

COLÉGIO PEDRO II

Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia

Júlia Rocha Nadaes

ENSINO INCLUSIVO DE BIOQUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: APRESENTAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE PROTEÍNAS PARA ESTUDANTES DEFICIENTES VISUAIS DO ENSINO MÉDIO

Rio de Janeiro
2020



Júlia Rocha Nadaes

**ENSINO INCLUSIVO DE BIOQUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA:
APRESENTAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O CONTEÚDO DE
PROTEÍNAS PARA ESTUDANTES DEFICIENTES VISUAIS DO PRIMEIRO ANO
DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia, vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Orientadora Professora Dra. Aline Simões Fraga.

Rio de Janeiro

2020

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

N126 Nadaes, Júlia Rocha

Ensino inclusivo de bioquímica na educação básica: apresentação de uma sequência didática sobre proteínas para estudantes deficientes visuais do ensino médio / Júlia Rocha Nadaes. – Rio de Janeiro, 2020.

76 f.

Monografia (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II. Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Aline Simões Fraga.

1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Bioquímica. 3. Educação inclusiva. 4. Estudantes com deficiência visual. I. Fraga, Aline Simões. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 570

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 – 5692.

Júlia Rocha Nadaes

**ENSINO INCLUSIVO DE BIOQUÍMICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA:
APRESENTAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE PROTEÍNAS PARA
ESTUDANTES DEFICIENTES VISUAIS DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia vinculado à Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Aprovado em: ____/____/____.

Dra. Aline Simões Fraga (Orientador)
Colégio Pedro II

Dra. Maria da Conceição dos Reis Leal
Colégio Pedro II

M^a Nathalia Ferreira Costa
SEEDUC

Dedico esse trabalho a minha família.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que se envolveram, e participaram diretamente ou indiretamente dessa etapa da minha formação acadêmica, contudo, gostaria de ressaltar a importância de algumas pessoas nesse momento.

Agradeço a Deus, por sempre me guiar. Deus é minha inspiração, minha fé e meu destino e a Ele agradeço todos os dias!

Gostaria de agradecer a minha mãe Rosane, porque durante toda minha vida, inclusive acadêmica, proporcionou-me um grande alicerce desde às escolhas simples até às indecisões que a vida nos proporciona em certos momentos. Sou eternamente grata pelo tanto que se sacrificou, sempre com muita boa vontade para realização desse momento. Te amo.

À minha irmã Mariana e ao seu Marido, quero agradecer por ter me dado um presente muito especial, que é minha afilhada Laura, e por ter tido um papel tão importante no meu crescimento e na minha formação, sempre sendo muito responsável e carinhosa. Juntas compartilhamos risadas, choros e muito amor e união, e que esse laço fique cada vez mais forte. Te amo para sempre!

À minha irmã Natalia quero agradecer por me ajudar, não só no dia a dia, mas por todas as brincadeiras, mesmo sendo um tanto mandona e exigente, é minha protetora. Eu sei que posso contar sempre com você. Parte dessa exigência me tornou quem eu sou hoje, quero agradecer também pelas ajudas durante essa jornada. Te amo incondicionalmente.

Aos meus, avós Jorge e Edna e tios, Jorge Antônio e Rosângela, e primos Rafael e Livia, obrigada por toda solicitude em qualquer situação, pela preocupação, interesse no meu trabalho e pela nossa união, mesmo que nem sempre perto.

Ao meu namorado, Antonio Leonardo, quero agradecer todos os momentos que compreendeu as minhas dificuldades, o meu estresse, meus medos, a minha ausência em algumas ocasiões, e me apoiou sempre que precisei, confortando-me com um abraço ou apenas me escutando nos momentos de aflição.

Às minhas amigas, Carolina e Yasmin, sou grata pela amizade de vocês, pelo esforço na harmonização das nossas agendas, que mesmo com dificuldades de dias e horários para nos reunirmos, pudemos estar presentes em algumas confraternizações, momentos que foram tão

especiais. A Nathalia, que desde que eu era pequena, ajudou-me na escola e depois disso se tornou um espelho, não só por ter me influenciado de maneira positiva a me tornar professora de Biologia, mas por também acreditar na profissão.

À Cristiane que me ajudou a lidar com essa etapa de forma consciente, auxiliando-me em cada momento de dificuldade pessoal e sempre disposta a me ajudar.

À minha primeira orientadora, Márcia Rodrigues, por toda sabedoria e ensinamentos compartilhada durante esse processo, e à minha orientadora, Aline Fraga, por acreditar no trabalho proposto e me auxiliar em todas as etapas, desde a elaboração até a execução, estando sempre disponível para o projeto com muita dedicação e carinho. Muito obrigada!

Simone que por muitas vezes me auxiliou com tanto empenho e dedicação no ajuste da formatação do presente trabalho, sendo sempre muito prestativas e solícita.

A todos os professores do curso, palestrantes que deixaram suas marcas, e aos discentes, em especial à Herineide de Vieira, Felipe Gaspar e Lin Chan que dividiram conhecimentos, vivências e suporte em todos os momentos. E aos funcionários, cujo trabalho nos permitiu dividir essas experiências ao longo desses anos.

A todos vocês, muito obrigada!

“Tu me dizes, eu esqueço; Tu me ensinas, eu lembro; Tu me envolves, eu aprendo.”

Benjamin Franklin

RESUMO

NADAES, Júlia Rocha. **Ensino inclusivo de bioquímica na educação básica:** apresentação de uma sequência didática sobre proteínas para estudantes deficientes visuais do Ensino Médio. 2020. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-reitora de Pós-graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2020.

O atendimento educacional inclusivo na rede regular de ensino é garantido por diversas legislações brasileiras. A escola inclusiva, com a pedagogia centrada na criança, foi a solução apresentada para garantir o ensino de todos. A chegada de estudantes com deficiência visual traz desafios constantes para os docentes e, também, para os discentes. A produção de materiais adaptados, como também o próprio planejamento de atividades nas quais os aprendizes possam, de fato, serem incluídos constituem os principais desafios. Aulas com estratégias que se apoiam somente em recursos visuais oferecem muitos obstáculos para os discentes superarem, desestimulando-os. O presente trabalho teve como objetivo a construção e apresentação de uma sequência didática, com materiais táteis ou palatáveis, que contemplassem os deficientes visuais no aprendizado de bioquímica de proteínas, conteúdo lecionado no 1º ano do Ensino Médio. Para tanto foram construídos modelos de proteínas em diferentes níveis de organização estrutural, utilizando arame, contas e Velcro®. Também foram construídos modelos de enzimas com massa de biscoito e ímãs, de modo a representarem a atividade catalítica exercida pelas mesmas. Além desses, outros modelos foram empregados na sequência didática visando o desenvolvimento do conceito de desnaturação proteica. A desnaturação de uma enzima hipotética foi representada por meio de gráfico tátil construído com materiais de papelaria. A avaliação do aprendizado consistiu na aplicação de um jogo de cartas, escrito em braille ou impresso com fonte ampliada, com os conceitos trabalhados. A sequência didática permitiu concretizar parte do conteúdo de bioquímica de proteínas, ao explorar de maneira simples as texturas, variações de temperatura e sabor. O material é de fácil replicação, durável e também apresenta potencial para atender outras especificidades educacionais distintas da proposta pela autora, além de permitir o aprendizado de um assunto que exige abstração, e que geralmente são apresentados de formas visuais.

Palavras-chaves: Deficiência Visual. Produção de Material. Inclusão. Proteína. Desnaturação.

ABSTRACT

NADAES, Júlia Rocha. **Inclusive Educational of biochemistry in basic education:** presentation of a proteins' didactic sequence for visually impaired high school students. 2020. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-reitora de Pós-graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Rio de Janeiro, 2020.

Inclusive educational service in the regular school system is guaranteed by several Brazilian legislations. Inclusive school, with child-centered pedagogy, was the solution presented to ensure the teaching of all students. The arrival of visually impaired students brings constant challenges for teachers and students. Production of adapted materials, as well as the planning of activities in which learners can in fact be included, are the main challenges. Classes with strategies that rely solely on visual aid offer many obstacles for students and discourage them. The present work had as objective the construction and presentation of a didactic sequence, with tactile or palatable materials, which contemplated the visually impaired in the learning of protein biochemistry, content taught in the 1st year of high school. Protein models were built at different levels of structural organization using wire, beads and Velcro®. Enzyme models built with cold porcelain clay and magnets were used to represent the catalytic activity exerted by them. Besides these, other models were employed in the didactic sequence aiming at the development of the concept of protein denaturation. Denaturation of a hypothetical enzyme was plotted using a tactile graph constructed with stationery. The learning assessment consisted of applying a card game, written in Braille or printed in large font, with the concepts worked on. The didactic sequence made it possible to realize part of the protein biochemistry content by simply exploring textures, temperature variations and tastes. The material is easy to replicate, durable and also has the potential to meet other educational specificities different than the one proposed by the author, besides that, the material allows the learning of a subject that requires abstraction, and which are usually presented in visual ways.

Keywords: Visual impairment. Material production. Inclusion. Protein. Denaturation.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

FIGURA 1- Recursos ópticos para deficientes visuais	24
FIGURA 2- Reglete Negativa	26
FIGURA 3- Perkins Classic Braille.....	26
FIGURA 4- Confecção da estrutura primária de uma proteína hipotética	30
FIGURA 5- Resultado da proteína hipotética em sua estrutura primária	30
FIGURA 6- Construindo a α - hélice de uma proteína hipotética	31
FIGURA 7- Construindo a β -pregueada de uma proteína hipotética	31
FIGURA 8: Exemplos de texturas criadas para diferenciar os aminoácidos	32
FIGURA 9- Construção da estrutura terciária de uma proteína hipotética.....	32
FIGURA 10- Estrutura quaternária de uma proteína hipotética	33
FIGURA 11- Protetor autoadesivo nas pontas dos arames	33
FIGURA 12- Construção de um dos modelos de enzima e substrato	35
FIGURA 13- Termômetro confeccionado em régua	36
FIGURA 14- Confecção do gráfico tátil de Atividade Enzimática vs. Temperatura	38
FIGURA 15- Estrutura primária de uma proteína hipotética	42
FIGURA 16- Estruturas secundárias de uma proteína hipotética	43
FIGURA 17 - Estrutura terciária de uma proteína hipotética.....	43
FIGURA 18- Estrutura quaternária de uma proteína hipotética	44
FIGURA 19- Representação da atividade catalítica de uma enzima: modelo chave- fechadura.....	45
FIGURA 20- Atividade de desnaturação da proteína hipotética por temperatura	45
FIGURA 21- Gráfico tátil: Atividade enzimática vs. Temperatura	47
FIGURA 22- Desnaturação da caseína do leite por pH	48
FIGURA 23- Jogo dos pares com fonte aumentada	49
FIGURA 24- Jogo dos pares em braile.....	49
FIGURA 25- Exemplos de aminoácidos	57
FIGURA 26- Ligação peptídica entre dois aminoácidos.....	58
FIGURA 27- Exemplos de interações moleculares.....	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo Geral.....	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	JUSTIFICATIVA	15
4	PRESSUPOSTOS TEÓRICOS	16
4.1	Educação Especial e Educação Inclusiva.....	16
4.2	Cegueira e Baixa Visão.....	20
4.3	Adaptações de materiais.....	24
5	PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS	28
5.1	Confeção dos modelos de proteína	29
5.2	Confeção do modelo enzimático em massa de biscoito.....	34
5.3	Desnaturação de proteína por variação de temperatura	35
5.3.1	Construindo termômetro em braile.....	36
5.3.2	Construindo o gráfico tátil de atividade enzimática vs. temperatura	36
5.3.3	Desnaturação da proteína por pH	38
5.4	Confeção das cartas avaliativas	39
6	APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS	41
6.1	Plano de aula	41
6.1.1	Etapa 1: Explorando os níveis de organização de uma proteína hipotética... 41	
6.1.2	Etapa 2: Denaturação por temperatura.....	45
6.1.3	Etapa 3: Denaturação por pH	47
6.1.4	Avaliação	48
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	51
	REFERÊNCIAS	52
	APÊNDICE A – REVISÃO TEÓRICA SOBRE PROTEÍNAS.....	57
	APÊNDICE B– CARTAS AVALIATIVAS PARA ESTUDANTES COM BAIXA VISÃO	61

1 INTRODUÇÃO

A inclusão dos discentes que possuem necessidades educacionais especiais no ensino regular do Brasil ainda oferece muitos obstáculos. Estes envolvem o deslocamento dos aprendizes até as instituições e a obtenção de um ensino adequado e acessível, que leve em consideração a sua especificidade. Contudo, isso não significa que o ensino inclusivo não caminhou ao longo de todo o processo histórico. No Brasil, a Constituição de 1988 (BRASIL, 1988, não paginado), foi um importante passo para inclusão ao afirmar que os estudantes com necessidades educacionais especiais devem frequentar o ensino regular.

A chegada de estudantes com necessidades específicas de aprendizagem nas salas de aula regular é uma realidade, sendo a deficiência visual uma especificidade que traz desafios constantes para os docentes e, também, para os discentes. No âmbito da docência há a dificuldade em produzir materiais adaptados, como também o próprio planejamento de atividades nas quais os aprendizes possam, de fato, serem incluídos. Os discentes, por sua vez, têm de superar os desafios de acompanhar aulas com estratégias que se apoiam em recursos visuais, muitas vezes ministradas por professores que pouco pensam em inclusão. Aulas com estratégias exclusivamente visuais desestimulam os aprendizes, que dessa maneira não desenvolvem habilidades e conceitos que irão precisar em momentos futuros, tanto no contexto escolar, como na vida social.

A educação inclusiva pressupõe a escolha de metodologias e recursos adequados que de fato incluam todos em sala de aula. Para tanto, muitas vezes é preciso abandonar práticas exclusivamente expositivas, que demandem muita abstração e, no caso da deficiência visual, o uso exclusivo de estratégias visuais como a lousa branca ou negra, slides etc. A adaptação de material é parte do processo de inclusão, pois além de proporcionar recursos para os aprendizes estudarem, desperta um sentimento de pertencimento, aumentando a autoestima dos alunos deficientes visuais. Entretanto, é comum a adaptação de materiais se restringir a produção de recursos táteis ou na escrita braile, porém, essas não são as únicas alternativas possíveis. Na construção de um planejamento é possível pensar em estratégias que explorem outros sentidos como a audição, paladar e olfato.

