho deve ser feito em grupos com alunos videntes e DVs, incentivando os estudantes a participarem de todo processo.*
  - *Picar a cebola em cubos pequenos. Este processo deverá ser feito pelo professor, para evitar acidentes. Apresentar aos alunos a cebola inteira e a picada;*
1. No copo A, adicione a água filtrada e misture, com cuidado, o detergente e o sal, de modo a não formar espuma. Adicione a cebola picada à mistura e cubra a abertura do copo com papel filme;
  - *O professor deverá levar uma panela ao fogo com água, para banho-maria;*
  2. Coloque o copo A no interior da panela com água aquecida a fogo baixo, mantendo-o em banho-maria por 20 minutos; *orientar e supervisionar os alunos próximos ao fogo;*
  3. Esperar o copo A esfriar por 5 minutos, remover o papel filme e filtrar a mistura com auxílio do coador e do filtro de café. Armazenar a solução filtrada no copo B.
  4. Mantenha apenas metade do volume do copo B com a solução filtrada e cubra a abertura do copo com papel filme.
  5. Adicione cubos de gelo no interior do recipiente plástico e coloque o copo B em seu interior. Mantenha-o no gelo por 5 minutos.
  6. Remova o papel filme e adicione o álcool gelado com cuidado, até que o volume do copo seja preenchido. Aguarde 10 minutos e observe os resultados.

### **Perguntas:**

1. A partir dos resultados observados, responda ao questionamento inicial.
2. Qual a origem do DNA visualizado na atividade prática?

3. Por que o detergente foi utilizado na atividade prática? Se necessário, realize uma pesquisa para responder essa pergunta.
4. Forme um grupo com seus colegas e elabore 2 questionamentos que devem ser respondidos pelos demais. Seus questionamentos devem ser referentes à atividade prática e/ou a seu assunto.

### **Considerações finais:**

- A maceração da cebola pode ser usada para facilitar a ruptura da parede celular, aumentando a permeabilidade das células.
- O detergente é usado para romper a membrana plasmática das células da cebola, favorecendo a liberação do DNA.
- A função do sal é manter proteínas dissolvidas no líquido extraído, impedindo que estas se precipitem em conjunto com o DNA. O aquecimento da solução possibilita o desarranjo dos fosfolípidios da membrana e a desnaturação de enzimas e proteínas, que podem se ligar às moléculas da membrana e a desnaturação de enzimas e proteínas que podem se ligar às moléculas de DNA ou promover seu corte.
- O álcool é usado para agrupar os filamentos de DNA, tornando-os visíveis a olho nu, já que já uma grande quantidade de material genético. Quanto mais gelado estiver o álcool menor será a solubilidade do DNA.
- ***O aluno DV deverá ter contato com a cebola inteira, picada e após o seu processamento, através do tato e olfato, percebendo as transformações do processo.***



Figura 13:DNA (e outros componentes celulares) em tubo de vidro ao final de um experimento de extração do DNA de cebola.

A limitação deste experimento é o conceito visual, sendo necessário o auxílio de outro aluno vidente e do professor para melhor compreensão do aluno DV.

Uma possibilidade seria a utilização de outros vegetais ou frutas, como por exemplo o kiwi, que leva à formação de bolhas, mais fáceis de serem percebidas pelos estudantes DVs. Outros exemplos, que também levam à formação de bolhas, são tomate, banana, mamão, uva, entre outros (Figura 29).

