

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
***CAMPUS* PRINCESA ISABEL**
CURSO SUPERIOR DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ANNA MÁRCIA DE OLIVEIRA

MODELOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DO NÚCLEO CELULAR: UMA ESTRATÉGIA PARA PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

PRINCESA ISABEL
2026

ANNA MÁRCIA DE OLIVEIRA

MODELOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DO NÚCLEO CELULAR: UMA ESTRATÉGIA PARA PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Trabalho de Conclusão de Curso, Monografia, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciências e tecnologia, *Campus* Princesa Isabel, como requisito para a obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Cristian José Simões Costa

PRINCESA ISABEL

2026

IFPB - Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) – Agnaldo Oliveira - CRB - 15/988

Oliveira, Anna Márcia de.

O48m Modelos didáticos para o ensino do núcleo celular: uma estratégia para promoção da educação inclusiva /Anna Márcia de Oliveira. – 2026.

55 f : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa Isabel, 2026.

Orientador(a): Prof. Dr. Cristian José Simões Costa.

1. Ciências Biológicas. 2. Citologia. 3. Sequência didática. 4. Deficiente visual. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/PI CDU 573

Catalogação na Publicação elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca Professor José Eduardo Nunes do Nascimento, do IFPB Campus Princesa Isabel.

ANNA MÁRCIA DE OLIVEIRA

MODELOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DO NÚCLEO CELULAR: UMA ESTRATÉGIA PARA PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

Trabalho de Conclusão do Curso, modelo Artigo Científico, apresentado ao Curso Superior de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Princesa Isabel, como requisito necessário para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas e aprovado pela banca examinadora.

Aprovado em: 01/07/2026.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
CRISTIAN JOSE SIMOES COSTA
Data: 02/08/2026 21:52:47-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Cristian José Simões Costa (Orientador)
Instituto Federal da Paraíba

Documento assinado digitalmente
gov.br
RAIZA NAYARA DE MELO SILVA
Data: 31/07/2026 21:36:46-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Me. Raíza Nayara de Melo Silva
Instituto Federal da Paraíba

Documento assinado digitalmente
gov.br
JESSICA RODRIGUES FLORENCIO TELES
Data: 01/08/2026 23:17:56-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Me. Jessica Rodrigues Florencio Teles
Instituto Federal da Paraíba

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me concedido força, sabedoria e perseverança ao longo desta caminhada. Em todos os momentos, especialmente nos mais difíceis, sua presença me sustentou e não permitiu que eu desistisse de um sonho que nasceu ainda na minha adolescência e que hoje se torna realidade.

À minha filha, Emilly Vitória, minha maior motivação e fonte diária de força, agradeço por me inspirar a seguir em frente e buscar sempre o melhor. Ao meu marido, Valdeir pelo amor, incentivo e apoio incondicional durante toda essa jornada. Amo vocês profundamente e compartilho esta conquista com vocês.

Dedico esta conquista à memória do meu pai, Jurandir Antônio, que partiu cedo demais e não teve a oportunidade de acompanhar minha trajetória. Embora eu não tenha lembranças de sua presença, carrego a certeza de que, onde estiver, sentiria orgulho dessa conquista e da pessoa que me tornei.

Agradeço, de forma especial, à minha mãe, Maria Cilene, que com coragem, amor e determinação assumiu sozinha os papéis de mãe e pai. Sua força diante das dificuldades, sua dedicação incansável e todos os sacrifícios realizados foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Tenho imenso orgulho de ser sua filha e sou eternamente grata por tudo o que fez e continua fazendo por mim. Deixo minha gratidão a minha irmã Anna Paula (minha gêmea), por todo companheirismo, dedicação e apoio oferecidos ao longo da minha vida. Obrigada por sempre vibrarem junto a mim a cada nova conquista, sem vocês a realização desse sonho não seria possível.

Ao meu cunhado, Valdeilton, que mesmo indiretamente, foi uma das pessoas que fortaleceu minha confiança ao me mostrar que esse sonho era possível. Suas palavras contribuíram para que eu acreditasse ainda mais na realização deste objetivo. Também agradeço à sua esposa, minha amiga Kívina Medeiros, pelo carinho, apoio e incentivo durante essa caminhada.

A minha sogra Jucênia Maria e meu sogro Valdeci, agradeço o acolhimento, levarei sempre comigo a gratidão por tudo o que fizeram por mim.

Aos professores desta instituição, expresso minha sincera gratidão pelos conhecimentos compartilhados e pela contribuição em minha formação acadêmica. Em especial, à professora Raíza Melo, seu conhecimento e dedicação ao ensino fez com que eu me apaixonasse ainda mais pela Biologia, inspirando a escolha e o desenvolvimento do tema deste trabalho.

Ao meu orientador Cristian José expresso minha profunda gratidão pela orientação, paciência e dedicação durante todo o desenvolvimento deste trabalho. Seus conhecimentos, sugestões e incentivos foram fundamentais para a construção desta pesquisa. Obrigada por ter acreditado em mim, suas contribuições foram essenciais para a concretização deste trabalho.

Deixo registro minha gratidão ao professor Evaldo e a professora Fernanda pelas contribuições durante o desenvolvimento dessa pesquisa. Também manifesto meus agradecimentos as professoras Raíza Melo e Jéssica Florêncio que gentilmente aceitaram compor a banca examinadora e contribuir nesse momento tão importante da minha formação.

Por fim, agradeço a todos amigos e familiares que sempre estiveram na torcida por mim, que direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste sonho. Esta conquista também pertence a vocês. Encerro esta etapa com o coração repleto de gratidão. Que esta conquista seja apenas o início de novas realizações.

Tudo posso naquele que me fortalece (Filipenses 4:13).

RESUMO

O ensino de citologia representa um desafio significativo no contexto escolar, uma vez que muitos dos conteúdos abordados envolvem estruturas microscópicas e conceitos abstratos, geralmente apresentados por meio de recursos predominantemente visuais. Essa realidade pode dificultar a compreensão dos estudantes e, sobretudo, limitar a participação efetiva de alunos com deficiência visual, evidenciando a necessidade de estratégias pedagógicas mais inclusivas. Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo construir modelos didáticos táteis do núcleo celular, tipos cromossômicos e uma molécula de DNA desenvolvidos para o ensino inclusivo de alunos com deficiência visual do ensino básico. Eles foram confeccionados manualmente com materiais reciclados e de baixo custo, tais como bolas de isopor, espiral de cadernos, tampas de garrafa PET, palitos de churrasco, entre outros materiais de fácil acesso. Já a sequência didática foi desenvolvida para orientar os professores na utilização desses recursos em sala de aula, promovendo a participação ativa de todos os estudantes no processo de aprendizagem, independente de suas limitações visuais. Diante do exposto, nota se que os modelos didáticos são ricos em detalhes e de fácil construção, facilitando sua replicação, podendo também ser utilizados no ensino de outras áreas da biologia. A proposta fundamenta-se nos princípios da educação inclusiva e na valorização de recursos multissensoriais como ferramentas capazes de favorecer a compreensão de conceitos biológicos complexos.

Palavras-Chave: Citologia, sequência didática, deficientes visuais.

ABSTRACT

The teaching of Cytology represents a significant challenge in the school context, since many of the topics addressed involve microscopic structures and abstract concepts that are generally presented through predominantly visual resources. This reality may hinder students' understanding and, above all, limit the effective participation of students with visual impairments, highlighting the need for more inclusive teaching strategies. In this context, the present study aims to develop tactile didactic models of the cell nucleus, chromosome types, and a DNA molecule designed for the inclusive teaching of visually impaired students in basic education. The models were manually constructed using recycled and low-cost materials, such as Styrofoam balls, notebook spirals, plastic bottle caps, barbecue sticks, and other easily accessible materials. In addition, a didactic sequence was developed to guide teachers in the use of these resources in the classroom, promoting the active participation of all students in the learning process, regardless of their visual limitations. The results indicate that the didactic models are detailed and easy to construct, facilitating their replication and enabling their use in teaching other areas of Biology. The proposal is based on the principles of inclusive education and on the value of multisensory resources as tools capable of enhancing the understanding of complex biological concepts.

Keywords: Cytology; didactic models; inclusion.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Lista de materiais utilizados, quantidade e custo para a confecção do modelo didático de uma molécula de DNA 25

Quadro 2 Lista de materiais utilizados, quantidade e custo para a confecção do modelo didático dos tipos de cromossomos 25

Quadro 3 Lista de materiais utilizados, quantidade e custo para a confecção do modelo didático do núcleo celular e suas representações..... 26

Quadro 4 Sequência didática para utilização dos modelos didáticos para o ensino inclusivo do núcleo celular…….....……..... 39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Arames que tiveram suas partes centrais esticadas e pintados de cor azul…….....	27
Figura 2	Bola de isopor cortada ao meio e pintada na cor amarela, utilizada para representar a proteína histona…….....	27
Figura 3	Encaixe dos arames na bola de isopor…….....	28
Figura 4	Colagem de ambas as partes da bola de isopor, para representação de um cromossomo condensado…….....	28
Figura 5	Arame esticado e pintado da cor azul…….	28
Figura 6	Representação fiel da fita de DNA enrolada nas proteínas histonas.....	29
Figura 7	Representação fiel da fita de DNA enrolada nas proteínas histonas.....	29
Figura 8	Montagem completa dos palitos no arame para representação da molécula de DNA	30
Figura 9	Encaixe dos palitos no arame, conferindo o formato da molécula de DNA	30
Figura 10	Extremidades do arame dobradas para o interior da parte inferior das tampas…….....	30
Figura 11	Encaixe de quatro tampas de garrafas que iram representar as histonas na fita de DNA.....	31
Figura 12	Montagem da representação da fita de DNA	31
Figura 13	Escrita das letras que representa as bases nitrogenadas e perfuração da escrita braile	32
Figura 14	Pintura das pontas dos palitos de picolé para representação da escrita em Braille……..…….	33
Figura 15	Plaquinhas de madeira com as pontas dos palitos de madeira retiradas	33
Figura 16	Plaquinhas que representaram com as s letras alfabéticas e em braille para representar a inicial das bases nitrogenadas	33
Figura 17	Montagem da fita de DNA com as iniciais das bases nitrogenadas em letra alfabética e em escrita Braille…….....	34
Figura 18	Montagem final da molécula de DNA…….....	35
Figura 19	Representação do cromossomo metacêntrico…….....	36

Figura 20	Representação do cromossomo submetacêntrico…….....	36
Figura 21	Representação do cromossomo acrocêntrico	36
Figura 22	Representação do cromossomo telocêntrico…….....	36
Figura 23	A base do marmitex pintado na cor verde e recebeu a aplicação de miçangas e pequenos furos, que representam, respectivamente, os ribossomos e os poros nucleares…….....	37
Figura 24	Representação do núcleo celular…….....….	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	15
2.1	Objetivo Geral	15
2.2	Objetivos Específicos	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	Citologia e a compreensão do núcleo celular	16
3.2	O uso de modelos didáticos no ensino de Biologia	17
3.3	Educação inclusiva e deficiência visual	19
4	MATERIAIS E MÉTODOS	24
5	RESULTADOS ESPERADOS	27
5.1	Etapas para construção do modelo didático da molécula de DNA	27
5.2	Etapas da construção da fita de DNA enrolada nas proteínas histonas	28
5.3	Etapas da construção da fita de DNA	29
5.4	Etapas da construção da fita de DNA três dimensões em Braille	31
5.5	Etapas para construção do modelo didático dos tipos de cromossomos	35
5.6	5.4 Etapas para construção do modelo didático do núcleo celular	37
5.7	5.5 Sequência didática para a utilização dos modelos didáticos	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A história da inclusão mostra que desde a era cristã as pessoas consideradas “diferentes” eram maltratadas, discriminadas e alvo de ações cruéis, sendo que somente a partir da segunda metade do século XX se discute a inclusão social dessas pessoas (Tessaro, 2011). Sendo assim, no contexto internacional, em 1994, foi promulgada a Declaração de Salamanca representando um marco decisivo para o fortalecimento das políticas de inclusão educacional em nível mundial, ao definir princípios essenciais para a construção de uma escola mais equitativa e acessível.

