



**Serviço Público Federal**  
**Ministério da Educação**  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Instituto de Física  
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado em Ensino de Ciências



**ALESSANDRA FRANÇOSO DA SILVA COSTA**

**ENSINO INVESTIGATIVO EM BIOLOGIA CELULAR PARA ALUNOS COM  
DEFICIÊNCIA VISUAL**

**Campo Grande/ MS**  
**2018**



**Serviço Público Federal**  
**Ministério da Educação**  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Instituto de Física  
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências  
Mestrado em Ensino de Ciências



**ALESSANDRA FRANÇOSO DA SILVA COSTA**

**ENSINO INVESTIGATIVO EM BIOLOGIA CELULAR PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

Dissertação apresentado à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (Área de Concentração: Ensino de Ciências Naturais) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior.

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Shirley Takeco Gobara

**Campo Grande/MS**  
**2018**

COSTA, A.F. S. Ensino investigativo em biologia celular para alunos com deficiência visual

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (Área de Concentração: Ensino de Ciências Naturais) para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Airton José Vinholi Júnior  
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul

---

Prof.<sup>a</sup> Dr. Paulo Robson de Souza  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Claunice Maria Dorneles  
Centro Universitário da Grande Dourados

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Shirley Takeco Gobara  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**Campo Grande/ MS  
2018**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus, pois é quem me cerca de força e aperfeiçoa o meu caminho.

Ao meu marido Alex César Costa, pessoa com quem amo partilhar a vida. Obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada dia.

Aos meus pais e irmãos, que me moldaram a pessoa que sou hoje.

Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constante.

Aos professores Dr. Airton José Vinholi Júnior e Dr<sup>a</sup> Shirley Takeco Gobara, por aceitarem me orientar durante o mestrado e pelas contribuições.

Aos professores Dr.<sup>a</sup> Claunice Maria Dorneles e o Dr. Paulo Robson de Souza, pelas contribuições oferecidas na qualificação e por aceitar participar desse momento tão especial.

Agradecimento especial ao Diretor da Escola, o aluno e a professora pela permissão e participação da presente pesquisa.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse possível.

## RESUMO

A presente pesquisa trata-se da elaboração de uma sequência didática com o objetivo de analisar se a utilização de modelagem, por meio da construção de modelos concretos, pode facilitar a aprendizagem de conteúdos de Biologia para um aluno cego. A pesquisa ocorreu no segundo semestre do ano 2017, em seis encontros com duração de 50 minutos, realizados no contraturno do aluno. A elaboração das atividades fundamentou-se em concepções da perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, a partir das ideias de Vygotsky, e no desenvolvimento delas, buscando-se propiciar e acompanhar a evolução dos conceitos iniciais do aluno. A aplicação da sequência foi gravada, transcrita e analisada qualitativamente por meio da análise microgenética. Na análise das concepções iniciais, verificou-se que o aluno sabia afirmar que existem diferenças entre um ser vivo e uma matéria bruta e que todos os seres vivos são formados por algum tipo de célula. Porém, ele não sabia explicar essas diferenças e nem citar as três partes básicas de uma célula. No levantamento da apropriação do conhecimento, após a pesquisa, foi possível analisar que o aluno conseguiu diferenciar os seres formados por células (vivas ou mortas), os tipos de células animais e vegetais, características de um vírus e partes básicas de uma célula, assim como a maioria dos nomes e funções das organelas celulares. Concluímos que a construção dos modelos concretos possibilitou a interação do aluno com o material, criou oportunidades de diálogos entre aluno e professor, favoreceu a troca de conhecimento e promoveu uma melhor aprendizagem. Este trabalho resultou na produção de uma sequência didática embasada nos pressupostos de Vygotsky, com intuito de facilitar a aprendizagem de conteúdos de biologia celular para alunos com deficiência visual por meio da modelagem.

**Palavras-chave:** Biologia celular, Alunos cegos, Modelagem didática.

## **ABSTRACT**

The present research deals with the elaboration of a didactic sequence in order to analyze if the use of modeling, through the construction of concrete models, can facilitate the learning of Biology contents for a blind student. The research was carried out in the second semester of 2017, in six 50-minute meetings, held in the student counterpart. The elaboration of the activities was based on conceptions of the historical-cultural perspective of human development, based on Vygotsky's ideas and their development, seeking to provide and accompany the evolution of the initial concepts of the student. The application of the sequence was recorded, transcribed and analyzed qualitatively by microgenetic analysis. In the analysis of the initial conceptions, it was verified that the student knew to affirm that there are differences between a living being and a gross matter and that all living beings are formed by some type of cell. However, he could not explain these differences, nor could he cite the three basic parts of a cell. In the survey of the appropriation of knowledge, after the research, it was possible to analyze that the student was able to differentiate beings formed by cells (living or dead), types of animal and plant cells, characteristics of a virus and basic parts of a cell, as well like most of the names and functions of cellular organelles. We conclude that the construction of the concrete models allowed the interaction of the student with the material, created opportunities for dialogues between student and teacher, favored the exchange of knowledge and promoted a better learning. This work resulted in the production of a didactic sequence based on the assumptions of Vygotsky, in order to facilitate the learning of contents of cellular biology for students with visual impairment through modeling.

**Key-Words:** Cell biology, Blind students, Didactic modeling.

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Figura 1. Crianças cegas manuseando célula em gesso. ....	35
Figura 2. Material didático criado por miçangas, elásticos e outros materiais. ....	36
Figura 3. Modelo de célula eucariota animal, produzida utilizando massa de modelar.....	37
Figura 4. Aluno cego manuseando um modelo de célula eucariota animal. ....	52
Figura 5. Professora de apoio e o aluno cego no laboratório de informática pesquisando na internet e livro sobre os modelos de células com a ajuda do programa DOSVOX. ....	54
Figura 6. Aluno cego construindo modelos de organelas com massa de modelar. ....	55
Figura 7. Modelos de centríolos confeccionados por aluno cego e a pesquisadora por meio de massa de modelar. ....	55
Figura 8. Modelo de mitocôndrias construídas por meio de massa de modelar. ....	56
Figura 9. Modelo de retículo endoplasmático construído por meio de massa de modelar pela professora/ pesquisadora ....	56
Figura 10. Modelo de complexo Golgi construído por meio de massa de modelar pelo aluno cego.....	57
Figura 11. Modelos de lisossomo, peroxissomo e ribossomo construídos por meio de massa de modelar pela professora pesquisadora. ....	57
Figura 12. Modelo de cloroplasto construído por meio de massa de modelar pelo aluno cego. ....	58
Figura 13. Modelo de vacúolo construído por meio de massa de modelar pelo aluno cego. ....	58
Figura 14. Modelo de célula eucariota animal construída por meio de massa de modelar, bola de isopor, EVA e cola quente. ....	59
Figura 15. Modelo de célula eucariota vegetal construída por meio de massa de modelar, bola de isopor, EVA e cola quente. ....	59
Figura 16. Modelo de célula procariota construída por meio de massa de modelar, bola de isopor, EVA e cola quente.....	60
Figura 17. Modelo de um vírus construído por meio de massa de modelar, bola de isopor e cola quente. ....	60
Figura 18. Aluno apresentando o modelo de um vírus e de uma célula procariota. ....	61
Figura 19. Aluno cego apresentando o modelo de célula eucariota animal e vegetal.....	62
Figura 20. Professora/pesquisadora revisando todas as estruturas da célula eucariota vegetal com o aluno cego. ....	63

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
1.1 FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES, LINGUAGEM E INTERNALIZAÇÃO .....	12
1.2 A MEDIAÇÃO .....	13
1.3 A FORMAÇÃO DO CONCEITO .....	14
1.4 ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL .....	15
1.5 A DEFECTOLOGIA.....	16
1.6 A TEORIA DA OBJETIVAÇÃO.....	17
<b>CAPÍTULO 2: ESTADO DO CONHECIMENTO</b> .....	19
<b>2.1 O ALUNO COM DEFICIÊNCIA VISUAL</b> .....	20
2.1.1 Inclusão do aluno com deficiência visual na escola .....	22
<b>2.2 O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR</b> .....	25
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	40
3.1 COLETA DE DADOS .....	40
3.1.1 Local da pesquisa .....	40
3.1.2 Sujeito da pesquisa.....	41
3.1.3 Instrumentos da pesquisa.....	41
3.2 CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD).....	43
3.2.1 Descrição da unidade de conteúdo.....	43
3.2.2 Etapas das atividades que compõem a sequência didática (SD) .....	43
3.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS .....	47
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	49
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	67
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	69
<b>APÊNDICES</b> .....	78
<b>ANEXOS</b> .....	86

## INTRODUÇÃO

Este trabalho de dissertação de mestrado apresenta como tema o uso de modelagem no ensino de Biologia Celular para alunos cegos do Ensino Médio. A opção por realizar um trabalho nessa temática foi motivada, sobretudo, pela carência de materiais acerca do conteúdo de Biologia Celular disponível para alunos cegos e com baixa visão e pela a experiência que vivenciei no ano de 2016, em que tive a oportunidade de lecionar para uma aluna com baixa visão matriculada em uma escola pública no município de Campo Grande/MS. A aluna se sentia envergonhada e excluída por ter que manusear as atividades adaptadas, como provas e texto impresso em letras garrafais.

Mediante o problema apresentado, foi levantada a seguinte hipótese: uma sequência didática, proposta para este estudo, sobre o uso de modelos concretos possibilita aos estudantes cegos ou com baixa visão, por meio de um processo colaborativo, a apropriação de conceitos relacionados à Biologia Celular?

Considerando o que foi exposto, o objetivo geral deste trabalho foi analisar se o desenvolvimento de uma sequência didática, por meio de construção de modelos concretos, pode facilitar a aprendizagem de conteúdos de Biologia Celular dos alunos cegos e com baixa visão matriculados na rede de ensino regular do município de Campo Grande/MS. Ao traçarmos o nosso desígnio nesta investigação, que procede da produção de uma sequência didática embasada nos pressupostos de Vygotsky, assinalamos a seguir os objetivos específicos da pesquisa:

- Identificar estudos que tratam dos problemas relacionados à aprendizagem de conceitos biológicos na literatura, em particular, sobre Biologia Celular;
- Elaborar e propor uma sequência didática voltada para a construção de modelos didáticos que possibilite o desenvolvimento do raciocínio, estimule a curiosidade e a percepção dos alunos por meio de experimentos fundamentados na teoria de Vygotsky, particularmente para alunos cegos e ou com baixa visão;
- Desenvolver com os alunos estratégias colaborativas e avaliar a contribuição da modelagem para facilitar a aprendizagem de alunos cegos e ou com baixa visão dos seguintes temas da Biologia Celular: a diferença entre a matéria viva e matéria bruta, a definição de célula, a diferença entre um ser acelular e um celular, as

diferenças morfológicas e funcionais entre as células e os componentes básicos de uma célula.

De acordo com a lei nº 9394/96 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), toda criança tem direito à educação, incluindo as que apresentam deficiência visual ou baixa visão. Os sistemas de ensino federal, estadual e municipal precisam adaptar-se e oferecer condições necessárias ao atendimento desse aluno.

A deficiência visual (DV) é identificada como a perda total (cegueira) ou parcial da visão (baixa visão subnormal). A deficiência sensorial pode comprometer a aprendizagem (NUNES; LOMÔNACO, 2010). A visão é um meio de comunicação do indivíduo com o mundo exterior, sendo um sentido responsável por captar registros do meio externo e permitir a organização das informações cerebrais (BRASIL, 2000a). O processo de inclusão do aluno com necessidades educacionais especiais exige um replanejamento do espaço escolar, para que ele possa aprender na mesma condição de igualdade que os demais alunos (VIVEIRO; CAMARGO, 2011).

Ensinar Biologia para alunos cegos torna-se difícil para o professor, pois a Biologia abrange muita representação esquemática e imagética, que pode ser um obstáculo para o conhecimento do aluno. Logo, essa deficiência não pode ser desconsiderada; o professor precisa buscar meios que torne viável a aprendizagem (SANTOS; MANGA, 2009). O professor de Biologia deve buscar metodologias que sejam eficientes, atrativas e que despertem o interesse do aluno, como o uso de objetos, maquetes, áudios, etc.

Para Vygotsky (1997), a cegueira cria nova e peculiar configuração da personalidade, cria novas forças, modifica as indicações normais de funções, reestruturando criativamente e organicamente a psique do homem. O autor ainda salienta que a orientação sobre a psicologia dos cegos é destinada a superar a falta de visão, por meio da incorporação da experiência de normovisuais, de outros sentidos e da linguagem, em que a palavra venha a superar a cegueira.

A análise de Gai e Naujorks (2006) fizeram algumas considerações sobre o estudo de Vygotsky:

A criança com deficiência percorre caminhos que surgem pela necessidade do enfrentamento de obstáculos, denominado de 'rodeo / entorno'. Estes são desvios elaborados a partir de estímulos do ambiente e surgem quando não é possível realizar algo pelo caminho direto (GAI E NAUJORKS, 2006, p.418).

Perante as várias reflexões que abordam o ensino de ciências, destaca-se o papel dos modelos e modelagens, a sua elaboração e socialização como suporte nos processos de ensino e de aprendizagem para a construção do conhecimento. Na perspectiva construtivista adotada por Vinholi-Junior (2015), os alunos participam como sujeitos ativos no processo de construção do conhecimento das temáticas abordadas e levando em consideração a busca pela identificação dos conhecimentos prévios dos alunos, os modelos são organizados ou revisados

De acordo com Della Justina et al (2003, p.139), um modelo didático corresponde a um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma esquematizada e concreta, representa uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem que permite materializar a ideia ou o conceito, tornando-os assimiláveis.

As discussões que nos auxiliaram a encontrar as respostas às questões de pesquisa apresentadas neste relatório de qualificação estão articuladas em cinco capítulos, os quais apresentamos sucintamente a seguir.

No capítulo 1 (REFERENCIAL TEÓRICO), abordamos alguns pressupostos da perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, que contribuíram para a fundamentação das atividades empreendidas nesta pesquisa.

No capítulo 2 (REVISÃO BIBLIOGRÁFICA), discorreremos sobre as literaturas levantadas e utilizadas para tratarmos sobre os diversos aspectos voltados à questão inclusiva, à modelagem e ao ensino de Biologia.

No capítulo 3 (METODOLOGIA DA PESQUISA), pontuamos a sua fundamentação, o contexto e os sujeitos envolvidos na pesquisa, os instrumentos de dados, a metodologia de análise e a descrição detalhada da pesquisa.

No capítulo 4, apresentamos os RESULTADOS E DISCUSSÕES, em que analisamos as atividades da sequência didática; e, por último, tecemos as CONSIDERAÇÕES FINAIS.

## CAPÍTULO 1: REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, dissertaremos sobre a perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano baseando-nos nos pensamentos de Lev Semenovitch Vygotsky (1896 – 1934), que foi um dos únicos pesquisadores de sua época que se interessou em investigar e refletir sobre a aprendizagem das pessoas com deficiência, analisando os aspectos que envolvem a construção do sujeito a partir de suas experiências adquiridas pela interação com o outro.

### 1.1 FUNÇÕES PSICOLÓGICAS SUPERIORES, LINGUAGEM E INTERNALIZAÇÃO

O estudo das funções psicológicas superiores (FPS) foi um dos pilares dos pensamentos de Vygotsky. Ela caracteriza-se como o uso de estímulos artificiais, como os signos, para desenvolver habilidade de memória, imaginação, percepção, pensamento abstrato e linguagem (VYGOTSKY, 2007). Elas envolvem controle consciente do comportamento e são produto do desenvolvimento histórico da humanidade. Diferem, assim, das funções psicológicas elementares, que são aquelas presentes na criança pequena e nos animais, como, por exemplo, as reações automáticas, ações reflexas e associações simples, que são de origem biológica. O desenvolvimento das funções psicológicas superiores depende, essencialmente, das situações sociais em que o sujeito participa (VYGOTSKY, 1931/2006).

A formação das funções psicológicas superiores está associada à linguagem que tem um papel fundamental na organização e formação dessas funções. Para Vygotsky, a linguagem é um sistema de signos, mediadora das interações, que ocupa um papel central para o desenvolvimento do sujeito. É importante para o ser humano, pois ela é necessária para a comunicação, até mesmo para realizar simples tarefas e, a partir da utilização da linguagem, os processos de socialização ficaram evidentes. E é por meio do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo potencializa a sua capacidade de socializar, sendo, na socialização, que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores.

Já a internalização é a capacidade de lidar com representações, o que possibilita ao homem libertar-se do espaço e do tempo presentes, fazer relações

mentais na ausência das próprias coisas, imaginar, fazer planos e ter interação com o meio social (OLIVEIRA, 1993).

## 1.2 A MEDIAÇÃO

A mediação é um conceito central para a compreensão da concepção de Vygotsky sobre o pensamento psicológico. A relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas uma relação mediada (OLIVEIRA, 1993). No ambiente escolar, o professor é o mediador socialmente escolhido para essa interação do aluno com os conceitos científicos acumulados ao longo da história da civilização humana (SILVA, 2013).