A escolha dos materiais utilizados nas adaptações é de extrema importância. É preciso ponderar diferentes aspectos relacionados ao aprendiz e a escolha do material a ser utilizado. Em relação aos estudantes, é imprescindível conhecer as capacidades de interação com o material, levando em consideração a afinidade ou aversão à determinada textura dentre outros aspectos. Já a escolha do material deve explorar diferentes texturas, tamanho, detalhes,

resistência ao toque, durabilidade, como também levar em consideração o risco de acidentes ocasionados pelo manuseio do material.

A proposta desenvolvida neste trabalho possui grande potencialidade de aplicação, uma vez que os modelos didáticos táteis de proteínas e enzimas são resistentes, versáteis, com diferentes texturas, além de a atividade de desnaturação por pH explorar outro sentido, o paladar. O conjunto de atividades, além de auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais, também serve para outras especificidades, pois concretiza o que é trabalhado na esfera abstrata. Como também, o trabalho pode ser apresentado como uma fonte de consulta para professores da educação básica e acadêmicos de diferentes áreas do conhecimento devido a abordagem da temática inclusão para deficientes visuais no ensino de Biologia.

É possível incluir estudantes deficientes visuais na sala de aula regular, mesmo diante de todos os desafios, desde que os professores tenham os conhecimentos necessários da especificidade educacional do indivíduo. O docente tem um importante papel no processo de inclusão, pois ao oferecer ao estudante o apoio necessário e estes se sentirem pertencentes ao grupo social e escolar, apresentam uma melhor chance de superação dos obstáculos educacionais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente trabalho foi construir e apresentar uma sequência didática, com materiais táteis ou palatáveis, que contemplem os deficientes visuais no aprendizado de bioquímica de proteínas, conteúdo lecionado no 1º ano do Ensino Médio, sendo um recurso para o trabalho do docente.

2.2 Objetivos Específicos

- Construir modelos didáticos tridimensionais representando as estruturas primária, secundária, terciária e quaternária de uma proteína hipotética;
- Produzir modelo tridimensional de uma enzima e o seu substrato, de forma a representar sua ação catalítica;
- Construir gráfico tátil representando a desnaturação proteica pelo calor;
- Construir baralho avaliativo em braile e fonte ampliada com os conceitos trabalhados;
- Elaboração do roteiro da sequência didática.

3 JUSTIFICATIVA

A construção de uma sociedade inclusiva começa desde cedo, dentro das famílias, na comunidade e, certamente, dentro das escolas onde as crianças têm a possibilidade de conviverem e aprenderem umas com as outras. É dever de todos incluir e contribuir para a transformação da sociedade. Contudo, cabe ao professor, enquanto responsável pela sala de aula, repensar as estratégias e recursos adotados para promover a inclusão.

O uso de imagens é uma importante estratégia para comunicação de ideias científicas, favorecendo o processo de ensino-aprendizado (MARTINS; GOUVÊA; PICCININI, 2005; LAIA, 2016). A Biologia é uma disciplina que recorre de maneira frequente às imagens e analogias para representar conceitos abstratos. A Bioquímica, em particular os conteúdos referentes a aminoácidos, estruturas de proteínas e enzimas, são temas que exigem muita abstração. Esse motivo justifica os grandes obstáculos que o conteúdo de Bioquímica oferece aos estudantes deficientes visuais. (SCHOENMAKER, 2009; SCATIGNO; TORRES, 2016; ANDRADE *et al.*, 2017).

O presente trabalho, portanto, é importante por apresentar aos docentes possibilidades para adaptações de materiais, a partir de recursos de fácil acesso, normalmente encontrados em papelarias e mercados. A sequência didática construída permite trazer para o concreto parte do conteúdo de bioquímica de proteínas, ao explorar de maneira simples as texturas, variação de temperatura e sabor. O material é de fácil replicação e durável. Desta forma, é uma estratégia que pode se mostrar útil ao promover o aprendizado de um assunto considerado difícil pelos estudantes e que exige muita abstração, como também que se utiliza tradicionalmente de apoio visual como estratégia de ensino.

4 PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

4.1 Educação Especial e Educação Inclusiva

O conceito de exclusão educacional é um processo histórico que se inicia desde o surgimento das escolas, nas quais somente grupos específicos poderiam ter acesso à educação. Esse cenário começou a se reverter com o processo de democratização, que teve início com a implementação da Constituição da República Federativa de 1988, a qual garantia em seu artigo 205, a educação para todos (BRASIL,1988, não paginado; BRASIL,2008a).

No século XIX, durante o governo do Imperador Pedro II, dois institutos de referência em educação especial foram criados: o Instituto Benjamin Constant- IBC, antigo Imperial Instituto dos Meninos Cegos, fundado em 1854 (INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT, 2016) e o atual Instituto Nacional de Educação dos Surdos, antigo Instituto dos Mudos Surdos, fundado em 1857 (INSTITUTO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE SURDOS, [2015?]). Ambos designados para a educação de pessoas com necessidades especiais, uma vez que esses não frequentariam escolas regulares, devendo receber atendimentos especializados. Um pouco da história da educação especial é resgatado no documento Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva, no qual se lê:

A educação especial se organizou tradicionalmente como atendimento educacional especializado substitutivo ao ensino comum, evidenciando diferentes compreensões, terminologias e modalidades que levaram à criação de instituições especializadas, escolas especiais e classes especiais. Essa organização, fundamentada no conceito de normalidade/anormalidade, determina formas de atendimento clínico-terapêutico fortemente ancorados nos testes psicométricos que, por meio de diagnósticos, definem as práticas escolares para os alunos com deficiências. (BRASIL,2008a, [p.2]).

Atualmente o atendimento especializado é feito de forma complementar ao ensino regular, que de acordo com a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva:

[...] o atendimento educacional especializado é organizado para apoiar o desenvolvimento dos alunos, constituindo oferta obrigatória dos sistemas de ensino e deve ser realizado no turno inverso ao da classe comum, na própria escola ou centro especializado que realize esse serviço educacional. (BRASIL, 2008a, [p.10]).

A educação inclusiva, por sua vez, busca a criação de metodologias que favoreçam o ensino tanto de discentes com necessidades educacionais especiais, quanto os demais estudantes, para que ambos tenham a mesma possibilidade de acesso aos recursos utilizados

durante as atividades em sala de aula. Tal ação é justificada pela Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994).

A Declaração de Salamanca (UNESCO,1994) é um dos mais importantes documentos mundiais que visam a inclusão social, ao lado da Convenção de Direitos da Criança (BRASIL,1990b) e da Declaração Mundial sobre Educação para Todos (UNICEF,[1990?]a). Na Declaração de Salamanca (UNESCO,1994) são apresentadas a Escola Inclusiva e a Pedagogia Centrada na Criança. Nela, foi apresentada uma reformulação do termo necessidades educacionais especiais a qual “[...]refere-se a todas aquelas crianças ou jovens cujas necessidades educacionais especiais se originam em função de deficiências ou dificuldades de aprendizagem.” (UNESCO,1994, [p.3]).

A partir dessa visão mais abrangente do que seria uma necessidade educacional especial, assume-se a premissa de que um indivíduo não é igual ao outro, sendo a diferença não mais vista como doença e, sim, como diversidade. Portanto, a forma de ensinar deve ser acessível a todos, respeitando-se as diferenças, adotando-se uma pedagogia centrada na criança. De acordo com a declaração:

Escolas inclusivas devem reconhecer e responder às necessidades diversas de seus alunos, acomodando ambos os estilos e ritmos de aprendizagem e assegurando uma educação de qualidade a todos através de um currículo apropriado, arranjos organizacionais, estratégias de ensino, uso de recurso e parceria com a comunidade. (UNESCO, 1994, [p.5]).

A criança, portanto, só deverá ser orientada para escolas especiais ou classes especiais quando a classe regular não for capaz de atender as suas dificuldades de aprendizado, ou visando seu conforto ou dos outros estudantes (UNESCO, 1994). Porém o documento também prevê a importância dos discentes com necessidades especiais terem garantido apoio educacional extra, caso eles precisem. Salva essas situações, é papel da escola inclusiva ter o conhecimento e estratégias para as diferentes necessidades dos discentes ali presentes, garantindo a eles uma boa educação com currículos flexíveis, plano educacional de qualidade, ferramentas apropriadas para o ensino e o suporte da sociedade (UNESCO, 1994).

Na Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) também é posto em evidência que o êxito da inclusão dos discentes com necessidades especiais nas instituições regulares de ensino está ligado a um diagnóstico precoce desses estudantes, para que suas especificidades sejam levadas em consideração desde o começo da trajetória escolar, visando uma formação de qualidade. Também é proposta uma ação para melhoria desse quadro, que de acordo com o documento:

[...]Assistência infantil e programas educacionais para crianças até a idade de 6 anos deveriam ser desenvolvidos e/ou reorientados no sentido de promover o desenvolvimento físico, intelectual, social e a prontidão para escolarização. Tais programas possuem um grande valor econômico para o indivíduo, a família e a sociedade na prevenção do agravamento de condições que inabilitam a criança. Programas neste nível deveriam reconhecer o princípio da inclusão e ser desenvolvidos de uma maneira abrangente, através da combinação de atividades pré-escolares e saúde infantil. (UNESCO, 1994, [p.12]).

Para o sucesso dessa proposta, é papel da escola, como um todo, se responsabilizar pelo rendimento de cada discente, e não atribuir essa competência ao docente de forma segregada, também sendo necessária a inserção dos responsáveis de forma ativa no processo de ensino-aprendizagem das crianças com especificidades.

Cada escola deveria ser uma comunidade coletivamente responsável pelo sucesso ou fracasso de cada estudante. O grupo de educadores, ao invés de professores individualmente, deveriam dividir a responsabilidade pela educação de crianças com necessidades especiais. Pais e voluntários deveriam ser convidados assumir participação ativa no trabalho da escola. Professores, no entanto, possuem um papel fundamental enquanto administradores do processo educacional, apoiando as crianças através do uso de recursos disponíveis, tanto dentro como fora da sala de aula. (UNESCO, 1994, [p.10]).

Cabe aos docentes conhecerem diferentes estratégias e recursos, como também materiais específicos para serem usados em diferentes ambientes escolares, sendo, portanto, necessária uma formação profissional continuada que permita autonomia nas adaptações dos currículos, nas metodologias e instrumentos usados dentro e fora da sala (UNESCO, 1994). O docente, portanto, tem um papel fundamental para promover a inclusão, sendo, que a “Preparação apropriada de todos os educadores constitui-se um fator chave na promoção de progresso no sentido do estabelecimento de escolas inclusivas.” (UNESCO,1994, [p.10])

No Brasil, o cenário de exclusão educacional começou a se reverter com o processo de democratização, que teve início com a Constituição da República Federativa de 1988, que no inciso I, do artigo 206 garante a “igualdade de condições de acesso e permanência na escola” (BRASIL, 1988, não paginado) e no inciso III, do artigo 208 garante como dever do Estado o “atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino.” (BRASIL, 1988, não paginado).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº9.394/96), embora não adotando a terminologia ensino inclusivo, em seu artigo 58 aborda este tema ao dizer que “Entende-se por educação especial, para efeitos dessa lei, a modalidade de educação escolar, oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos portadores de

necessidades especiais.” (BRASIL, 1996, não paginado). Desta forma, reafirmando a inclusão desses estudantes no ensino regular.

Ainda na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, artigo 59, diz que as instituições de ensino deverão garantir que os alunos com deficiências, transtornos globais e superdotação/altas habilidades possuam metodologia de ensino, estratégias pedagógicas, currículo e organização diferenciada, professores qualificados com a finalidade de atender as necessidades especiais de cada indivíduo, e igualdade aos benefícios que são disponíveis. Também assegura a aceleração de estudo aos superdotados para a conclusão do programa escolar (BRASIL, 1996).

Segundo a CNE/CP nº 1/2002 artigo 2º, inciso II das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de docentes, destaca que as instituições de ensino superior devem se atentar para a estruturação do currículo para que os docentes em formação tenham acesso a saberes que envolvam a educação especial e sua diversidade, “o acolhimento e o trato da diversidade.” (BRASIL, 2002, não paginado).

A Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência nº 13.146 (BRASIL, 2015), foi um marco na educação inclusiva brasileira. Por esta lei, os deficientes não mais terão que se adaptar à sociedade, e sim a sociedade deverá se transformar de forma a incluir todos. Em seu artigo 27, reforça o que foi proposto na Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994), ao dizer que:

A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem. (BRASIL, 2015, não paginado).

No parágrafo único da Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência Art. 27 é ressaltado também que “É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação.” (BRASIL, 2015, não paginado).

No quadro 1 é apresentada uma trajetória histórica da educação especial e inclusão.

Quadro 1: Trajetória histórica da educação especial e inclusão

Ano	Acontecimento	Referência
1854	Fundado o Imperial Instituto de Meninos Cegos, atual Instituto Benjamin Constant (IBC).	INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT, 2016
1857	Fundado o Imperial Instituto dos Surdos-Mudos, que logo depois foi denominado Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES).	INSTITUTO NACIONAL DE EDUCAÇÃO DE SURDOS, [2015?] b
1988	Constituição da República Federativa do Brasil.	BRASIL, 1988
1990	Declaração Mundial de Educação para Todos em Jomtien (Tailândia)	UNICEF, [1990?]a
1990	Convenção de Direitos da Criança.	BRASIL, 1990b
1994	Declaração De Salamanca: Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais (Espanha).	UNESCO, 1994
1996	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional	BRASIL, 1996
2002	Diretrizes Curriculares Nacionais.	BRASIL, 2002
2008	Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva.	BRASIL, 2008a
[2008?]	Comissão Brasileira de Braille	BRASIL, [2008?] b
2015	Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência.	BRASIL, 2015a

Fonte: A autora, 2020.

4.2 Cegueira e Baixa Visão

Na perspectiva da educação inclusiva para o ensino de pessoas com necessidades especiais, o presente trabalho tem como público estudantes com deficiência visual, englobando, portanto, estudantes cegos e de baixa visão (visão subnormal).

De acordo com o Artigo 1, inciso 1º da lei de número 3.128 de 24 de dezembro de 2008, “Considera-se pessoa com deficiência visual aquela que apresenta baixa visão ou cegueira.” (BRASIL, 2008c, não paginado). Portanto, o termo deficiência visual é generalista, englobando várias particularidades.

Para Conde ([2010?], [p. 2]) portador de visão subnormal ou baixa visão é o indivíduo “[...] que possui acuidade visual de 6/60 e 18/60 (escala) e/ou um campo visual entre 20° e 50°”. A baixa visão é multifatorial e pode ser resultado de degeneração macular, glaucoma congênito,

retinopatia diabética, catarata congênita etc. (COUTO JÚNIOR; OLIVEIRA, 2016). Cada uma destas condições causa diferentes tipos de efeitos na visão, por exemplo: encolhimento do campo visual que pode ser periférico ou central, diminuição difusa da resolução da imagem etc., portanto, devendo ser considerados na elaboração de material didático adaptado (ASEVEDO, 2018).