Esse documento defende que a escola deve assumir o compromisso de educar todos os estudantes, adotando uma pedagogia voltada à diversidade, garantindo que todos os alunos estejam inseridos no ensino regular, inclusive aqueles com algum tipo de necessidade especial (Brasil, 1994; Lacerda, 2006; Sant’ana, 2025).

No Brasil, a base desse avanço é a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146/2015), que assegura o direito à educação inclusiva e estabelece a eliminação de barreiras para o acesso, permanência e aprendizagem de estudantes com deficiência em todos os níveis de ensino, reforçando a educação como um direito fundamental e vedando qualquer forma de discriminação (Brasil, 2015).

Nesse contexto, o Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA) constitui uma importante abordagem para a efetivação da educação inclusiva, ao propor a oferta de múltiplas formas de apresentação dos conteúdos, de participação e de expressão da aprendizagem. Segundo Zerbato e Mendes (2021), o DUA favorece a eliminação de barreiras pedagógicas e amplia as oportunidades de aprendizagem para todos os estudantes, respeitando suas diferentes características e necessidades. Com isso, visa orientar o planejamento de pa´rticas pedágogicas mais acessiveis desde o inicio, buscando atender à diversidade presente em sala de aula.

Assim, uma educação inclusiva vem apontada no sentido de proporcionar mecanismos para que todos os alunos aprendam, adquirindo novos conhecimentos e, com isso desenvolvam suas habilidades, independente de suas necessidades específicas, desde que recebam as condições necessárias ao longo do processo de ensino e aprendizagem (Santana, 2016).

Para auxiliar nesse processo, a inclusão educacional visa a participação dos alunos com deficiência por intermédio de modificações na educação comum, de forma a proporcionar a igualdade de oportunidades para que estes tenham os seus direitos garantidos (Giujarro, 2005). Isso demanda a superação de práticas pedagógicas

homogêneas e a adoção de recursos, metodologias e estratégias diversificadas, capazes de contemplar as distintas formas e ritmos de aprendizagem.

Quando se trata do ensino de estudantes com deficiência visual, os recursos táteis desempenham papel fundamental na promoção da inclusão efetiva desses educandos no ambiente escolar. A deficiência visual é subdividida em dois tipos, cegueira e a baixa visão. A cegueira caracteriza-se pela ausência total de visão, enquanto a baixa visão corresponde a redução significativa da capacidade visual, podendo envolver limitações no campo visual, na percepção de contrastes e na anuidade visual (Brasil, 2001).

Essas pessoas enfrentam inúmeros desafios no processo de escolarização, uma vez que a ausência ou a limitação da visão interfere diretamente na forma como os conteúdos são apresentados em sala de aula. Existem muitas alternativas que auxiliam no processo de inclusão de estudantes com deficiência visual, e uma delas é o uso de materiais adaptados. No entanto, para que o aluno seja realmente incluído, é necessária a utilização correta desses recursos (Dorneles, 2014).

A incorporação do sistema Braille aos modelos didáticos tende a possibilitar a ampliação da acessibilidade e da autonomia dos estudantes, tornando possível articular conceitos teóricos e sua representação concreta. Todo o sistema é formado pela combinação de seis pontos, conhecido por sinal fundamental, que são dispostos verticalmente de três em três, possibilitando a combinação de 63 sinais, permitindo a leitura de todas as letras que constituem o alfabeto, sinais de pontuação e símbolos utilizados em textos de diferentes idiomas, mas também, de simbologia matemática, na música e na informática (Cerqueira et. Al, 2006).

O uso de modelos didáticos constitui uma estratégia eficaz para facilitar a compreensão de conteúdos complexos abordados na disciplina de Biologia. Essa relevância torna-se ainda maior no contexto da inclusão de estudantes com deficiência visual, uma vez que muitos conceitos biológicos são tradicionalmente apresentados por meio de recursos visuais, como imagens e esquemas. A dependência desses recursos pode limitar a participação desses alunos no processo de ensino e aprendizagem, evidenciando a necessidade de materiais acessíveis que favoreçam a construção do conhecimento de forma mais inclusiva (Macedo et al., 2021).

Embora os avanços nas políticas inclusivas tenham ampliado o acesso dos estudantes com deficiência à educação básica, ainda persistem desafios relacionados à adaptação de conteúdos específicos, especialmente em disciplinas que dependem

fortemente de recursos visuais, como a Biologia. O ensino de Citologia apresenta desafios particulares por abordar estruturas e processos microscópicos, de natureza abstrata, que dificultam a construção de representações mentais pelos estudantes e comprometem a compreensão de conceitos fundamentais relacionados à estrutura e ao funcionamento celular (Araújo-Jorge et al., 2004; Orlando et al., 2009; Kupske; Hermel, 2015; Vigário; Cicillini, 2019).

Outras dificuldades do ensino de Citologia incluem a complexidade do assunto tanto para os discentes quanto para os docentes, a pobreza de recursos didáticos das escolas, e a dificuldade na criação de modelos mentais pelos alunos (Oliveira et al., 2009). Tal lacuna no ensino de Biologia precisa ser preenchida com o uso de materiais didáticos que possibilitem ao aluno a formação da representação mental do que lhe é oferecido para tatear, meio pelo qual é obtido o máximo de informações (Cardinali; Ferreira, 2010).

Para que os modelos didáticos sejam utilizados de maneira eficaz, torna-se indispensável o planejamento de sequência didática (SD) alinhada a uma perspectiva inclusiva, uma vez que a organização estruturada das etapas de ensino direciona, de forma intencional, a seleção e a aplicação dos recursos pedagógicos mais adequados.

Sendo assim, a SD pode constituir uma estratégia pedagógica relevante para superar algumas limitações do ensino tradicional, caracterizado por aulas predominantemente expositivas e orais, frequentemente repletas de conceitos, fenômenos, nomenclaturas, fórmulas e teorias, cuja aprendizagem é muitas das vezes avaliada por meio de testes e provas (Lima; Teixeira, 2012; Motakane, 2015). Assim, o planejamento antecipado possibilita a adaptação de recursos, a diversificação de estratégias e a promoção de acessibilidade, garantindo que todos os estudantes tenham condições equitativas de compreender, interagir e aprender os conteúdos propostos.

Apesar da reconhecida importância dos recursos táteis para a inclusão de estudantes com deficiência visual, ainda são limitadas as propostas que associam modelos didáticos acessíveis ao planejamento de sequências didáticas estruturadas para o ensino de Citologia. Dessa forma, torna-se necessário desenvolver estratégias pedagógicas que articulem acessibilidade, aprendizagem significativa e participação efetiva dos estudantes.

Diante dos desafios inerentes ao ensino de Citologia, este trabalho teve como objetivo construir modelos didáticos representativos da estrutura da molécula de DNA, de quatro tipos de cromossomos e do núcleo celular, bem como a organização de uma sequência didática planejada para a utilização desses materiais. Tais estratégias

pedagógicas, orientadas à inclusão de estudantes com deficiência visual, contribuem para a democratização do conhecimento científico, ao favorecer a aprendizagem por meio da experiência sensorial e do acesso equitativo aos conteúdos relacionados à Citologia.

=4OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

- Apresentar modelos didáticos táteis e uma sequência didàtica inclusiva para o ensino da molécula de DNA, tipos cromossômicos e do núcleo celular, a fim de facilitar o aprendizado dos alunos com deficiência visual.

1.2 Objetivos Específicos

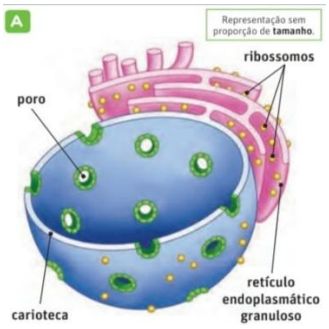
- Indicar as etapas necessárias para a construção dos modelos táteis, incluindo materiais e procedimentos utilizados;
- Apresentar a importância da utilização dos modelos didáticos táteis para o ensino inclusivo de alunos com deficiência visual, demonstrando como esses recursos podem melhorar a compreensão e a retenção de conhecimentos biológicos;
- Produzir uma sequência didática para orientar a utilização dos modelos didáticos no processo inclusivo do ensino-aprendizagem.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Citologia e a compreensão do núcleo celular

Citologia é a área da biologia que estuda as células, sua estrutura e funcionalidade. A célula é definida como a unidade funcional básica dos seres vivos (Carnevalle, 2012; De Robertis e Hib, 2006). Linhares e Tascheto (2011) afirmam que os conteúdos das aulas de Citologia geralmente são carregados de conceitos, exigindo esforço do aluno para entender e lembrar o vocabulário rebuscado.

As células estão divididas em dois grandes grupos, as células procariontes e eucariontes. Nas células eucariótica, a maioria do DNA está na organela chamada de núcleo, delimitada por uma membrana dupla, nas células procarióticas o DNA está concentrado em uma região não envolta por membrana, chamada de nucleóide. Ambos os organismos portadores dessas células apresentam o DNA (ácido desoxirribonucleico) como molécula do material genético responsável pelas informações hereditárias (Reece et al, 2015).

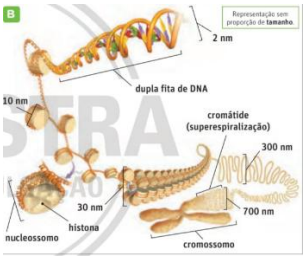


Fonte: Reece. J.B. et. Al. Campbeell Biology. 10. Ed. [S.1.]:Pearson, 2014. P. 328.

A molécula de DNA consiste em duas longas cadeias de nucleotídeos, formados por um açúcar (pentose), ácido fosfórico e bases nitrogenadas (adenina- A, citosina- C, Guanina- G e Timina- T). O DNA apresenta um padrão específico de pareamento entre as bases nitrogenadas, conhecido como complementaridade. Nesse modelo, a adenina (A) liga-se sempre à timina (T), por meio de duas pontes de hidrogênio, enquanto a citosina (C) associa-se à guanina (G), através de três pontes de hidrogênio. Esse padrão fixo de ligação assegura a estabilidade da dupla hélice e a fidelidade na replicação do material genético.

No interior da célula eucariótica, os cromossomos encontram-se localizados no núcleo celular, organela delimitada por membrana dupla que atua na proteção do DNA e na regulação das atividades genéticas, assegurando a coordenação dos processos de síntese de RNA e proteínas. o DNA nuclear associa- se a proteínas histonas, essa junção forma a cromatina. A cromatina pode apresentar diferentes graus de condensação. A eucromatina

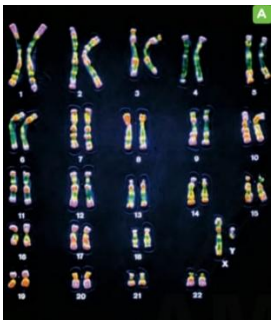
corresponde à região menos condensada e mais ativa transcricionalmente, enquanto a heterocromatina apresenta maior condensação e menor atividade gênica.



Fonte: Reece. J.B. et. Al. Campbeell Biology. 10. Ed. [S.1.]:Pearson, 2014. P. 328.

Em condições normais as células somáticas da espécie humana têm o número de 46 cromossomos herdados dos pais, distribuídos em 23 pares, sendo 22 pares autossômicos responsáveis pelas características da espécie e 1 par sexual, no qual o cromossomo XX resulta no sexo feminino e XY no sexo masculinos. Esses pares são denominados cromossomos homólogos por apresentarem genes correspondentes. Cada cromossomo é constituído por cromátides-irmãs unidas por uma região denominada centrômero. A depender da localização do centrômero, os cromossomos podem apresentar braços mais curtos ou mais longos, podendo variar em quatro tipos morfológicos: metacêntrico, submetacêntrico, acrocêntrico e telocêntrico.

A organização dos pares de cromossomos pode ser visualizada durante a divisão celular (metáfase da mitose), estado em que os cromossomos estão altamente condensados, permitindo a visualização através de um estudo chamado cariótipo. Segundo MedlinePlus (2026), o exame de cariótipo é utilizado para avaliar a quantidade, o formato e o tamanho dos cromossomos, possibilitando a detecção de anomalias genéticas.



Fonte: Reece. J.B. et. Al. Campbeell Biology. 10. Ed. [S.1.]:Pearson, 2014. P. 329.