Conforme Ratner (1995), fundamentado em Vygotsky, existem três diferentes espécies de mediação. A primeira é a consciência (ações do indivíduo), a segunda é a sociabilidade (vivência em sociedade) e a última é a tecnologia (relacionada aos instrumentos). Ambas são concomitantes e todas evoluem por meio de interações, sendo a consciência fundamental para criar as relações sociais e tecnológicas. Essas mediações, por sua vez, são realizadas por meio de instrumentos e/ ou de signos.

Os instrumentos são ferramentas mediadoras entre o indivíduo e o mundo, que foram criados para aperfeiçoar o trabalho do homem e modificar o seu meio. É do trabalho que nasce a coletividade e a relação social. Os animais também utilizam instrumentos, porém não são capazes de produzi-los para funções específicas, nem conservá-los e repassá-los a outros grupos sociais, segundo Vigotski<sup>1</sup> (2000).

Os signos são chamados por Vygotsky de “instrumentos psicológicos”, orientados para o próprio sujeito e têm como função o controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo, seja de outras pessoas; eles são marca que auxilia o homem em tarefas que exigem memória ou atenção. A memória mediada por signos é mais poderosa que a memória não mediada (VIGOTSKI, 2000).

Aos poucos, por meio da interação com indivíduos mais experientes, o sujeito amplia a sua capacidade simbólica, tornando-se mais consciente de sua própria experiência. Isso o levará à obtenção de formas puramente humanas de

---

<sup>1</sup> O sobrenome Vygotsky aparece com diferentes variações, devido as traduções. Optamos por usar a versão descrita na referência utilizada, ou seja, ao longo dos capítulos, encontraremos o sobrenome descrito nas seguintes maneiras: Vygotsky, Vigotsky e Vigotski.

inteligência prática e abstrata. As interações da criança com outras pessoas presentes em seu ambiente desenvolverão habilidades cognitivas, como a fala interior, o pensamento reflexivo crítico e o comportamento voluntário (VIGOTSKI, 2007).

### 1.3 A FORMAÇÃO DO CONCEITO

Os Conceitos são formados pela criança, a partir das relações que esta estabelece com o ambiente social e cultural que a cerca, cuja mediação é feita por meio dos signos. O conceito espontâneo ou cotidiano é as experiências rotineiras vividas pela criança a partir das interações com adultos e com outras crianças e é construído fora do ambiente escolar. Esse tipo de conceito não é formado de modo organizado pela criança e pode não ser usado de maneira consciente por ela. Já os conceitos científicos são aprendidos na escola, envolvem uma atitude mediada em relação aos objetos: são mediados por outros conceitos. Eles percorrem um caminho descendente que vai do abstrato para o concreto, fazendo com que a criança, num primeiro momento, reconheça melhor o próprio conceito do que o objeto que ele representa (VIGOTSKI, 2000).

A formação dos conceitos é criada por três estágios: o pensamento sincrético, o pensamento por complexos e o pensamento conceitual. Cada pensamento divide-se em várias fases.

De acordo com Vigotski (2009) o pensamento sincrético divide-se em três fases. Na primeira, não existe diferença entre os conceitos, coincide com o período de tentativa e erro; na segunda, o sujeito organiza o seu pensamento por imagem no campo real e estabelece semelhanças entre os objetos; e na terceira, elabora de forma coerente os seus amontoados de imagens, objetos e conhecimentos e dá significado aos representantes dos grupos formados. Nesse estágio do desenvolvimento, o significado da palavra é um encadeamento sincrético não enformado de objetos particulares que, nas representações e na percepção da criança, estão mais ou menos concatenados em uma imagem mista. Na formação dessa imagem, cabe o papel decisivo ao sincretismo da percepção ou da ação infantil, razão porque essa imagem é sumamente instável.

O pensamento por complexos divide-se em cinco fases. A primeira é o complexo tipo associativo em que a criança agrupa os objetos e palavras por

semelhanças entre elas, como cor, tamanho e formato (SOUZA; MALDANER, 2012). A segunda é o complexo de coleções, a criança reúne os objetos a partir de suas diferenças. A terceira é o complexo em cadeia, onde a criança começa a agrupar objetos seguindo uma determinada característica até que outra característica chame-lhe a atenção. A quarta é o complexo difuso quando “a criança ingressa em um mundo de generalizações difusas, na qual os traços escorregam e oscilam, transformando -se imperceptivelmente uns nos outros” (VYGOTSKY, 2009). O quinto é o elo entre o pensamento por complexo e o estágio final da formação dos conceitos, sendo que, nessa fase, a criança consegue manifestar o significado das palavras, faz generalizações semelhantes aos conceitos empregados pelos adultos, porém a criança não assimila o modo de pensar dos adultos, a palavra apresentada por ambos pode ser iguais, porém apresenta graus de generalizações diferentes, mas é essa coincidência do significado das palavras que possibilita o entendimento entre a criança e o adulto e a diferença da elaboração mental entre ambos é que permite o desenvolvimento dos conceitos na criança.

#### 1.4 ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL

O professor tem o papel de interferir no processo de aprendizagem e provocar avanços nos alunos, criando o que Vygotsky chama de zona de desenvolvimento proximal (ZDP). Existem, pelo menos, dois níveis de desenvolvimento identificados pelo autor: a zona de desenvolvimento real, que é aquilo que a criança já é capaz de fazer por si própria, e a zona de desenvolvimento potencial, que é a capacidade de aprender com o auxílio de outra pessoa.

A distância entre essas duas zonas forma a zona de desenvolvimento proximal, que é a distância entre aquilo que a criança faz sozinha e o que ela é capaz de fazer com a intervenção de um adulto. Devemos observar que a potencialidade de aprender não é a mesma para todas as pessoas (VYGOTSKY, 2000).

O autor explica a utilidade do entendimento e do uso da zona de desenvolvimento proximal:

[...] A zona de desenvolvimento proximal permite-nos delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também àquilo que está em processo de maturação (VYGOTSKY, 2000, p. 98).

## 1.5 A DEFECTOLOGIA

A Defectologia busca compreender a aprendizagem e o desenvolvimento de crianças com algum tipo de deficiência física ou intelectual. Foi descrita por Vygotsky (1997) no início do século XX, na então União Soviética, e trouxe enormes contribuições aos estudos sobre a Educação Especial.

Em sua obra *Fundamentos de Defectologia*, o autor traz a ideia da supercompensação, formulada por W' Stern (1923) "O que não mata, me faz mais forte", mostrando que a força surge das fraquezas e as habilidades desenvolvidas pela deficiência. A compensação social seria via alternativa para superar as dificuldades da deficiência, e as oportunidades de aprendizagem são mais importantes do que a própria condição orgânica de deficiência. O autor aponta ainda as concepções da defectologia tradicional e a defectologia contemporânea. A defectologia tradicional consiste em analisar a criança em seus aspectos anatômicos e fisiológicos. Esse tipo de defectologia desdobrava-se em uma prática, onde existia a ideia de um ensino lento e reduzido. Já a defectologia contemporânea propõe que a criança com necessidades especiais seja estudada sob uma perspectiva qualitativa e não quantitativa (VYGOTSKY, 1997).

A aprendizagem de crianças cegas seria essencialmente social e as funções psicológicas humanas são constituídas a partir de habilidades e conhecimentos socialmente disponíveis. A cegueira não é apenas a falta da visão, mas uma reorganização de todas as forças da personalidade que cria uma formação peculiar, provocando uma formação criadora e orgânica. "Portanto, a cegueira não é somente um defeito, uma debilidade, senão também, em certo sentido, uma fonte de manifestação das capacidades, uma força por estranho e paradoxal que seja!" (1997, p. 41). Na criança cega, ocorre uma alteração de percepção em relação à representação espacial e à limitação na liberdade de movimento. Com isso, a compensação direta e orgânica da visão é suplantada por meio do desenvolvimento e do uso intensificado dos outros sentidos. A convivência e as experiências com alunos normovisuais por meio da linguagem associada à audição e ao tato, que são dois canais importantes para a construção do conhecimento, favorecerá uma melhor aprendizagem (VYGOTSKY, 2000).

Para Vygotsky, as pessoas com deficiência podem obter progressos em seu processo de aprendizagem desde que sejam inseridas precocemente em um ambiente receptivo com materiais adequados de ensino.

A cegueira ou a surdez como fatos psicológicos não existem para o próprio cego e surdo. [...] Gostaria de demonstrar para o pedagogo, quer dizer, para a pessoa que se aproxima da pessoa cega com a intenção de educá-lo, que existe não tanto a cegueira como um fato diretamente biológico, quanto às consequências sociais deste fato, as quais há que se levar em conta. [...] Quando temos diante de nós um cego, como objeto da educação, temos que ver não tanto com a cegueira por si mesma, como com os conflitos que se tornam presentes a criança cega ao entrar na vida, quando tem lugar a substituição dos sistemas que determinam todas as funções da conduta social da criança. E por isso me parece que, do ponto de vista pedagógico, a educação da criança se limita a retificar totalmente estes desajustes sociais. [...] A tarefa da educação consiste em incorporar na criança a vida e criar a compensação do seu defeito físico. A tarefa se reduz a que a alteração do laço social com a vida seja feito por alguma outra via (VYGOTSKY, 1997, p. 43-44).

Ele ainda destaca que é por meio de ação sobre o ambiente e da comunicação social que o aluno cego pode dominar as habilidades mentais que lhe permitem o conhecimento da realidade. Porém a interação social não é tudo, o desenvolvimento também é direcionado e adaptado pelos recursos táteis e auditivos possibilitados pelos instrumentos e artefatos culturais (VYGOTSKY, 1997).

## 1.6 A TEORIA DA OBJETIVAÇÃO

A teoria da objetivação parte da ideia que, ao nascer, todos chegamos a um mundo que já está repleto de objetos concretos e ideais. A teoria considera que o conhecimento foi construído e lapidado ao longo dos séculos e aparece como uma forma de pensamento, raciocínio e realização cultural e historicamente constituída, com o qual os alunos familiarizam-se e ganham destreza por meio da mediação de práticas sociais (por exemplo, atividade de sala de aula). Os conhecimentos familiar e histórico-cultural não resultam de uma observação passiva, mas do ajuste reflexivo concreto, prático e sensível nas práticas sociais e na atividade da sala de aula (RADFORD, 2013).

A teoria de objetivação considera que a aprendizagem e a formação de conceitos em indivíduos cegos e videntes<sup>2</sup> seguem, em princípio, a mesma lógica de desenvolvimento proposto pelos pressupostos da teoria histórico cultural de Vygotsky. Em sua pesquisa, Radford (2013) mostra que, da mesma forma que os

---

<sup>2</sup> A palavra vidente vem sendo substituída por visuais ou normovisuais.

olhos dos alunos normovisuais foram culturalmente moldados para reconhecer a existência idealizada dos objetos materiais no mundo, as mãos de uma aluna cega foram moldadas para reconhecer e distinguir as formas materiais que elas tocam e a idealização cultural que elas transmitem. Esses exemplos demonstram que o conhecimento não é considerado como uma característica natural dos seres vivos, mas como uma construção cultural sensível. O aluno cego pode pensar, ver e imaginar com as mãos e/ou com os demais sentidos.

Tomando os pressupostos discutidos como fundamentação teórica, apresentaremos, a seguir, as considerações sobre o ensino de Biologia numa abordagem inclusiva.

## **CAPÍTULO 2: ESTADO DO CONHECIMENTO**

Neste capítulo, discorreremos sobre as literaturas levantadas a respeito da temática deste trabalho. O ponto de partida desta pesquisa foi a tese de doutorado de Vinholi-Júnior (2015), intitulada “Modelagem Didática como estratégia de ensino para a Aprendizagem Significativa em Biologia Celular”, em que o autor apresentou, como parte de seus resultados, a realização de um estado do conhecimento acerca do uso de modelagem em estudos baseados em dissertações, teses e artigos entre 1997 e 2011.

Nesta pesquisa, a temática escolhida para a busca de conhecimento foi o uso de modelagem para alunos cegos no ensino de Biologia Celular. Os materiais foram identificados utilizando-se as seguintes palavras-chave: “O aluno com deficiência visual”; “Ensino em Biologia Celular”; “Ensino em Biologia para alunos com deficiência visual”, “Modelagem didática e Biologia Celular”, entre os anos de 2000 a 2017. A busca de informações ocorreu nas seguintes bases:

- a) Teses e Dissertações (Banco de Teses da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações);
- b) Artigos em periódicos (SciELO – Scientific Electronic Library Online) e;
- c) Artigos completos em anais de evento (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências).

A escolha pela verificação de teses e dissertações se deu pela circunstância de que a maioria das investigações é realizada por instituições de Ensino Superior (IES), em cursos de mestrado e de doutorado.

Para a procura de artigos publicados em periódicos, a busca ocorreu pelo portal SciElo – Scientific Electronic Library Online. Esse portal apresenta critérios seletivos e possibilita a procura de vários artigos relacionados à área de educação e ensino de ciências, além de possibilitar a identificação das publicações por meio de uma lista em ordem alfabética de títulos, assuntos, módulo de pesquisa de título, instituições publicadas e local da publicação.

Os anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) também serviram como fonte de pesquisa. Trata-se de um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), que tem como objetivo agrupar pesquisadores das áreas de Ensino de Física, de Biologia, de Química, de Geociências, de Ambiente, de Saúde e áreas

afins, com a finalidade de discutir trabalhos de pesquisa recentes e tratar de temas de interesse da ABRAPEC.

## **2.1 O ALUNO COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

O conceito de deficiência visual modificou-se conforme os valores morais e culturais ao longo da história. Na antiguidade, as pessoas com qualquer espécie de deficiência eram apontadas como anormais ou deformadas e tinham como destino o desprezo ou a morte. Na Idade Média, com o Cristianismo, essas pessoas foram alvo de compaixão e caridade e a sua deficiência explicava-se pela “expição de pecados” ou “entrada garantida ao reino dos céus”. Nesse contexto, as primeiras organizações de abrigo e assistência destinada a elas começaram a aparecer (BRASIL, 2001).

A assistência de pessoas cegas iniciou-se por meio das políticas públicas com a Constituição Federal de 1988 (Artigo 208) até a Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº 9394/96 (Artigo 58). Entende-se por educação especial, para os efeitos desta Lei, a modalidade de educação escolar oferecida preferencialmente na rede regular de ensino para educandos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação. A educação de pessoas cegas passou a contar com a Portaria nº 2.678/02, que aprovou diretrizes e normas para uso, o ensino, a produção e a difusão do sistema Braille em todas as modalidades de ensino. A escola regular deve oferecer atendimento e material didático necessário para atender o aluno com deficiência visual (NUNES, 2010).

Conforme o Ministério da Educação (2000):

[...] A expressão ‘deficiência visual’ se refere ao espectro que vai da cegueira até a visão subnormal. Chama-se visão subnormal (ou baixa visão, como preferem alguns especialistas) à alteração da capacidade funcional decorrente de fatores como rebaixamento significativo da acuidade visual, redução importante do campo visual e da sensibilidade aos contrastes e limitação de outras capacidades (p.7).

De acordo com os estudos de Sá; Campos; Silva (2007), a cegueira é uma deficiência visual definida como um transtorno grave que acomete uma ou múltiplas funções do aparato ótico, constituído por olhos, nervos ótico e cérebro, que atuam na decodificação das informações obtidas do ambiente externo para a construção da imagem. Assim, caso ocorra algum dano no aparato óptico, a capacidade de percepção da imagem é afetada.

A cegueira está dividida em dois tipos principais: a congênita, que se manifesta desde o desenvolvimento intrauterino, em que o bebê nasce cego, e a adquirida, quando o indivíduo fica cego por questões orgânicas, acidentais ou medicamentosas. Os indivíduos cegos necessitam do método Braille como meio de leitura e escrita e/ou outros métodos, recursos didáticos e equipamentos especiais para o processo de ensino-aprendizagem.

A baixa visão é definida como uma redução do conjunto de informações que o indivíduo recebe do ambiente. Pessoa com baixa visão possui resíduos visuais em grau que permita ler textos impressos a tinta, desde que se empreguem recursos didáticos e equipamentos especiais, excluindo as deficiências facilmente corrigidas pelo uso adequado de lentes (CROS et al, 2006). Nos quadros a seguir podemos observar a classificação do comprometimento visual (Quadro 1) e as principais causas da deficiência visual (Quadro 2), segundo a Portaria nº 3.128/2008 do Ministério da Saúde (2008).

Quadro 1: Classificação de comprometimento visual

<b>Classificação</b>	<b>Acuidade visual<sup>3</sup> no melhor olho após a melhor correção do campo visual (C.V.)<sup>4</sup></b>
Sem comprometimento visual	1,0 a > 0,3
Comprometimento visual moderado	0,3 a > 0,1 (< 20°)
Comprometimento visual severo	0,1 a > 0,05 (< 20°)
Cegueira	< 0,05 (< 10°)

Fonte: Adaptação da Portaria Nº3.128/2008 do Ministério da Saúde.