O termo cego também não é específico, sendo aplicado a um grupo diversificado de pessoas. Para Conselho Brasileiro de Oftalmologia (ÁVILA; ALVES; NISHI, 2015, p.102) é considerado cego quem “[...] não apenas que apresentam incapacidade total para ver, mas também todas aquelas nas quais o prejuízo da visão se verifica em níveis incapacitantes para o exercício de tarefas rotineiras.”. Para Conde ([2010?][p.1]), cego é o indivíduo que possui “[...]a visão corrigida do melhor dos seus olhos é de 20/200 ou menos, isto é, se ela pode ver a 20 pés (6 metros) [...]” o que uma pessoa de visão normal pode ver a 200 pés (60 metros)”, ou ainda segundo autor, o indivíduo que possui “[...] o diâmetro mais largo do seu campo visual subentende um arco não maior de 20°, ainda que sua acuidade visual nesse estreito campo possa ser superior a 20/200.” (CONDE, [2010?], [p.1]).

Contudo, dentro do contexto ensino, considera-se cegos os indivíduos de baixa visão que utilizam o braille como recurso de leitura. Restringe o termo baixa visão aos indivíduos, cuja ampliação de fonte ou uso de instrumentos ópticos de ampliação são adaptações suficientes para permitir a leitura.

A memória visual também é um fator importante na educação de cegos e por isso deve ser considerado se o discente já nasceu cego ou se a cegueira foi adquirida e, nesse caso, em que idade foi adquirida. A perda da visão antes dos cinco anos de idade é chamada cegueira congênita, sendo estes indivíduos considerados cegos adventícios. (NUNES; LAMÔNCO, 2010).

Saber se o estudante é cego congênito ou adventício, segundo Amiralian (1997), é essencial, pois influencia diretamente o seu desenvolvimento. Segundo a autora, no caso do cego de nascença ou de crianças que apresentam a perda da visão antes dos cinco anos, os indivíduos não têm uma memória visual, por esse motivo o sujeito possui uma organização cognitiva construída por meio de outros sentidos (tato, audição, olfato e gustação), o que não ocorre quando a perda da visão acontece depois dessa idade. Embora a autora apresente a idade de cinco anos como limite entre a cegueira congênita e adquirida no campo educacional, ela afirma que é altamente complicado estabelecer essa diferenciação quando um dos indivíduos apresenta quase um ano de vida, e o outro um ano após o limite proposto, devido ao desenvolvimento dos laços afetivos na primeira infância. Pereira e Abib (2016, p.859)

completam dizendo que “[...] entendemos que aspectos afetivos influenciam fortemente as retomadas que fazemos pela memória e, conseqüentemente, aquilo que aprendemos.”

Portanto, de acordo com Nunes e Lamônaco (2010) é importante ressaltar que o desenvolvimento cognitivo do estudante com deficiência visual deve ser considerado de forma individualizada, não só por todas as questões já discutidas anteriormente, mas também por questões etária, culturais sociais e familiares.

Assim, ainda que possamos pensar em pontos comuns entre os cegos - principalmente no que diz respeito às formas de percepção - o desenvolvimento de cada um é peculiar, como o é de todo vidente, o que justifica pensarmos que o desenvolvimento da pessoa com cegueira está muito mais próximo ao de outras pessoas com características próximas (idade, condição socioeconômica, influência cultural etc.) do que a de outro cego. (NUNES; LAMÔNACO, 2010, p.56).

Mesmo com tantas variáveis, para Amiralian (1997) a criança cega tem um desenvolvimento mais lento, o que pode estar ligado ao fato de ela não ter a visão, sendo esse sentido necessário para o desenvolvimento de alguns conceitos usados no nosso dia a dia.

Entretanto, o fato de uma pessoa ter deficiência visual não significa que ela não se desenvolverá. Segundo Nunes e Lamônaco (2010) tal pensamento surge porque atribuímos à visão uma essencial forma de aquisição de conhecimento e subestimamos o papel dos outros sentidos. Portanto, o deficiente terá que desenvolver diferentes estratégias para alcançar seu êxito em relação a um vidente.

Brendler *et al.* (2014, p. 143) aponta que as disciplinas que “[...] apresentam um número representativo de imagens, são disciplinas que os deficientes visuais apresentam maior dificuldade no aprendizado”, que para os autores é o que ocorre com a disciplina de Biologia. Entretanto, para Paula, Guimarães e Silva (2017) essas dificuldades também estariam relacionadas à postura de alguns professores, quando equivocadamente assumem que para o entendimento de disciplinas como Química/Ciências é necessário visualizar os eventos, despertando nos estudantes deficientes visuais um sentimento de impotência e incapacidade.

É necessário refletir a causa das dificuldades encontradas pelos alunos cegos e de baixa visão. Seria a falta de um sentido ou à ênfase dada à visão no processo ensino-aprendizado?

Paula, Guimarães e Silva (2017) evidenciam que a falta de acessibilidade comunicacional estabelecida pelo professor é uma barreira no ensino de Ciências de deficientes visuais. A ausência de recursos didáticos modificados resulta como única fonte de informação o conteúdo falado pelo professor (NUNES; LAMÔNACO, 2010).

As dificuldades vivenciadas na rotina escolar dos deficientes visuais, portanto, não estão apenas relacionadas à ausência desse sentido, mas também, ao despreparo dos professores para lidar com o ensino de deficientes visuais, o que demanda um abandono de metodologias exclusivamente visuais ou que necessitem cópias (NUNES; LAMÔNACO, 2010; PAULA; GUIMARÃES; SILVA, 2017). Negar a necessidade de adaptações e resistir às novas formas de ensino poderiam ser caracterizadas como “cristalização de preconceitos”. (NUNES; LAMÔNACO, 2010, p. 61).

Amiralian (2004) relata outras dificuldades vivenciadas por quem possui baixa visão, como também a negligência das necessidades educacionais desse público por parte de professores e comunidade escolar. Segundo Amiralian, (2004, p. 20) “[...] todas as pessoas com quem esses alunos convivem, parecem só conhecer duas possibilidades de ser: ser cego ou ser daqueles que enxergam.” Como consequência, indivíduos com baixa visão muitas vezes são rotulados como desinteressados.

Com o objetivo de promover uma educação inclusiva aos deficientes visuais, é necessário atentar-se para as possibilidades de ensino que podem ser exploradas. Nunes e Lomônaco (2010) discorrem sobre a necessidade de os deficientes visuais possuírem adaptações que explorem adequadamente a audição, tato, paladar e olfato.

Segundo Silveira e Bonilla (2019) a audição é um sentido bastante usado no ensino, por meio de audiodescrição, contudo é preciso se atentar para cuidados necessários.

Logo, a descrição das imagens dos livros didáticos, através da audiodescrição, deve dar aos deficientes visuais, além das informações situacionais e circunstanciais da linguagem verbal, subsídios para que eles tenham acesso à expressividade dos elementos plásticos que compõem as imagens, ampliando, assim, sua possibilidade de compreensão da simbologia e ideologia próprias das representações visuais. (SILVEIRA; BONILLA, 2019, p.4).

O tato também é outro sentido muito utilizado pelos deficientes visuais para conhecer e reconhecer objetos, pessoas e também promover a leitura de braile. A adaptação de material deve explorar esse sentido ao utilizar diferentes “texturas, formatos e temperaturas etc.” (NUNES; LOMÔNACO, 2010, p.57).

Portanto “A adequação de materiais tem o objetivo de garantir o acesso às mesmas informações que as outras crianças têm, para que a criança cega não esteja em desvantagem em relação aos seus pares.” (NUNES; LOMÔNACO, 2010, p.60), promovendo a inclusão.

4.3 Adaptações de materiais

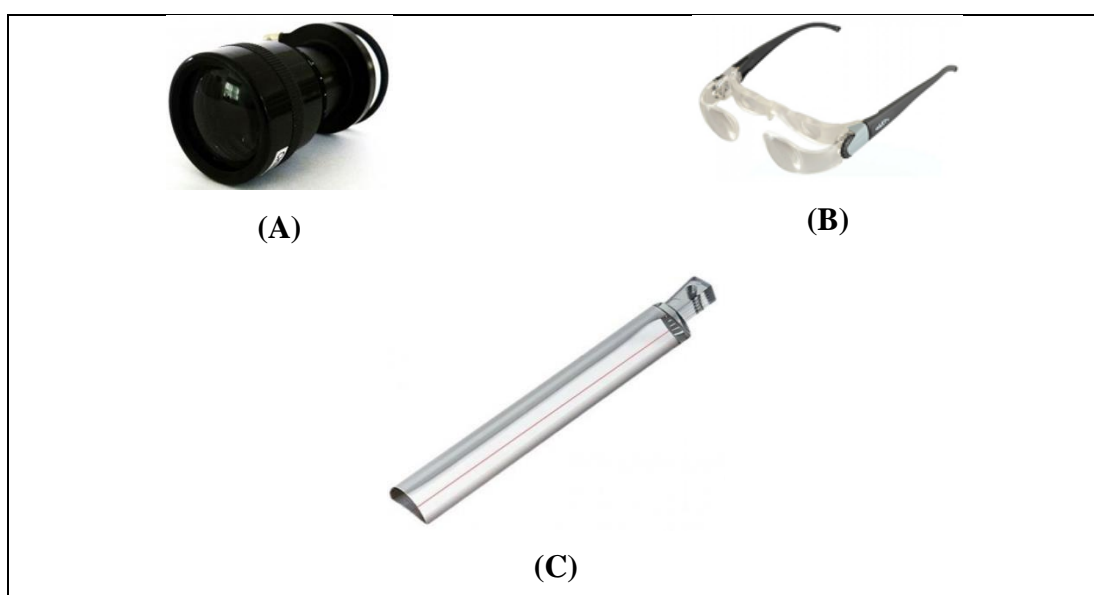
Para a educação de estudantes deficientes visuais utilizam-se estratégias de ensino que explorem seus sentidos e os resquícios da visão, caso eles possuam, como discutido anteriormente. Neste tópico serão exploradas algumas ferramentas educacionais com a finalidade de propiciar a inclusão dos deficientes visuais no sistema regular de ensino.

Primeiramente serão apresentados os recursos destinados aos discentes que possuem resquícios visuais, porém necessitam de recursos para leitura ou compreensão de imagens. Segundo Pontes e Fernandes (2018) os recursos podem ser ópticos ou não ópticos, ou seja, podem ou não ser adaptados com o auxílio de lentes. Dentre os ópticos há (PONTES; FERNANDES, 2018):

- armações de óculos (monoculares ou binoculares),
- lupas manuais ou de apoio,
- sistemas de telescópios do tipo Galileu ou de Kepler que podem ser monoculares ou binoculares,

Na figura 1 são apresentados alguns recursos ópticos: (A) lupa monocular, (B) lupa binocular para perto e (C) lupa tipo régua.

FIGURA 1- Recursos ópticos para deficientes visuais



Fonte: Loja Ampla Visão, [2019?]

Dentre os recursos não ópticos pode-se utilizar (PONTES; FERNANDES, 2018):

- guia para escrita,

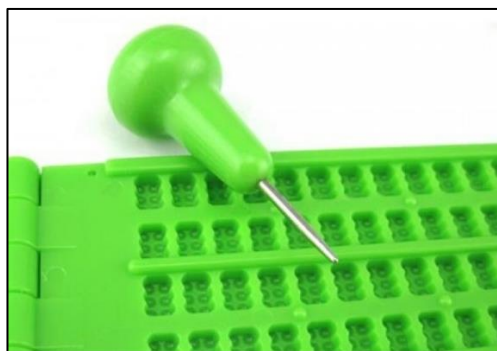
- cadernos com pautas espaçadas e ampliadas,
- canetas de pontas porosas,
- uso de cores contrastantes (preto e branco, azul e amarelo, preto e amarelo),
- lápis 2B ou 6B e usos de caracteres ampliados que aumentam o contraste.

Explorando o sentido do tato, o braile é uma ferramenta frequentemente utilizada para o ensino de deficientes visuais. Essa ferramenta permite a escrita e a leitura, graças as 63 possíveis combinações que podem ser utilizadas para transcrições de textos. Cada conjunto de pontos corresponde a uma letra do alfabeto. Além dessa possibilidade, o sistema braile também permite a utilização dessas combinações de pontos para a linguagem matemática, física, química, musical e da informática da língua nativa. (PONTES; FERNANDES, 2018). No Brasil, a Comissão Brasileira de Braille é responsável pelas regras do código na língua portuguesa (BRASIL, [2008?] b). Jorge (2010) diz que a adaptação ou produção dos materiais em braile podem ser feitos a mão, a partir de máquinas datilográficas, reglete ou impressoras específicas.

A reglete é um instrumento portátil, usada para a escrita manual em braile, sem auxílio da pesada máquina Perkins. Trata-se de

[...] uma régua de madeira, metal ou plástico com um conjunto de celas braile dispostas em linhas horizontais sobre uma base plana. O punção é um instrumento em madeira ou plástico no formato de pêra, com ponta metálica, utilizado para a perfuração dos pontos na cela braile. (JORGE, 2010, p.2)

As regletes podem ser positivas ou negativas, elas vão se diferenciar no modo da punção, e na forma das celas. Nas regletes negativas, “O movimento da perfuração deve ser realizado da direita para esquerda para produzir a escrita em relevo de forma não espelhada. Já a leitura é realizada da esquerda para direita.” (JORGE,2010, p. 2). Já as regletes positivas elas serão escritas no sentido da leitura, já que suas celas apresentam pinos de alto relevo, e a sua punção é na forma de encaixe por pressão nesses pinos (TECNOLOGIA E CIÊNCIA EDUCACIONAL, [2012?]).

FIGURA 2- Reglete Negativa

Fonte: Loja Ampla Visão, [2019?].

Já a produção dos materiais nas máquinas de datilografar em braile Perkins, segundo Jorge (2010), é uma forma mais rápida de escrita, pois ela é formada por meio de combinação de toques sincrônicos nas teclas que representam os pontos.

FIGURA 3- Perkins Classic Brailier

Fonte: Enablemart, © 2020 School Health.

A exploração do tato no ensino tem que superar somente a escrita em braile. É importante a confecção de material tátil apropriado que explore texturas e sensações térmicas. O uso de texturas, embora ferramentas importantes para o ensino de deficientes visuais, exige alguns cuidados por parte dos professores e envolvidos. Jorge (2010) destaca alguns cuidados com o tamanho, a significação tátil, a aceitação, a estimulação visual (cores contrastantes e fortes), fidelidade, segurança, facilidade de manuseio, como também a sua resistência ao mesmo.