A principal função dos cromossomos é carregar os genes, unidade funcional da hereditariedade. Os genes se diferem como um segmento de DNA que contém as informações necessárias para a síntese de RNA e proteínas. O conjunto de todas as informações genéticas de um organismo consistem em seu genoma.

No núcleo ainda é encontrada uma estrutura geralmente esférica, chamada nucléolo. O nucléolo é responsável pela síntese do RNA ribossômico e pela montagem inicial das subunidades ribossômicas, essenciais para a síntese de proteínas.

Dessa forma, compreender a organização do DNA, dos cromossomos e do núcleo celular é fundamental para o ensino de Citologia, justificando a utilização de recursos didáticos que possibilitem a representação concreta dessas estruturas.

2.2 O uso de modelos didáticos no ensino de Biologia

Historicamente, a sala de aula tem sido compreendida por diversas vezes como um ambiente voltado à reprodução de conteúdo, no qual o aluno é visto como um mero depósito de informações, sem participação ativa no processo de construção de aprendizagem. Segundo Libênio (1994), “O ensino tradicional enfatiza a memorização e a repetição, relegando o aluno a um papel passivo no processo educativo”.

No entanto, segundo Freire (2003), o processo de ensino não consiste na simples transmissão de conhecimentos pelo professor, mas na criação de condições que possibilitem ao estudante construir e produzir seu próprio conhecimento. Assim, cabe ao professor superar a abordagem tradicional e utilizar ferramentas e estratégias metodológicas que estimulem a autonomia e protagonismo do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem.

Reconhecer que os estudantes aprendem de maneiras variadas torna essencial o desenvolvimento de estratégias diversificadas de ensino. Dessa forma, busca-se atingir o objetivo principal: garantir a compreensão plena do conteúdo, indo além da memorização passageira e promovendo uma aprendizagem significativa e duradoura (Lacerda; Silva, 2015).

O uso de atividades lúdicas e modelos didáticos serve como alternativa eficaz, capaz de favorecer a interação entre professor e aluno, ao mesmo tempo em que estimular o interesse e a participação dos estudantes, contribuindo dessa forma para uma aprendizagem clara e significativa (Souza et al., 2013).

Compreende-se por modelos didáticos representações confeccionadas a partir de material concreto, de estruturas ou partes de processos que favorecem o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, pois podem propiciar meios de motivá-los e envolvê-los aos temas estudados, proporcionando a compreensão e a interpretação do conteúdo (Oliveira, 2016)

Essas ferramentas são fundamentais para o ensino, sobretudo para o ensino de Biologia. Segundo Gonçalves (2021), a disciplina de biologia é vista pelos estudantes como

muito desafiadora, uma vez que envolve um vasto conteúdo e conceitos abstratos, o que pode desencorajar o processo de aprendizagem do aluno. Braga et al (2009) afirmam que o uso de modelos pedagógicos como metodologia de ensino permite tornar concreto o conteúdo de conceitos abstratos, dando movimento a processos que não são observáveis no mundo empírico ou a olho nu.

Nesse sentido, a escolha de recursos didáticos e de estratégias para mediação do ensino é uma tarefa muito importante no ensino, contribuindo significativamente para que os alunos se apropriem dos conceitos científicos abordados (Coutinho; Miranda, 2019)

Os recursos didáticos desenvolvem a capacidade criativa dos alunos, sobretudo, representam uma construção do conhecimento que pode ser utilizada como referencial, por meio da criação de uma imagem analógica, materializando, portanto, uma ideia ou um conceito, tornando-o compreensível (Gonçalves, 2021). Os modelos palpáveis favorecem uma melhor visualização, facilitando a relação entre as partes e o todo (Orlando et al., 2009).

Além disso, o uso desse tipo de recurso pode complementar o conteúdo apresentado no livro didático (Almeida, 2018). De acordo com Souza (2007, p. 122):

> Utilizar recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem é importante para que o aluno assimile o conteúdo trabalhado, desenvolvendo sua criatividade, coordenação motora e habilidade de manusear objetos diversos que poderão ser utilizados pelo professor na aplicação de suas aulas.

Esses recursos podem ser construídos com materiais de baixo custo e facilmente adquiridos, tornando possível desenvolver aulas mais atraentes e motivadoras, nas quais os alunos são engajados na construção de seu próprio conhecimento (Gerpe, 2020).

Com isso, diversos trabalhos científicos têm se empenhado em abordar e desenvolver recursos didáticos como estratégias para o ensino de biologia. Oliveira (2023), em seu trabalho construiu recursos facilitadores para o ensino de genética, especificamente estruturas de DNA e RNA. Para confecção foram utilizados materiais acessíveis e reutilizáveis. Essas representações simplificadas possibilitam o entendimento das estruturas dos ácidos nucleicos e suas funções, podendo ser utilizados para o ensino de diversas áreas da biologia.

Nesta mesma perspectiva, Gonçalves (2021), em sua obra, produziu modelos didáticos para facilitar o ensino da membrana plasmática no ensino básico. De acordo com o autor, a utilização dessas ferramentas pedagógicas tem o potencial de aprimorar a aprendizagem, além de tornar as aulas mais dinâmicas e envolventes para os estudantes. Estes trabalhos propõe a construção real de conteúdos estudados, propõe apresentar

modelos alternativos para os professores aderirem a suas aulas. Logo, os modelos didáticostêm sido uma alternativa importante nas aulas de biologia (Souza et al., 2013).

Nesse sentido, os modelos didáticos configuram-se como importantes ferramentas pedagógicas para tornar conteúdos abstratos mais acessíveis e significativos, especialmente em contextos de educação inclusiva.

2.3 Educação inclusiva e deficiência visual

A Educação Especial é uma garantia presente em diversas instâncias normativas, partindo inclusive do que é determinado pelo inciso III do artigo 208 da Constituição Federal, que determina "atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino" (Brasil, 1988).

Contudo, antes que a educação fosse direito de todos, as pessoas com deficiências foram amplamente negligenciadas até terem os direitos garantidos, pois foram vistas durante muito tempo como inúteis, fracassadas e até mesmo foram ignoradas pela sociedade até se obter a concepção da inclusão (Corrent, 2016).

Durante muito tempo prevaleceu uma concepção excludente que associava a deficiência a incapacidade e inferioridade. No entanto, a visão da sociedade sobre as pessoas com deficiência começou a se transformar dando início as primeiras discussões sobre o tema. O processo de inclusão dessas pessoas passou a constituir uma preocupação para os governos, resultando na criação de entidades públicas e privadas, bem como de órgãos normativos federais e estaduais (Rogalski, 2010). Contudo, a percepção social sobre as pessoas com deficiência desenvolveu-se de forma lenta e marcada por diversos movimentos sociais, avanços acadêmicos e marcos importantes de direitos humanos.

Atualmente constatamos muitas mudanças no campo social e educacional com a abertura e adoção de uma visão mais abrangente do ser humano com mais inclusão e integração da diversidade (Borges, 2014). Um marco importante para a educação inclusiva foi a sanção da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN). Lei esta que propõe a adequação das instituições de ensino para atender a todos e classifica em seu artigo 58 a educação especial "como modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino, para educandos portadores de necessidades especiais" (Brasil, 1996).

Nesse cenário de fortalecimento da educação inclusiva, surge o Desenho Universal para aprendizagem (DUA), uma abordagem pedagógica voltada à construção de práticas educacionais acessíveis para todos os estudantes. O desenho universal visa a criação de produtos, ambientes, programas e serviços que sejam concebidos de forma universal, ou

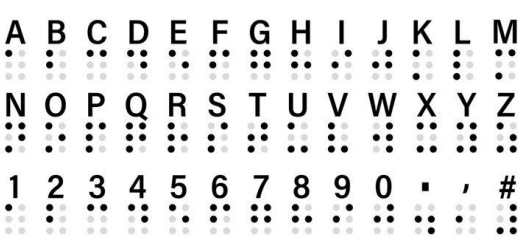
seja, para todas as pessoas, independentemente de suas condições, sem a necessidade de adaptação ou projeto específico, incluindo recursos de tecnologia assistiva (Brasil, 2021).

Ainda Nelson (2014) afirma que o DUA projeta ambientes e aulas instrucionais ricos e livres de barreiras, e para ter um ambiente rico de aprendizagem deve-se projetar pensando na necessidade de todos os alunos, não somente aqueles com deficiências. No entanto, apesar da relevância desse sistema para a inclusão, ainda existem diversos desafios que dificultam sua efetiva utilização no contexto educacional. São diversos os impedimentos sobre o desenvolvimento pleno dos alunos, como a falta de recursos adequados, a desqualificação profissional, o descaso das políticas públicas para com o processo inclusivo, os desafios atitudinais e uma multiplicidade de preconceitos e discriminações, principalmente no tocante à parcela minoritária da população (Viveiro; Bego, 2015).

Diante dos dessafios de inclusão é central que a escola e o professor proponham estratégias que promovam a participação dos alunos com deficiências de modo a garantir que estes sejam agentes ativos na construção do próprio conhecimento (Lima; Castro, 2012). Nesse sentido, o sistema de ensino deve promover formas integradas, capazes de oferecer a acessibilidade e condições necessárias, por intermédio de recursos pedagógicos, meios alternativos e estratégicos para atender os alunos com necessidades educacionais especiais, de forma que se possa minimizar os obstáculos por eles encontrados (Fernández et al., 2019; Brasil, 2017).

O ensino para discentes com deficiência visual necessita de estratégias com acessibilidade, para que a inclusão e as oportunidades educacionais sejam favoráveis a todos (Valle, 2020). Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), o deficiente visual trata-se de uma perda visual que é classificada em categorias que abarcam desde os casos leves até a total perda de visão, sendo estes alicerçados em valores referentes à acuidade visual e/ou campo visual, que definem de maneira clínica a baixa visão ou cegueira (Xavier, 2017).

Nesse contexto de inclusão, destaca-se a importância de recursos que garantam o acesso à aprendizagem, como o sistema braille. O sistema braille é um método de leitura desenvolvido para pessoas com deficiência visual, baseado em combinações de pontos em relevo que podem ser percebidos pelo tato.



Fonte: stock.adobe.com (2022).

Assim, segundo Defendi (2011, p. 9), "A pessoa cega é aquela que tem uma perda total ou resíduo mínimo de visão que a leva a necessitar do Sistema Braille como meio de leitura e escrita".

A origem do Braille remonta ao início do século XIX, na França, quando Louis Braille desenvolveu um método de leitura e escrita baseado no tato, destinado às pessoas cegas. Baseia-se em combinações de seis pontos em relevo, organizados em duas colunas de três pontos cada, formando diferentes símbolos que representam letras, números, sinais de pontuação e até notação musical. Esse sistema permite que a leitura seja feita por meio do tato, geralmente com as pontas dos dedos, promovendo autonomia e inclusão social.

No contexto escolar, o sistema Braille é amplamente utilizado em livros e materiais didáticos, permitindo que os alunos com deficiência visual tenham acesso aos conteúdos de forma autônoma. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021), iniciativas que promovem o uso do Braille contribuem significativamente para a inclusão social e a melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência visual.

Embora o sistema Braille represente um importante instrumento de acessibilidade, sua utilização isolada nem sempre é suficiente para atender às demandas de conteúdos altamente abstratos, como aqueles presentes nas Ciências da Natureza. Nesse contexto, torna-se necessário o desenvolvimento de recursos didáticos complementares que possibilitem a exploração tátil de estruturas e processos biológicos.

Quando se trata de conteúdos curriculares, especialmente da área de biologia, observa- se muita complexidade, muitos fenômenos biológicos são abstratos e não observações a olho nu, o que demanda a utilização de estratégias pedagógicas específicas para facilitar a compreensão. Os temas que compõem a Biologia são complexos, o que pode se tornar um empecilho para qualquer aluno, principalmente para aqueles com deficiência visual, absorver as informações passadas em sala de aula (Castro et al., 2015). Segundo Martins e Cavalcante (2019, p. 3):

> Na medida em que a complexidade e a abstração dos conceitos científicos abordados nas aulas de ciências e de Biologia revelam a necessidade de torná-los mais acessíveis aos educandos, desafiam os docentes quanto às metodologias de ensino, à sua prática pedagógica e aos saberes que a fundamentam, particularmente o saber pedagógico.