Quadro 2: Causas mais frequentes de deficiência visual

<b>Congênitas</b>	<b>Adquiridas</b>
Retinopatia de Prematuridade, graus III, IV e V (partos prematuros e excesso de oxigênio nas incubadoras)	Doenças na gravidez (Aids e Sífilis)
Corioretinite por toxoplasmose na gestação (região central da retina é afetada)	Deslocamento da retina
Catarata congênita	Catarata
Glaucoma congênito	Glaucoma
Atrofia óptica por problemas no parto	Degeneração senil
Degeneração da retina	Traumas oculares
Deficiência visual cortical	Diabetes

<sup>3</sup> A acuidade visual é a distância de um ponto ao outro em uma linha reta por meio da qual um objeto é visto.

<sup>4</sup> O campo visual é a amplitude e a abrangência do ângulo da visão em que os objetos são focalizados.

Fonte: Adaptado da Secretária de Educação Especial MEC/SEESP (2006, p.17-19).

Para entender as condições da cegueira é fundamental saber a idade e as causas da perda de visual. Segundo Amiralian (2009), quando se perde a visão a partir dos cinco anos, a classificação de cegueira é denominada adventícia ou adquirida. Antes dos cinco anos, é chamada de cegueira congênita. A definição da idade de cinco anos para o diagnóstico de cegueira adquirida é resultado de pesquisas que não detectaram memória visual em cegos que perderam a visão antes dessa idade. A autora ainda alega que, quanto mais cedo ocorre a perda da visão, mais essa condição atua na evolução do sujeito e, quanto mais tarde a cegueira manifesta-se, mais as características de personalidade anteriores à perda têm maior peso na formação do indivíduo. A falta de visão é algo complicado e variado, as várias formas da deficiência, contexto familiar, condição social e psicológica, contribuem para o modo com a pessoa vive.

No atendimento educacional, apontado pelas pesquisadoras Faye e Barraga (1985), que são as pioneiras desse conceito, também citado por Bruno e Mota (2001), a pessoa com cegueira apresenta ausência total da visão e precisa desenvolver os sentidos (tato, olfato, audição e paladar), tendo como principal recurso o sistema Braille no processo de ensino/aprendizagem. A pessoa com visão subnormal (baixa visão) utiliza poucos recursos adicionais (como lentes de aumento) e possui resíduo visual que permite ler textos em tinta com fonte em tipos ampliados.

### 2.1.1 Inclusão do aluno com deficiência visual na escola

Sobre a Educação Especial e Educação Inclusiva, a opinião de Fernandes e Lopes (2004) é que a Educação Especial é vista como uma modalidade de educação direcionada a servir pessoas com deficiência (auditivas, visuais, sensoriais, físicas, intelectuais, surdocegueira e as múltiplas deficiências). Já a Educação Inclusiva é entendida como uma modalidade de educação “de todos para todos”, de modo que a inclusão de um estudante com Necessidades Educativas Especiais (NEE) em sala de aula comum está associada diretamente ao processo de realizações de atividades, de origem pedagógica e didática, que favoreça o processo de ensino e aprendizagem desses alunos.

O processo de inclusão iniciou-se progressivamente na segunda metade do século XX, após a Segunda Guerra Mundial e com a Declaração Universal dos

Direitos Humanos (FRANCO; DIAS, 2005), e só fortaleceu-se a partir de 2003 (KASSAR, 2011,). Respaludou-se na ideia inicial de que se todas as crianças são especiais, todas as escolas devem também ser especiais, proporcionando à aprendizagem de forma variada com professores preparados (FERREIRA, 2005).

Segundo MEC/SEESP (2006, p.17), “o processo de aprendizagem se fará através dos sentidos remanescentes (tato, audição, olfato, paladar), utilizando o Sistema Braille como principal meio de comunicação escrita”. Já Ferreira (2005, p. 45) afirma que uma metodologia de ensino inclusiva deve ser capaz de garantir que o aluno sintam-se incentivado a comparecer à escola e atuar nas atividades em sala de aula; deve garantir atributos curriculares e metodológicos; o aluno deve conseguir discernir barreiras de aprendizagem e arquitetar formas de removê-las, fazendo com que ele seja gratificado e respeitado em seu processo de aprendizagem.

A partir da análise de um estudo desenvolvido por Manga (2011), na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em 2008, observamos destaque às instruções pedagógicas que direcionam os objetivos da Educação Inclusiva:

Para o desenvolvimento da educação inclusiva é necessário que todos os ambientes, também o educacional, estejam adequadamente preparados para receber a todas as pessoas. Os estabelecimentos de educação infantil devem contar com profissionais bem orientados. Os convênios serão bem vindos. Para educandos com deficiência auditiva ou surdos, matriculados em escola de ensino regular, mesmo que seja particular, os serviços de um intérprete de língua de sinais e de outros profissionais, como fonoaudiólogos devem ser disponibilizados cotidianamente. As instituições de ensino superior também compartilham destas obrigações. Quanto à deficiência física, toda escola deve eliminar suas barreiras arquitetônicas. Os estudantes com deficiência visual matriculados devem buscar, junto à escola, o material didático necessário ao aprendizado, e também aquele destinado ao aprendizado do código Braille, além do material que verse acerca das noções sobre mobilidade e locomoção e atividades de vida diária. ‘Deve também conhecer e aprender a utilizar ferramentas de comunicação, que por sintetizadores de voz possibilitam aos cegos escrever e ler via computadores’ (UFRGS, 2008, s/p).

No documento “Saberes e Práticas da Inclusão: desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão” (MEC/SEESP, 2006), há consideração que a criação de um sistema receptivo para alunos cegos requer adequações do conteúdo, método, instalação e forma de comunicação. Dessa forma,

prover a escola de sistema de comunicação, adaptado às possibilidades do aluno em questão: Sistema Braille, [...] recursos tecnológicos; prover a escola ou o aluno cego de máquina Braille, reglete, punção, soroban, bengala longa, livro falado, material adaptado em relevo, [...] Providenciar softwares educativos específicos e recursos ópticos; [...] Promover

organização espacial para facilitar a mobilidade e evitar acidentes: colocar extintores de incêndio em posição mais alta, pistas táteis, auditivas e olfativas para orientar na localização de ambientes, espaço entre as carteiras para facilitar o deslocamento, corrimão nas escadas, [...] providenciar materiais desportivos adaptados: bola de guizo; [...] Promover o ensino do braille para alunos, professores e pais videntes que desejarem conhecer esse sistema; [...] Divulgar informações sobre a melhor maneira de guiar, informar ou dar referências de locais ao aluno com deficiência visual; [...] Apoiar a locomoção dos alunos no acesso à diretoria, salas de aula, banheiros e demais dependência da escola; [...] Possibilitar as alternativas na forma de realização das provas: lida, transcrita em Braille, gravada em fita cassete, [...] bem como uso de recursos tecnológicos; [...] Permitir a realização de provas orais, caso necessário, recorrendo-se a assessorias legais, em provas de longos textos (BRASIL, 2006b, p. 175 – 176).

As dificuldades enfrentadas por Louis Braille, cego desde dos 5 anos, o levaram a preocupar-se com a necessidade de um sistema de escrita. O capitão Barbier, ofereceu o seu invento, o código noturno, mas esse não atendia aos anseios de Braille (o acesso à escrita), fato que levou o Braille a criar o seu próprio sistema, que posteriormente foi batizado com seu sobrenome. A criação desse sistema possibilitou a leitura e a escrita de pessoas cegas, favorecendo a sua inclusão no ambiente escolar. Porém, permanece ainda o mito da impossibilidade do avanço cognitivo devido à condição orgânica (LEMOS et al, 1999).

Laplane e Batista (2008, p.213) congregam a ideia de que “a ausência de visão teria como decorrência um atraso no desenvolvimento do controle da postura e dos movimentos” (...), porém esses atrasos serão indenizados devido à plasticidade cerebral e à experimentação, de forma que, ao entrar na adolescência, o desenvolvimento apresenta-se em geral como normal, a menos que a criança tenha sido impedida de realizar experiências sensoriais, motoras, cognitivas e sociais relevantes.

Lira e Schindwein (2008) destacam que a cegueira tem sido encarada como uma deficiência, ou seja, uma incapacidade que resulta em uma desvantagem em relação aos demais. Essa compreensão da cegueira como deficiência gera um efeito negativo com o cego limitando a sua capacidade de integração.

Já Rodrigues (2010) expõe que as condições derivadas da cegueira, como a pouca mobilidade, não são obstáculos que impedirão a introdução da pessoa cega na sociedade, pois ela achará maneira de relacionar-se com as normovisuais, respeitando os seus limites.

Nuemberg (2008, p. 311), analisando a teoria de Vygotsky sobre o desenvolvimento e a educação de pessoas cegas, afirma que o autor põe a

compensação social no centro do desenvolvimento da linguagem e de suas limitações, ademais, complementa que “o conhecimento não é mero produto dos órgãos sensoriais, embora estes possibilitem vias de acesso ao mundo. O conhecimento resulta de um processo de apropriação que se realiza nas/pelas relações sociais”, ou seja, a inclusão de alunos cegos no ambiente escolar permite a interação social.

Mazzotta (1982) lista os benefícios ao cego, como o desenvolvimento da linguagem e a formação de conceitos, o ajustamento pessoal e social e o desempenho acadêmico, que são ocasionados pelo convívio com o normovisuais, no lar, na escola e na comunidade, e pela atuação nas atividades regulares programadas pela escola.

Montes (2002) realizou uma investigação acerca dos principais obstáculos que permeiam a relação que existe entre estudantes cegos e ensino regular. O seu estudo demonstra:

[...] Que, com algumas exceções, os alunos cegos participantes mantêm um relacionamento social peculiar com os outros alunos da sala de aula e da escola. Relataram também dificuldades no registro de conteúdos. Indicaram que não participam de todas as atividades da escola, principalmente no que se refere a atividades de educação física. Os professores indicaram que os alunos são participantes em suas aulas, parecem concebê-los sem preconceitos, porém a maioria desses professores indicou necessitar de orientação para lidar com as dificuldades oriundas da limitação visual, tais como cursos, além de necessitarem de materiais específicos para o ensino. Por meio das informações relatadas pode-se concluir que, se por um lado, a aceitação e relacionamento social do aluno cego no ensino comum parece estar ocorrendo sem dificuldades, por outro, as condições oferecidas pelas escolas e pelo governo, no que se refere ao preparo do professor e a aquisição de materiais específicos para o ensino do aluno cego, ainda não estão adequadas (s/p).

O ensino de crianças cegas decorre de intervenções pedagógicas efetuadas pela escola junto à família e à comunidade. Essas intervenções devem ser sustentadas nos critérios da Educação Especial e da Educação Inclusiva, de maneira a obter uma inclusão completa e propícia do sujeito no ambiente social (MANGA, 2013).

## **2.2 O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR**

A Biologia é o estudo dos seres vivos e esses são formados por células. Esse princípio, chamado de *Teoria Celular*, foi desenvolvido a partir de publicações de Matthias Schleiden e Theodor Schwann, em 1838, mostrando que as células formavam todos os seres vivos (ALBERTS; BRAY; HOPKIN, 2006). Logo, o estudo

da célula é de fundamental importância para compreensão dos processos vitais, sendo, portanto, um conteúdo base da Biologia. A primeira observação de célula ocorreu em 1665 pelo inglês Robert Hooke. Porém, a constatação de que todos os seres vivos são constituídos por células só ocorreu como dito, no século XIX.

O ensino de Biologia exige do estudante a compreensão de muitos conceitos, fenômenos abstratos e linguagem científica específica. Por sua vez, o professor em contínua formação deve precaver-se de possíveis obstáculos que surgirão com o dia a dia. E para o sucesso na docência, é interessante que ocorra o desenvolvimento de metodologias que promovam a aprendizagem efetiva de todos os alunos (MARIZ, 2014).

Vinholi Junior e Ramires (2014) enfatizam que, mais do que uma disciplina no currículo, a Biologia agrega um conjunto de conhecimentos elementares para compreender e interpretar os desafios da sociedade contemporânea, de modo a nos permitir atuar como cidadãos cada vez mais conscientes e mais livres. Os autores apontam ainda que

especificamente, o ensino de biologia celular constitui-se num dos conteúdos do ensino médio da disciplina de biologia que mais necessita elaboração de material didático de apoio ao conteúdo presente nos livros texto, uma vez que adota conceitos bastante abstratos e trabalha com aspectos microscópicos (VINHOLI JUNIOR; RAMIRES, 2014, p. 80).

Carlan (2013) aborda a utilização de diferentes recursos didáticos (mediados pelo computador ou não) no ensino de Biologia Celular e Molecular como subsídios para a promoção de uma aprendizagem e alfabetização científicas significativas. A pesquisa teve como objetivo geral investigar a importância do uso de recursos variados na superação de dificuldades de aprendizagem em relação a conteúdos abstratos e averiguar o quanto a compreensão e a motivação dos estudantes de ensino fundamental e médio podem ser melhoradas. O autor demonstra preocupação aos especialistas em educação para os novos rumos que o ensino de Ciências, em especial, o ensino de Biologia Celular e Molecular precisa seguir para que se modifique a situação encontrada na maioria das escolas brasileiras de nível básico.

Já Alencar (2014) realizou um trabalho visando à produção de uma unidade didática para o ensino de Biologia da Célula e Genética nas séries finais do Ensino Fundamental. A sua pesquisa é composta por um diálogo intitulado “Clara e as Ciências da Natureza”, com três capítulos e um manual do professor modelado no

Programa de Filosofia para Crianças do americano Matthew Lipman. Os capítulos tratam da aprendizagem de alguns conceitos da Biologia da Célula e Genética, utilizando habilidades de pensamento. O objetivo foi despertar a curiosidade e desenvolver o raciocínio crítico dos leitores. O produto educativo apresentou inovações com relação ao Programa de Filosofia para Crianças, pois os personagens iniciam as suas investigações com as concepções alternativas encontradas na literatura de ensino e aprendizagem de Biologia da Célula e Genética, para, só depois, fazerem a passagem para o conhecimento consensual científico.

O trabalho de Vinholi Junior (2015) foi desenvolvido com base na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), realizado em 2013 com 56 estudantes do curso técnico integrado ao ensino médio em Informática do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, no município de Ponta Porã. O objetivo do estudo foi analisar se os modelos concretos construídos pelos estudantes, bem como a sequência elaborada, utilizando instrumentos didáticos fundamentados na TAS, são materiais potencialmente significativos para a aprendizagem de conteúdos de Biologia Celular. O autor utilizou pesquisa qualitativa, do tipo intervenção, em que, inicialmente, foi aplicado um questionário semiestruturado e um pré-teste para o levantamento dos subsunçores dos alunos e, posteriormente, empregou, como estratégia de ensino, a modelagem didática para o estudo da Biologia Celular. Ao final, aplicou-se um pós-teste, foi solicitada a confecção de um mapa conceitual sobre o conteúdo abordado e a resolução de uma situação problemática completamente nova. Os resultados apontaram que a maioria dos estudantes apropriou-se significativamente dos conceitos de Biologia Celular.

Souza Paiva, Guimarães e Almeida (2015) analisaram formas de abordagem de Biologia celular propostas para o Ensino Médio, por meio de uma revisão das experiências didáticas relatadas na literatura. A investigação envolveu a análise de trabalhos científicos publicados em anais do ENPEC e também aqueles disponíveis na plataforma de busca ERIC<sup>5</sup>, totalizando quinze trabalhos, publicados entre os anos de 2004 a 2014. As análises mostraram que, nas abordagens propostas, predomina uma ênfase conteudista e cientificista, não acionando comumente a

---

<sup>5</sup> Trata-se de uma plataforma denominada *Education Resources Information Center*, em que artigos de periódicos, relatórios, documentos de conferências e outros materiais são indexados a ela por meio de um processo de revisão formal dos periódicos e outras fontes de conteúdo.

história da ciência e dilemas éticos para favorecer a aprendizagem. Essa lacuna indica que é promissora a proposta dos autores para a construção colaborativa de uma sequência didática sobre a temática, abarcando discussão sobre ética e aportes da história da ciência.

Moura et al (2013) realizaram uma breve revisão de literatura e reflexão sobre o ensino de biologia abordado nas séries do ensino médio das escolas públicas brasileiras. E puderam verificar que o ensino dessa ciência ainda é considerado abstrato, sem conexão com fatos da realidade e distanciado da sociedade no qual os alunos estão inseridos, principalmente quando os tópicos abordados são da área de genética, que são considerados de difícil entendimento gerando uma alienação por parte de um grande número de alunos principalmente quando os conteúdos são tecnologias e produtos advindos dessa área. Portanto, este relato sugere que o ensino de biologia, seja a cada dia mais, repensado de forma coerente e contextualizado frente à realidade do aluno.