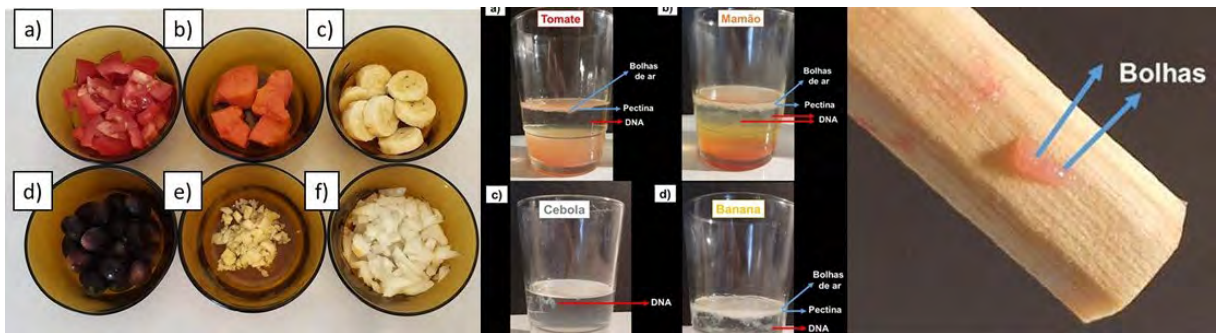


Figura 14: Resultado da extração de DNA de diferentes frutas e vegetais.

Fonte: <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/21/15/extraindo-o-dna-de-vegetais-uma-proposta-de-aula-pratica-para-facilitar-a-aprendizagem-de-genetica-no-ensino-medio>

## Roteiro 10: Produtos do Metabolismo

Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza

Livro: Matéria, energia e vida – Pág. 114

### Considerações iniciais:

A produção de pães envolve o uso de fermento biológico, um ingrediente que contém as leveduras, fungos microscópicos da espécie *Saccharomyces cerevisiae*. Quando misturadas com farinha e água, as leveduras do fermento biológico realizam fermentação alcoólica, processo que faz a massa do pão crescer. Um procedimento caseiro realizado para saber se a massa do pão cresceu o suficiente para entrar no forno é colocar um pedaço pequeno dessa massa num copo com água. Após determinado tempo, a massa sobe na coluna de água, indicando que a massa está pronta para ir ao forno.

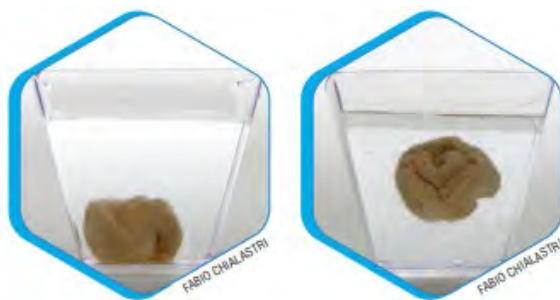


Figura 15: Massa de pão em copo de água em dois momentos diferentes

Fonte: Coleção: Multiverso – Ciências da Natureza - Livro: Matéria, energia e vida – Pág. 114

### Objetivo:

- Verificar a produção de gás carbônico (CO<sub>2</sub>) liberado no processo de fermentação alcoólica realizado pelas leveduras.

### Materiais:

- *O professor deve descrever todos os materiais aos alunos, deixando-os tocar sempre que possível.*
- 6 garrafas de água descartável de 500 mL de capacidade

- 6 balões de borracha
- 1500 mL de água morna
- 240 gramas de açúcar
- 250 gramas de farinha de trigo
- 360 gramas de fermento biológico
- 4 funis (1 para água, 1 para açúcar, 1 para farinha de trigo, 1 para fermento biológico) – caso não disponha de 4 funis, utilize o mesmo, lavando e secando para cada utilização.
- Obs.: ½ xícara de chá é a medida aproximada de 120 gramas
- ***Cola alto relevo (para identificação das garrafas em Braille)***

### Procedimentos:

- ***Incentive os estudantes a participarem de todo processo. Os estudantes DVs devem identificar os materiais através do tato, olfato e paladar (açúcar, fermento e farinha de trigo), considerando os ingredientes e o ambiente limpos e higienizados.***
  - ***Iniciar o procedimento identificando junto com os alunos, cada garrafa, de 1 a 6, em Braille, com a cola alto relevo;***
1. Coloque os seguintes ingredientes em cada uma das garrafas, ***com auxílio de um funil:***