Uma das metodologias utilizadas tem sido a construção de modelos didáticos na perspectiva inclusiva, que vem contribuindo bastante para a efetivação de um processo de ensino e aprendizagem significativos, visto que estes produtos são utilizados como facilitadores na relação entre professor, aluno e conteúdo e auxiliam no desenvolvimento cognitivo (Barbosa et al., 2019).

As metodologias alternativas buscam promover um ensino significativo e abrangente às diferentes formas de aprender entre os educandos (Paula; Guimarães; Silva,

2017).

A utilização destas metodologias, em conjunto com a interação dos alunos com e sem deficiência visual, pode gerar uma melhor compreensão das temáticas abordadas e promover a convivência com o outro (Manzini, Vitaliano, 2010). Além disso, os materiais didáticos proporcionam momentos de discussão, interação e socialização entre os alunos, permitindo o desenvolvimento de habilidades conforme preconiza a Base Nacional Comum Curricular -BNCC (Brasil, 2017).

Esse recurso didático assume um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem desses estudantes, por meio do estímulo e utilização dos outros sentidos como porta de entrada de informações, para fazer com que o conteúdo não seja transmitido apenas verbalmente (Libardi et al., 2011; Landim; Silva; Souza, 2014). Os modelos táteis e tridimensionais possibilitam a exploração por meio do tato, permitindo que esses estudantes construam representações mentais dos conteúdos trabalhados.

A ausência de uma comunicação por imagem na forma tátil induz a desmotivação na aprendizagem, sendo necessário preencher lacunas no ensino de Biologia por meio do uso de recursos concretos que viabilizem ao aluno a formação da representação mental do que lhe é oferecido para tatear (Cardinali, Ferreira, 2010).

Conforme Silva, Landim e Souza (2014), para os alunos com deficiência visual, a percepção tátil assume o papel que a visão possui para os alunos videntes.). Por isso, é importante deixá-lo manusear os objetos, explorar os ambientes, descrever tudo que se encontra e acontece em sua volta, assim como estimulá-lo a realizar as atividades de forma autônoma, adequadas às suas necessidades (Pernambuco, 2015, p. 41).

Nessa perspectiva, o estudo desenvolvido por Neiva, Siqueira e Mattos (2023), intitulado “Tateando a célula: Produção de modelo tátil no ensino de Biologia para alunos com deficiência visual”, apresenta recursos didáticos que contribuem significativamente para o ensino de citologia, com ênfase na representação de uma célula animal. A pesquisa evidenciou que os participantes foram capazes de reconhecer e identificar os elementos estruturais e as organelas celulares por meio do modelo confeccionado, demonstrando, assim, a eficácia da proposta pedagógica.

Ao analisar a literatura observasse que diversas pesquisas foram desenvolvidas dentro da área da educação inclusiva. Nno entanto, poucos trabalhos trazem sequências didáticas organizadas e planejadas que visem potencializar a utilização como modelos táteis.

Dessa forma, considerando a complexidade dos conteúdos de citologia e a necessidade de tornar o ensino mais acessível e significativo para todos os estudantes, especialmente para os alunos com deficiência visual, os modelos didáticos apresentam- se como ferramenta pedagógica relevantes para a aprendizagem efetiva e da promoção da

inclusão.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada, com abordagem qualitativa e caráter descritivo, voltada para a elaboração de modelos didáticos táteis e de uma sequência didática inclusiva para o ensino de Citologia, com ênfase no núcleo celular, direcionada a estudantes com deficiência visual.

Para tanto, foram confeccionados seis modelos representando uma molécula de DNA, quatro tipos cromossômicos (metacêntrico, submetacêntrico, acrocêntrico e telocêntrico) e o núcleo celular. Inicialmente, realizou-se o planejamento das estruturas a serem representadas com base na literatura especializada de Citologia. Em seguida, os materiais foram selecionados considerando os critérios de baixo custo, facilidade de obtenção, possibilidade de reutilização, resistência e potencial para a criação de estímulos táteis diferenciados.

Posteriormente, os modelos foram confeccionados manualmente, empregando diferentes texturas, relevos e identificações em braille. Vale destacar que os materiais e os custos de cada modelo serão apresentados individualmente, permitindo ao professor optar pela reprodução de apenas um deles. Contudo, alguns itens, como tintas aquarela, pincéis e cola Tek Bond, serão utilizados na confecção de todos os modelos, com o objetivo de reduzir os custos totais.

Durante a confecção dos modelos e a elaboração da sequência didática, foram incorporados princípios de acessibilidade fundamentados no Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). No processo de elaboração das propostas pedagógicas, foram adotadas estratégias voltadas à acessibilidade no uso dos materiais. Entre essas medidas, destacam-se a utilização de texturas diferenciadas, fundamentais para a distinção entre as estruturas; emprego do sistema em braille nos modelos com o objetivo de promover maior compreensão por parte dos alunos; e a aplicação de cores com alto contraste, a fim de facilitar a identificação dos elementos durante o manuseio por estudantes com baixa visão, além de valorizar a aparência visual dos recursos didáticos.

Considerando a perspectiva da educação inclusiva, foi elaborada uma sequência didática como orientação o uso dos modelos didáticos em sala de aula. Dessa forma, para facilitar a utilização para o professor na aplicação da sequência, ela apresentará as seguintes informações básicas: temática, conteúdos trabalhados, tempo de duração, público-alvo, objetivos, materiais utilizados, roteiro e a proposta de avaliação.

A proposta foi organizada com consonância com Base Nacional Comum Curricular (BNCC), assegurando o alinhamento com as competências gerais e habilidades específicas previstas para o 1° ano do ensino médio da disciplina de biologia. Conforme o documento, "a BNCC define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica" (BNCC,2010, p. 7). Com isso, a proposta foi organizada em etapas progressivas, contemplando momentos de problematização, exploração dos modelos didáticos, discussão coletiva, sistematização dos conceitos e avaliação da aprendizagem.

Quadro 1 - Lista de materiais utilizados, quantidade e custo para a confecção do modelo didático de uma molécula de DNA

Materiais utilizados	Quantidade	Custo
Espiral de caderno	5	0,00
Tampa de garrafa	12	0,00
Bola de isopor	1	1,00
Palitos de churrasco	12	0,00
Cola tek bond	1	9,00
Tinta aquarela	5	25, 00
Pontas de palitos de churrasco (aproximadamente 2 cm cada)	22	0,00
Plaquinhas de madeira 5x5	8	0,00
Estilete	1	0,00
Pincel	1	0,00
Faca de mesa	1	0,00
		Total: 35,00

Fonte: autoria própria (2026).

Quadro 2 - Lista de materiais utilizados, quantidade e custo para a confecção do modelo didático dos tipos de cromossomos

Materiais utilizados	Quantidade	Custo
Arames de caderno	8	0,00
Bola de isopor	4	4,00
Cola tek bond	1	9,00

Tinta aquarela	2	10,00
Pincel	1	0,00
		Total: R$ 23,00

Fonte: autoria própria (2026).

Quadro 3 - Lista de materiais utilizados, quantidade e custo para a confecção do modelo didático do núcleo celular e suas representações

Materiais utilizados	Quantidade	Custo
Marmitex de isopor	1	0,00
Tinta aquarela	3	15,00
Miçangas redondas (6 mm)	20	0,00
Cola Tek Bond	1	9,00
Pote de hipoclorito de sódio (50ml)	1	0,00
Linha de crochê	30 cm	0,00
Folha de EVA com glitter	1	3,00
Arame de caderno (formato 102 mm x 152 mm)	1	0,00
		Total: 27,00

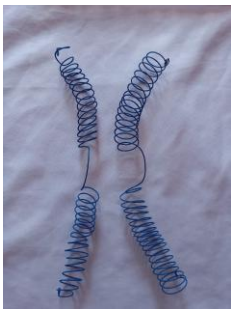
Fonte: autoria própria (2026).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Etapas para construção do modelo didático da molécula de DNA

Para o início da confecção do modelo didático, realizou-se a organização prévia dos materiais, em seguida, dois arames de caderno tiveram sua parte central esticada até atingir um comprimento que permitisse, posteriormente, o encaixe da bola de isopor. Esses arames foram então pintados com tinta aquarela da cor azul, utilizando- se um pincel na aquarela na cor azul.

Figura 1 - Arames que tiveram suas partes centrais esticadas e pintados de cor azul



Fonte: autoria própria (2026).

Nessa etapa, utilizou-se uma bola de isopor, que foi dividida ao meio com o auxílio de um estilete. Em seguida, a peça foi pintada na cor amarela, essa cor foi escolhida para que, durante a montagem do material, a estrutura apresentasse destaque visual.

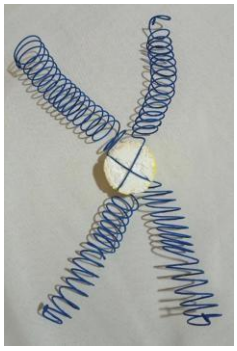
Figura 2 - Bola de isopor cortada ao meio e pintada na cor amarela, utilizada para representar a proteína histona.



Fonte: autoria própria (2026).

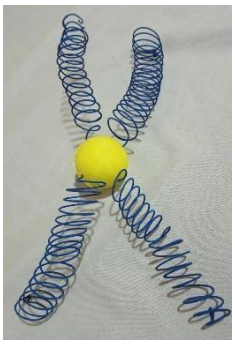
Após a secagem dos materiais, realizou-se pequenos cortes em uma parte da bola de isopor com um estilete, para que fosse possível o encaixe dos arames no material, em seguida, foi feito a colagem de ambas as partes da bola de isopor com o auxílio da cola Tek Bond, assim como está retratado na Figura 4.

Figura 3 - Encaixe dos arames na bola de isopor.



Fonte: autoria própria (2026).

Figura 4 - Colagem de ambas as partes da bola de isopor, para representação de um cromossomo condensado.

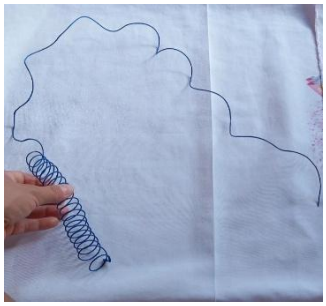


Fonte: autoria própria (2026).

3.2 Etapas da construção da fita de DNA enrolada nas proteínas histonas

Nesta etapa foi utilizado outros arames de caderno, dessa vez foi o material teve sua metade esticado, assim mostra a figura abaixo. Em seguida, o material foi pintado na cor azul aquarela.

Figura 5 - Arame esticado e pintado da cor azul.



Fonte: autoria própria (2026).

Em seguida, foram utilizadas 12 tampas de garrafa PET, que iriam caracterizar as proteínas histonas da molécula tridimensional, para isso elas foram pintadas na cor roxa. Após a pintura e a completa secagem do material, realizaram-se dois furos paralelos na lateral de cada tampa. Esses furos podem ser feitos com o auxílio de uma faca aquecida na chama do fogão, sendo recomendável que tenham dimensões maiores, a fim de facilitar o manuseio nas etapas posteriores.

Ressalta-se que o ideal é realizar os furos antes da pintura, para evitar danos à camada de tinta. No entanto, neste trabalho, os furos foram feitos após a pintura, pois inicialmente havia a intenção de colar as tampas. Posteriormente, optou-se pelo encaixe das tampas no arame, visando maior sustentação e durabilidade do material.

Após a pintura dos materiais, foi realizada a montagem do modelo. Para isso, as tampas de garrafa foram encaixadas na parte do arame previamente esticada. Nas últimas tampas, além do encaixe, o arame foi enrolado ao redor delas, com o objetivo de representar de forma mais fiel a fita de DNA enrolada às proteínas histonas, assim como está representado na Figura 5.

Figura 6 e 7 - Representação fiel da fita de DNA enrolada nas proteínas histonas.



Fonte: autoria própria (2026).



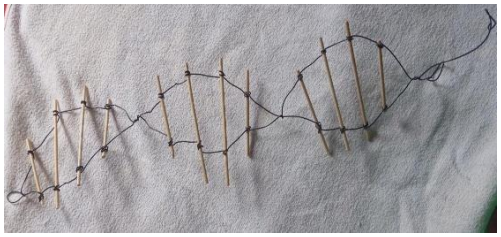
Fonte: autoria própria (2026).