Della Justina e Ferla (2006) propõem a utilização de modelos didáticos para o ensino de biologia, pois a visualização de uma estrutura em três dimensões, pode facilitar o processo de ensino e aprendizagem nos diferentes níveis de ensino. A estrutura escolhida para a representação foi a de “compactação de DNA eucarioto”, por ser considerada de difícil compreensão e abordagem prática. Um modelo, pode ser aplicado pelo professor em uma aula demonstrativa ou ser construído pelos alunos. A experiência de produzir um material didático que envolva um conteúdo é de grande valia para o crescimento do professor que busca o saber científico, o pensar pedagógico, a contextualização e a inserção na sociedade de jovens capacitados a trabalhar e a pensar criticamente.

### **2.3 MODELAGEM DIDÁTICA E O ENSINO DE BIOLOGIA**

A disciplina de Biologia utiliza grande apelo visual, pois muitos de seus conceitos baseiam-se na visualização de esquemas e imagens para a sua compreensão. Para facilitar a compreensão dos conteúdos, os livros de Biologia são carregados de imagens e modelos, o que pode dificultar o acesso a tais conhecimentos por alunos cegos ou com baixa visão. A utilização de imagens, como ferramenta, na compreensão de conceitos é verificada, por exemplo, no ensino

sobre célula, no qual cada modelo associa-se a uma representação imagética (RAZUCK; GUIMARÃES, 2014).

De acordo com Souza e Aguiar Júnior (2013) a construção de modelos inicia-se a partir do fenômeno que se deseja estudar, o estudante elabora e discute com os demais colegas e o professor o seu objeto de estudo e os dados empíricos e teóricos que serão a base do seu modelo inicial.

Segundo Mozzer (2013), a modelagem é uma atividade construtiva, apoia teste de hipótese, requer um raciocínio causal, leva o aluno a reestruturar os seus conhecimentos na construção de artefatos cognitivos (modelos expresso), de modo que o aluno sente-se autor e proprietário desse conhecimento. A comparação de vários modelos pode possibilitar a compreensão de que a modelagem pode ser usada para testar modelos rivais e que podem existir vários modelos para representar uma mesma entidade ou objeto de estudo, os quais se diferem em diferentes aspectos.

Para Duso et al (2013) a modelagem propicia uma clara relação entre o teórico e o real, significativa no contexto educacional, possibilitando a participação ativa do estudante e um espaço para reflexão e tomada de decisão.

Já Camargo et al (2008) afirmam que "(...) utilizando-se maquetes e outros materiais possíveis de serem tocados, vinculam-se os mencionados significados a representações táteis e, por meio da estrutura mencionada, esses significados tornam-se acessíveis aos alunos cegos ou com baixa visão" (p.11). Visto que nem todos os objetos podem ser entendidos pelo tato, alguns conceitos só podem ser compreendidos pelos alunos através de explicações orais ou maquetes.

Hermann e Araújo (2013) comentam que o uso de modelos e atividades lúdicas auxiliam o professor a aguçar a curiosidade dos alunos pelo conteúdo, tornando a aprendizagem mais interessante por meio do contato com o material. Desse modo, o aluno torna-se mais interativo e as aulas mais agradáveis.

Silva (2014) destacam que o uso de modelos didáticos como ferramenta pedagógica é de grande relevância no processo de ensino-aprendizagem de citologia. Que o emprego de materiais didáticos ajuda no entendimento das formas, estruturas e funções de organelas celulares e levanta a atenção dos alunos para essa temática.

Braga et al (2010) avaliam uma sequência didática baseada no uso de modelos para o ensino da divisão celular, como objetivo de detalhar o modelo

elaborado e as atividades realizadas nas aulas. Na análise de dados, destacou as dificuldades de organização da sala e de distribuição do material, pois em turmas agitadas isso torna-se uma dificuldade. O péssimo estado do mobiliário da sala de aula, em particular das carteiras ocupadas pelos alunos, que foi um problema específico para as atividades que envolviam a modelagem da mitose e da meiose. Dificuldades relacionadas à realização de trabalhos em grupo tais como: alunos que não cooperam com o andamento do trabalho, grupos que se esforçam mais em saber a resposta do que encontrar a sua própria solução. E sobre as falhas do modelo utilizado na representação do real, os professores precisam estar em alerta para as possíveis correções.

Orlando et al (2009) relatam o processo de construção e aplicação de modelos de baixo custo na área de biologia celular e molecular. O caráter microscópico das estruturas estudadas nos conteúdos destas disciplinas torna a abordagem de ensino muitas vezes abstrata, dificultando o processo de aprendizagem. Ao mesmo tempo, a falta de laboratórios ou equipamentos em muitas escolas compromete o ensino destas disciplinas. Os resultados foram bastante positivos tanto para os estudantes do ensino médio, quanto para a equipe de graduandos.

Reis et al (2013) investigaram o uso de modelos didáticos da divisão celular por meio de uma oficina realizada com alunos de ensino médio, planejada com pressupostos do movimento CTSA. Foi realizada em três momentos: contextualização, uso de modelos didáticos e aplicação de um questionário. Os resultados mostram que a metodologia adotada na oficina foi um sucesso em termos de participação e satisfação do alunado, entretanto, não foi suficiente para desconstruir a visão conteudista que tiveram, notadamente dissociada do cotidiano.

Ferreira e Almeida (2013) realizaram uma pesquisa que teve como objetivo discutir a proposta da construção de modelos sintéticos a partir de relatos feitos por estudantes bolsistas do PIBID/Biologia da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), que, no ano de 2012, participaram de uma oficina de produção de modelos didáticos em argila. Foram analisados 14 relatos dos alunos sobre um curso de produção de modelos. A partir dessa análise, foi possível perceber alguns indícios recorrentes nos discursos e estabelecer categorias em relação ao processo vivido na construção das peças. Os relatos dos bolsistas indicam que a maioria relaciona a confecção de modelos como obra de arte. Poucos demonstraram saber “aplicar esse

conhecimento”, relacionando as características do modelo com as possibilidades que oferecem para o trabalho em sala de aula.

Silva et al (2015) apresentaram uma proposta de atividade desenvolvida com uma turma de primeiro ano de ensino médio, a qual propõe a elaboração de modelos didáticos no ensino de citologia pelos próprios alunos. Inicialmente, foi feita uma abordagem teórica sobre os conceitos e fins das estratégias de ensino, em especial, os modelos didáticos. Em seguida, apresentaram as discussões e as conclusões dos dados coletados *in loco*, analisados qualitativamente. Os resultados indicaram que a maioria dos alunos acredita que as atividades desenvolvidas e a estratégia de ensino, por meio de modelos, contribuem positivamente para facilitar a aprendizagem. No entanto, para dois alunos, a atividade foi classificada como desnecessária ao processo de ensino-aprendizagem. Assim, os autores entenderam que uma estratégia de ensino isolada, dificilmente terá a potencialidade de alcançar a totalidade de alunos, no sentido de favorecer e contribuir em sua aprendizagem.

Sant’Anna et al (2014) comentam sobre as dificuldades no processo de ensino/aprendizagem na disciplina de biologia celular devido ao grande número de informações e detalhes estruturais contidos nas descrições que envolvem mudanças de forma, reações químicas variadas, movimentos celulares e modificações moleculares. Quando existe material disponível nessa área, é de alto custo e nem sempre é adequado para alunos deficientes visuais, uma vez que estes necessitam de material com variação de texturas, intensidade de cor, baixa quantidade de informação e distância adequada entre estas, ou a quantidade não é suficiente para a utilização individual. Na tentativa de contribuir para o processo de inclusão escolar, propuseram a utilização de métodos de produção e reprodução de material didático de baixo custo, com qualidade técnica e resistência que permitam fácil reprodução para utilização em aulas inclusivas.

Duso (2012) buscou identificar o papel atribuído ao uso de modelos (modelização) no ensino de ciências, particularmente no ensino de Biologia. Para tal, apresentou a análise de um exemplo de atividade didático-pedagógica, que teve como propósito trabalhar a temática corpo humano, mediante a construção de modelos representacionais. Esta atividade integrada foi uma tentativa de descomprometimento da abordagem reducionista em relação ao estudo do corpo humano. Pretendeu-se com esse projeto possibilitar o aluno a compreender o corpo humano como um todo integrado, cuja organização e a complexidade são em si

mesmas, objeto de conhecimento. O projeto possibilitou que os alunos construíssem a imagem do corpo humano próprias, e não apenas um organismo da mesma espécie, porém distanciado de si mesmo. Além disso, a atividade permitiu a superação de algumas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem centrado no livro didático, tais como: a planificação, o reducionismo e a descontextualização (do corpo humano representado em imagens). As diferentes atividades desenvolvidas durante o processo de construção do modelo representacional também propiciaram uma clara relação entre os aspectos teóricos e a realidade.

Souza e Faria (2011) relatam que o ensino de Biologia pode ser enriquecido com uso de alternativas metodológicas práticas e interessantes. Para isso, o professor deverá desenvolver habilidades diferenciadas e significativas para os educandos. O objetivo da pesquisa foi construir, aplicar e avaliar diferentes materiais didáticos na Escola Evangélica Príncipe da Paz em Aparecida de Goiânia, para quatro turmas do 8º ano do ensino fundamental, a fim de proporcionar maior apreciação das etapas do desenvolvimento embrionário humano melhorando assim o aprendizado. Além disso, foram realizadas traduções em Braille tanto na maquete quanto na apostila, numerando a fase de cada fenômeno. E por fim a elaboração de cartões com perguntas direcionadas a abordagem da maquete ilustrativa. Todas essas modelagens foram avaliadas pelos alunos em forma de questionários. Os resultados mostraram que a aplicação da maquete foi positiva, obtendo-se dados expressivos de aceitação entre os alunos que puderam visualizar o modelo didático tridimensional. Isto significa que através dessa pesquisa os educandos entenderam o conteúdo proposto de forma diferenciada e reconheceram a utilização de práticas pedagógicas inovadoras na sala de aula como uma possibilidade de mudar o processo de ensino-aprendizagem nas instituições de ensino público.

Souza e Messeder (2017) desenvolveram um modelo que visa facilitar a compreensão do conceito de célula, as suas estruturas e funções, por alunos de 7º e 8º anos do ensino fundamental. Os resultados mostraram que o modelo foi bem aceito pelos alunos como um recurso que atrai o seu interesse para a discussão dos temas propostos. Assim sendo, pode-se considerá-lo um material com potencial para o ensino de citologia e, ainda, baseado em suas características, ele pode promover um ambiente inclusivo, devido aos aspectos como significação tátil, interatividade, tamanho, entre outras características. O modelo pode ser utilizado por alunos com necessidades educacionais especiais, particularmente, com deficiência visual.

### 2.3.1 O uso de modelagem para o ensino de alunos com deficiência visual

O papel da educação é possibilitar à criança com cegueira a familiarização com experiências sociais das pessoas que percebem o mundo mediante o uso da linguagem associada à audição e ao tato, sendo esses dois canais importantes para a interação e a concretude da informação com vistas à construção do conhecimento (VYGOTSKY 2000).

Sendo assim, a escola tem o papel de favorecer as interações sociais entre os alunos cegos e normovisuais, por meio de recursos didáticos apropriados que atendam ambos os estudantes. Uma alternativa seria o uso de modelos concretos, que, segundo Justina e Ferla (2006), quando utilizados, permitem aprender sobre a situação representada por ele. Já quando os construímos, criamos um tipo de estrutura representativa e desenvolvemos uma forma científica de pensar semelhante àquela utilizada pelos cientistas na construção do conhecimento científico.

De acordo com Cerqueira e Ferreira (1996), os recursos didáticos são recursos físicos que auxiliam o educando a desenvolver o seu conhecimento de forma proveitosa como um meio facilitador ou estimulante do processo de ensino-aprendizagem. Porém, alguns critérios devem ser avaliados durante a escolha, elaboração ou adaptação dos recursos didáticos para o aluno com deficiência visual:

- Tamanho: os materiais devem ser criados ou escolhidos em tamanho adequado às condições dos alunos com baixa visão. Materiais muito pequenos não evidenciam detalhes e muito grandes podem prejudicar a percepção da visão global;
- Significação tátil: o material precisa possuir uma diferenciação adequada em relação ao relevo e à textura;
- Aceitação: o material não deve causar repulsa ao manuseio, como reações alérgicas ou sensação desagradável;
- Estimulação visual: o material deve possuir cores fortes e contrastantes para estimular a visão funcional do aluno baixa visão;
- Fidelidade: o material deve ter a reprodução muito próxima ao modelo original;
- Facilidade de manuseio: os materiais devem ser de fácil e prática utilização;

- Resistência: os recursos didáticos devem ser fabricados com materiais duráveis e de fácil manuseio;
- Segurança: os materiais não devem oferecer perigo aos alunos.

Mazzotta (1982, p.58) expõe que os recursos mais aptos são aqueles mais toleráveis às condições e ao ambiente escolar do estudante. “Os efeitos da integração e da segregação constituem, também, elementos importantes a serem considerados na decisão sobre a escolha do recurso educacional”.

Cardinali (2008), em seu estudo com alunos cegos do primeiro ano do Ensino Médio da rede regular de ensino da cidade de Belo Horizonte/ MG, utilizou modelos concretos bi e tridimensionais para o ensino e a aprendizagem de conteúdos referentes à célula, com o objetivo de focar a relação da facilitação para a apropriação dos conteúdos de Biologia Celular por parte dos alunos, a partir da abstração dos conceitos da disciplina em questão. O estudo mostrou a necessidade de trabalhar com práticas pedagógicas diferenciadas, tais como modelos pedagógicos concretos, a fim de facilitar o processo de ensino e aprendizagem desses educandos. A autora aponta uma indagação relacionada ao ensino de Biologia no Brasil, especialmente no estudo básico das estruturas celulares, visto serem escassos e/ ou inexistentes e, por vezes, ineficientes os materiais didáticos e pedagógicos para os alunos cegos. Será que a aprendizagem através dos modelos em textura e em relevo leva o aluno cego a formar a “imagem tátil” da célula?

A autora ainda comenta que,

tendo em vista que o ensino da biologia celular demanda explicações que vão além da linguagem oral e escrita e utilizam a imagem, elemento de representação visual, inacessível ao aluno que não enxerga, a utilização de modelos concretos pode ser bastante desejável, uma vez que, diante da cegueira, o professor precisa adequar sua prática pedagógica e valer-se de recursos pedagógicos adaptados, que facilitem o processo de ensino e aprendizagem (CARDINALI, 2008, p. 28).

Rocha e Silva (2016) relatam as percepções de professores e alunos de turmas mistas sobre o processo de ensino-aprendizagem de genética. As análises dos resultados evidenciaram a forte influência de referências visuais nas percepções de professores e alunos normovisuais sobre as dificuldades enfrentadas na aprendizagem de genética. Embora alunos normovisuais e professores reconheçam que as imagens utilizadas nas aulas de genética sejam recursos facilitadores da aprendizagem de conceitos abstratos, eles continuam apresentando dificuldades a

respeito do uso de estratégias visuais. Por outro lado, os alunos cegos sinalizaram os prejuízos decorrentes do uso acrítico desses recursos, posto que dificultam a apreensão dos conceitos.

Nogueira (2004) cita o trabalho desenvolvido pelo Museu de Morfologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), intitulado “Células ao alcance das mãos”, em que o aluno cego tem a chance de tocar “66 modelos em gesso, tridimensionais e em relevo representativo de células, organelas celulares, tecidos, órgãos, embriões e fetos humanos” (Fig. 1), o que torna a aprendizagem mais lúdica e interessante, sendo um eficiente exercício da educação inclusiva.

Figura 1. Crianças cegas manuseando célula em gesso.



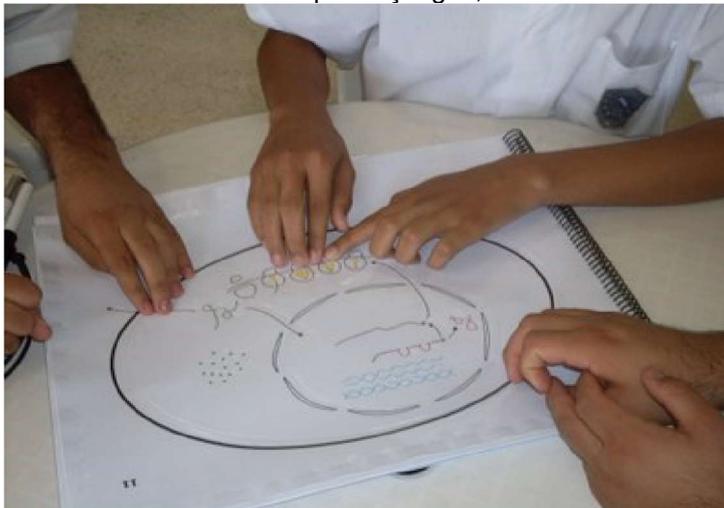
Fonte: Nogueira, 2004.