Ingrediente	Garrafa 1	Garrafa 2	Garrafa 3	Garrafa 4	Garrafa 5	Garrafa 6
Água	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml	250 ml
Açúcar	-	120 gramas	-	-	120 gramas	-
Farinha de trigo	-	-	120 gramas	-	-	120 gramas
Fermento biológico	-	-	-	120 gramas	120 gramas	120 gramas

2. Encaixe os balões na boca de cada garrafa, aguarde 30 minutos e anote os resultados.
  - ***Os alunos DVs devem tocar cada balão, sentindo se inflaram ou não, e o quanto cada balão infla.***
1. Quais foram os resultados obtidos? Explique-os com suas palavras.

2. Os resultados obtidos por você podem ajudar a explicar a situação descrita no início dessa seção? Justifique.

### **Considerações finais:**

- Espera-se que o balão de borracha da garrafa 5 (água + açúcar + fermento) infle em razão da liberação de gás carbônico, produto da fermentação alcoólica da glicose presente no açúcar, realizada pela levedura presente no fermento biológico.
- Também é esperado que o balão da garrafa 6 (água + farinha + fermento) infle, mas em menor intensidade. Isso ocorre porque a farinha, que é uma mistura, contém moléculas de açúcares, mas em pouca quantidade, e a metabolização dos carboidratos, presentes na farinha, em glicose, leva mais tempo para acontecer.
- Ressalte para os estudantes que, se a água utilizada fosse fria, o tempo de observação do resultado seria maior ou menor, de modo que eles possam relacionar a temperatura como um dos fatores que influenciam a velocidade de uma reação química.
- Espera-se que os estudantes entendam que o gás carbônico, produzido no processo de fermentação alcoólica realizado pelas leveduras na massa do pão, que contém farinha e açúcar, fica preso na massa, tornando-a “aerada” e com menor densidade, o que explica o fato de a massa flutuar na água.
- *Nesse experimento há possibilidade dos estudantes DV e videntes compreenderem os diversos conceitos que podem ser abordados, como a evidência de reação química, com a formação do gás carbônico na fermentação da massa de pão; na utilização de balão de festa que torna a possibilidade do aluno DV também evidenciar a reação e formação do gás ocorrendo.*
- *É possível observar que apenas o conteúdo contendo fermento, água e açúcar é capaz de encher a bexiga. Isso acontece porque algumas bactérias fermentam açúcares, produzindo álcool etílico e gás carbônico (CO<sub>2</sub>) – fermentação alcoólica (Figura 31).*





Figura 16: Demonstração da fermentação alcoólica.

Fonte: <http://pibidcienciasuel.blogspot.com/2015/07/aula-pratica-sobre-fermentacao.html>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do presente trabalho de propor adaptações em atividades práticas de roteiros experimentais foi pensado num contexto multissensorial, em que o aluno DV e o vidente pudessem ter as mesmas percepções e uso dos sentidos, fazendo com que sua compreensão e participação no ensino/aprendizagem sejam igualitários, alcançando melhores resultados.

É notório que o Ensino de Química e Ciências da Natureza podem desencadear o instinto científico nos estudantes, uma vez que despertam uma capacidade mais crítica acerca do meio em que estão inseridos, auxiliando até em tomada de decisões em situações do dia a dia. O ensino não deve ser diferente entre os alunos, mas os recursos e ações pedagógicos devem se adequar às necessidades educacionais dos estudantes DVs.

Os roteiros que foram aqui apresentados, com os materiais voltados para uma abordagem multissensorial podem contribuir para a aprendizagem de vários conceitos de Química, Física e Biologia, de maneira igualitária, participativa e inclusiva. Além do mais, eles podem ser viáveis para utilização em qualquer escola, pois apresentam materiais adaptados de baixo custo.