3.3 Etapas da construção da fita de DNA

Nesta etapa, foram utilizados palitos de churrasco cortados com o auxílio de um estilete em tamanhos menores, os quais representaram as bases nitrogenadas (A, T, C e G) ligados às bases de hidrogênio. Inicialmente, o arame foi esticado, perdendo seu formato original, e posteriormente dobrado ao meio. Em seguida, o arame foi enrolado, e um palito foi fixado no arame através de duas voltas, como ilustra a Figura 7. Após esse procedimento, o arame foi novamente contorcido, repetindo-se o processo por mais duas

vezes, até atingir o formato ilustrado na Figura 7. Ressalta-se que os arames foram moldados manualmente até adquirirem um formato semelhante ao da estrutura da fita dupla hélice. Em seguida, após o arame alcançar a forma desejada, os palitos foram retirados, permitindo que o material fosse pintado, assim como os demais, na cor azul.

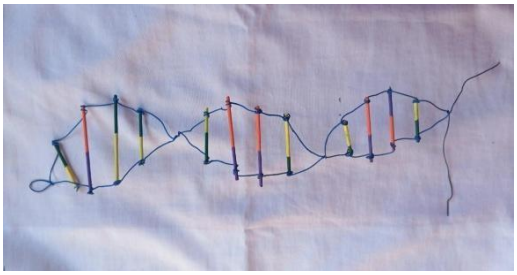
Figura 8 - Montagem completa dos palitos no arame para representação da molécula de DNA.



Fonte: autoria própria (2026).

Nesta etapa, foram utilizados os palitos retirados do arame após a sua modelagem, conforme ilustrado na figura acima. Com o auxílio de um pincel de artesanato, realizou-se a pintura dos palitos: seis foram pintados nas cores amarela e verde, representando as bases nitrogenadas adenina e timina, e os outros seis nas cores roxa e laranja, representando as bases citosina e guanina. Após a secagem do arame contorcido e dos palitos foi realizada novamente a montagem dos materiais. Para isso foi feito o encaixe dos palitos de forma aleatória e feito o corte das pontas dos palitos que passaram do arame.

Figura 9 - Encaixe dos palitos no arame, conferindo o formato o formato da molécula de DNA.



Fonte: autoria própria (2026).

Por ter sobrado uma extremidade dos arames foi aproveitado o material para mais quatro tampinhas de garrafa como mostra a figura abaixo. Ressalta-se que, após o encaixe das tampas de garrafa, as extremidades do arame devem ser dobradas para o interior da

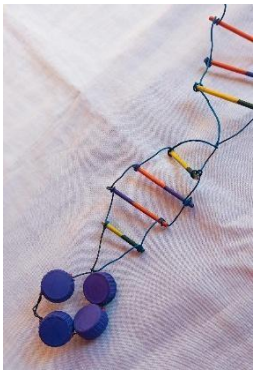
parte inferior das tampas, a fim de evitar acidentes durante o manuseio do material didático, conforme ilustrado na Figura 15.

Figura 10 - Extremidades do arame dobradas para o interior da parte inferior das tampas.



Fonte: autoria própria (2026).

Figura 11 - Encaixe de quatro tampas de garrafas que irão representar as histonas na fita de DNA.

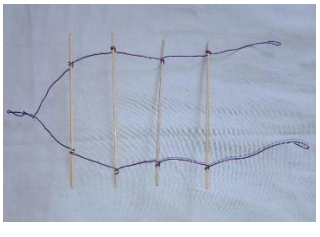


Fonte: autoria própria (2026).

5.6 Etapas da construção da fita de DNA três dimensões em Braille

Inicialmente foi feita a construção da fita de DNA utilizando basicamente o mesmo processo da etapa anterior. Foi utilizado um arame esticado e dobrado ao meio, em seguida, foi feita uma dobra em uma extremidade e fixado quatro palitos de churrasco sem as pontas, sempre dando duas voltas no arame em volta dos palitos para melhor sustentação, como ilustra a Figura 16.

Figura 12 - Montagem da representação da fita de DNA.



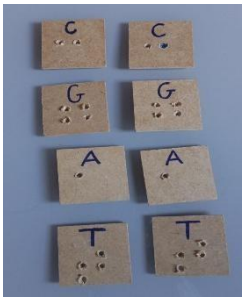
Fonte: autoria própria (2026).

Após a montagem da fita de DNA, os palitos foram retirados para possibilitar a pintura do material. Seguindo o mesmo padrão de cores adotado nas etapas anteriores, o arame foi pintado na cor azul. Dois palitos foram pintados nas cores amarela e verde, representando as bases nitrogenadas adenina e timina, enquanto os outros dois receberam as cores roxa e laranja, correspondentes às bases citosina e guanina. Após a secagem total dos materiais, a representação da fita de DNA foi montada novamente.

Nessa etapa, foram confeccionadas as plaquinhas que representaram as bases nitrogenadas. Para isso, utilizaram-se oito plaquinhas de madeira reutilizadas, com dimensões de 5 × 5 cm. Em duas plaquinhas foi escrita a letra A, representando a base nitrogenada adenina; em outras duas, a letra T, representando a timina; em mais duas, a letra C, correspondente à citosina; e, por fim, em duas plaquinhas foi escrita a letra G, representando a guanina, lembrando que as letras devem ser feitas grandes e de cor forte para facilitar a visualização de estudantes de baixa visão.

Como se trata de um trabalho dedicado ao ensino de deficientes visuais, foram feitas nas plaquinhas as letras de cada base nitrogenada em escrita braille, para isso foi feito a olho nu os pontinhos com uma caneta esferográfica para demarcar o local que seria feitos pequenos orifícios nas plaquinhas. Os furos foram feitos com uma faca de serra, assim como mostra a Figura 17.

Figura 13 - Escrita das letras que representa as bases nitrogenadas e perfuração da escrita braille.



Fonte: autoria própria (2026).

Ademais, foram utilizadas 22 pontas de palitos de madeira provenientes das etapas anteriores. Esses palitos foram inseridos nos furos previamente confeccionados nas plaquinhas. Para isso, quatro pontas foram pintadas na cor laranja, representando a letra C (citosina); duas foram pintadas de amarelo, correspondendo à letra A (adenina); oito receberam a cor roxa, representando a letra T (timina); e outras oito foram pintadas de verde, simbolizando a letra G (guanina), todas as letras na escrita em braille, como mostra a figura acima.

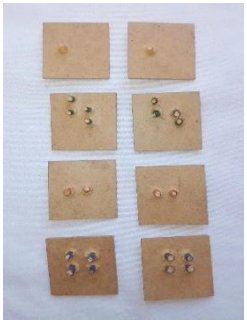
Figura 14 - Pintura das pontas dos palitos de picolé para representação da escrita em Braille.



Fonte: autoria própria (2026).

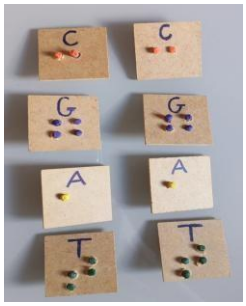
Em seguida, foi feita a montagem das plaquinhas. Com isso foi feito o encaixe das pontas dos palitos de madeira nos orifícios das plaquinhas, cada uma foi encaixado de acordo com a cor que representaria a escrita das letras das bases nitrogenadas. Ressalta-se que a parte das pontas da madeira foi utilizada com o objetivo de facilitar o encaixe dos palitos nas plaquinhas, mas após o encaixe foi feito o corte das pontas para evitar qualquer acidente durante o manuseio do material, como está retratado na Figura 14.

Figura 15 - Plaquinhas de madeira com as pontas dos palitos de madeira retiradas.



Fonte: autoria própria (2026).

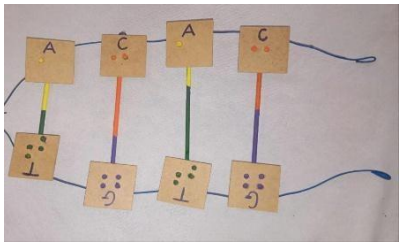
Figura 16 - Plaquinhas que representaram com as letras alfabéticas e em braille para representar a inicial das bases nitrogenadas.



Fonte: autoria própria (2026).

Ademais, realizou-se a etapa final de construção da fita de DNA, na qual as plaquinhas de madeira foram coladas nas extremidades dos palitos com o auxílio de cola quente. Cada plaquinha foi fixada em sua base correspondente, de modo que as plaquinhas identificadas com a letra A, referentes à base nitrogenada adenina, foram coladas nas porções dos palitos de cor amarela; as plaquinhas com a letra T, representando a timina, nos palitos de cor verde; as plaquinhas roxas com a letra G, correspondentes à guanina; e, por fim, as plaquinhas com a letra C, referentes à citosina, nos palitos de cor laranja. As mesmas cores foram utilizadas tanto na representação das bases nitrogenadas em braille quanto nos palitos correspondentes, a fim de manter um padrão visual e tornar o material didático mais organizado e esteticamente agradável.

Figura 17 - Montagem da fita de DNA com as iniciais das bases nitrogenadas em letra alfabética e em escrita Braille.



Fonte: autoria própria (2026).

Nesta etapa, realizou-se a junção final dos materiais confeccionados. Inicialmente, foi efetuada a união da representação do cromossomo com a fita de DNA que contém as proteínas histonas, confeccionadas a partir de garrafas PET. Para isso, o arame em espiral da fita de DNA foi encaixado em um dos braços do cromossomo. Dando continuidade à montagem da molécula, o arame da fita de DNA associada às histonas foi enrolado no arame de uma das extremidades da fita dupla de DNA, a qual possui quatro tampas de garrafa que representam as proteínas histonas.

Por fim, realizou-se a união da fita dupla de DNA à fita de DNA em três dimensões, por meio da enrolação das extremidades dos arames com o auxílio de um alicate, garantindo que as pontas permanecem bem dobradas, a fim de evitar possíveis acidentes durante o manuseio do material.

Figura 18 - Montagem final da molécula de DNA.



Fonte: autoria própria (2026).

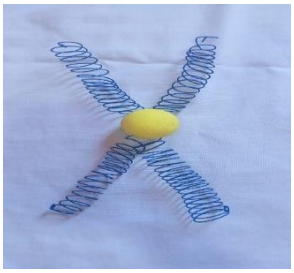
5.7 Etapas para construção do modelo didático dos tipos de cromossomos

Para dar início à construção dos quatro tipos de cromossomos, realizou-se a pintura de oito arames de caderno na cor azul e de quatro bolas de isopor, que foram divididas ao meio com o auxílio de um estilete e posteriormente pintadas na cor amarela, representando o centrômero dos cromossomos. Para cada tipo de cromossomo, foram utilizados dois arames e uma bola de isopor.

Considerando que se tratava de diferentes tipos de cromossomos, após a secagem da tinta, os arames foram esticados em posições distintas. No cromossomo do tipo metacêntrico, os dois arames foram esticados ao meio para o encaixe da bola de isopor, resultando em braços de tamanhos iguais. Para o cromossomo do tipo submetacêntrico, os arames foram esticados um pouco acima do centro, de modo que os braços ficassem com tamanhos diferentes. Já no cromossomo do tipo acrocêntrico, os arames foram esticados próximos a uma das extremidades, formando braços bastante desiguais. No cromossomo telocêntrico, a bola de isopor foi posicionada na extremidade dos arames, deixando um dos braços inexistentes.

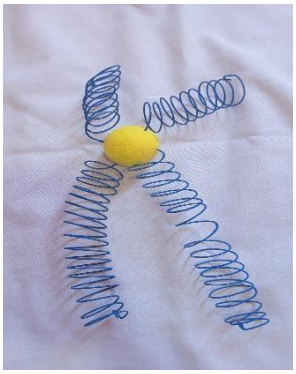
Para possibilitar o encaixe do isopor nos arames esticados, foram realizados pequenos cortes em uma das partes da bola de isopor com o auxílio de um estilete, conforme ilustrado na **Figura 3.** Em seguida, as duas partes da bola de isopor foram coladas com cola quente, finalizando a montagem do centrômero, assim como foi feito na **Figura 4**

Figura 19 - Representação do cromossomo Metacêntrico.