Santos e Manga (2009) realizaram um trabalho na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com alunos cegos ou com baixa visão do ensino médio, em que foi proposta a adesão a métodos educacionais que facilitem a inclusão desses alunos usando como base a disciplina de Biologia. Utilizaram modelos tridimensionais de células com legenda das estruturas citoplasmáticas em Braille e os resultados demonstraram que pessoas com deficiência “são capazes de receber educação em situações de ensino comum, se existir nos ambientes escolares recursos que facilitem seu aprendizado” (p. 15).

Camelo (2010) relatou a atividade pedagógica com estudantes cegos, utilizando miçangas, barbante, linha, elástico e outros materiais (Fig. 02). Segundo a pesquisadora, alguns conteúdos e conceitos da Biologia são difíceis até para os

normovisuais, como isso, ela teve a ideia de criar esquemas que pudessem auxiliar o aluno cego, utilizando esses materiais.

Figura 2. Material didático criado por miçangas, elásticos e outros materiais.



Fonte: Camelo, 2010.

Mariz (2014) propôs em dissertação de mestrado, o uso de modelos tridimensionais como ferramenta pedagógica no ensino de Biologia para estudantes com deficiência visual em uma escola pública de Ensino Médio da cidade de Fortaleza/CE. Os modelos foram produzidos a partir de desenhos e esquemas do conteúdo de citologia constantes em livros didáticos. Os resultados apontaram que o uso de metodologias inovadoras favorece a aprendizagem e a interação entre os alunos. A pesquisa aponta, também, que não há necessidade de um treinamento para os professores sobre como lidar com a deficiência. Porém, é necessário ter professores criativos em sala de aula, que busquem várias formas de ensinar.

Figura 3. Modelo de célula eucariota animal, produzida utilizando massa de modelar.



Fonte: Mariz, 2014

Nobre e Silva (2014, p. 2015), no trabalho realizado em uma escola de ensino médio na cidade de Iguatu/CE, com alunos cegos, relataram as principais dificuldades enfrentadas pelos professores e estudantes no contexto da educação inclusiva - a metodologia utilizada no conteúdo e o comportamento dos alunos cegos. Concluíram que existem muitas lacunas na metodologia utilizada na aula de Biologia, pois não existem recursos didáticos adequados, fazendo com que o professor atue sempre na base de improvisos. Além disso, para os professores tornarem-se aptos a lidar com as necessidades específicas de cada aluno, devem ocorrer cursos de capacitação e formações continuadas.

Oliveira et al (2016) apresentaram o processo de construção de um material didático para a inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas práticas sobre o processo de cicatrização. Optaram por modelos didáticos confeccionados com papel Paraná como base em materiais diversos para estimulação do tato discriminativo considerando os aspectos do relevo, textura, tamanho e distância adequados. Concluíram que o recurso didático produzido despertou motivação, mobilizou estruturas cognitivas para compreensão tátil e possibilitou a construção de um mecanismo mental do conteúdo gerando, inclusive, memória a curto, médio e longo prazos. Os impactos que a introdução do material exerceu no estudante não foi apenas na “aquisição” de conteúdos e notas, mas também na promoção da resiliência. Portanto, concluíram que a inclusão a este conteúdo da microscopia, foi efetiva.

Paulino et al (2011) relatam que o uso de recursos didáticos adaptados ao referencial perceptual do indivíduo com cegueira e baixa visão, no âmbito escolar, é de suma importância para que haja construção do conhecimento e elaboração de conceitos por partes destes, uma vez que o uso de um material didático pertinente e de boa qualidade facilita a compreensão do assunto abordado na teoria, não só no caso dos alunos que apresentam uma deficiência visual quanto dos normovisuais. Sendo assim, se faz necessária a elaboração de materiais didáticos adaptados não só abordando assuntos de biologia, mas também nas demais disciplinas possibilitando a melhora no processo inclusivo de alunos com deficiência visual.

Setúval e Bejarano (2009) apresentaram resultados de trabalho desenvolvido sobre modelos didáticos com conteúdo de genética no ensino de ciências, permeando reflexões sobre o seu processo de construção e de aplicação experimental, como contribuição nas práticas pedagógicas dos professores no ensino de Ciências e Biologia para construção do conhecimento no processo de ensino-aprendizagem. As leituras provenientes de levantamento teórico, inicialmente realizado e discutido nas orientações de pesquisa do mestrado com a temática, contribuíram na formação inicial dos estudantes, não apenas como possíveis ferramentas didáticas para o exercício profissional em sala de aula, mas também como um subsídio de interferência reflexiva sobre as atuais demandas para o ensino de Ciências e Biologia.

Vaz et al (2012) pesquisaram as especificidades de aprendizagem de alunos com deficiência visual (com cegueira e baixa visão) no que se refere ao ensino de biologia. Sabe-se que por lei, o aluno com necessidades educacionais especiais tem direito a se matricular no ensino regular, entretanto, ao fazer isso, pode encontrar obstáculos de diversas ordens, sendo uma delas a falta de materiais adaptados. O estudo teve o objetivo de elaborar materiais inclusivos para o ensino de biologia, especificadamente modelo de tradução, célula eucariótica e núcleo celular, com características que respeitam as necessidades de alunos com deficiência visual. A avaliação do material foi realizada por nove professores do ensino superior da área de biologia, três professores universitários de educação especial/inclusiva, dois professores de educação especial na área de deficiência visual, dois alunos com deficiência visual, duas professoras com deficiência visual e dezessete alunos sem qualquer NEE. Os modelos foram considerados adaptados na

avaliação de todos os participantes, podendo verificar as características que podem auxiliar na disciplina de biologia.

Almeida e Lima (2015) comentam sobre a identidade profissional do professor de ciências em tempo de educação inclusiva ao mediar situações de aprendizagem em classes que têm alunos cegos na rede comum de ensino. Com abordagem qualitativa, o estudo foi resultado de uma pesquisa de dissertação de mestrado em duas escolas públicas do ensino fundamental de 6º ao 9º ano. Na perspectiva inclusiva, um dos maiores desafios dos professores de ciências é ensinar todos os alunos, independentemente de suas condições. Assim, o estudo investigou a seguinte problematização: ao mediar situações de aprendizagem de conceitos científicos nas classes que têm alunos cegos, a identidade profissional do professor de ciências de 6º ao 9º ano do ensino fundamental, está sendo constituída na perspectiva da educação inclusiva? Foi observado que os professores de ciências diante do processo de inclusão, em meio à insegurança e anseios, sentem-se despreparados para ensinar os alunos cegos.

Vilaronga e Caiado (2013) descrevem e analisam as trajetórias e expectativas de vida escolar de pessoas com deficiência visual, que frequentaram um curso comunitário preparatório para o vestibular e almejavam ingressar no ensino superior. Participaram do estudo quatro pessoas com deficiência visual que concluíram o ensino médio, fizeram o curso comunitário preparatório para o vestibular em 2011 e almejavam ingressar no ensino superior. Um dos pontos do estudo foi as consequências das mudanças políticas da educação especial na história de vida escolar desses alunos, principalmente em relação à sala de recursos e sala comum. Relatos sobre a falta de preparo das escolas e professores para possibilitar o aprendizado dos conteúdos escolares se cruzam com memórias de professores e funcionários que buscaram suas próprias estratégias para ensinar esses alunos na década de 1990.

Goya et al (2014) relatam a importância dos professores se preocuparem com as adequações do ambiente escolar e dos materiais utilizados em sala. Em seu estudo buscaram elaborar materiais inclusivos que pudessem favorecer a aprendizagem de alunos com necessidades educacionais especiais e o envolvimento de todo o grupo de alunos na atividade proposta.

## CAPÍTULO 3: METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia utilizada foi do tipo qualitativa, exploratória do tipo intervenção. Qualitativa, porque aplica-se ao estudo da história, das relações, das representações, das crenças, das percepções e das opiniões, produto das interpretações que os seres humanos fazem sobre como vivem, constroem os seus artefatos e a si mesmos (FONTANELLA; RICAS; TURATO 2008) e, por outro lado, exploratória, pois tem a finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos, com vistas à formulação de problemas ou hipóteses pesquisáveis. Do tipo intervenção, pois tem o propósito de contribuir para a solução de problemas práticos (GIL, 1991).

A pesquisa foi desenvolvida em quatro fases. Na primeira, foi realizada a busca de produções acadêmicas relacionadas ao tema de estudo para conhecer as publicações e abrangências da temática estudada, o que foi descrito no capítulo 3. A segunda configurou-se na organização e construção da sequência didática. A terceira consistiu na autorização da Secretária de Educação de Mato Grosso do Sul (SED/MS) para a identificação das escolas da rede pública do município de Campo Grande/ MS que atendem alunos com deficiência visual no ensino médio (Anexo I), e a escolha da escola por meio de um convite para participação da pesquisa. Por último, ocorreu a intervenção propriamente dita, que será detalhada nas próximas seções.

### 3.1 COLETA DE DADOS

#### 3.1.1 Local da pesquisa

Após autorização da Secretária de Educação do Estado de Mato Grosso do Sul (Anexo I), foi realizado um levantamento do número de alunos com deficiência visual matriculados no ensino médio da rede pública, em que foi possível constatar 11 alunos, desses alunos somente 1 se propôs a participar da pesquisa. A pesquisa foi realizada em uma Escola Estadual<sup>6</sup>, no município de Campo Grande/MS entre os meses de novembro e dezembro de 2017, com a autorização da direção escolar (Apêndice 1). A Escola foi construída com a participação da comunidade em regime

---

<sup>6</sup> O nome da escola foi mantido em sigilo com base em André e Lüdke (1986), que recomenda o anonimato em relação ao informante.

de mutirão. Iniciou as suas atividades com cinco salas e, hoje, possui 14 salas com Ensino Fundamental e Ensino Médio.

A escola possui biblioteca, laboratório de ciências e informática, quadra de esportes e sala de atendimento especial. As dependências da escola não são acessíveis aos portadores de deficiência, mas ela possui sanitários adaptados.

### 3.1.2 Sujeito da pesquisa

O aluno escolhido tem 16 anos e cursa o segundo ano do Ensino Médio no período matutino. Possui cegueira total desde do ano de 2016. Os motivos da perda de visão foram o rasgamento da retina e o glaucoma congênito. Ele possui ótima mobilidade, pois realiza o trajeto para a escola sozinho por meio de transporte coletivo. Na escola, conta com a auxílio da professora de apoio, que trabalha com ele desde 2016. Segundo os seus relatos, em casa, também não tem maiores dificuldades com a locomoção, devido à memória visual, pois cresceu na mesma casa. No período vespertino, o aluno frequenta o Instituto Sul-mato-grossense para Cegos Florivaldo Vargas (I.S.M.A.C), onde aprende o Sistema Braille, o uso de programas de informática, orientações sobre mobilidade e práticas desportivas.

A professora de apoio possui 43 anos, é graduada em Pedagogia, com pós-graduação em Educação Especial e especialista no Sistema Braille. Ela relata ter pouca experiência com alunos cegos, uma vez que este foi o seu primeiro aluno nessa condição. A docente acompanha o aluno em todas as aulas e avaliações do Ensino Médio, pois ele não possui o domínio de leitura em Braille e a escola não possui o material adaptado ao mesmo. Segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96), o Estado tem o dever de prestar o apoio pedagógico especializado.

### 3.1.3 Instrumentos da pesquisa

Foram utilizados questionários, entrevistas e filmagens com o intuito de registrar as possíveis evoluções dos conceitos científicos dos alunos. Segundo Marconi e Lakatos (1999), entrevistas são: “encontro entre duas pessoas, afim de que uma delas obtenha informações a respeito de um determinado assunto”. Como

ferramenta de orientação, foi utilizado o questionário estruturado, que serve como roteiro, evitando que se mude, adapte ou elabore outras perguntas.

Já a videogravação serve como instrumento fundamental para registrar movimento das ações mentais e corporais. Assim sendo, permite perceber nas ações corporais do sujeito (ao interagir com materiais) um possível movimento do pensamento acontecendo (PALLATIERI; GRANDO, 2010). Transcrever vídeos é o meio de converter o que se ouve (palavras, músicas, sons, etc.) em textos escritos. Essa técnica vem sendo usada frequentemente como método de pesquisas na área da educação (PLANAS, 2006).

Na etapa I da sequência didática, foi aplicado oralmente e registrado em vídeo um questionário estruturado (Apêndice 4<sup>7</sup>), contendo cinco perguntas abertas com o objetivo de levantar os conhecimentos espontâneos e os conceitos que o aluno cego possuía sobre a célula. Na etapa II, foi aplicado novamente, por meio da fala e registros em vídeo, um novo questionário estruturado (Apêndice 5), contendo cinco perguntas de múltipla escolha com cinco alternativas de respostas e com um campo para a descrição de qual critério o aluno utilizou para chegar a determinada resposta. O objetivo foi analisar se o aluno conseguia diferenciar células procarióticas, eucarióticas e seres acelulares, após a explicação do conteúdo pelo professor/pesquisador.

Já nas etapas III e IV, foram registradas em vídeo as interações verbais e de conteúdo entre o aluno e a professora de apoio, para que, posteriormente, fossem transcritas questões acerca da escolha, construção e explicação dos modelos concretos. O aluno contou também com a ajuda do Programa DOSVOX, criado pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que se trata de um sistema para computadores que se comunica com o usuário pela síntese de voz em português e outros idiomas, permitindo ao aluno com deficiência visual independência no estudo e no trabalho (PROJETO DOSVOX, 2002).

Por fim, na etapa V, foi aplicado um questionário geral (Apêndice 6), contendo dez perguntas abertas, com o objetivo de analisar a apropriação do conhecimento científico desenvolvida pelo aluno cego.

---

<sup>7</sup> Apêndice 4 – Questionário diagnóstico 1

Apêndice 5 – Questionário diagnóstico 2

Apêndice 6 – Questionário geral

### 3.2 CONSTRUÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA (SD)

A organização e o planejamento da pesquisa foram realizados durante o segundo semestre de 2017 e desenvolvidos no decorrer do quarto bimestre do ano letivo de 2017, na disciplina de Biologia em uma escola estadual de Ensino Médio de Campo Grande, MS.

Para nortear a elaboração da SD, fundamentamo-nos nos pressupostos de Vygotsky (discutidos anteriormente) e nas concepções de Zabala (1998), que define as SD como um “conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos” (p.18).

A sequência didática é uma ferramenta que inclui as três fases de toda intervenção pedagógica: o planejamento, a aplicação e a avaliação. Assim sendo, ela especifica a função que cada atividade tem na construção do conhecimento e como avaliar os resultados de cada etapa no processo de ensino e aprendizagem (ZABALA, 1998).

#### 3.2.1 Descrição da unidade de conteúdo

O conteúdo escolhido foi a “Introdução à Citologia”, descrito no Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul (2012), da disciplina de Biologia que foi aplicada a partir do primeiro ano regular do Ensino Médio com alunos com deficiência visual e normovisuais.

O conteúdo escolhido tem como objetivo ensinar:

- A diferenciação entre a matéria viva e matéria bruta;
- A definição de célula;
- A diferença de um ser celular e um acelular;
- As diferenças morfológicas e funcionais entre as células;
- Os componentes básicos da célula.

#### 3.2.2 Etapas das atividades que compõem a sequência didática (SD)

No início, a SD foi planejada para aplicação, em sala, de turmas regulares do primeiro ano do Ensino Médio que possuíssem alunos com deficiência visual. Porém, com as dificuldades de localização dessas turmas, a SD foi adaptada e aplicada na sala de recursos, somente com um aluno com deficiência visual auxiliado pela professora de apoio.

As atividades de ensino foram constituídas em cinco etapas, distribuídas em seis horas/aulas (300 minutos), com duração de duas semanas. Em cada hora/aula, foram incluídos os tempos destinados às avaliações, construção de modelos concretos e retificações de aprendizagens.

As etapas que compuseram a sequência didática foram:

### **Etapa I - Levantamento das concepções e dos conceitos dos alunos sobre célula.**

- Objetivo: Identificar os conhecimentos e os conceitos que o aluno com deficiência visual tem sobre a célula.
- Duração: 50 minutos
- Conhecimentos trabalhados: Diferença entre um ser vivo e o não vivo; classificação e organização das células e seres vivos acelulares.
- Metodologia: Essa etapa foi dividida em dois passos.

1º Passo: Foi aplicado um questionário oralmente (Apêndice 4), com perguntas abertas para que o aluno com deficiência visual respondesse de acordo com o seu conhecimento construído (conhecimento espontâneo). Vygotsky (2009) afirma que, para desenvolver determinados conhecimentos científicos, é necessário identificar as concepções espontâneas (20 min).

2º Passo: Após a aplicação do questionário, a professora/pesquisadora respondeu todas as perguntas do questionário diagnóstico 1 (um), juntamente com o aluno com deficiência visual, realizando uma aula dialogada sobre a importância das células para os seres vivos, a diferença entre a matéria bruta e viva, e seres acelulares. Todos os passos dessa etapa foram gravados em vídeo (30 min).