Em relação à significação tátil Jorge (2010, p.5) aponta que “o material precisa possuir um relevo perceptível e, tanto quanto possível, constituir-se de diferentes texturas para melhor destacar as partes componentes.” Então, apenas produzir um material em relevo ou a simples

modelagem não são suficientes para diferenciar detalhes e trazer toda a complexidade de informações abstratas que uma imagem tenta representar. Existem impressoras em braile que associadas a softwares, como o MONET, constroem imagens em pontos, possibilitando aos alunos que possuem deficiência visual perceber os contornos das figuras e seu preenchimento. Contudo, esse programa não permite que, por meio do tato, se diferencie o contorno do seu preenchimento, dificultando que os estudantes percebam as diferentes estruturas que compõe as imagens.

A aceitação é muito importante na escolha dos materiais que darão texturas ao material tátil. Segundo Jorge (2010, p.5) “o material não deve provocar rejeição ao manuseio, fato que ocorre com os que ferem ou irritam a pele, provocando reações de desagrado.”

A escolha de materiais resistentes para confecção do produto é imprescindível, a fim de evitarem-se constrangimentos, por parte do aluno, caso estes se danifiquem com a exploração tátil e segurança. Segundo Jorge (2010, p.5) “os recursos didáticos devem ser confeccionados com materiais que não se estraguem com facilidade, considerando o frequente manuseio pelos alunos.”

A técnica chamada de audiodescrição explora o sentido da audição. É um recurso que favorece a descrição de imagens por meio oral, buscando minimizar os prejuízos dos alunos com deficiência visual, já que “permite vivenciar, guardados os devidos graus de subjetividade de cada um, uma maior experiência e compreensão do conteúdo visual do livro.” (SILVEIRA; BONILLA, 2019, p.5).

5 PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS

O trabalho foi dividido em duas etapas: a pesquisa bibliográfica e a construção da sequência didática utilizando o produto elaborado pela autora. Os artigos para a pesquisa foram obtidos por meio de revisão bibliográfica na base de dados Scielo e Google Acadêmico utilizando os seguintes descritores: desafios no ensino de bioquímica, importância das imagens no ensino, deficiência visual, cegueira, adaptação de material e estratégias de ensino para deficientes visuais, leis e políticas de ensino para a promoção da inclusão nas instituições de ensino regulares. Foram consultados também livros, dissertações, teses e publicações em órgãos nacionais.

A seleção do tema - *Proteína: Estrutura, Função e Desnaturação* - foi realizada após a leitura de artigos (SCHOENMAKER, 2009; RAZUCK; GUIMARÃES, 2014; SCATIGNO; TORRES, 2016; ANDRADE *et al.*, 2017) que apontam a dificuldade no aprendizado desses conteúdos. A visita ao NAPNE do Colégio Pedro II – *campus* São Cristóvão II – também foi uma importante contribuição, já que a visita ao espaço colaborou para conhecer as possibilidades de adaptação de materiais que é realizada pelos professores pertencentes ao núcleo, incluindo a professora Aline S. Fraga. Além do conhecimento adquirido durante a visita, obtivemos acesso à diversos equipamentos e materiais confeccionados pelo núcleo. Embora os modelos produzidos para este trabalho não tenham sido aplicados com os discentes com deficiência visual.

Foram produzidos modelos tridimensionais das sequências primária, secundária, terciária e quaternária de uma proteína hipotética, como também, o modelo enzimático chave-fechadura representando a ação catalítica de uma enzima genérica. Para a construção de um produto acessível, respeitando as observações apontadas por Jorge (2010), foram utilizados artigos encontrados em papelaria, casa de material e construção. Buscou-se utilizar materiais de diferentes texturas e cores, seguros ao manuseio, como também resistentes à exploração tátil. Os modelos tridimensionais foram utilizados para representar os níveis de organização de uma proteína hipotética e as forças intermoleculares que mantêm a estrutura espacial, para que fosse possível representar a desnaturação dessa proteína quando submetida à temperatura de 50°C e em pH ácido.

A sequência didática elaborada com a finalidade de representar a desnaturação das proteínas contém uma revisão teórica introdutória do tema abordado, principalmente como guia

para o professor (Apêndice A), e a apresentação de um plano de aula (Item 6.1) com proposta de aplicação dos modelos e avaliação.

5.1 Confeção dos modelos de proteína

Foram utilizados para a confecção dos modelos táteis os seguintes materiais:

- Nove metros arame, número 18;
- Alicates;
- Régua ou metro;
- Duas colas instantâneas para artesanato N3 TekBond;
- 50cm de Velcro® na cor branca, com 16mm de espessura;
- Tesoura;
- Pregador com cerca de 2cm de profundidade;
- 9 pacotes com nove contas acrílicas cada, tamanho 18mm, nas cores: rosa, roxo, verde claro, verde escuro, azul claro, azul escuro;
- Cartela com 20 protetores redondos tamanho P, autoadesivo e super-resistentes de 8mm x 8mm x 4mm.
- Duas cartelas com 153 Adesivo Strass Metálico na cor Azul Royal com 4mm;
- Uma cartela com 216 Adesivos Strass Perola na cor Pink com 6mm;
- Cola 3D na cor verde musgo;
- Purpurina com 50g, 0,4mm na cor verde bandeira;
- Pinça de ponta curva para costura, TWE-7.

Para a construção da estrutura primária, o arame foi cortado com 1,00m de comprimento. As contas lisas de diversas cores, representando os aminoácidos de uma proteína, foram coladas no arame. Para tanto foi usada cola artesanal e usado um pregador como espaçador entre as contas (Figura 4), de modo que houvesse espaço suficiente para o aluno com deficiência visual tatear. O arame entre as contas representou a ligação peptídica entre dois aminoácidos

FIGURA 4- Confeção da estrutura primária de uma proteína hipotética



Fonte: A autora, 2019.

Após a colagem das contas no arame, o material ficou esticado, de modo a representar a estrutura primária da proteína (Figura 5).

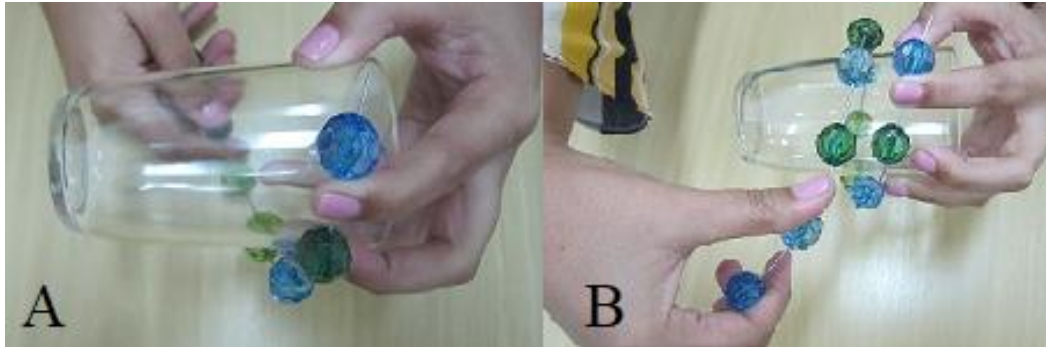
FIGURA 5- Resultado da proteína hipotética em sua estrutura primária



Fonte: A autora, 2019.

Para construção da estrutura secundária, 50cm de arame foi cortado para cada tipo de estrutura secundária representada: α -hélice e β -pregueada. O processo de colagem das contas foi o mesmo. É importante ressaltar que a colagem precedeu o dobramento da estrutura. Para construir as voltas da α -hélice foi usado um copo de vidro na posição horizontal (Figura 6 A e B).

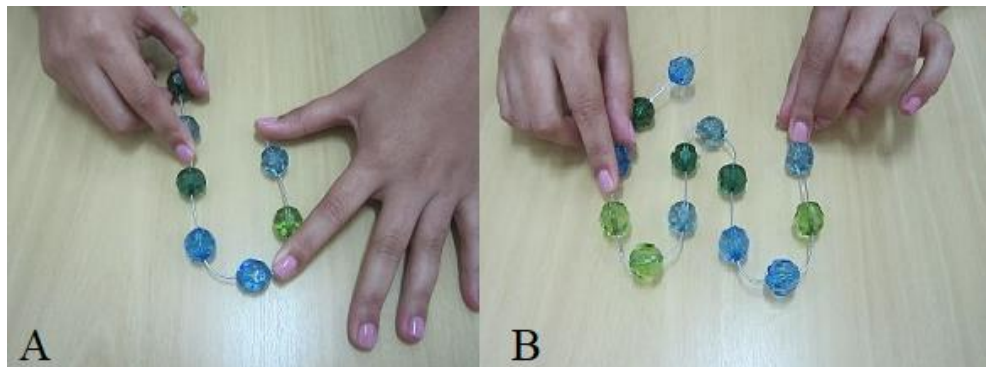
FIGURA 6- Construindo a α - hélice de uma proteína hipotética



Fonte: A autora, 2019.

Para construir as dobras da β -pregueada (Figura 7), as contas foram contadas e a cada três realizou-se a dobra manualmente.

FIGURA 7-Construindo a β -pregueada de uma proteína hipotética



Fonte: A autora, 2019.

Para construção da estrutura terciária, foi cortado 2,20m de arame e repetiu-se o mesmo processo de construção da estrutura primária. Após a secagem das contas, a estrutura foi dobrada da mesma maneira descrita para as formas α - hélice e β -pregueada. A sequência final ficou com cerca de vinte contas para α - hélice, dezesseis para a β -pregueada e, novamente, cerca de 20 contas para a α -hélice. Os aminoácidos foram representados por contas diferentes, contudo, para ser possível trabalhar a diversidade de aminoácidos em uma sequência proteica com alunos cegos ou com visão residual, foram acrescentadas às contas miçangas pequenas, cola 3D, purpurina e strass adesivo para criar diferentes texturas, conforme apresentado na figura 8. Para fixar as miçangas e a purpurina foi utilizada a cola instantânea para artesanato N°3. Foi necessário deixar o material secar por 36 horas.

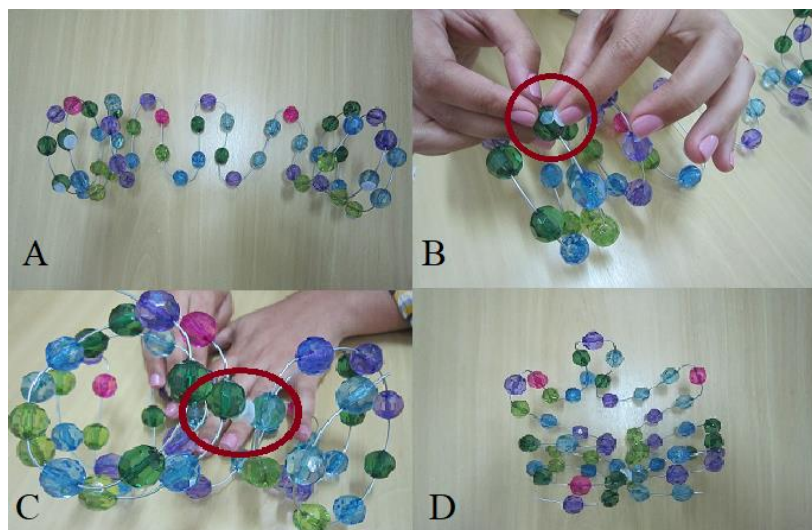
FIGURA 8: Exemplos de texturas criadas para diferenciar os aminoácidos



Fonte: A autora, 2020.

Para representar as interações moleculares que resultam da atração e repulsão do radical R dos aminoácidos, foi utilizado Velcro® (Figura 9 B) cortados em forma de círculo, para ajudar na aderência às contas. Para fixar o Velcro® foi utilizada a cola de artesanato. A escolha de qual conta terá Velcro® pode ficar a critério de quem for reproduzir o modelo. É interessante não conter muitos Velcros®, pois a intenção é apenas de representar o raciocínio das interações que mantêm a forma espacial da proteína. Na figura 9 é apresentado o processo de colagem dos Velcros® e o resultado.

FIGURA 9- Construção da estrutura terciária de uma proteína hipotética



Fonte: A autora, 2019.

Na estrutura quaternária, todo o processo realizado para a construção da estrutura terciária foi repetido na produção de mais dois modelos com estrutura terciária. As interações moleculares que estabilizam as duas estruturas terciárias também foram representadas com Velcro®, de modo a formarem uma estrutura quaternária.

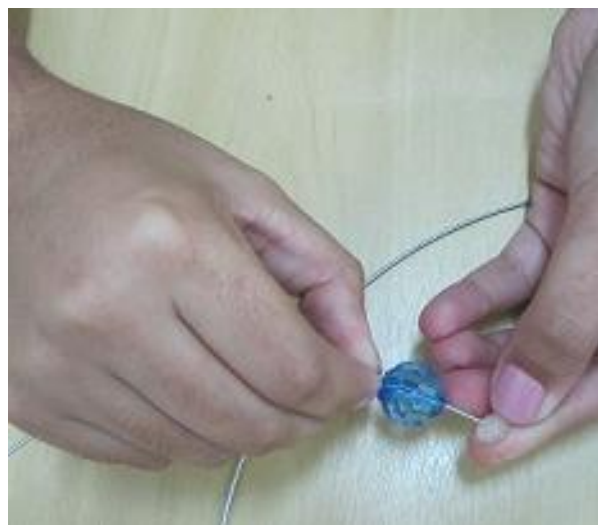
FIGURA 10-Estrutura quaternária de uma proteína hipotética



Fonte: A autora, 2019.

Após cada estrutura produzida, é importante colocar o protetor autoadesivo em cada ponta do arame como demonstrado na figura 11, para que o estudante não corra risco de acidentes durante o manuseio.

FIGURA 11- Protetor autoadesivo nas pontas dos arames



Fonte: A autora, 2019.