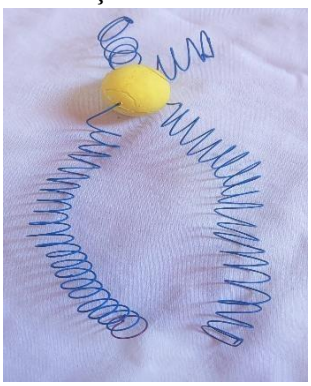
Fonte: autoria própria (2026).

Figura 20 - Representação do cromossomo Submetacêntrico.



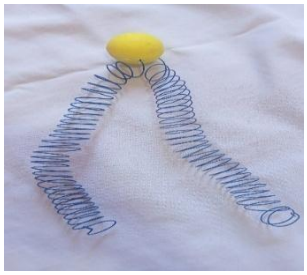
Fonte: autoria própria (2026).

Figura 21: Representação do cromossomo Acrocêntrico.



Fonte: autoria própria (2026).

Figura 22 - Representação do cromossomo Telocêntrico.



Fonte: autoria própria (2026).

5.8 Etapas para construção do modelo didático do núcleo celular

Para iniciar a construção do núcleo celular, foi realizada a pintura da parte externa de um marmitex de isopor na cor verde. Em seguida, foi utilizada a base do marmitex, onde foram coladas miçangas de forma aleatória por toda a superfície. Essas miçangas representam os ribossomos presentes na membrana externa do núcleo. Além disso, foram feitos diversos furos na base, que simbolizam os poros nucleares.

Figura 23 - A base do marmitex pintado na cor verde e recebeu a aplicação de miçangas e pequenos furos, que representam, respectivamente, os ribossomos e os poros nucleares.



Fonte: autoria própria (2026).

Em seguida, foi utilizado um frasco de hipoclorito de sódio, que foi cortado ao meio com o auxílio de uma faca de mesa. Após o corte, o frasco foi pintado na cor laranja, e deixado para secar, também foi feita a pintura do arame de caderno na cor azul.

Após a secagem, foi feito um orifício na tampa do refratório de isopor, com tamanho suficiente para encaixar o frasco cortado, que representa o nucléolo do núcleo celular. Em seguida, um arame foi cortado ao meio e colado na tampa em formato de “X”, simbolizando o cromossomo. Além disso, também foi fixada uma linha de crochê sobre a tampa, representando a cromátide, ou seja, o cromossomo em seu estado descondensado. Por fim, foi utilizado papel EVA com glitter para cobrir o contorno da tampa do marmitex. Esse material foi escolhido por possuir uma textura rugosa, diferenciando-se do restante da tampa e representando o envoltório nuclear.

Figura 24 - Representação do núcleo celular.



Fonte: autoria própria (2026).

5.9 Sequência didática para a utilização dos modelos didáticos

A sequência didática é uma ferramenta pedagógica organizada em atividades planejadas em torno de um determinado conteúdo ou tema, permitindo que os alunos avancem gradativamente na aprendizagem. Sua organização favorece a integração entre teoria e prática, contribuindo para a consolidação dos conhecimentos e para o desenvolvimento das habilidades previstas nos objetivos educacionais, como colocado por Lima, p.153, (2018):

> Por meio da sequência didática, o docente que tenha fragilidade em algum conhecimento pode ter a oportunidade de adquiri-lo enquanto se prepara para lecionar tal tema. A sequência didática vem como uma sugestão da ação pedagógica. A todo momento, o docente pode intervir para a melhoria no processo ensino e aprendizagem, oportunizando situações para que o educando assuma uma postura reflexiva e se torne sujeito do processo de ensino e aprendizagem.

Segundo Zabala (1998), a sequência didática é caracterizada pela organização de atividades que possuem início, desenvolvimento e conclusão, permitindo que o aluno construa conhecimentos de forma gradual e significativa. Nesse sentido, foi elaborada uma sequência didática (quadro 4) para orientar os professores a utilizar os modelos didáticos sobre o núcleo celular. A proposta evidencia a importância de adaptações metodológicas no ensino de citologia, no qual na maioria das vezes são apresentados de forma altamente visual, o que pode dificultar a aprendizagem de estudantes cegos ou com baixa visão. O envolvimento nas atividades utilizando modelos didáticos pode auxiliar a melhora em obter e assimilar as informações em comparação aos métodos tradicionais (Rotbain; Marbach-Ad; Stavy, 2006).

A sequência didática apresenta os conteúdos que serão trabalhados durante a execução da sequência didática, o tempo previsto para sua realização, os objetivos de aprendizagem, os materiais necessários, às atividades propostas e as formas de avaliação em cada etapa. O ensino do núcleo celular é incluído na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) na área de ciências da natureza, especificamente no ensino fundamental e no ensino médio.

Quadro 4 - Sequência didática para utilização dos modelos didáticos para o ensino inclusivo do núcleo celular

Apresentação A sequência didática destina-se aos estudantes da 1ª série do Ensino Médio, com o objetivo de promover a inclusão de alunos com deficiência visual nas aulas sobre o núcleo celular. Por meio da utilização de modelos didáticos táteis, os estudantes poderão compreender a morfologia e a funcionalidade do núcleo celular, além de relacionar essa organela às atividades celulares e aos processos de hereditariedade.
Autor: Anna Márcia de Oliveira
Disciplina: Biologia
Série: 1ª Série do Ensino Médio
Aulas previstas: 4 aulas/ 50 minutos cada
Tema: Núcleo Celular
Conteúdos ● Descoberta e importância do núcleo celular; ● Composição do núcleo; ● Tipos de cromossomos; ● Cromossomos homólogos e sexuais.
Objetivos ● Entender a descoberta e importância do núcleo celular; ● Identificar as principais estruturas do núcleo celular (carioteca, nucléolo, cromatina), utilizando recursos táteis e descrições orais detalhadas; ● Compreender a função do núcleo na organização e controle das atividades celulares,

relacionando-o ao material genético;

- Diferenciar cromatina e cromossomos, com apoio de modelos didáticos táteis;
- Assimilar os quatro tipos de cromossomos;
- Compreender a organização cromossômica humana, diferenciando cromossomos homólogos, autossomos e sexuais;
- Desenvolver a autonomia na construção do conhecimento por meio de estratégias inclusivas, como uso de audiodescrição e utilização de modelos didáticos;
- Promover a participação ativa de todos os estudantes, respeitando diferentes formas de percepção e aprendizagem.

Habilidades e competências

- EM13CNT201: Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostas em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias cientificas aceitas atualmente
- EM13CNT202: Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e realidade virtual, entre outros).

Conhecimentos prévios necessários

- Conceito de célula como unidade básica da vida;
- Diferença entre célula eucariontes e eucariontes;
- Função geral das organelas celulares;
- Ideia de hereditariedade e transmissão de características.

Aula 1 e 2

Assunto: Núcleo Celular

Duração: 1 h e 40 minutos

Desenvolvimento

O tema será iniciado com uma dinâmica de autodescrição, no qual o professor orientará os alunos a explorar o próprio corpo por meio do tato, percebendo características individuais. Os estudantes deverão: tocar o tamanho das próprias mãos; perceber o formato dos dedos; tocar a textura do cabelo; perceber o tamanho dos braços; comparar a espessura dos dedos; observar o formato do rosto e perceber características da própria voz.

Logo em seguida, o professor irá explicar que todas essas características são determinadas por informações que existem dentro das nossas células em uma estrutura chamada de núcleo celular.

Em seguida, será apresentado uma representação do núcleo celular, nesse momento os estudantes poderão explorar, por meio do tato as diferentes texturas, em caso de alunos com baixa visão os discentes poderiam observar as cores vibrantes enquanto sentem a textura das partes externas e internas do modelo, facilitando a diferenciação das estruturas trabalhadas. Enquanto isso, o professor explica oralmente como se deu a descoberta do núcleo e sua importância, destacando o papel de armazenar o DNA, controlar as atividades celulares; participa da divisão celular e transmissão das características hereditárias.

Logo após, o professor fará uma audiodescrição detalhada das principais estruturas do núcleo celular, como os poros nucleares, os ribossomos, o nucléolo, a carioteca e a cromatina. Nesse momento será apresentado a localização, forma e função de cada estrutura.

Após a apresentação, o professor fará perguntas aos alunos sobre a localização de cada estrutura, incentivando-os a identificá-las no modelo didático. Além disso, o professor poderá citar diferentes funções celulares para que os estudantes relacionem cada função à estrutura correspondente do núcleo, por exemplo “Uma camada que envolve o núcleo, semelhante a uma cápsula protetora.”

Avaliação

- Avaliação diagnóstica, formativa e participativa;
- Analisar a participação dos alunos da dinâmica proposta;
- Identificação tátil das estruturas do núcleo celular no modelo didático;
- Associação correta entre estrutura e função celular durante os questionamentos orais;
- Desenvolvimento da autonomia e da participação durante o manuseio dos modelos didáticos.

Aula 3

Assunto: Cromatina e cromossomos

Duração: 50 minutos

Desenvolvimento

Nesta aula o professor deve questionar aos alunos sobre a diferença estrutural entre o cromossomo e a cromatina, focando nos diferentes níveis de condensação do DNA em cada estado. Para auxiliar na resposta, será apresentado um modelo didático da molécula de DNA.

Durante a exploração tátil e descritiva do material, os estudantes poderão compreender a arquitetura da molécula.

Ao final da atividade, o docente solicitará que os alunos localizem componentes específicos no modelo, como as proteínas histonas e as bases nitrogenadas. Utilizando as etiquetas em Braille, eles deverão identificar cada base e indicar corretamente o seu par correspondente.

Avaliação

- Avaliação diagnóstica, formativa e participativa;
- Diferenciação entre cromatina e cromossomo, considerando os níveis de condensação do DNA;
- Exploração e compreensão da estrutura da molécula de DNA por meio do modelo tátil;
- Identificação das bases nitrogenadas utilizando etiquetas em Braille;
- Reconhecimento correto dos pares complementares das bases nitrogenadas;
- Desenvolvimento da autonomia e da participação durante o manuseio dos modelos didáticos;
- Observação da compreensão dos conteúdos por meio de perguntas orais e desafios de identificação.

Aula 4

Assunto: Os cromossomos

Duração: 50 minutos

Desenvolvimento

Nesta aula o professor entregará aos alunos a representação de um cromossomo metacêntrico, nesse momento o docente deve explicar cada parte do cromossomo, como também pedir que os estudantes observem a posição do centrômero, incentivando os alunos a identificar que a estrutura está posicionada ao meio em ambos os cromossomos, e assim explicar que sua nomenclatura se deve justamente a posição central do centrômero.

Após esse momento o professor deve questionar os alunos se eles acreditam que todos os cromossomos estão presentes na célula tem esta mesma estrutura. Na sequência, os demais tipos de cromossomos serão apresentados por meio de suas representações físicas, destacando-se a relação entre o nome e a localização do centrômero em cada um.

Durante a explicação, o professor deve destacar que as características dos alunos são determinadas por pares de cromossomos homólogos, sendo um herdado da mãe e outro do pai. Cabe ressaltar que cada espécie possui um número específico de cromossomos em suas células. No caso dos seres humanos, há um total de 46 cromossomos organizados em 23 pares. Por fim, deve-se enfatizar que um desses pares é composto pelos cromossomos sexuais, responsáveis pela determinação do sexo biológico de cada indivíduo.

Para consolidar o aprendizado, o docente propõe um desafio de identificação, solicitando que os alunos localizem modelos específicos entre as opções apresentadas, como, por exemplo, o cromossomo submetacêntrico.

Avaliação

- Avaliação diagnóstica, formativa e participativa;
- Identificação dos diferentes tipos de cromossomos de acordo com a posição do centrômero.
- Desenvolvimento da autonomia e da participação durante o manuseio dos modelos didáticos.
- Observação da compreensão dos conteúdos por meio de perguntas orais e desafios de identificação.

Materiais utilizados

- Modelo tátil do núcleo celular;
- Representações táteis de cromossomos;
- Modelo didático da molécula de DNA.

Referências

CATANI, André et al. **Ser protagonista: biologia**, 1º ano: ensino médio. 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.