- Avaliação: Questionário diagnóstico 1 (um) e registros em vídeo.

- Recursos: Filmadora, questionário e livro didático.

## **Etapa II - Diferenciar as características morfológicas e fisiológicas das células procariótica, eucariótica animal, eucariótica vegetal e vírus.**

- Objetivo: Explicar as diferenças morfológicas e fisiológicas das células procariótica, eucariótica animal, eucariótica vegetal e vírus.
- Duração: 50 minutos.
- Conhecimentos trabalhados: Apresentar as principais diferenças da organização do núcleo e as localizações e funções das organelas celulares presentes nas células procarióticas e eucarióticas. Mostrar também a composição e estrutura de um vírus.
- Metodologia: Está etapa foi dividida em dois passos.
 

1º Passo: A professora/ pesquisadora descreveu, detalhadamente, por meio da fala, as diferenças estruturais de uma célula procariótica e eucariótica, as principais funções e localizações das organelas citoplasmáticas presentes em cada tipo de célula e o formato e composição estrutural de um vírus (30 min).

2º Passo: Após a explicação, foi aplicado oralmente um novo questionário de diagnóstico (Apêndice 5) com o aluno cego. Todos os passos foram gravados em vídeo (20 min).
- Avaliação: Questionário diagnóstico 2 (dois) e registros em vídeo.
- Recursos: Filmadora, questionário e livro didático.

## **Etapa III - Pesquisa sobre tipos de modelos concretos celulares.**

- Objetivo: Despertar a curiosidade do aluno cego em realizar uma pesquisa sobre os tipos de representações celulares disponíveis na internet e nos livros didáticos, avaliando a melhor forma para reproduzi-los.
- Duração: 50 minutos.
- Conhecimentos trabalhados: Formato, localização e função das estruturas presentes nas células procariotas, eucariotas e um vírus.
- Metodologia: Na sala de apoio, com a ajuda da professora/pesquisadora, o aluno cego e a professora de apoio realizaram uma pesquisa por meio do livro didático e/ou internet com a ajuda do software com síntese de voz (DOSVOX) sobre os tipos de modelos celulares disponíveis. Em seguida, decidiram sobre

a melhor maneira e o melhor material para a construção dos modelos concretos de uma célula eucariótica (animal e vegetal), procariótica e um vírus, levando em conta o formato, a localização e o tamanho proporcional de cada estrutura presente nas células e no vírus. Esta etapa foi registrada em vídeo.

- Avaliação: Discussão e interação do aluno cego e da professora de apoio registrados em vídeo.
- Recursos: Livro didático, computadores, internet, software com síntese de voz (DOSVOX) e filmadora.

#### **Etapa IV - Construção e apresentação dos modelos concretos.**

- Objetivo: Ensinar, por meio da modelagem e da interação do aluno cego e da professora/pesquisadora, a diferença morfológica e fisiológica das células e do ser acelular.
- Duração: 100 minutos.
- Conhecimentos trabalhados: Função, localização e formato das estruturas presentes nas células procarióticas, eucarióticas e ser acelular.

Metodologia: Esta etapa foi dividida em dois passos.

1º Passo: Na sala de recurso, com a ajuda da professora/pesquisadora, o aluno cego construiu uma célula procariótica, uma eucariótica e um vírus com os materiais escolhidos. De acordo com Souza e Aguiar Júnior (2013), a construção de modelos inicia-se a partir do fenômeno que se deseja estudar; o estudante elabora e discute com os demais colegas e o professor o seu objeto de estudo e os dados empíricos e teóricos que serão a base do seu modelo inicial. A professora/pesquisadora realizou a mediação da parte teórica (livro didático) com a parte prática, observando a discussão e a interação do aluno, registrando as atividades em vídeo (80 min).

2º Passo: Após o término da construção dos modelos, o aluno cego explicou os modelos construídos, descrevendo detalhadamente o nome, formato, localização e função de cada estrutura construída (20 min).

- Avaliação: Discussão e interação do aluno registrados em vídeo.
- Recursos: Livro didático, computadores, internet e filmadora.

### **Etapa V - Verificação da apropriação dos conhecimentos científicos.**

- Objetivo: Analisar a apropriação dos conhecimentos científicos desenvolvidos pelo aluno cego, analisando a evolução conceitual e as articulações dos conceitos científicos com a construção dos modelos concretos.
- Duração: 50 minutos.
- Conhecimentos trabalhados: Diferença entre um ser vivo e o não vivo; classificação e organização das células e seres vivos acelulares; as diferenças morfológicas e funcionais entre as células e os componentes básicos da célula.
- Metodologia: Na sala de recursos, a professora/pesquisadora aplicou oralmente um questionário geral com questões estruturadas (Apêndice 6) para analisar a apropriação do conhecimento científico pelo aluno cego.
- Avaliação: Questionário geral e registros em vídeo.
- Recursos: Questionário e filmadora.

Ressaltamos que o questionário geral teve o intuito de analisar a evolução conceitual dos alunos ao longo das etapas da SD. Cabe ressaltar que o professor/pesquisador “não está interessado unicamente (ou principalmente) no produto de um processo, mas no processo em si. O importante aqui não é o que acontece, mas como acontece” (SILVA, 2013, p. 29).

Com base nessa SD, que se constitui como o objeto desta investigação, procuramos buscar respostas à questão do estudo: a Sequência Didática proposta neste estudo sobre o uso de modelos concretos possibilita aos estudantes cegos ou com baixa visão, por meio de um processo colaborativo, a apropriação dos conceitos relacionados ao estudo da Biologia Celular?

### **3.3 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS**

Os questionários aplicados nas etapas I, II e V da sequência didática foram analisados de acordo com os critérios propostos por Vasquez-Alonso et al (2008). Esses autores classificam as respostas com os seguintes critérios: adequada (quando apresentar sentido com o conteúdo) plausíveis (parcialmente aceitáveis) e inadequadas (respostas que não têm sentido com a pergunta realizada).

As gravações de vídeo foram analisadas por meio de análise microgenética, fundamentada em uma perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano,

que privilegia o processo e não o produto (SILVA, 2013), em que se analisa a evolução conceitual e as articulações dos conceitos científicos.

Wertsch (1985), com base nos tópicos e pesquisa de Vygotsky, define a análise microgenética como aquela que precisa de uma supervisão detalhista da formação de um processo, descrevendo as ações dos sujeitos e as relações interpessoais, em um curto intervalo de tempo. Essa duração corresponde a um ou poucos encontros, em confinamentos planejados ou a pequenos fragmentos participativos, em circunstâncias naturais.

Segundo Góes (2000), esse tipo de análise favorece as relações intersubjetivas, enfocando as interações verbais entre os sujeitos, para que se registre não apenas as interações verbais, mas também toda a linguagem não verbal que envolve as complexas interações entre sujeitos e também as formas de interação com o conteúdo, por mediação do professor.

O uso da análise microgenética na escola é, sobretudo, bastante interessante, pois concede a observação sobre como é conduzido o processo ensino-aprendizagem, quais são os atributos do contexto escolar, podendo, assim, identificar as capacidades comunicativas essenciais para o processo de interação que auxilia ou interfere na aprendizagem (BRANCO; SALOMÃO, 2001).

No próximo capítulo, apresentaremos os resultados e as discussões das atividades desenvolvidas na SD elaborada nesta pesquisa.

## CAPITULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Etapa I - Levantamento das concepções e dos conceitos dos alunos sobre célula.

Da aplicação do questionário sobre as concepções e os conceitos espontâneos (Apêndice 4) os resultados foram os seguintes:

Quadro 8: Levantamento das concepções e os conceitos espontâneos.

CONCEPÇÕES	PERGUNTAS	RESPOSTA DO ALUNO	CLASSIFICAÇÃO DAS RESPOSTAS
1. A diferenciação entre a matéria viva e matéria bruta.	<i>Em relação à composição química e à complexidade da organização biológica, quais as diferenças entre os seres vivos e a matéria bruta?</i>  <i>Uma pedra....o solo...</i>	<i>Matéria bruta! Como assim?</i> <i>Ah tá! um ser vivo com uma matéria bruta.</i>  <i>É...nem a pedra e o solo tem célula.</i>	Adequada
2. A definição de célula.	<i>Eu vou pedir para você imaginar alguns elementos. Oh, imagina um cachorro, uma galinha, um peixe, uma árvore e uma bactéria. O que você acha que eles têm em comum relacionado ao nosso tema?</i>	<i>Ah, a bactéria! Todos têm célula.</i>	Adequada
3. A diferença de um ser celular e um acelular	<i>Existe algum ser vivo que não é formado por células?</i>  <i>Qual você acha?</i>	<i>Acho que sim!</i>  <i>Rapaz! Não sei.</i>	Inadequadas
4. As diferenças morfológicas e funcionais entre as células	<i>Todos os seres vivos que possuem células, têm células iguais ou podem ser diferentes uma da outra?</i> <i>Explique.</i>	<i>Sim, pode! Todos têm células só que algumas são diferentes.</i> <i>Ah... não sei explicar</i>	Inadequadas
5. Os componentes básicos da célula	<i>Quais são as partes de uma célula que você conhece, que você já estudou?</i>	<i>Calma ai. É célula. É célula cartilaginosa.... é células elastiscinosas, é um nome estranho.</i>	Inadequadas

As respostas observadas nas concepções 1 e 2 foram classificadas como adequadas, pois o aluno conseguiu expressar a diferença entre um ser vivo e uma matéria bruta e que todos os seres vivos são formados por algum tipo de célula.

Já as concepções 3, 4 e 5 foram classificadas como inadequadas, pois embora o aluno apresente saber que existem diferenças entre seres celulares, seres acelulares e morfologia de células, ele não soube explicar essas diferenças. Também não soube dizer as três partes básicas da célula (membrana plasmática, citoplasma e o núcleo). Além de confundir partes com os tipos de células (cartilaginosas).

Após o término do questionário, a professora/pesquisadora discutiu todas as perguntas com o aluno, descrevendo que a célula é a menor parte do ser vivo, que os seres vivos podem ser formados por uma célula (organismo unicelulares), como as bactérias e os protozoários, ou por mais de uma célula (organismos pluri/multicelulares), como insetos, árvores, peixes e mamíferos; discutiu também que a célula realiza todas as funções de um ser vivo, como nutrição, produção de energia e reprodução e que só conseguimos observá-la por meio do aparelho de microscópio (instrumento formado por lentes que amplia a imagem), em outros termos, ela não é visível a olho nu. Foi comentado também que os seres vivos diferem da matéria bruta (ser não vivo), como pedra, tijolo e metal, porque são constituídos por células. Também foi enfatizado que os vírus são seres que não possuem células, por isso são chamados de acelulares (AMABIS; MARTHO, 2004).

## **Etapa II – Diferenciar as características morfológicas e fisiológicas das células procariótica, eucariótica animal, eucariótica vegetal e seres acelulares.**

Esta etapa foi dividida em dois passos, onde, no primeiro, a professora/pesquisadora descreveu detalhadamente, por meio da fala, as diferenças estruturais de uma célula procariota e eucariota, as principais funções e localizações das organelas citoplasmáticas presentes em cada tipo de células, os formatos e a composição estrutural de um vírus.

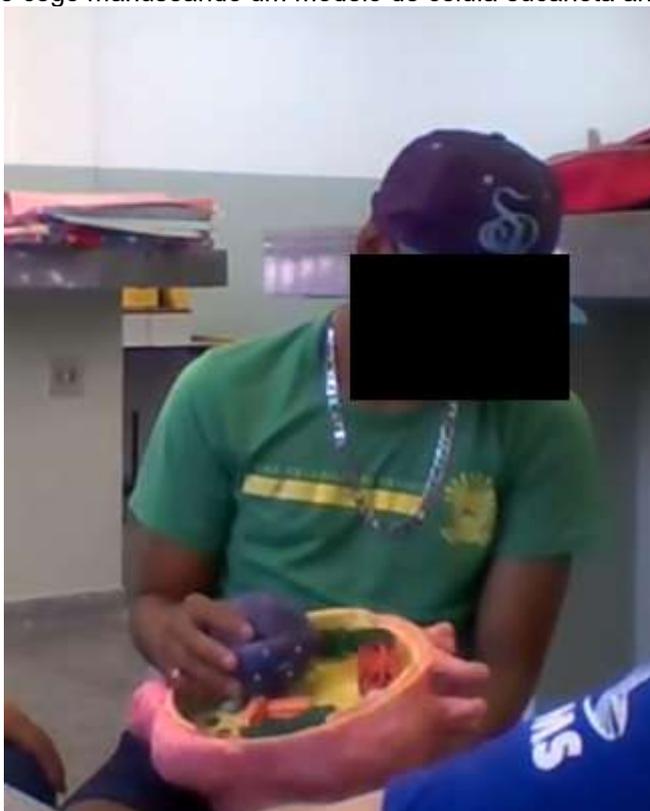
A professora/pesquisadora iniciou a entrevista discutindo alguns conceitos de célula, como: as principais diferenças entre uma célula procariota e eucariota, enfatizando as três partes que constituem uma célula (membrana plasmática, citoplasma e núcleo). Nesse momento, foi lembrado sobre a presença (célula

eucariota) ou a ausência (célula procariota) da carioteca ou membrana nuclear e dos ribossomos (presentes em ambas), que é a estrutura citoplasmática responsável pela produção de proteínas. A professora comentou também sobre a célula procariota, que possui membrana plasmática, citoplasma (citosol) com apenas os ribossomos, responsáveis pela síntese de proteínas e o material genético (DNA) que fica disperso no citoplasma devido à ausência da membrana nuclear ou carioteca.

Também foi tratado acerca de alguns exemplos de seres vivos procariontes: bactérias e cianobactérias (cianofíceas ou algas azuis) e seres vivos eucariotas, que possuem membrana plasmática, citoplasma com várias organelas e material genético armazenado em um núcleo envolvido por uma membrana (carioteca), portanto, separado do citoplasma.

Foi apresentado um modelo pronto, confeccionada a partir de isopor, massa de modelar e plástico de uma célula eucariota animal, para que o aluno tivesse uma noção dos assuntos apresentados. A professora/pesquisadora foi direcionando a mão do aluno para que ele tivesse o contato com as diferentes formas estruturais de componentes construídos no modelo (Figura 4). Após o contato, a professora/pesquisadora realizou a descrição de cada parte, iniciando pela membrana plasmática, comentando sobre a sua constituição de lipídios e proteínas, responsável pelo controle de entrada e saída de substâncias do interior da célula para o meio externo e vice-versa. Em seguida, falou sobre o citoplasma, que é composto por um material gelatinoso à base de água com diversas substâncias dissolvidas, onde se encontram várias estruturas, como: mitocôndrias (responsáveis pela respiração celular), lisossomos (responsáveis pela digestão celular), ribossomos (responsáveis pela produção de proteínas), peroxissomos (responsáveis pela desintoxicação celular), retículo endoplasmático (responsável pelo transporte de proteínas e lipídeos) e complexo de Golgi (responsável pela secreção celular). Por fim, a professora/pesquisadora descreveu o núcleo, que é uma estrutura que “comanda” as atividades celulares e que regula o mecanismo de reprodução celular. O núcleo possui, em seu interior, moléculas muito especiais, chamadas de ácidos nucléicos (DNA e RNA). São essas moléculas que basicamente organizam o material genético, que comandam as diversas atividades celulares e regulam os mecanismos de reprodução.

Figura 4. Aluno cego manuseando um modelo de célula eucariota animal.



Fonte: Própria autora.

Já sem o auxílio do modelo concreto, a professora/pesquisadora retomou novamente o assunto sobre os vírus, lembrando que esses seres são organismos acelulares (sem células), muito simples, conhecidos como parasitas intracelulares obrigatórios, o que significa que eles somente se reproduzem pela invasão e posse do controle da maquinaria de uma célula. Os vírus não têm qualquer atividade metabólica quando estão fora da célula hospedeira (eles não podem captar nutrientes, utilizar energia ou realizar qualquer atividade) e são formados apenas por um tipo de ácido nucléico (ou DNA ou RNA), capsídeo (capa proteica envolvendo o material genético), sendo que alguns vírus possuem um envelope (proteínas codificadas que envolvem o capsídeo).

Após o término da explicação, foi aplicado um novo questionário (segundo passo dessa etapa da SD), com perguntas de múltipla escolha, descritas a seguir, com o intuito de analisar se o aluno realmente conseguiu entender a diferença entre os seres vivos e a matéria bruta, tipos de células animais e vegetais, características de um vírus e partes básicas de uma célula.

Quadro 9: Perguntas e respostas do questionário diagnóstico 2.