5.2 Confeção do modelo enzimático em massa de biscoit

Para confeccionar o modelo enzimático foi necessário:

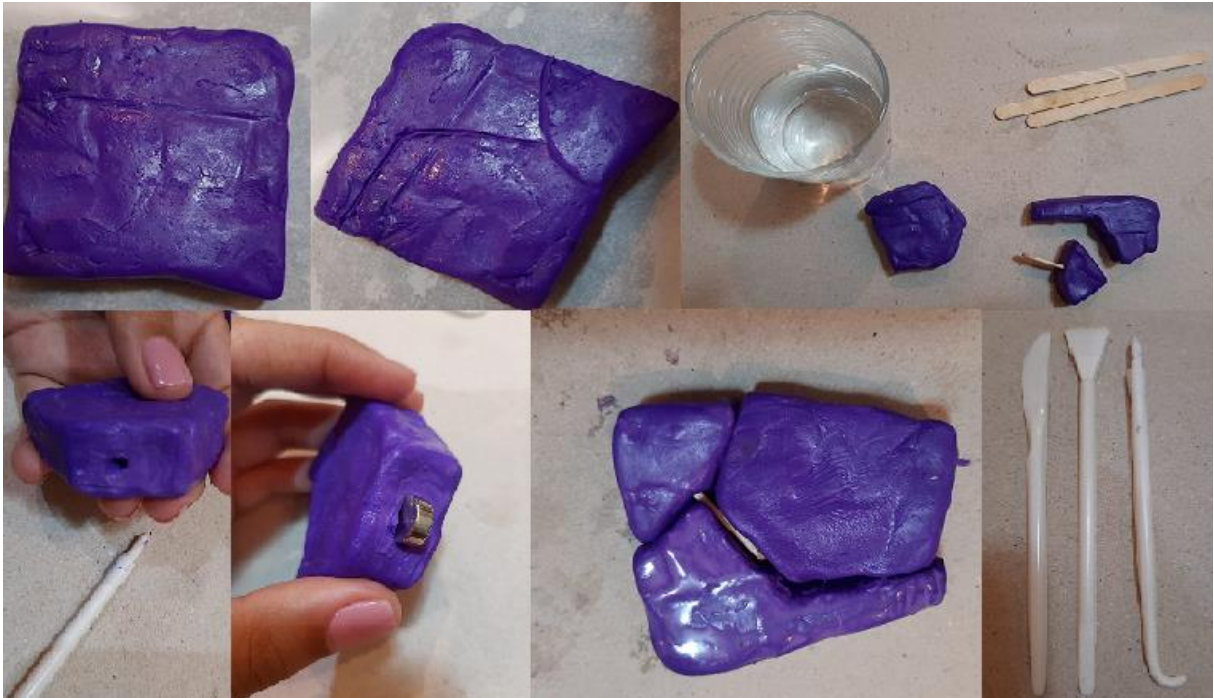
- Duas colas 3D em diferentes cores (vermelho e azul);
- Dois pacotes com 90g de biscoit em diferentes cores (amarelo e roxo);
- Seis palitos de sorvete;
- Quatro ímãs de Neodímio, superforte, com formato redondo nas dimensões 10mm x 4mm;
- Um pote pequeno de vaselina líquida;
- Uma base reta para que se possa trabalhar o material;
- Ferramentas para biscoit;
- Copo com água.

Para dar início à confecção da enzima, separou-se uma base para trabalhar com o material, na qual foi despejado um pouco de vaselina líquida para que a massa de biscoit não grudasse. Após o preparo da base, foi retirada uma das massas de biscoit da embalagem, que foi cortada em três partes com as ferramentas apropriadas. Um dos pedaços foi usado para moldar a enzima e os outros dois pedaços foram usados para moldar o substrato (Figura 12). Com as partes já separadas e com a ajuda de dois palitos de sorvete, a massa foi modelada para que ficasse sem a marca dos cortes e para acertar o encaixe que representou o sítio ativo da enzima. Caso haja muitas rachaduras, com a mão umedecida com a água reservada, alisar a massa com cautela.

Quando o biscoit estiver liso, com os palitos usados para arrumar a massa foi marcado o ponto de contato entre as duas partes que serão usadas para formar o substrato. Esse ponto deu origem ao local de inserção de um ímã, um para cada metade do substrato. É importante verificar mais de uma vez se a posição que o ímã será alocado está correta e se os ímãs estão se atraindo ou se repelindo.

O ponto onde foram inseridos os ímãs nos substratos foi usado como referência para orientar a posição e o tamanho do palito ligado ao molde de biscoit referente à enzima. É importante não juntar os substratos antes que o modelo esteja totalmente seco, o que acontece em um período de setenta e duas horas. Após a secagem da massa de biscoit, foi aplicada a cola 3D para fazer o contorno e preenchimento do modelo.

FIGURA 12- Construção de um dos modelos de enzima e substrato



Fonte: A autora, 2019.

5.3 Desnaturação de proteína por variação de temperatura

Para a atividade de desnaturação por temperatura foram utilizados os seguintes materiais:

- Termômetro confeccionado pela autora;
- Dois potes grandes transparentes de acrílico;
- Uma panela ou recipiente resistente à fonte de calor escolhida;
- Alguma fonte de calor para aquecer a água (micro-ondas, fogão, entre outros);
- Um modelo de estrutura terciária, cuja construção foi apresentada no item 5.1;
- 1L de água.

Para realizar essa atividade o docente deve manter 0,5L de água em temperatura ambiente e aquecer aproximadamente 0,5L de água a uma temperatura que permita manter a mão submersa sem causar danos. O volume de água deve ser despejado em recipientes distintos, e identificados.

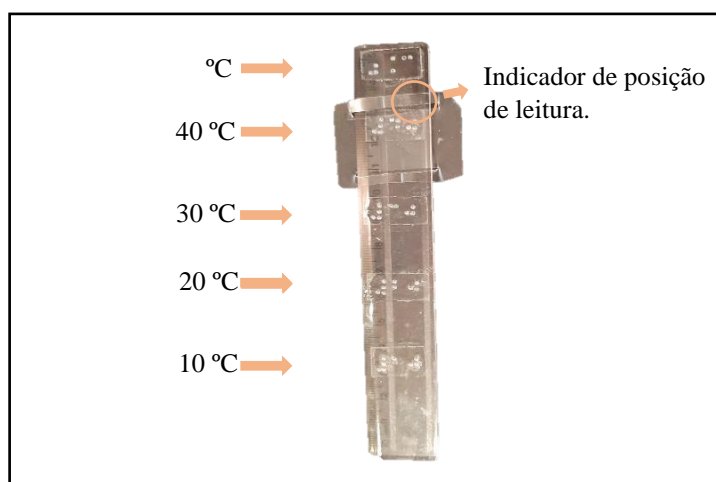
5.3.1 Construindo termômetro em braile

Para confecção do termômetro foram usados os materiais a seguir:

- Régua metálica ou plástica de 15cm;
- Folha acrílica;
- Cola de artesanato;
- Reglete negativa.

Na figura 13 é apresentado o resultado do termômetro confeccionado. O material usado é resistente à água. As temperaturas de 10, 20, 30 e 40°C foram representadas em braile na folha de acrílico escrito com auxílio de reglete negativa. Foi colocado um marcador de acrílico de modo que fosse possível movê-lo pela régua e selecionar o valor numérico a ser tateado. Desta maneira, possibilitar o aluno descobrir a temperatura da água.

FIGURA 13- Termômetro confeccionado em régua



Fonte: A autora, 2019.

5.3.2 Construindo o gráfico tátil de atividade enzimática vs. temperatura

Para confecção do material para representar graficamente a desnaturação por temperatura foram usados os materiais a seguir:

- Uma tela de pintura branca 30x40;
- 15cm de fita adesiva colorida (azul);
- Doze lantejoulas verde;
- Cola de EVA transparente;

- Rolo de barbante fino na cor preta;
- Cola 3D verde;
- Régua;
- 27cm de fita decorativa, cor 15 e 16mm de largura;
- Lápis;
- Folha acrílica;
- Reglete negativa.

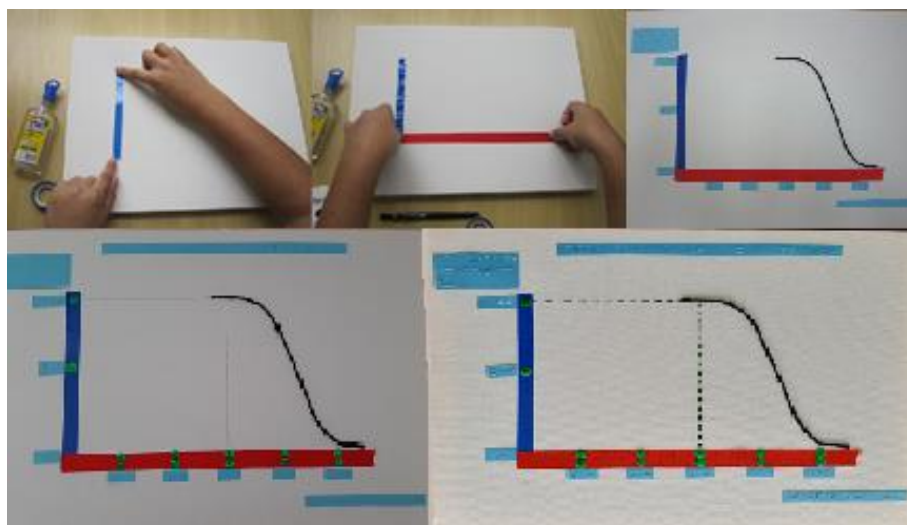
Foi usada como base a tela de pintura branca, na posição de paisagem. O gráfico foi construído sobre a tela respeitando uma margem com cerca de 8cm na esquerda e inferior, 6cm na direita e superior. O espaçamento é necessário apenas para permitir a construção da legenda em braile ou em tinta com fonte ampliada.

O eixo Y foi construído com 15cm de fita adesiva e depois repetido o processo de colagem sobre a fita já fixada para dar destaque a cor. O eixo X foi construído com 27cm de fita de pano texturizada fixada com a cola E.V.A. transparente.

Os valores de temperatura usados foram os de 0°C, 10°C, 20°C, 30°C e 40°C e 50°C foram representados em numeral arábico e na escrita braile sobre o papel, e localizados no eixo X com duas lantejoulas verdes. Já no eixo Y, os valores de atividade enzimática foram localizados com uma lantejola verde e os valores representados em porcentagem de 0%, 50% e 100%. Após as marcações a linha do gráfico foi traçada com a ajuda de um lápis e uma régua. Sobre a linha foi colado o barbante preto.

A cola 3 D verde foi usada para criar as linhas pontilhadas unindo a temperatura e a atividade enzimática. O uso de diferentes cores é importante, pois o contraste desses materiais auxilia os aprendizes que possuem visão residual, como é o caso de estudantes com baixa visão. Essas etapas vão ser mostradas na figura 14.

FIGURA 14- Confeção do gráfico tátil de Atividade Enzimática vs. Temperatura



Fonte: A autora, 2019.

5.3.3 Desnaturação da proteína por pH

Para demonstrar a desnaturação por pH, foram utilizados os seguintes materiais:

- Quatro limões exprimidos;
- Uma lata de leite condensado;
- Duas colheres;
- Duas vasilhas;
- Mix ou liquidificador.

O protocolo de desnaturação do leite condensado por limão foi uma prática idealizada pelos professores Pasin e Santos (2019) do Colégio Pedro II, *campus* de Caxias e comunicado oralmente. O procedimento foi apresentado no plano de aula, sendo parte do item 6.2.3 deste trabalho.

O primeiro passo para essa atividade é colocar em um recipiente cerca de 50mL do leite condensado e em outro recipiente os limões exprimidos e reservar.

Nessa atividade foi utilizado um mix, mas também pode-se utilizar um liquidificador. Nesse momento adicione ao mix o restante do leite condensado e o limão exprimido, e deixe batendo em média de um minuto. Após esse processo coloque a mistura em outro recipiente e reserve-o por cerca de cinco a dez minutos para que a mistura se torne mais consistente.

5.4 Confeção das cartas avaliativas

Para confeccionar as cartas avaliativas em braile foram utilizados os seguintes materiais:

- 30 cartas tradicionais de baralho;
- Reglete negativa;
- Duas embalagens para guardar as cartas;
- Caneta permanente na cor preta.

Os conteúdos referentes ao tema desenvolvido foram selecionados e escritos em braile nas cartas de baralho, como também impresso em fonte aumentada sem serifas.

Para a versão em braile, foram feitos os pontos representantes da escrita braile a partir de uma reglete negativa nas cartas do baralho comum. Para uma melhor avaliação do mediador da atividade, foi escrito com letras em formas bastão ou cursiva a tradução do braile.

No final do processo também foram produzidos dois conjuntos de cartas numeradas de 1 a 30 e da mesma maneira acondicionadas em embalagens distintas. O aluno deverá ser orientado a sempre guardar os conjuntos separadamente, pois desta forma, ele poderá repetir o processo com autonomia.

Para a versão impressa foi escolhida a fonte Verdana, tamanho 26. Para padronizar o tamanho da tabela que deu origem ao arquivo digital das cartas impressas foi utilizada a ferramenta tabela do software Word versão 365, de forma a ter uma tabela com duas colunas e uma linha para cada carta, além de outros materiais:

- A tabela foi formatada da seguinte maneira;
- ✓ Tabela: largura preferencial 15 cm;
- ✓ Linha: especificar altura da linha para exatamente 11 cm;
- ✓ Coluna: largura preferencial 7,34cm;
- ✓ Célula: largura preferencial de 7,34 cm.
- Impressora;
- Papel A4 reciclado 180g;
- Cola branca;
- Tesoura.

A primeira coluna da tabela correspondeu ao anverso da carta, no qual foram impressos os conceitos trabalhados durante o plano de aula, como: definições de aminoácidos e proteínas, os tipos de estruturas que as proteínas podem apresentar e algumas funções realizadas pelas proteínas. A segunda coluna correspondeu ao verso da carta, e conteve o número da mesma em

fonte tamanho 36. O objetivo foi o de criar pares e correlacionar conceitos de bioquímica de proteínas a fim de avaliar o que foi trabalhado durante a execução da sequência didática, como também disponibilizar material de estudo, que proporcione uma estratégia de estudo para o lar, desenvolvendo autonomia.

Após a montagem virtual, Software Word, as cartas foram impressas em uma versão física com folhas recicláveis em tamanho A4 com 180g. As linhas da tabela foram recortadas e as duas metades foram coladas. Obtiveram-se dois conjuntos de cartas numeradas de 1 a 30. Os conjuntos devem ser guardados em embalagens distintas.

6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

6.1 Plano de aula

Tema: Bioquímica de proteínas.

Objetivos: Promover o ensino de bioquímica de proteínas aos discentes com deficiência visual, explorando os sentidos do tato, olfato e paladar.

Série: 1º do Ensino Médio.

Tempo de aula: 150 minutos (3 tempos de 50 minutos).

Desenvolvimento: A sequência didática é composta por três etapas, cada uma realizada em um tempo de aula com cinquenta minutos.