SANTOS, Kelly Cristina dos; PAULA, Angélica Alves de; FERRARO, Ana Carolina Navarro dos Santos; OGO, Marcela Yaemi. **Biologia por toda parte**: Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química). 1. ed. São Paulo: FTD, 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

Fonte: elaborado pela autora (2026).

A produção de modelos didáticos relacionados ao ensino do núcleo celular para estudantes deficientes visuais constitui uma importante estratégia de inclusão educacional.

A proposta fundamenta-se nos princípios da educação inclusiva, assegurados pela legislação educacional brasileira, que defendem o direito de todos os estudantes ao acesso ao conhecimento em igualdade de condições. Nesse sentido, ‘a educação inclusiva constitui um paradigma educacional fundamentado na concepção de direitos humanos, que conjuga igualdade e diferença como valores indissociáveis’ (Brasil, 2008).”

A utilização de materiais recicláveis e de baixo custo para a construção dos modelos didáticos demonstra que práticas inclusivas podem ser desenvolvidas mesmo em contextos escolares com poucos recursos financeiros, tornando possível a elaboração de recursos pedagógicos acessíveis, permitindo estudantes com deficiência visual participe ativamente das aulas e construa conhecimentos por meio da exploração tátil e sensorial dos modelos. Corroborando essa perspectiva, Oliveira e Marques demonstraram que a elaboração de modelos didáticos com materiais de baixo custo pode favorecer significativamente a aprendizagem dos estudantes. Após a aplicação dos recursos produzidos, os autores observaram resultados positivos, evidenciando o potencial desses materiais como ferramentas acessíveis e eficazes para o ensino inclusivo de Biologia.

A proposta evidencia a importância de adaptações metodológicas no ensino de citologia, no qual na maioria das vezes são apresentados de forma altamente visual, o que pode dificultar a aprendizagem de estudantes cegos ou com baixa visão. O envolvimento nas atividades utilizando modelos didáticos pode auxiliar a melhora em obter e assimilar as informações em comparação aos métodos tradicionais (Rotbain; Marbach-Ad; Stavy, 2006).

A sequência didática desenvolvida torna possível que os alunos analisem a descoberta do núcleo celular e compreendam a evolução dos conhecimentos científicos relacionados à célula e ao material genético. Ao discutir a função do núcleo, a organização cromossômica e a hereditariedade, os alunos entram em contato com representações de modelos científicos construídos historicamente para explicar os processos biológicos relacionados à vida. A proposta permite que os estudantes compreendam diferentes níveis de organização do material genético e reconheçam como os avanços científicos contribuíram para o entendimento da célula.

Ainda, ao longo de toda a sequência didática por meio da análise das estruturas celulares e cromossômicas em diferentes níveis de organização biológica é possível que os alunos compreendam como o núcleo celular atua no controle das atividades celulares e na transmissão das características hereditárias. O uso de modelos didáticos táteis funciona

como tecnologia assistiva e recurso pedagógico inclusivo, promovendo acessibilidade ao conteúdo científico.

Considerando os aspectos descritos anteriormente, verifica-se que as habilidades propostas na sequência didática foram contempladas de maneira satisfatória. As estratégias metodológicas adotadas e os recursos utilizados possibilitam a construção do conhecimento, a participação ativa dos estudantes e o alcance dos objetivos de aprendizagem estabelecidos.

Além do alinhamento da BNCC, a sequência didática também foi elaborada de acordo com os princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que propõe a criação de práticas pedagógicas acessíveis para todos os estudantes. Segundo o CAST (2018), o DUA orienta que a prática pedagógica deve "proporcionar múltiplos meios de engajamento, de representação e de ação e expressão", favorecendo a construção de propostas flexíveis que atendam às diferentes necessidades de aprendizagem.

O primeiro princípio do DUA, relacionado aos múltiplos meios de representação, foi contemplado através da utilização de modelos táteis, audiodescrição, explicações orais e materiais com diferentes texturas e cores vibrantes. Essas estratégias permitem que o conteúdo seja apresentado de diferentes formas, ampliando o acesso à informação.

O segundo princípio, referente aos múltiplos meios de ação e expressão, evidencia-se quando os estudantes participam ativamente das atividades práticas, exploram os modelos, identificam estruturas, respondem aos desafios propostos e demonstram sua aprendizagem por meio da interação com os materiais didáticos.

Já o terceiro princípio do DUA, ligado aos múltiplos meios de engajamento, é desenvolvido por meio das dinâmicas de exploração corporal, dos desafios investigativos e das atividades colaborativas. Essas estratégias tornam as aulas mais motivadoras, favorecendo a participação de todos os alunos e estimulando o interesse pelo conteúdo. Portanto, a sequência didática proposta não se limita apenas à adaptação de conteúdo para estudantes com deficiência visual, mas representa uma prática pedagógica inclusiva que beneficia toda a turma, promovendo acessibilidade, participação e equidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante disso, pode-se observar que os modelos didáticos são ferramentas capazes de tornar o ensino de citologia mais acessível, significativo e inclusivo. A construção dos modelos táteis do núcleo celular demonstrou o potencial desses recursos para favorecer a compreensão de estruturas microscópicas e conceitos abstratos, representados por diferentes materiais e texturas, possibilitando melhor compreensão do tema estudado. Durante o processo de construção, observou-se a riqueza de detalhes exigidas pelos modelos, demandando maior dedicação em algumas etapas, especialmente na representação da molécula de DNA. Contudo, destaca-se que se trata de recursos simples de produzir e de alta durabilidade, além de possuírem potencial de aplicação em diversas áreas da biologia.

Este trabalho reforça que a utilização de modelos didáticos favorece a aprendizagem de conteúdos biológicos complexos e contribui para a redução das barreiras que dificultam o acesso ao conhecimento. Embora avanços significativos tenham sido alcançados, ainda se faz necessário o desenvolvimento de novas pesquisas e práticas voltadas à temática, para fortalecer a promoção do ensino equitativo e de qualidade.

A sequência didática foi planejada para possibilitar a utilização dos recursos táteis confeccionados de forma que atendam às diferentes necessidades dos estudantes, promovendo a participação, o engajamento e a construção do conhecimento pelos alunos com deficiência visual. Contudo, destaca-se que a sequência didática elaborada não foi aplicada em contexto escolar durante a realização deste estudo. Dessa forma, recomenda-se que pesquisas futuras realizem sua implementação e avaliação prática junto aos estudantes, especialmente aqueles com deficiência visual, a fim de validar sua eficácia e identificar possíveis adequações.

Por fim, espera-se que este trabalho possa contribuir para a reflexão sobre práticas pedagógicas mais inclusivas e incentivar a produção e utilização de recursos didáticos acessíveis, fortalecendo o compromisso da educação com a aprendizagem de todos os estudantes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Edilson Araujo de. **Elaboração de materiais didáticos de baixo custo para o ensino de DNA e RNA**. 2018. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20612/1/elaboracaomateriaisdidaticosbaixo.pdf. Acesso em: 11 abr. 2026.

ARAÚJO-JORGE, T. C. *et al.* Microscopy images as interactive tools in cell modeling and cell biology education. **Biology Education**, v.3, p. 99-110, 2004. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15257338/. Acesso em: 26 maio 2026.

BARBOSA, A. C. C.; SILVA, C. R. JÚNIOR, J. F. L.; LIMA, P. V.; MENEZES, C. S. Produção de materiais didáticos inclusivos no âmbito das atividades de um projeto de extensão**. Revista Semana Pedagógica**, v. 1, n.1, 2019. ISSN 2595-1572 (*on line*). Link: https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistasemanapedagogica/article/view/243297. Acesso em: 13.jun.2026.

BORGES, J. A. de S. Inclusão e acessibilidade: contribuição ao Programa Nacional Escolas Sustentáveis. Ambientalmente Sustentável, n. 15-16, p. 83-92, 2014.

BRAGA, C. M. D. S.; FERREIRA, L.B.M.; GASTAL, M. L. A. O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2009. Disponível em: https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/1463.pdf. Acesso em: 01 abr. 2026.

BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). **Diário Oficial da União,** Brasília, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso: 28 maio.2026.

_____. Ministério da Educação. Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Casa Civil**, Brasília, 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 21 maio.2026.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Grafia Química Braille para uso no Brasil**. 3ª ed. Brasília: SECADI, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/ibc/pt-br/pesquisa-e-tecnologia/materiais-especializados-1/livros-em-braille-1/o-sistema-braille-arquivos/grafia-quimica-braille-para-uso-no-brasil-pdf.pdf. Acesso em:04 jun.2026.

_____, Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Adaptações Curriculares. Estratégias para a Educação de alunos com necessidades educacionais especiais. Brasília, 1998. Disponível em: https://gedh-uerj.pro.br/wp-content/uploads/tainacan-items/14699/25168/1998_MEC_Parametro_Curricular_Nacional_Adaptacao_Curricular_Necessidade_Educacional_Especial.pdf. Acesso em: 30 maio 2026.

CARDINALI, S. M. M; FERREIRA, A. C. A aprendizagem da célula pelos estudantes cegos utilizando modelos tridimensionais: um desafio ético. **Benjamin Constant,** Rio de Janeiro, v. 46, p. 5-12, 2010. Disponível em: https://revista.ibc.gov.br/index.php/BC/article/view/423. Acesso em 20 maio.2026.

CARNEVALE, Maíra Rosa. **Jornadas. Cie** – Ciências. 7º Ano do Ensino Fundamental II – 2ª Ed. Saraiva, 2012.

CAST. **Universal Design for Learning Guidelines version** 2.2. Wakefield, MA: CAST, 2018. Disponível em: https://udlguidelines.cast.org/static/udlg2.2-text-a11y.pdf). Acesso em: 20 mai. 2026. Disponível em: https://udlguidelines.cast.org/static/udlg2.2-text-a11y.pdf. Acesso em: 04.jun.2026.

CERQUEIRA, J. B. *et al.;* **Grafia braile para a língua portuguesa**; Brasília; 2006. Disponível em: https://www.gov.br/ibc/pt-br/pesquisa-e-tecnologia/materiais-especializados-1/livros-em-braille-1/o-sistema-braille-arquivos/grafia-braille-para-a-lingua-portuguesa-pdf.pdf. Acesso em: 28. maio.2026.

CORRENT, N. Da antiguidade à contemporaneidade: a deficiência e suas concepções. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, ano MMXIV, n. 000089, 2016. Disponível em: https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/nikolas_corrent_educacao_especial.pdf. Acesso em: 12.jun.2026.

COUTINHO, C.; MIRANDA, A. C. G. Formação inicial de professores de Ciências da Natureza: relatos de uma prática docente diferenciada**. Revista Insignare Scientia**, v. 2, n. 2, p. 221-231, 2019. Disponível em: https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/10876/7219. Acesso em: 10.abr. 2026.

DE SOUZA, Salete Eduardo. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. *In:* I Encontro de Pesquisa em Educação, IV Jornada de Prática de Ensino, XIII Semana de Pedagogia da UEM: "Infância e Práticas Educativas", **Anais**. Maringá, PR, 2007. p, 110-114. Disponível em: https://www.yumpu.com/pt/document/view/15823482/artigo-mudi-uem#google_vignette https://. Acesso em: 03.abr.2026.

DEFENDI, Edson Luiz. **O livro, a leitura e a pessoa com deficiência visual**. São Paulo: Fundação leitura e a pessoa com deficiência visual. São Paulo: Fundação Dorina Nowill para Cegos, 2011. 56 p. (Série Dorina Nowill).

DORNELES, C. M. **A concepção dos professores sobre in/exclusão de estudantes com deficiência visual na educação básica. 2014**. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, 2014. Disponível em: https://www.serie-estudos.ucdb.br/serie-estudos/article/view/801/673. Acesso em: 29. abril.2026.

GERPER, L. Modelos didáticos para o ensino de Biologia e Saúde: produzindo e dando acesso ao saber científico. **Educação Pública**, v. 20, n. 15, p. 1-5, 2020. Disponível em: https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/15/modelos-didaticos-para-o-ensino-de-

biologia-e-saude-produzindo-e-dando-acesso-ao-saber-cientifico. Acesso em: 01.abr.2026.