Este trabalho representa uma pequena proposta em um amplo campo, que pode ser explorado na educação química e em ciências inclusiva, visando a inclusão escolar. Espera-se que ele possa ser usado por outros professores e que os inspire a pesquisar nessa área ainda tão pouco expressiva.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARICO, E. M.; JUNIOR, O. A.; JUNIOR, P. M. **A educação inclusiva de alunos cegos ou com baixa visão: revisão da literatura – desafios e panorama de possibilidades para aulas de química.** Anais... II Congresso Internacional de Educação Inclusiva. 16-18 de novembro de 2016, Campina Grande-PB. Disponível em [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO\\_EV060\\_MD1\\_SA16\\_ID1193\\_17092016155045.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO_EV060_MD1_SA16_ID1193_17092016155045.pdf). Acesso em: 01 jul 2022.

CAIADO, K. R. M. **Aluno deficiente visual na escola: lembranças e depoimentos.** Campinas, SP: Autores Associados, 2003.

CERQUEIRA, J. B; FERREIRA, E. M. B. **Os recursos didáticos na educação especial.** Revista Benjamin Constant, Rio de Janeiro, n. 15, abril de 2000. Disponível em: [http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin\\_constant/2000/edicao-15-abril/Nossos\\_Meios\\_RBC\\_RevAbr2000\\_ARTIGO3.pdf](http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/revistas/benjamin_constant/2000/edicao-15-abril/Nossos_Meios_RBC_RevAbr2000_ARTIGO3.pdf) Acesso em: 24 de mar. 2021.

CORDOVA, H., P.:AGUIAR, C., E.; AMORIM H., S.; SATHLER, K., S., O., M.; SANTOS, A., C., F. **Audiotermômetro: um termômetro para a inclusão de estudantes com deficiência visual.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 40, nº 2, e2505 (2018) Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0299>. Acesso em 03 jul 2022.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

NASCIMENTO, C.C. COSTA, S.S.L. AMIN, L.H.

**Repensando o ensino de química: Uma proposta para deficientes visuais.** In: COLÓQUIO INTERNACIONAL EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE, 4., 2010, Laranjeiras. Anais... Laranjeiras, 2010.

NOBRE, D. S. R. **Educação inclusiva em foco: reflexões sobre a importância da instrumentação para o ensino de química de alunos com deficiência visual.** - João Pessoa, 2020. 50 f. : il.

PIRES, L., A.. **O projeto “Ensino de Química a alunos com deficiência visual” da UnB: 8 anos depois.** 2013. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) - Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/8079/7/2013LarineAraujoPires.pdf> Acesso em: 24 de mar. 2021.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões.** In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, 2016, Florianópolis, SC. Anais (on-line). Florianópolis, XVIII ENEQ, 2016.

SÁ, E. D.; CAMPOS, I. M.; SILVA, M. B. C. **Atendimento Educacional Especializado em Deficiência Visual.** 2007 Brasília/DF. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf> > Acesso em: 04 jul, 2022.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SILVEIRA, T., S.. **Deficiência Visual: Fundamentos e Metodologias**/ Tatiana dos Santos da Silveira. Centro Universitário Leonardo da Vinci – Indaial:Grupo UNIASSELVI, 2009.x ; 130 p.: il.

SOLER, M. A. **Didáctica multisensorial de las ciencias**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, 1999.

SOUSA, A., C., L., L.; SOUSA, I., S. **A inclusão de alunos com deficiência visual no âmbito escolar**. Estação Científica (UNIFAP), Macapá, v. 6, n. 3, p. 41-50, set./dez. 2016.

SOUZA, K., A., F., D.; CARDOSO, A., A.. **A formação em Química discutida com base nos modelos propostos por estudantes de pós graduação para o fenômeno de dissolução**. Química Nova, v. 32, n. 1, p. 237-243, 2009. Disponível em:  
<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/25911/S0100-40422009000100040.pdf> Acesso em: 30 de mai 2021.

VYGOTSKI, L.S. **Pensamento e linguagem**. 3ª ed. São Paulo, Martins Fontes, 1991.