6.1.1 Etapa 1: Explorando os níveis de organização de uma proteína hipotética

Nesta etapa devem ser apresentados os conceitos de aminoácidos, ligações peptídicas e níveis de organização das proteínas. Para tanto, devem ser fornecidos ao estudante os modelos construídos (item 5.1), de modo que ele possa explorar pelo tato as estruturas primária, secundária, terciária e quaternária de uma proteína hipotética. Todo o processo depende de mediação para dar significado tátil aos modelos produzidos, sendo o papel do professor fundamental durante o processo de exploração.

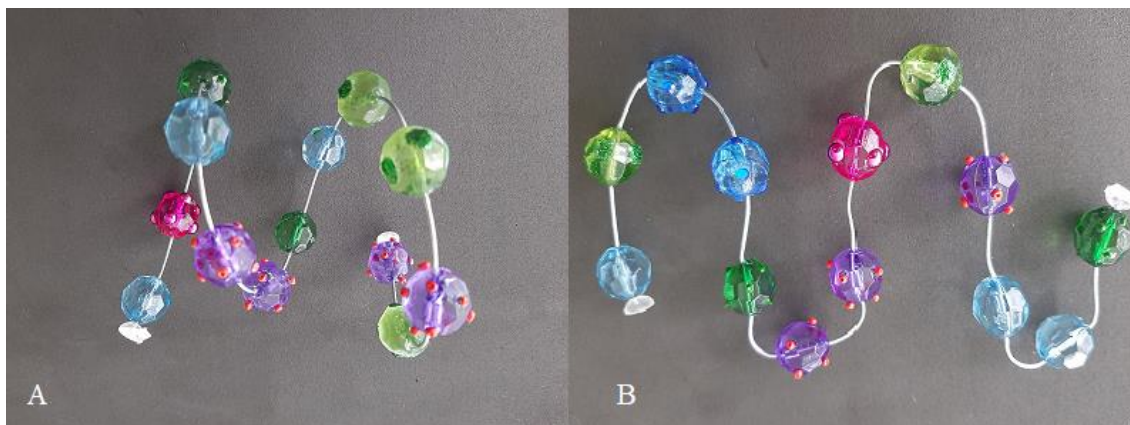
O primeiro modelo a ser apresentado é a estrutura primária da proteína (figura 15). Quando apresentar o modelo deve ser explicando que as contas representam os aminoácidos e o arame as ligações peptídicas que ocorrem entre eles.

FIGURA 15-Estrutura primária de uma proteína hipotética

Fonte: A autora, 2019.

Neste momento deve-se explicar ao estudante que os diferentes aminoácidos se ligam covalentemente, por meio de ligações peptídicas. Embora existam mais de 100 aminoácidos na natureza, apenas 20 fazem parte de nossas proteínas. Permitir o estudante explorar o material, sugerindo que conte o número de aminoácidos e o número de ligações peptídicas presentes na macromolécula, a fim de que perceba que o número de aminoácidos presentes nas proteínas varia de acordo com o tipo. Conduzir o raciocínio do aluno de modo a concluir que o número de ligações peptídicas corresponde ao número total de aminoácidos presentes na sequência primária menos um (-1).

Os modelos que retratam os tipos de estruturas secundárias de uma proteína hipotética (Figura 16), representando as conformações α -hélice(A) e β -pregueada(B) devem ser entregues ao aluno e permitir que explore o material, evidenciando as voltas presentes na α -hélice e as dobras na β -pregueada. Deixar claro que essas formas resultam da atração entre aminoácidos próximos e, não de ligações covalentes (ligações peptídicas).

FIGURA 16-Estruturas secundárias de uma proteína hipotética

Fonte: A autora, 2019.

Entregar ao aluno o modelo que contém trechos em α -hélice e trechos em β -pregueada (Figura 17). Neste momento mostrar que uma estrutura terciária contém trechos em α -hélice e β -pregueada, mas de acordo com a proteína que vai ser formada, as sequências e o número de estruturas secundárias vão ser diferentes. Solicitar que o aluno identifique que os aminoácidos são distintos. Tais diferenças foram representadas por Velcros®, que simbolizam a cadeia R dos aminoácidos, como também pela textura proporcionada pela colagem de miçangas, strass e purpurina. Pode ser aprofundado o conceito de cargas positiva e negativa que alguns grupos R possuem (aminoácidos com radicais básicos e ácidos) e de como eles se comportarão, podendo se atrair ou repelir e ao interagirem de forma não covalente, originarem a estrutura terciária. Permitir que o aluno construa as interações moleculares, juntando os Velcros® complementares e, desta forma, obtendo uma estrutura terciária.

FIGURA 17 - Estrutura terciária de uma proteína hipotética

Fonte: A autora, 2019.

Ao apresentar a estrutura quaternária da proteína (Figura 18) entregar duas estruturas terciárias separadas e uni-las junto ao estudante, para que seja possível perceber que a última estrutura resulta da interação de duas ou mais estruturas terciárias.

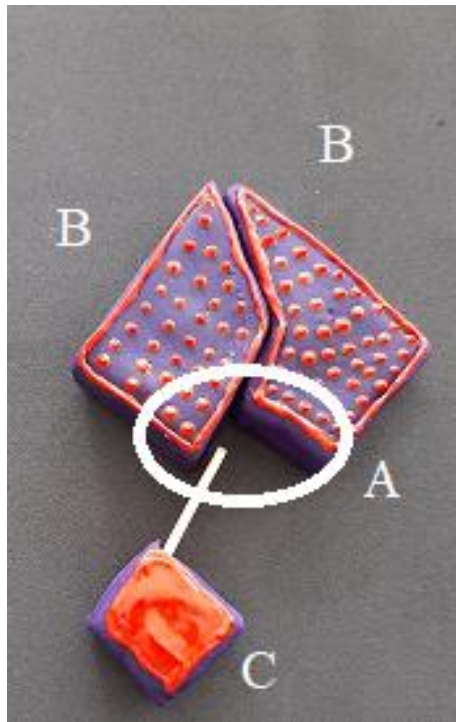
FIGURA 18-Estrutura quaternária de uma proteína hipotética



Fonte: A autora, 2019.

Neste momento, apresentar as diferentes funções que as proteínas assumem em nosso corpo (reguladora, de defesa, transportadora, estrutural e catalítica). Ao trabalhar esse conceito, apresentar um exemplo de cada proteína. Entregar o modelo construído no item 5.2, que exemplifica ação catalítica de algumas enzimas. Neste momento mediar a exploração, identificando a enzima (Figura 19 C) e o substrato (Figura 19 B). Chamar atenção do aluno para a complementaridade da enzima com o substrato (figura 19 A), uma forma de representar a especificidade das enzimas em relação ao mesmo. Apresentar o conceito de sítio ativo, que faz parte da enzima. Demonstrar a função catalítica da enzima ao separar o modelo B com auxílio do modelo C. Devido à forma que foi dado ao modelo, sugere-se trabalhar com os exemplos das dissacaridases (lactase, sacarase e maltase) e dissacarídeos.

FIGURA 19-Representação da atividade catalítica de uma enzima: modelo chave-fechadura

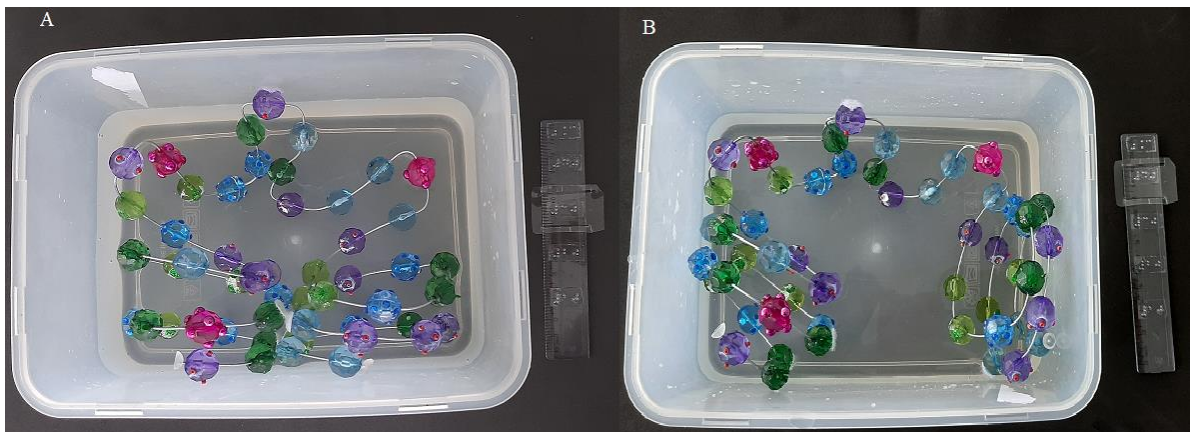


Fonte: A autora, 2019.

6.1.2 Etapa 2: Desnaturação por temperatura

Essa atividade tem como objetivo representar a desnaturação da proteína que afeta as interações moleculares entre os radicais dos aminoácidos (figura 20). Essa atividade é, na verdade, uma representação para explorar a variação de temperatura e como ela afeta a forma terciária da proteína, portanto não há necessidade da temperatura da água ser precisamente ajustada.

FIGURA 20- Atividade de desnaturação da proteína hipotética por temperatura



Fonte: A autora, 2019.

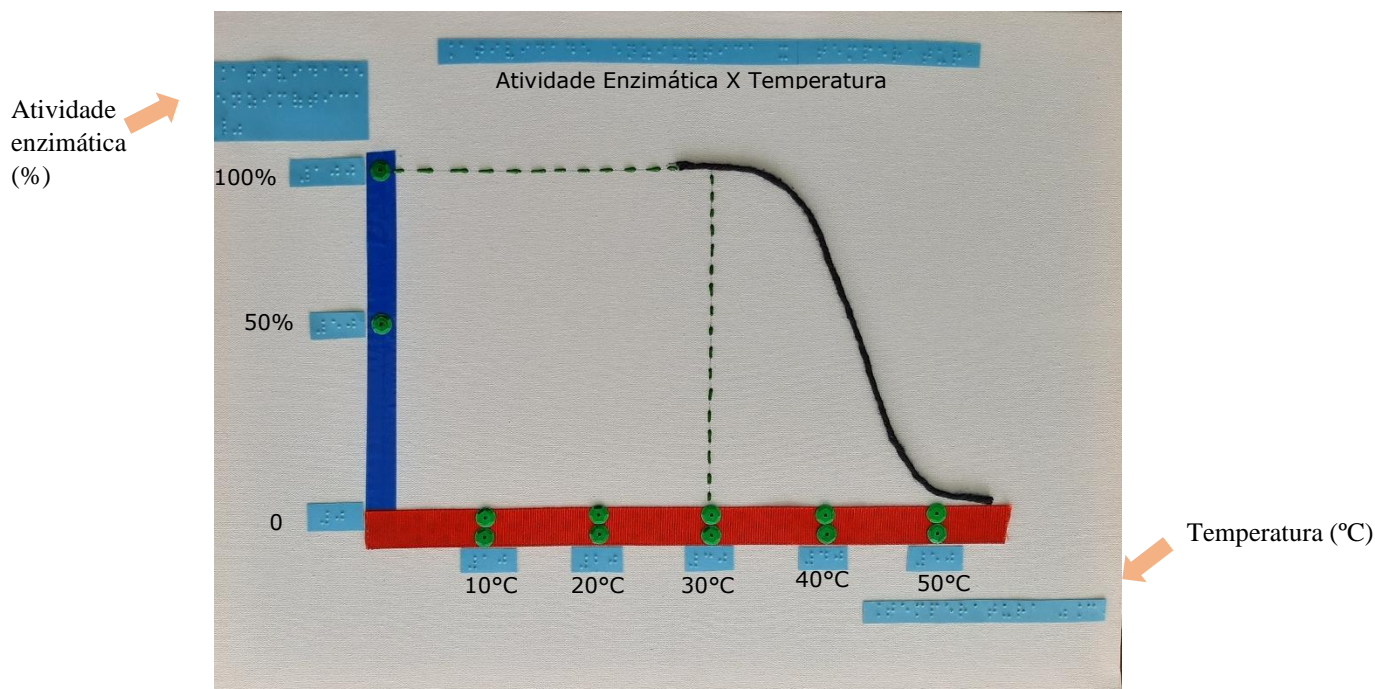
O aluno deverá ser convidado a mergulhar a mão na água, a fim de perceber a diferença de temperatura nos dois potes. Para completar a experiência deve ser utilizado o termômetro, cuja confecção foi apresentada no item 5.3.1.

O docente deverá ajustar o termômetro à 30°C para o pote com água a temperatura ambiente e entregar ao estudante para que este verifique a temperatura da água. Neste momento orientar o estudante a sentir a estrutura terciária da proteína e suas interações moleculares representadas por Velcro® (figura 20 A).

Depois que o estudante sentiu a conformação da estrutura de uma proteína hipotética em temperatura ambiente, o professor deve ajustar o termômetro para 40°C e repetir o processo com a água um pouco aquecida, e desfazer as interações representadas pelo Velcro® (figura 20 B). Neste momento, é importante aprofundar como a forma tridimensional é importante para a proteína realizar sua função. Ao tirar o modelo de proteína da água refazer as interações moleculares, demonstrando que algumas proteínas podem voltar à estrutura original.

Após explorar como a temperatura afeta a forma terciária da proteína, apresentar o gráfico tátil da atividade de uma enzima proteica ao longo da variação de temperatura (figura 21), cuja confecção foi apresentada no item 5.3.2. O aluno deve explorar o gráfico e ser orientado sobre os significados dos eixos e das legendas. Novamente o professor assume importante papel ao mediar à exploração e auxiliar na construção de significado tátil pelo estudante. Caso seja necessário, retorne aos modelos táteis confeccionados para relembrar o conceito de desnaturação ou até na realização de um trabalho, pelo qual o conceito gráfico possa ser construído em paralelo ao modelo. Neste momento, solicitar que o aluno construa uma hipótese sobre a perda da atividade sofrida pela enzima em temperaturas superiores.

FIGURA 21- Gráfico tátil: Atividade enzimática vs. Temperatura



Fonte: A autora, 2019

O aluno deve perceber que a temperatura afeta a estrutura terciária da proteína, que ao perder sua forma tridimensional, perde sua função. Talvez o aluno sinta dificuldade, e nesse momento, o professor deve resgatar na memória do estudante a atividade anterior, auxiliando a construção desse conhecimento. Essa atividade permite ao estudante materializar no gráfico o que foi explorado na atividade prática.

6.1.3 Etapa 3: Desnaturação por pH

Para esta atividade serão utilizados os materiais listados no item 5.3.2.