GONÇALVES, T. M. Construindo um modelo didático 3D de baixo custo para facilitar a aprendizagem da membrana plasmática no Ensino Médio e Fundamental. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 5, p. e3510514541, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i5.14541.Disponivel em: https://rsdjournal.org/rsd/article/view/14541/13102. Acesso em: 12.jun. 2026..

GONÇALVES, T.M. A guerra imunológica das células contra os patógenos: a proposta de um modelo didático tridimensional de baixo custo para simulação da resposta imune celular mediada por linfócitos TCD8 +. **Brazilian Journal of Development,** Curitiba, v. 7, n. 1, 4854-4860, p.,2021. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/23099. Acesso em: 09.abr.2026.

GUIJARRO, M. R. B. Inclusão: um desafio para os sistemas educacionais. *In:* BLANCO, R. *et al* **Ensaios pedagógicos**: construindo escolas inclusivas. Brasília: MEC, 2005. p. 7-14. Disponível em: https://gedh-uerj.pro.br/documentos/ensaios-pedagogicos-construindo-escolas-inclusivas/. Acesso em.26 maior 2026.

KUPSKE, C. e HERMEL, E. E. S. Concepções sobre biologia celular de alunos ingressantes em um curso de licenciatura em ciências biológicas. **Anais.**..III Congresso Internacional de Educação Cientifica e Tecnológica (CIECITEC), 2015, Santo Ângelo, RS. Anais do III Congresso Internacional de Educação Cientifica e Tecnológica. Santo Ângelo: URI, 2015.v.3.

LACERDA, C. B F. **A inclusão escolar de alunos surdos: o que dizem alunos, professores e intérpretes sobre esta experiência**. Campinas, vol. 26, n. 69, p. 163-184, 2006. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20705/3/MD_EDUMTE_II_2012_32.pdf . Acesso em: 10.jun.2026.

LINHARES, I.; TASCHETTO, O.M. A citologia no ensino fundamental**.** *In:* Bergmann, S.R.; França, V.F.; Santos, W.T. (Org.). **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**. 1ed. Curitiba: SEED, 2011, v.1, p.1-25. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1899-8.pdf>. Acesso em: 30.abr.2026.

LAGUNA, J.C. **A utilização de diferentes recursos pedagógicos como auxílio na aprendizagem de alunos com deficiência visual**. 2012. 35 f. Monografia (Especialista em Educação). Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/20705/3/MD_EDUMTE_II_2012_32.pdf . Acesso em: 03. jun. 2026.

LIBÂNEO, José Carlos. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994. Disponível em: https://ria.ufrn.br/. Acesso em: 02.abr. 2026.

LIBARDI, Helena *et al.* Pibid e a educação inclusiva de alunos com deficiência visual: materiais manipulativos e linguagem matemática para o ensino de ciências. *In:* VIII

Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais,** 2011. Disponível em: https://abrapec.net/. Acesso em:13.jun.2026.

LIMA, G.P.S; TEIXEIRA, P.M.M. Análise de uma sequência didática de Citologia baseada no movimento CTS. *In:* VIII ENPEC, Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, **Anais**, 2015. Disponível em: https://abrapec.net/. Acesso em: 10. maio.2026.

LIMA, M. C. B; CASTRO, G. F. Formação inicial de professores de física: a questão da inclusão de alunos com deficiências visuais no ensino regular. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 81-98, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-73132012000100006. Acesso em: 16. maio.2026.

MACEDO, J. P. C. et al. A eficiência no uso do modelo tridimensional da célula animal no ensino de Biologia Celular para deficientes visuais. **Brazilian Journal of Development,** São José dos Pinhais-PR, v. 7, n. 6, p. 61710-61721, 2021. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/31729. Acesso em:22. maio.2026.

MARTINS, M. M. M. de C.; CAVALCANTE, M. M. D. Os Saberes que os Licenciandos Mobilizam Para a Elaboração de Metodologias de Ensino de Biologia: uma experiência formativa no âmbito do PIBID**.** *In*: Congresso Ibero-Americano de Docência Universitária: "o envolvimento estudantil", 10., 2019, Porto Alegre, RS. **Anais...**Porto Alegre, RS: EDIPUCRS, 2019. Disponível em: https://editora.pucrs.br/edipucrs/acessolivre/anais/cidu/assets/edicoes/2018/arquivos/269.pdf. Acesso em: 10.jun.2026.

NEIVA. L. S; DE SIQUEIRA, A. E.; DE MATTOS J. C. P. Tateando a célula: produção de modelo tátil no ensino de Biologia para alunos com deficiência visual. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 21, n. 2, p. 151–163, 2023. Disponível em: https://bioquimica.org.br/index.php/REB/article/view/1042/834. Acesso em:01.jun.2026.

OLIVEIRA, Arqueza Benicia de. **Proposta de modelo didático sobre ácidos nucléicos para utilização no ensino médio**. Vitória de Santo Antão, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Licenciatura em Ciências Biológicas. Disponível em: https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/53070/1/organized%20%283%29.pdf. Acesso em: 12 abr. 2026.

OLIVEIRA, E. M.; STOLLAR, H. L. F.; MORAES, K. C. M. Tornando o ensino de ciências (Biologia Celular) mais dinâmico e eficaz através de atividades práticas. *In:* Encontro Latino-Americano de Iniciação Científica, São José dos Campos, **Anais**, 2009. Disponível em: https://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/biomotriz/article/view/575/458. Acesso: 16 maio.2026.

OLIVEIRA, Thamires Gabrielly da Costa; MARQUES, Regina Célia Pereira. Utilização de modelos didáticos no ensino de biologia e o processo de inclusão na cidade de Apodi-RN. *In:* CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 3., 2016, Campina Grande. **Anais [...]** Campina Grande: Realize Editora, 2016. Disponível em:

https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2016/TRABALHO_EV056_MD1_SA14_ID1697_13072016173441.pdf. Acesso em: 12 jun. 2026.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Relatório sobre deficiência visual.** 2021. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment. Acesso em: 12.jun.2026.

ORLANDO, T. C. *et al.* Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1–17, 2009. DOI: 10.16923/reb.v7i1.33. Disponível em: https://www.bdc.ib.unicamp.br/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=535. Acesso em: 18 jun. 2026.

MEDLINEPLUS. **Teste genético de cariótipo**. Bethesda: U.S. National Library of Medicine, 2025. Disponível em: https://medlineplus.gov/lab-tests/karyotype-genetic-test/. Acesso em: 12 jun. 2026.

NELSON, Loui Lord. **Design and Deliver: planning and teaching using universal design for learning.** Paul H. Brookes Publishing Co., 2014. 539 p Disponivel em: https://brookespublishing.com/wp-content/uploads/2021/06/nelson-design-and-deliver.pdf?srsltid=AfmBOoqUK0OKg26PEuMRGeCeUDjR_6qDUpZVzpl0VSPs45ScY_RFG7nu. Acesso em: 01.maio.2026.

PAULA, Tatiane Estácio de; GUIMARÃES, Orliney Maciel; SILVA, Camila Silveira da. Necessidades formativas de professores de química para a inclusão de alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,** v. 17, n. 3, p. 853-881, 2017. ISSN: 1984-2686. Disponível em: https:// seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/3519/7930. Acesso em: 11.jun.2026.

PERNAMBUCO, Secretaria de Educação. **Educação inclusiva:** múltiplos olhares**.** Recife: Secretaria de Educação, 2015. Disponível em: https://pt.scribd.com/archive/plans?doc=674791467&metadata=%7B%22context%22%3A%22archive_view_restricted%22%2C%22page%22%3A%22read%22%2C%22action%22%3A%22download%22%2C%22logged_in%22%3Atrue%2C%22platform%22%3A%22web%22%7D. Acesso em: 01.jun.2026.

REECE, Jane B.*et. al.* **Biologia de Campbell.** 10. Ed. Porto Alegre: Artmed,2015.

ROGALSKI, Solange Menin, Histórico do surgimento da educação especial, **Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai**, v.5, n.12, julho/dez. 2010. Disponível em: https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/download/622/887/0. Acesso em: 26.maio 2026.

ROTBAIN, Yosi; MARBACH-AD, Gili; STAVY, Ruth. Effect of bead and illustrations models on high school students' achievement in molecular genetics. Journal of Research in Science Teaching: **The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching**, v. 43, n. 5, p. 500-529, 2006. Disponível em: https://www.edutopia.org/package/how-learning-happens-instructional-shifts?gad_source=1&gad_campaignid=21692035626&gclid=Cj0KCQjw3K7RBhDJARI

sAKRtP5SZ67mlWNfGJ5rbhelDklT-EFAWPpcwLgzmfEfzwjAzCEqHikLwFs0aAt3ZEALw_wcB. Acesso em: 10.jun. 2026.

SANT'ANA, I. M. Educação Inclusiva: concepções de professores e diretores**. Maringá,** v. 10, n. 2, p. 227-234, 2005. Disponível em:https://www.scielo.br/j/pe/a/TGkrQ6M6vvXQqwjvLmTFrGw/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 27. maio.2026.

SILVA, E.L.; BEJARANO, N.R.R. As tendências das sequências didáticas de ensino desenvolvidas por professores em formação nas disciplinas de estágio supervisionado das Universidades Federal de Sergipe e Federal da Bahia. *In:*IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, **nº extra,** p. 942- 1948, Girona, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/48185/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Jackson%20Atos%20Ferreira%20de%20Souza.pdf. Acesso em: 10.jun.2026.

SILVA, T. S.; LANDIM, M. F.; SOUZA, V. R. M. S. A utilização de recursos didáticos no processo de ensino e aprendizagem de ciências de alunos com deficiência visual. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências**. v. 13, n. 1, p. 32-47, 2014. Disponível em: https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_1_3_ex710.pdf. Acesso em:05.jun.2026.

SOUZA, J. P. P. de *et al.* Uso de jogos e modelos didáticos em Biologia: uma proposta para consolidar conteúdos sobre micro-organismos. *In:* Congresso Internacional de Educação no Brasil, 4., 2013, Porto Seguro. BA. **Anais [...]**Porto Seguro: CIDEB, 2013. Acesso em: 15 abr. 2026.

VIGÁRIO, A F; CICILLINI, G.A. Os saberes e a trama do ensino de Biologia celular no ensino médio. **Ciência & Educação**, v. 25 n. 1, p. 57-74. 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/szjBnyF8ympXvPZ6rmpBL5H/?lang=pt. Acesso em: 10 jun.2026.

VITALIANO, C. R. V.; MANZINI, E. J. A formação inicial de professores para a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais. *In:* VITALIANO, C. R. **Formação de professor para a inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais**. Eduel: Londrina, 2010, p. 50-112. Disponível em: https://acervodigital.educacao.pr.gov.br/pages/download.php?direct=1&noattach=true&ref=43265&ext=pdf&k=. Acesso em: 01jun.2026.

XAVIER, J. **Deficiência visual atinge cerca de 1,4 milhão de crianças no mundo**. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), jun., 2017. Disponível e: https://fiocruz.br/noticia/2017/06/deficiencia-visual-atinge-cerca-de-14-milhao-de-criancas-no-mundo. Acesso em: 26. maio.2026.

ZERBATO, A. P.; MENDES, E. G. **Desenho Universal para a aprendizagem:** conceitos, princípios e práticas na educação inclusiva. São Carlos: EdUFSCar, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ep/a/XrThMT5Hhn6D9CSqcn3HHSM/?lang=pt&format=pdf.Acesso em: 22. maio.2026.

Cópia de documento digital impresso por AGNALDO OLIVEIRA (3317454) em 25/11/2026 07:24.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
Campus Princesa Isabel - Código INEP: 25282930
Br 426, S/N, Zona Rural / Sítio Barro Vermelho, CEP 58755-000, Princesa Isabel (PB)
CNPJ: 10.783.898/0007-60 - Telefone: (83) 3065.4901

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de TCC

Assunto:	Entrega de TCC
Assinado por:	Anna Marcia
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Anna Marcia de Oliveira**, **DISCENTE (202214020008) DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CAMPUS PRINCESA ISABEL**, em 24/11/2026 15:00:48.

Este documento foi armazenado no SUAP em 24/11/2026. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 2056931
Código de Autenticação: aaf2110872