Perguntas	Opções de respostas	Resposta do aluno	Que critério o aluno utilizou
1. Dos seres a seguir, qual não é vivo?	a) ave b) vírus c) cadeira d) lambari e) urso	<i>O vírus</i>	<i>O vírus não tem célula</i>
2. Qual das alternativas abaixo indica algo que não seja formado por célula?	a) madeira b) tijolo c) folha da bananeira d) cebola e) chifre do touro	<i>É tijolo</i>	<i>A tijolo é feito de cimento.</i>
3. Qual das células abaixo não aparece na espécie humana?	a) epitelial b) óssea c) sanguínea d) cardíaca e) vegetal	<i>Vegetal</i>	<i>Porque vegetal só têm em plantas.</i>
4. Qual das características abaixo se relaciona com os vírus?	a) não são formados por células b) possuem DNA, RNA e citoplasma c) possuem membrana plasmática d) possuem mitocôndrias e ribossomos e) reproduzem, respiram e têm metabolismo próprio	<i>Não são formados por célula</i>	<i>A! Porque os vírus não têm célula</i>
5. É uma parte da célula:	a) elétron b) próton c) manto d) citoplasma e) proteína	<i>A é o citoplasma, né</i>	<i>Ah, porque o citoplasma faz parte da célula.</i>

As respostas foram classificadas como adequadas, pois o aluno conseguiu diferenciar os seres formados por células, tipos de células animais e vegetais, características de um vírus e partes básicas de uma célula.

### **Etapa III - Pesquisa sobre tipos de modelos concretos da célula**

Nesta etapa, o aluno cego com ajuda da professora de apoio realizou uma pesquisa por meio da internet e de livros didáticos com a ajuda do programa

DOSVOX sobre o formato e possíveis materiais para a construção de um vírus, uma célula procariota e células eucariotas animais e vegetais.

Figura 5. Professora de apoio e o aluno cego no laboratório de informática pesquisando na internet e livro sobre os modelos de células com a ajuda do programa DOSVOX.



Fonte: Própria autora.

Após a pesquisa sobre os temas, o aluno cego e a professora de apoio optaram pelos seguintes materiais para a construção dos modelos concretos: bolas de isopor de diferentes tamanhos e formatos (ocas e maciças); massa de modelar; papel EVA e cola quente.

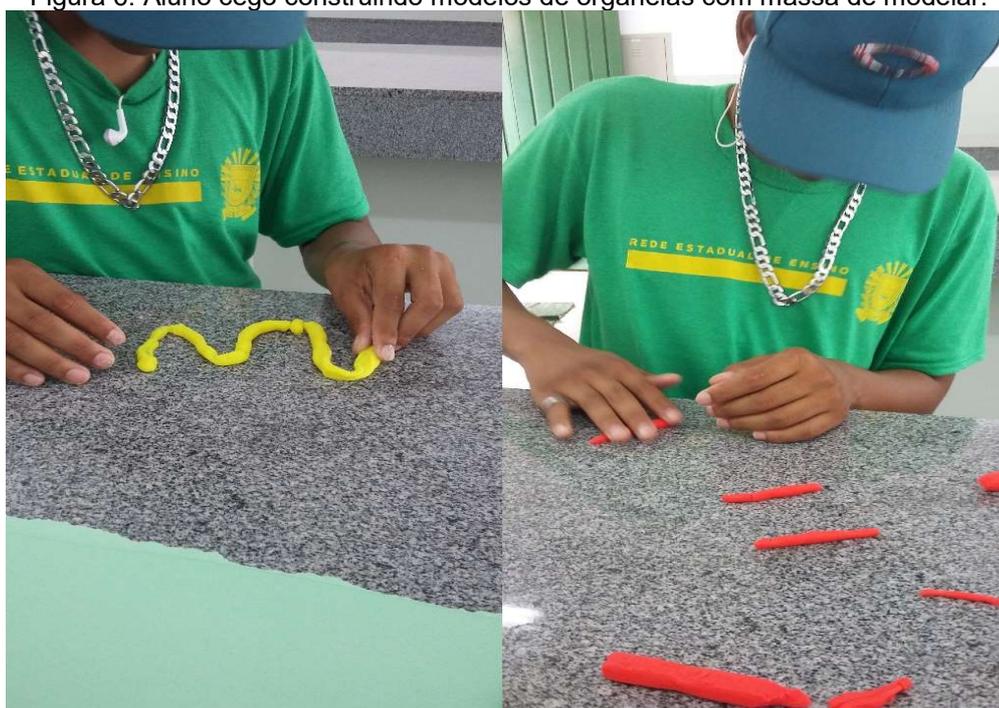
#### **Etapa IV - Construção e apresentação dos modelos concretos.**

Esta etapa foi dividida em dois momentos: a construção e a apresentação.

##### 1º Momento - a construção

A professora/pesquisadora modelava o formato de uma organela e a descrevia por meio da fala, em seguida, solicitava que o aluno cego reproduzisse a mesma com a massa de modelar (Figura 6).

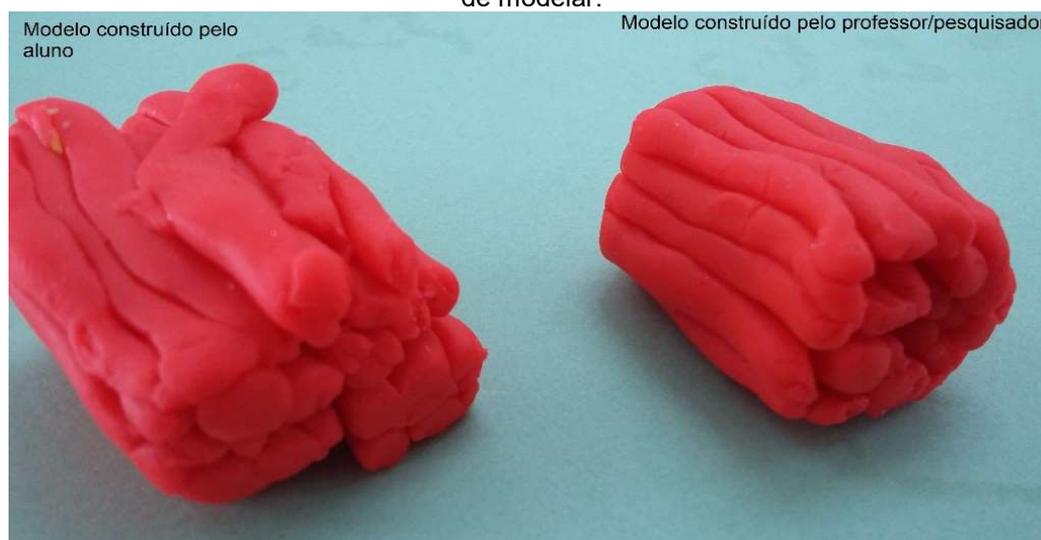
Figura 6. Aluno cego construindo modelos de organelas com massa de modelar.



Fonte: Própria autora.

Os centríolos são constituídos por um total de nove grupos de três microtúbulos proteicos (Figura 7), que se organizam em cilindro e são responsáveis pela formação de cílios e flagelos (AMABIS; MARTHO, 2004).

Figura 7. Modelos de centríolos confeccionados por aluno cego e a pesquisadora por meio de massa de modelar.



Fonte: Própria autora

As mitocôndrias (Figura 8) possuem um formato de bastonete e são responsáveis pela respiração celular, fornecendo energia para a célula (AMABIS e MARTHO, 2004).

Figura 8. Modelo de mitocôndrias construídas por meio de massa de modelar.



Fonte: Própria autora

O retículo endoplasmático é uma organela composta por vesículas achatadas e túbulos ocios (Figura 9), responsável pelo transporte de substâncias como a proteína de um ponto a outro da célula (AMABIS; MARTHO, 2004). São dois tipos, o retículo endoplasmático liso (ou agranular) e o retículo endoplasmático rugoso (ou granular).

Figura 9. Modelo de retículo endoplasmático construído por meio de massa de modelar pela professora/ pesquisadora



Fonte: Própria autora

O complexo Golgi é formado por vesículas (sacos) achatadas e membranosas (Figura 10), responsável por armazenar e lançar proteínas no

citoplasma (AMABIS; MARTHO, 2004), desempenhando várias outras funções nas células animais, sobretudo a secreção celular.

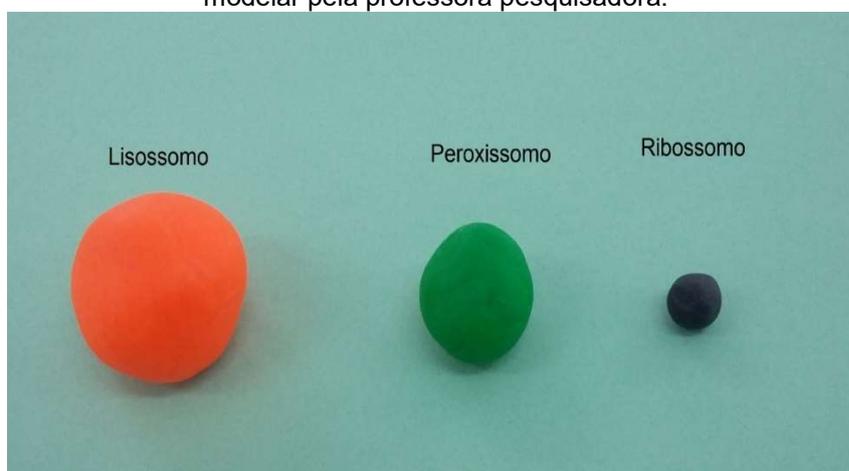
Figura 10. Modelo de complexo Golgi construído por meio de massa de modelar pelo aluno cego.



Fonte: Própria autora

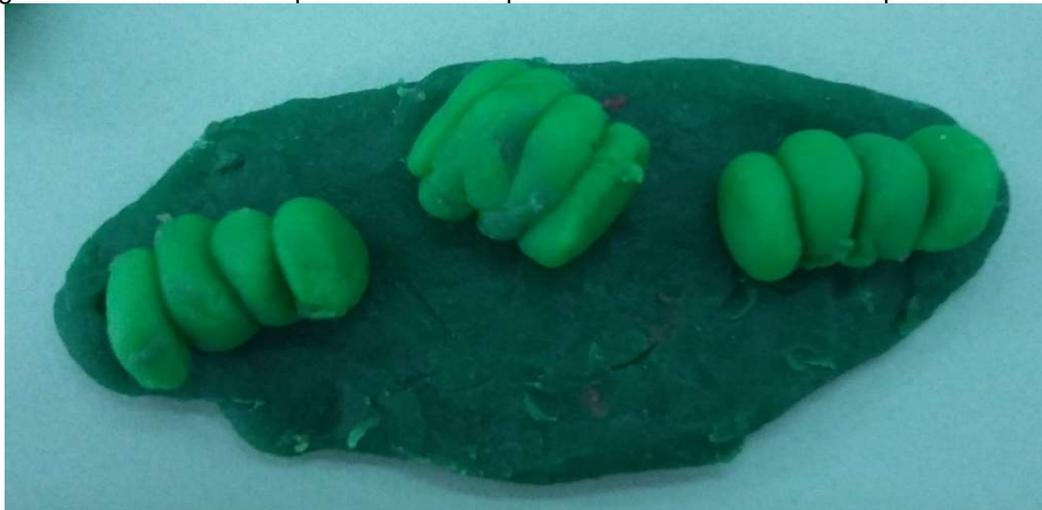
Os ribossomos são pequenas esferas dispersas no citoplasma ou aderidas a uma organela maior, o retículo endoplasmático rugoso, e são responsáveis pela produção de proteínas. Os lisossomos possuem o formato esférico e são responsáveis pela digestão de substâncias ingeridas pela célula ou de partes da própria célula. Já os peroxissomos, também com formato esférico, são responsáveis pela desintoxicação de álcool e decomposição de peróxido de hidrogênio (AMABIS; MARTHO, 2004). As organelas estão representadas pela figura 11 e foram construídos em tamanhos diferentes.

Figura 11. Modelos de lisossomo, peroxissomo e ribossomo construídos por meio de massa de modelar pela professora pesquisadora.



Fonte: Própria autora

Figura 12. Modelo de cloroplasto construído por meio de massa de modelar pelo aluno cego.



Fonte: Própria autora

Os cloroplastos possuem formato de bastonetes com coloração verde, devido aos pigmentos de clorofila (Figura 12), e são responsáveis pela realização da fotossíntese (AMABIS; MARTHO, 2004).

Os vacúolos (Figura 13) são espaços envolvidos por membrana, com a função de armazenar substâncias que estão relacionadas à nutrição ou à excreção (AMABIS; MARTHO, 2004).

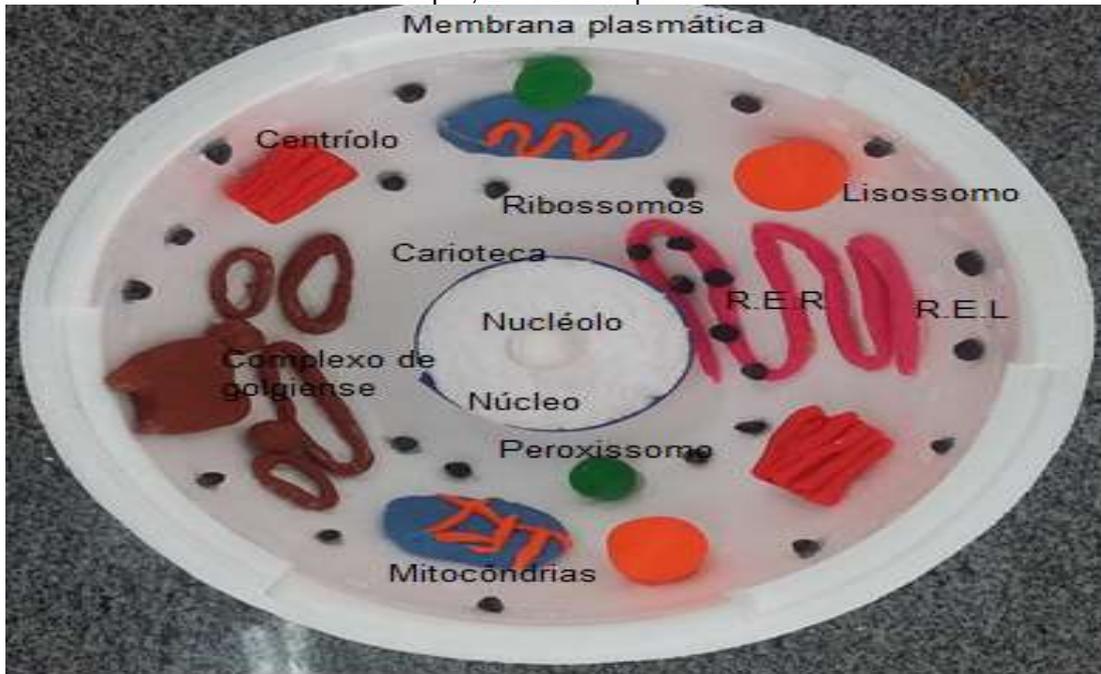
Figura 13. Modelo de vacúolo construído por meio de massa de modelar pelo aluno cego.



Fonte: Própria autora

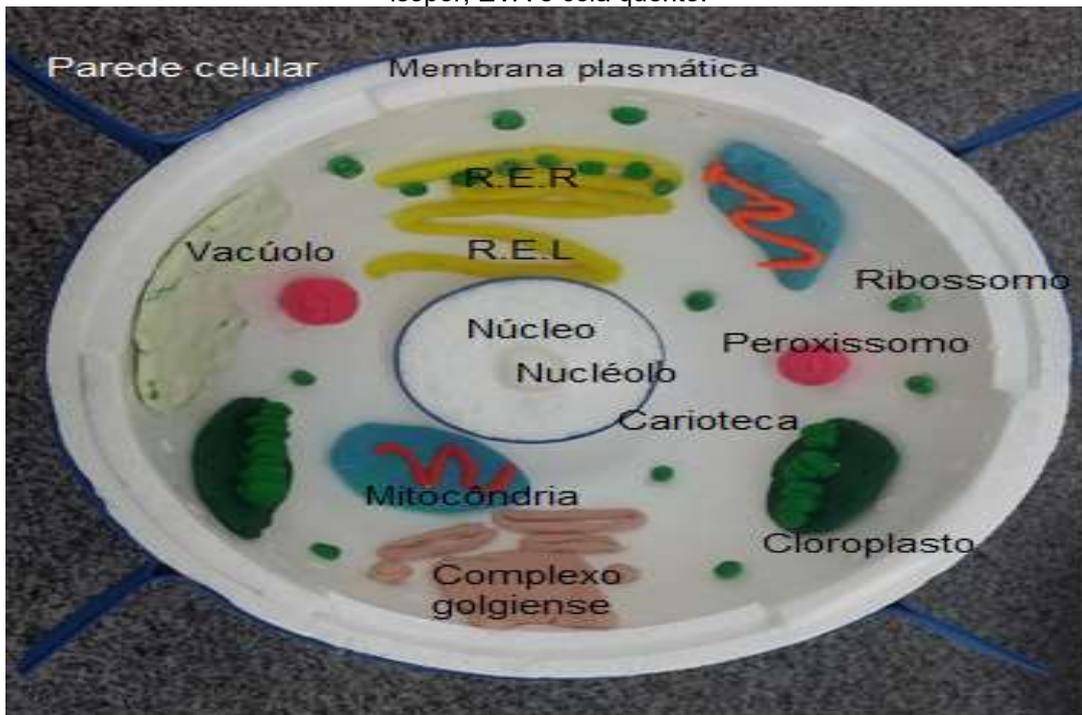
As figuras 14, 15, 16 e 17 representam imagens de células animais, vegetais, procaríotas e vírus, respectivamente. Além das estruturas isoladas, o aluno atuou na confecção da estrutura celular ampla, perfazendo todas as organelas e as estruturas internas das células e principais estruturas dos vírus.