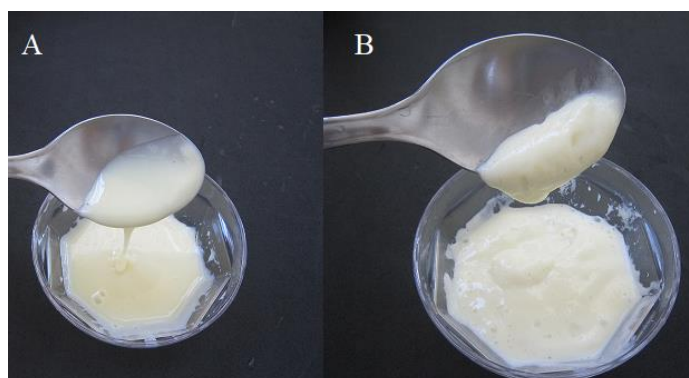
O docente deve orientar o estudante a mexer com o dedo o leite condensado dentro do recipiente, com o objetivo de verificar sua textura, e deverá ser convidado a sentir a acidez do limão por meio do paladar. É importante tomar os devidos cuidados para que o aluno não se suje com o limão, uma vez que o suco desse fruto, quando exposto ao sol pode provocar queimaduras.

Após a mistura o professor pode convidar o estudante novamente para, nesse momento, passar o dedo na mistura de leite condensado com limão, com a finalidade de perceber uma textura diferente.

Com essa atividade o aluno poderá sentir a textura do leite condensado antes(A) e após(B) da mudança do pH feita pela inserção limão na mistura (Figura 22).

Para finalizar a atividade, deve ser explicado que o leite é um alimento rico em uma proteína chamada caseína, para então pedir que o aluno crie uma hipótese sobre a mudança da textura do leite condensado, usando os conhecimentos adquiridos durante as aulas.

FIGURA 22-Desnaturação da caseína do leite por pH

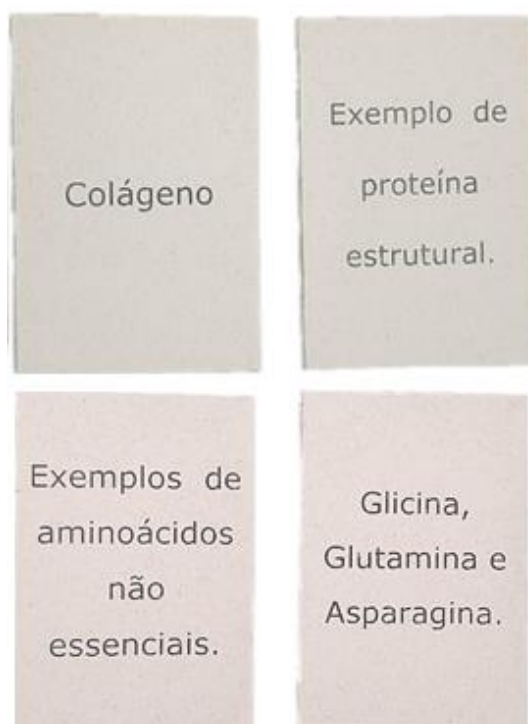


Fonte: A autora, 2019.

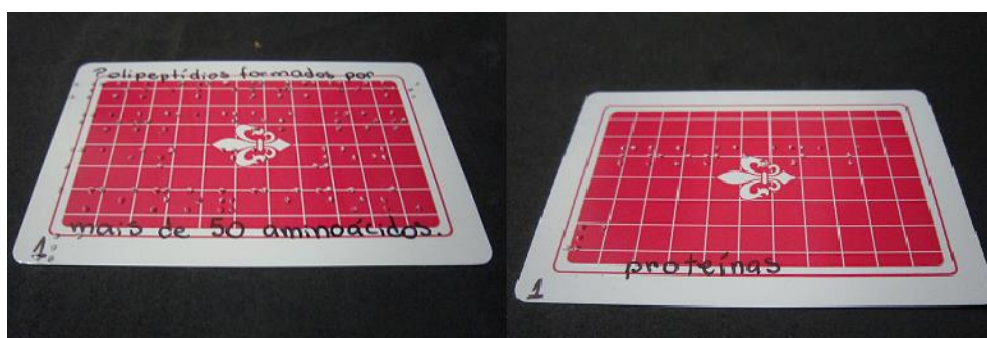
O aluno deve concluir que outros fatores podem desnaturar a proteína. Neste momento, deve ser explicado que substâncias ácidas podem provocar a desnaturação da proteína ao interromper as interações moleculares. Isso provoca a mudança na textura do alimento.

6.1.4 Avaliação

Para avaliar o estudante foi elaborado um jogo de cartas contendo pares (Apêndice B). O desafio é correlacionar os termos com os conceitos trabalhados (Figura 23).

FIGURA 23-Jogo dos pares com fonte aumentada

Fonte: A autora, 2019.

FIGURA 24- Jogo dos pares em braile

Fonte: A autora, 2019.

Essa atividade tem como objetivo evidenciar as dificuldades do aluno, como também proporcionar uma atividade que ele possa praticar em casa, sendo mais uma estratégia de estudo. Foram apresentadas duas formatações para essa avaliação, em braile e em escrita com fonte aumentada a fim de contemplar alunos de baixa visão e alunos cegos.

Durante a execução da atividade sugere-se auxiliar a leitura e organização das cartas de acordo com os temas presentes no conteúdo. Também é possível trabalhar em etapas, uma vez que a leitura em braile ou em fonte aumentada é mais lenta e cansativa. Sugere-se trabalhar as cartas em blocos. No primeiro bloco ficariam as cartas (1, 2, 3, 10 e 11) relacionadas com os exemplos de aminoácidos, ligação peptídica e composição das proteínas. No segundo bloco,

ficariam as cartas (4, 12, 13, 14 e 15) que estão relacionadas às estruturas das proteínas e conceito de desnaturação. E no último bloco estariam as cartas (5 a 9) relacionadas às funções proteicas.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A educação inclusiva não se resume apenas a adaptação de materiais, e sim, trata-se da adoção de estratégias conjuntas, que não se limitem a recursos como quadro, slides ou cópia. Para a escolha dos recursos didáticos deve-se considerar fatores como a construção individual dos estudantes deficientes visuais, que dependerá dos estímulos recebidos na primeira infância, tal como é para qualquer outro indivíduo. Portanto, não pode ser assumido que um estudante cego responderá às estratégias da mesma forma que outro discente com a mesma deficiência.

Para essa percepção exige certa sensibilidade do docente que deve sempre buscar o apoio do professor especialista ou aquele com mais experiência, caso haja necessidade. Outra alternativa é a comunicação com a família do próprio aluno, que poderá orientar o professor sobre preferências e aversões.

A adaptação de materiais é uma estratégia necessária e importante para o aprendizado dos estudantes com necessidades educacionais específicas, pois é a partir deles que esses discentes vão se apropriar dos conteúdos lecionados na sala de aula regular.

A deficiência visual engloba diversos comprometimentos da visão, desde a cegueira total até a baixa visão, em diversos níveis. O tato é um sentido muito explorado por esses estudantes já que são utilizadas diferentes texturas para criar detalhes, como também de cores contrastantes para explorar a visão residual dos estudantes com baixa visão.

Por meio desse sentido também é possível trabalhar com modelos concretos que ajudam os estudantes a saírem do campo da subjetividade no qual se enquadra o conteúdo de bioquímica de proteínas. Esses modelos também podem apresentar um grande potencial de ensino para estudantes com Transtorno do Espectro Autista e surdos, por esses terem afinidade com materiais concretos.

Então, sequência didática criada explorou diferentes texturas, a leitura do braille, o paladar e olfato. Os produtos são interativos e, no conjunto, representam recursos que podem ser aplicados de forma inclusiva, atendendo uma sala regular com alunos deficientes visuais e videntes. Os modelos de proteína e de reação enzimática podem ser explorados de maneiras diferentes da proposta do presente trabalho. É importante que os profissionais que trabalham na rede regular de ensino, diante do cenário de inclusão, tenham estratégias prontas para usar, como a apresentada neste trabalho.

REFERÊNCIAS

AMIRALIAN, Maria Lúcia Toledo Moraes. *Compreendendo o cego: uma visão psicanalítica da cegueira por meio de desenhos-estórias*. São Paulo: editora FAPESP, 1997. Casa do Psicólogo®.

AMIRALIAN, Maria Lúcia Toledo Moraes. Sou cego ou enxergo? As questões da baixa visão. *Educar*, Curitiba, n. 23, p. 15–28, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/er/n23/n23a03.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

ANDRADE *et al.* Avaliação das dificuldades de aprendizado em Bioquímica dos discentes da Universidade Federal do Piauí. *Journal of Biochemistry education*, Campinas, v. 15, n. 1, p. 24-39, 2017.

ASEVEDO, Márcia. Papo de consultório: Uma conversa com especialista sobre deficiência visual. *Veja Bem*, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 35-28, 2018.

ÁVILA, Marcos.; ALVES, Milton Ruiz.; NISHI, Mauro. *As Condições de Saúde Ocular no Brasil 2015*. 1.ed. São Paulo: Conselho Brasileiro de Oftalmologia, 2015. Disponível em: <http://www.cbo.net.br/novo/publicacoes/Condicoes_saude_ocular_IV.pdf>. Acesso em: 21 out.2019.

BACELAR JÚNIOR, Arilton Januário; KASHIWABARA, Tatiana Geralda Bacelar; NAKAOKA, Vanessa Yuri Elias Da Silva. Intolerância a Lactose- Revisão de Literatura-. *Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research*, Paraná, v. 4, n. 4, p. 38-42, 2013. Disponível em: <https://www.mastereditora.com.br/periodico/20131101_095645.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2019.

BRASIL. [(Constituição (1988)] *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Imprensa Oficial, 1988. Não paginado. Disponível em: >
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm >. Acesso em:26 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. *Comissão Brasileira do Braille-CCB*. Brasília, [2008?] b. Não paginado. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/30000-uncategorised/19063-comissao-brasileira-do-braille>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. *Lei Nº 13.146, 6 de julho de 2015*. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência. Brasília: Planalto, 2015. Não paginado. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm>. Acesso em: 26 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. *Lei Nº 9.394, 20 de dezembro de 1996*. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília. Planalto, 1996. Não paginado. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm>. Acesso em: 26 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. *Portaria Nº 948/2007, 07 de janeiro de 2008*. Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva. Brasília, 2008a. p.[1-19]. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/politicaeducespecial.pdf>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. *Resolução CNE/CP Nº1, de 18 de fevereiro de 2002*. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, 2002. Não paginado. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rcp01_02.pdf>. Acesso em: 02 mai de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Lei Nº 3.128 de 24 dezembro de 2008*. Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual. Brasília., 2008c. Não paginado. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2008/prt3128_24_12_2008.html>. Acesso em: 21 out. 2019.

BRASIL. Ministério Das Relações Exteriores. *Decreto Nº 99.710, de 21 de novembro de 1990*. Convenção de Direitos da Criança. Brasília. Planalto, 1990b. Não paginado. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D99710.htm>. Acesso em: 23 dez. 2019.

BRENDLER, Clariana Fischer. et al. Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. *Educação Gráfica*, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 141–157, 2014. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/148932> >. Acesso em 30 jul. 2019.

CAMPBELL, Mary K.; FARRELL, Shawn O. *Bioquímica*. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

CONDE, Antônio João Menescal. *Definição de cegueira e baixa visão*. [Rio de Janeiro: IBC,2010?] p.[1–2]. Disponível em:

<http://www.ibc.gov.br/images/conteudo/AREAS_ESPECIAIS/CEGUEIRA_E_BAIXA_VISAO/ARTIGOS/Def-de-cegueira-e-baixa-viso.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2019

COUTO JUNIOR, Alberto; OLIVEIRA, Lucas Azeredo Gonçalves de. As principais causas de cegueira e baixa visão em escola para deficientes visuais. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, Rio de Janeiro, v. 75, n. 1, p. 26-29, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbof/v75n1/0034-7280-rbof-75-01-0026.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2019.

INSTITUTO BENJAMIN CONSTANT. *O IBC*. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www.ibc.gov.br/o-ibc>>. Acesso em: 27 jul. 2019.

INSTITUTO NACIONAL EDUCAÇÃO DE SURDOS. *Conheça o INESS*. Rio de Janeiro, [2015?]. Disponível em: <<http://www.ines.gov.br/conheca-o-ines>>. Acesso em: 26 jul. 2019.

JORGE, Viviane Loureiro. *Recursos didáticos no Ensino de Ciências para alunos com deficiência visual no Instituto Benjamin Constant*. 2010. 34f. Monografia (Licenciatura Plena em Ciências Biológicas) -Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em :<http://www.decb.uerj.br/arquivos/monografias/MONOGRAGIA_viviane.pdf>. Acesso em 22 dez. 2019.

LAIA, Stefanne. Souza. *O poder das imagens didáticas na construção do saber no Ensino de Ciências*. 2016. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ensino de Ciências) – Curso de Licenciatura em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Planaltina: 2016.

MARTINS, Isabel; GOUVÊA, Guaracira; PICCININI, Cláudia. Aprendendo com imagens. *Ciência e Cultura*, São Paulo, v. 57, n. 4, p. 38-40, out./dez. 2005. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000400021> . Acesso em 30 jul. 2019.

MARZZOCO, Anita; TORRES, Bayardo Baptista. *Bioquímica básica*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015.

NUNES, Sylvia da Silveira; LOMÔNACO, José Fernando Bitencourt. 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, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/27720>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

PASIN, E. B.; SANTOS, G. U.C.A. [*Orientações para práticas de desnaturação de proteínas por pH*]. 2019. Comunicação oral.

PAULA, Tatiane Estácio de; GUIMARÃES, Orliney Maciel; SILVA, Camila Silveira da. Necessidade Formativas de Professores de Química para a Inclusão de Alunos com Deficiência Visual. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v.17, n. 3, p. 853-881, 2017.

PEREIRA, Marta Maximo; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Memória, cognição e afetividade: um estudo acerca de processos de retomada em aulas de Física do Ensino Médio. *Ciência e Educação*, São Paulo, v.22, n. 4, p. 855-873, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n4/1516-7313-ciedu-22-04-0855.pdf>>. Acesso em: 22 dez. 2019.

PONTES, Ana Claudia Nunes; FERNANDES, Edicléa Mascarenhas. O uso de recursos didáticos adaptados na escolarização e inclusão de educandos cegos e de baixa visão. In: COLBEDUCA, 4.; CIEE, 2., 2018, Portugal. *Anais [...]*. Portugal: Universidade do Estado de Santa Catarina 2018. p. 01-21.

RAZUCK, Renata. Cardoso. De Sá. Ribeiro; GUIMARÃES, Loraine.Borges. O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. *Revista Educação Especial*, Santa Maria, v. 27, n. 48, p.141-154, 2014.

SCATIGNO, Andreza. Costa; TORRES, Bayardo. Baptista. Diagnósticos e intervenções no Ensino de Bioquímica. *Journal of Biochemistry Education*, Campinas, v.24, n.1, p. 29-51, 2016.

SCHOENMAKER, Fernando. *Análise das dificuldades na disciplina de Bioquímica diagnosticadas por um Plantão de Dúvidas on line*. 2009. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SILVEIRA, Deise Mônica Medina; BONILLA, Maria Helena Silveira. Audiodescrição das imagens dos livros didáticos: uma proposta de análise comunicacional. *Revista Educação Especial*, Rio Grande do Sul, v. 32, p. 01-15, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial>>. Acesso em: 30 jul. 2019.

TECNOLOGIA E CIÊNCIA EDUCACIONAL – TECE. *Manual de uso de regletes*, São Paulo, [2012?]. Disponível em:<<https://docplayer.com.br/865083-Manual-de-uso-de-regletes.html>>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

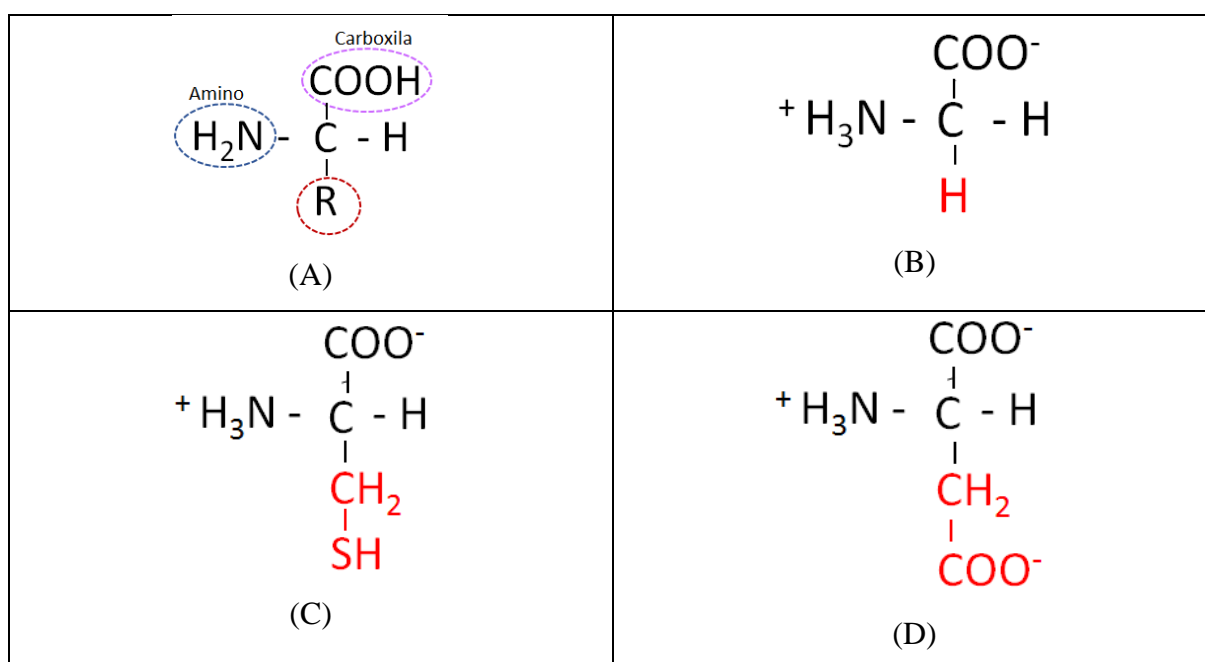
UNESCO. *Declaração de Salamanca*. Sobre Princípios, Políticas e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais. Salamanca, 1994. p. [01-17]. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/salamanca.pdf>> Acesso em: 25 out. 2019.

UNICEF. Para cada criança. *Declaração Mundial sobre Educação para Todos (Conferência de Jomtien – 1990)*. Brasília, [1990?]a. Não paginado. Disponível em: <<https://www.unicef.org/brazil/declaracao-mundial-sobre-educacao-para-todos-conferencia-de-jomtien-1990>>. Acesso em: 23 dez. 2019.

APÊNDICE A – REVISÃO TEÓRICA SOBRE PROTEÍNAS

As proteínas são polipeptídios formados por unidades menores chamadas de aminoácidos. Nos aminoácidos, os grupos ligados ao carbono são: **carboxila (-COOH)**, **amino (-NH₂)**, **hidrogênio** e um **grupo R** que dá identidade ao aminoácido. Esse grupo R é chamado de **cadeia lateral**. Observe a figura 11, na qual estão representados alguns aminoácidos, a saber: um aminoácido genérico (A), glicina (B), cisteína (C) e o aspartato (D).

FIGURA 25- Exemplos de aminoácidos



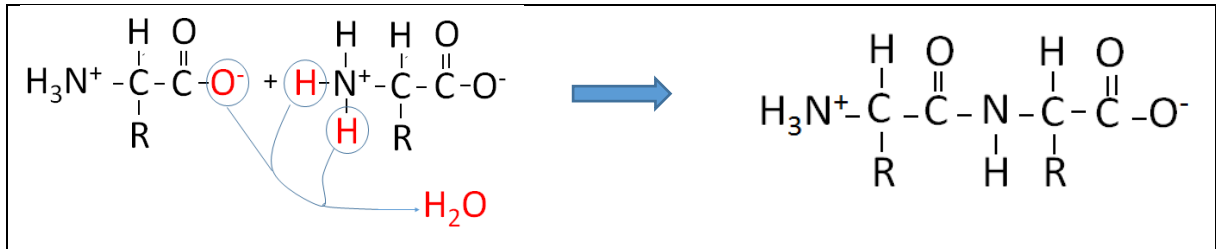
Fonte: Adaptado de Marzzoco e Torres, 2015.

Os aminoácidos podem ser separados em dois grupos: aminoácidos essenciais (Fenilalanina, Histidina, Isoleucina, Lisina, Leucina, Metionina, Treonina, Triptofano e Valina) que não são produzidos pelo nosso corpo, e os não essenciais (Ácido Aspático, Ácido Glutâmico, Alanina, Arginina, Asparagina, Cisteína, Glicina, Glutamina, Prolina, Serina e Tirosina) que são aqueles produzidos pelo nosso organismo (CAMPBELL ;FARREL, 2016; MARZZOCO ;TORRES, 2015).

Os aminoácidos se unem por meio de ligações químicas denominadas ligações peptídicas (Figura 12). O grupo carboxila de um aminoácido se liga ao grupo amino de outro, com a saída de uma molécula de água. O esquema mostrado na figura 14 é uma representação didática, pois nas células essa reação ocorre mediada por ribossomos, ácido ribonucleico,

proteínas e enzimas. Polipeptídios com mais de 50 aminoácidos são denominados proteínas (CAMPBELL; FARREL, 2016; MARZZOCO; TORRES, 2015).

FIGURA 26-Ligação peptídica entre dois aminoácidos



Fonte: Adaptado de Marzzoco e Torres, 2015.

Variando a composição, a ordem, e a quantidade de aminoácidos de uma sequência polipeptídica obtêm-se diferentes proteínas. Tais proteínas se arranjam no espaço o que é essencial para que executem as diferentes funções em nosso corpo, tais como (CAMPBELL; FARREL, 2016; MARZZOCO; TORRES, 2015):

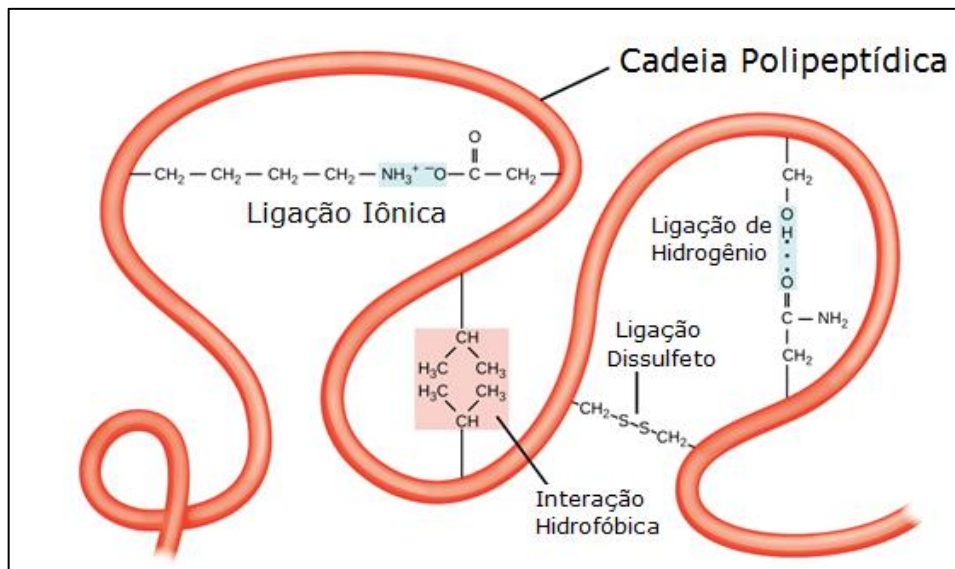
- **Estrutural:** essas proteínas vão ser responsáveis por dar estrutura, forma e resistência ao tecido, como é o exemplo do colágeno.
- **Catalisadora:** as proteínas com função catalisadora são chamadas de enzimas. Elas aceleram reações químicas. Exemplo de enzima é a lactase, que catalisa a digestão da lactose em glicose e galactose. A falta desta enzima em nosso corpo impede a digestão da lactose, caracterizando a intolerância à lactose (BACELAR JÚNIOR, 2013). Outro exemplo é a celulase, que catalisa a digestão de celulose e sua falta em humanos é o motivo para não digerirmos tal carboidrato. As enzimas são específicas para cada substrato.
- **Transportadora:** aqui os polipeptídios vão ser responsáveis por transportar substâncias como é o caso da hemoglobina que está localizada nas hemácias (glóbulos vermelhos) e que transporta o gás oxigênio no corpo.
- **Reguladoras:** alguns peptídeos assumem a função de hormônios regulando, por exemplo, a quantidade de glicose no sangue, como é o caso da insulina.
- **De defesa:** os anticorpos (imunoglobulinas) são proteínas que vão atuar na defesa do corpo contra agentes externos e infecciosos como bactérias, fungos, vírus, entre outros.

A estrutura espacial das proteínas é dada pela organização da sequência linear dos aminoácidos, sendo essencial para o exercício de sua função. Didaticamente, dividimos os

níveis de organização de uma proteína em primária, secundária, terciária e quaternária (CAMPBELL; FARREL, 2016; MARZZOCO; TORRES, 2015).

- **Estrutura Primária:** sequência linear dos aminoácidos, unidos pelas ligações peptídicas. A sequência é determinada geneticamente.
- **Estrutura secundária:** os resíduos de aminoácidos que fazem parte da ligação peptídica começam a interagir (ligações de hidrogênio) formando uma estrutura espacial de alfa-hélice ou β -pregueada.
- **Estrutura terciária:** resulta das interações moleculares (ligação de hidrogênio, ligação iônica, interação hidrofóbica) dos grupos R dos resíduos de aminoácidos. Na figura 13 estão representadas as interações moleculares. Além das interações moleculares, pode haver ligação covalente entre os grupos R dos resíduos de cisteínas, formando as pontes dissulfeto. Como resultado da atração ou repulsão desses grupos R a proteína assume uma forma espacial, essencial para realizar sua função.
- **Estrutura quaternária:** interação de duas ou mais estruturas terciárias. Também é resultado de interações moleculares.

FIGURA 27-Exemplos de interações moleculares



Fonte: Adaptado de Khan Academy (Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/biology/macromolecules/proteins-and-amino-acids/a/orders-of-protein-structure>. Acesso em: 12 de dez. 2019).

A desnaturação das proteínas se dá pela interrupção das forças intermoleculares das estruturas terciária e secundária por fatores como pH e temperatura, resultando na perda da estrutura espacial e, conseqüentemente, na perda da função da proteína. Algumas proteínas

quando desnaturadas se tornam insolúveis, por exemplo, a albumina do ovo quando aquecida e a caseína quando acidificada (CAMPBELL; FARREL, 2016; MARZZOCO; TORRES, 2015).

APÊNDICE B- CARTAS AVALIATIVAS PARA ESTUDANTES COM BAIXA VISÃO

<p>Polipeptídios formados por mais de 50 aminoácidos.</p>	<p>Carta 1</p>
---	-----------------------

Proteínas

Carta 1

**Subunidades
que formam as
proteínas.**

Carta 2

<p>Aminoácidos</p>	<p>Carta 2</p>
--------------------	----------------

<p>Ligações feitas entre os aminoácidos de uma proteína.</p>	<p>Carta 3</p>
--	----------------

Ligação
Peptídica.

Carta 3

Quando uma
proteína perde
a estrutura
espacial.

Carta 4

Desnaturação

Carta 4

**Proteína com
função
catalítica.**

Carta 5

Enzima

Carta 5

Exemplo de
proteína
estrutural.

Carta 6

Colágeno

Carta 6

Exemplo de
proteína
transportadora

Carta 7

Hemoglobina

Carta 7

Exemplo de
proteína
reguladora.

Carta 8

Insulina

Carta 8

Exemplo de
proteína de
defesa.

Carta 9

Anticorpo

Carta 9

Triptofano,

Valina e

Leucina.

Carta 10

<p>Exemplos de aminoácidos essenciais.</p>	<p>Carta 10</p>
--	------------------------

<p>Glicina, Glutamina e Asparagina.</p>	<p>Carta 11</p>
---	------------------------

<p>Exemplos de aminoácidos não essenciais.</p>	<p>Carta 11</p>
--	-----------------

<p>Sequência linear de aminoácidos unidos por ligações peptídicas.</p>	<p>Carta 12</p>
--	-----------------

Estrutura
primária

Carta 12

Segundo nível
de organização
das proteínas.

Exemplo:
Alfa-hélice.

Carta 13

**Estrutura
secundária**

Carta 13

**É a forma da
proteína no
espaço,
resultante do
dobramento da
estrutura
secundária.**

Carta 14

Estrutura
terciária

Carta 14

É a união de
duas ou mais
cadeias
polipeptídicas.

Carta 15

<p data-bbox="331 488 767 745">Estrutura quaternária</p>	<p data-bbox="911 607 1326 689">Carta 15</p>
--	--