Figura 14. Modelo de célula eucariota animal construída por meio de massa de modelar, bola de isopor, EVA e cola quente.



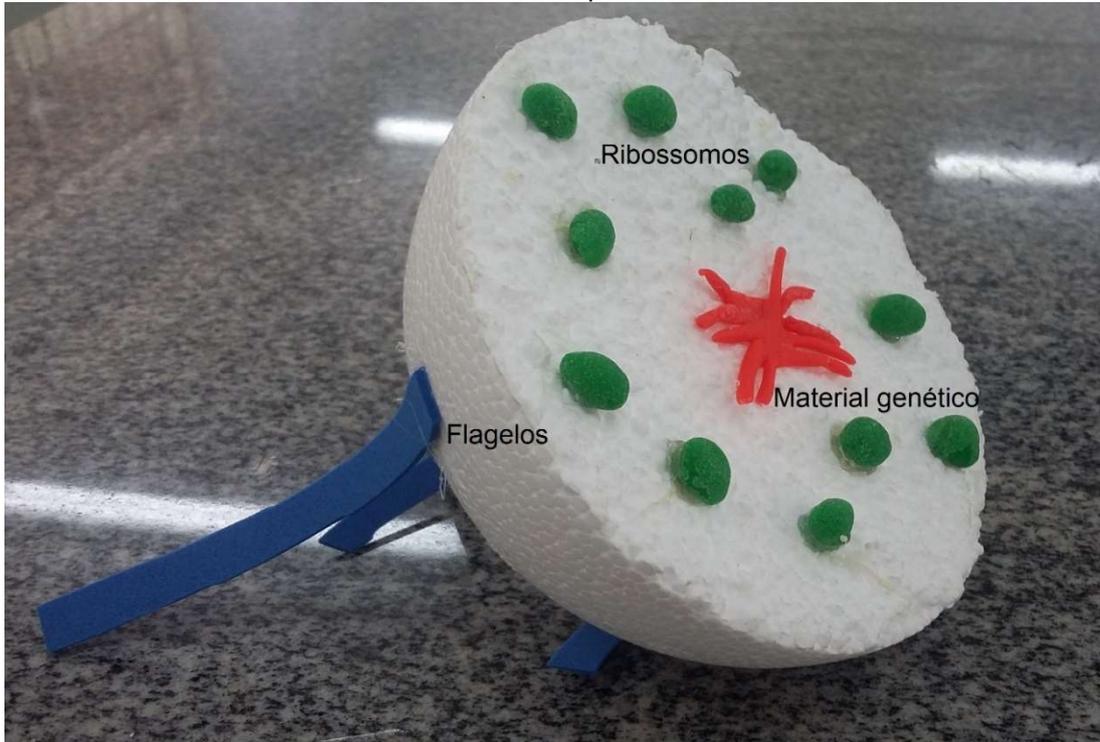
Fonte: Própria autora

Figura 15. Modelo de célula eucariota vegetal construída por meio de massa de modelar, bola de isopor, EVA e cola quente.



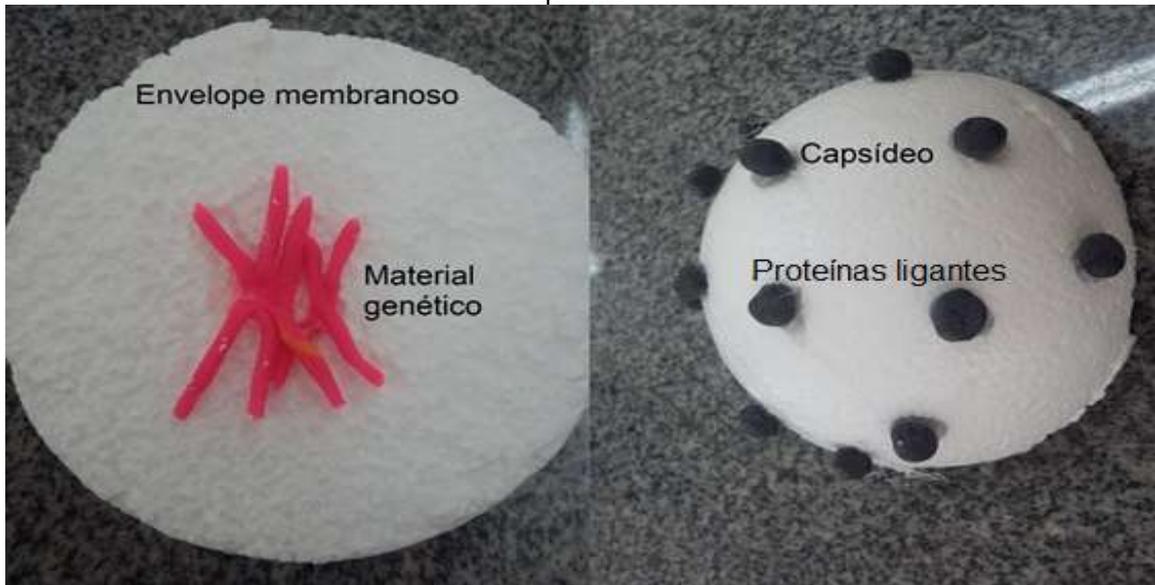
Fonte: Própria autora

Figura 16. Modelo de célula procariota construída por meio de massa de modelar, bola de isopor, EVA e cola quente.



Fonte: Própria autora

Figura 17. Modelo de um vírus construído por meio de massa de modelar, bola de isopor e cola quente.



Fonte: Própria autora

## 2º Momento - a apresentação

Após a construção dos modelos, foi realizada a apresentação deles pelo aluno cego. Ele iniciou com um modelo de vírus, em que o aluno respondeu adequadamente a parte do material genético, porém respondeu inadequadamente sobre as proteínas receptoras, dizendo que eram os vírus. A professora/pesquisadora auxiliou-o, explicando que a estrutura inteira é o vírus e que essas “bolinhas” representam as proteínas receptoras do vírus que ficam na capa que o envolve.

Em seguida, o aluno apresentou o modelo de célula procariota (uma bactéria), respondendo adequadamente sobre o nome, a função do material genético e a membrana plasmática, porém respondeu inadequadamente sobre os ribossomos; ele disse que eram as proteínas. A professora/pesquisadora ajudou-o novamente, dizendo que se tratava de uma organela que fabrica proteínas (os ribossomos). Nessa mesma estrutura, o aluno não conseguiu tratar sobre os flagelos (estruturas responsáveis pela locomoção). Quando a professora/pesquisadora realizou uma nova pergunta sobre qual a principal diferença entre uma célula eucariota e procariota, o aluno também não conseguiu responder. A apresentação está representada pela figura 18.

Figura 18. Aluno apresentando o modelo de um vírus e de uma célula procariota.



Fonte: Própria autora

Depois foi apresentado o modelo da célula eucariota animal. A professora/pesquisadora foi direcionando a mão do aluno para as organelas e perguntava sobre o nome e a função de cada uma. O aluno conseguiu responder adequadamente o nome a função do ribossomo e do retículo endoplasmático; parcialmente sobre o centríolo e o complexo golgiense, pois não lembrou o nome, mas acertou a função e replicou inadequadamente sobre o núcleo, nucléolo, carioteca, citoplasma, mitocôndria, peroxissomos, lisossomos e a membrana plasmática.

Por fim, foi apresentado o modelo de uma célula eucariota vegetal, em que a professora/pesquisadora realizou a mesma pergunta sobre as três estruturas que diferenciam a célula eucariota animal da célula eucariota vegetal (parede celular, cloroplasto e vacúolo). O aluno respondeu adequadamente sobre a parede celular, lembrando o nome e a função, de forma parcial respondeu sobre o cloroplasto, pois não lembrava o nome da organela, mas lembrou a sua função na participação da fotossíntese e respondeu inadequadamente sobre o vacúolo, não lembrando o nome e nem a função. A apresentação está representada pela figura 19.

Figura 19. Aluno cego apresentando o modelo de célula eucariota animal e vegetal.



Fonte: Própria autora

Para finalizar a apresentação, a professora/pesquisadora redirecionou novamente a mão do aluno por todas as organelas, revisando nome e função de cada uma (Figura 20). Cabe ressaltar que, na célula vegetal, não há lisossomos, pois essa célula não necessita fazer a digestão celular.

Figura 20. Professora/pesquisadora revisando todas as estruturas da célula eucariota vegetal com o aluno cego.



Fonte: Própria autora

O processo de construção dos modelos se configurou na perspectiva de realização junto a um estudante cego, como uma frutífera possibilidade de participação do referido estudante como sujeito ativo no processo de construção de seu próprio conhecimento, uma vez que suas concepções abstratas e conhecimentos prévios foram levados em consideração.

A oportunidade de colocar o estudante frente ao objeto/material didático pedagógico (de fácil confecção e de baixo custo) não rotineiro, como quadro, livro didático, entre outros, converge à importância da cooperação docente-discente no ensino de ciências, no âmbito da construção de materiais potencialmente facilitadores de aprendizagem e acessíveis, próximos da realidade das escolas públicas brasileiras, em que equipamentos custosos, tal qual a impressora 3D, que não poderiam ser usualmente utilizados nesta realidade.

#### **Etapa V - Verificação da apropriação dos conhecimentos científicos.**

Para esta etapa, foi aplicado um terceiro questionário, com o objetivo de analisar a apropriação dos conhecimentos científicos. Os resultados estão transcritos a seguir.

- Concepção 1: A diferenciação entre a matéria viva e matéria bruta
- Concepção 2: A definição de célula

Quadro 10: Perguntas e respostas do questionário geral das concepções 1 e 2.

Perguntas	Resposta do aluno	Classificação	Comentários
1. Na sua opinião, do que é (são) feito (s) os seres vivos?	<i>De célula.</i>	Adequadas	Todo ser vivo é constituído por pelo menos uma célula.
2. Considerando os seguintes seres: samambaia, janela, vírus, formiga, bactéria, armário e cogumelo, responda: a) Quais são seres vivos? b) Quais não são seres vivos? c) Qual o tipo de célula de cada ser vivo que você respondeu na letra A? d) Dos seres considerados não vivos, qual deles mais se aproxima, dos seres vivos? Por que?	<i>a) A seres vivos... é formiga, samambaia é planta, bactérias é seres vivos né, vírus e o que mais, mesmo? a) Cogumelo não é planta, Então é..., vírus, samambaia, bactérias e o cogumelo.</i>	Plausível	O aluno respondeu que o vírus é um ser vivo formado por célula animal. Também disse que o cogumelo é formado por célula vegetal, sendo que a sua célula aproxima-se mais da célula animal.
	<i>b) Janela e armário, só</i>	Plausível	Faltou somente o vírus
	<i>c) Samambaia é vegetal, janela não...não têm célula, vírus célula animal, formiga é animal, bactéria animal, armário não têm e cogumelo é vegetal.</i>	Plausível	Errou vírus, bactéria e cogumelo.
	<i>d) O vírus! Porque o vírus não tem célula. Só têm o DNA ou RNA.</i>	Adequada	O aluno disse que o vírus possui material genético próprio

- Concepção 3: A diferença de um ser celular e um acelular
- Concepção 4: As diferenças morfológicas e funcionais entre as células

Quadro 11: Perguntas e respostas do questionário geral das concepções 3 e 4.

Perguntas	Resposta do aluno	Classificação	Comentários
3. Quais os principais tipos de células que você conhece?	<i>Lisossomo, protozoários ...têm o Complexo de Golgi</i>	Inadequadas	O aluno demonstra confusão nos conceitos de tipos, classificação e organelas celulares
4. Quais os critérios mais importantes que você utilizaria para classificar as células?	<i>A membrana plasmática ... ou núcleo, né</i>	Plausível	
5. Existe diferença no citoplasma de uma célula procarionte e eucarionte? Qual?	<i>Sim ... uma célula é interligada e outra é independente</i>	Inadequada	

- **Concepção 5: Os componentes básicos da célula.**

Quadro 11: Perguntas e respostas do questionário geral da concepção 5.

Perguntas	Resposta do aluno	Classificação	Comentários
6. Na construção do seu modelo concreto, você estudou que a célula apresenta três partes.  a) Qual parte é responsável por selecionar as substâncias que entram e saem da célula?  b) Em que parte da célula estão localizadas as organelas responsáveis pelo metabolismo celular?  c) Em que parte da célula encontra-se o material genético?	a) <i>A membrana plasmática</i>  b) <i>Citoplasma</i>  c) <i>Núcleo</i>	Adequada	O aluno conseguiu responder a maioria das perguntas, errando somente a função do complexo golgiense e vacúolo (grifadas em vermelho).

<p>7. Relacione a primeira coluna com a segunda: Neste caso, as respostas encontram-se na sequência da questão apresentada.</p> <p>A – Membrana plasmática  B – Ribossomo  C – Mitocôndria  D – Retículo endoplasmático  E – Complexo Golgiense  F – Lisossomo  G – Núcleo  H – Peroxissoma  I – Cloroplastos  J – Centríolos  L – Citoplasma  M – Parede Celular  N – Vacúolos</p>	<p>(B) Fábrica de proteínas.  (C) Responsável pela respiração celular.  (A) Controla a entrada e saída de substâncias.  (G) É o local onde ficam os genes.  (N) Armazena e lança proteínas para fora da célula.  (D) Transporta proteína de um ponto a outro da célula.  (F) Faz a digestão de substâncias ingeridas pela célula ou de partes da própria célula.  (H) Responsável pela desintoxicação de álcool e decomposição de peróxido de hidrogênio.  (J) Responsável pela formação de cílios e flagelos.  (L) Material gelatinoso onde são encontradas várias organelas.  (E) Armazenam substâncias que estão relacionadas à nutrição ou excreção.  (I) São organelas presentes nas células de vegetais e de outros organismos que realizam fotossíntese  (M) Formado por celulose tem a função de proteger e dar forma a célula vegetal.</p>	Plausível	
---	---	-----------	--

Para a pesquisa dos modelos e materiais para a construção, o aluno contou com a mediação da professora de apoio e a ajuda do Programa DOSVOX, que lhe permitiu uma independência no estudo e no trabalho. Já para a construção dos modelos, o aluno contou com a mediação da professora/pesquisadora, que modelava o formato das estruturas/organelas e descrevia-as por meio da fala e, em seguida, pedia para que o aluno cego reproduzisse-a com a massa de modelar. O intuito também foi promover o desenvolvimento de diversas funções psicológicas superiores, tais como: memória, imaginação, emoção, atenção, criatividade, abstração, generalização, pensamento e linguagem.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito desta investigação foi dar início a uma discussão sobre o uso de modelos concretos no ensino de Biologia Celular para alunos cegos e com baixa visão, fundamentada em uma teoria histórico-cultural do desenvolvimento humano. Trata-se de uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória, de intervenção, desenvolvida no ano de 2017, com um aluno cego matriculado na rede de ensino regular do município de Campo Grande/MS.

Nosso objetivo foi analisar se o desenvolvimento de uma sequência didática, por meio de construção de modelos concretos, pode facilitar a aprendizagem de conteúdos de Biologia Celular de alunos cegos e com baixa visão. Devido à dificuldade e à indisponibilidade de encontrar alunos cegos matriculados em turmas regulares do primeiro ano do Ensino Médio, a SD foi adaptada e aplicada na sala de recursos, somente com um aluno com cego auxiliado pela professora de apoio e pela professora / pesquisadora. Primeiramente, realizamos um levantamento dos conceitos espontâneos sobre a célula, por meio de um questionário estruturado; em seguida, ocorreu uma explicação das principais diferenças da organização do núcleo e das organelas celulares presentes nas células procariotas e eucariotas; após, foi proposta a construção de modelos concretos de uma célula procariota, eucariota e um vírus, em que o aluno teve a oportunidade de explicar cada estrutura criada, e, por fim, foi aplicado um novo questionário estruturado, para a verificação da apropriação do conhecimento do aluno cego.

Os estudos levantados sobre a temática apontam que o uso de modelos concretos contribui para aprendizagem e favorece o processo de construção de conhecimento.

No levantamento das concepções, foi possível constatar que o aluno sabia afirmar que existem diferenças entre um ser vivo e uma matéria bruta e que todos os seres vivos são formados por algum tipo de célula. Porém, ele não sabia explicar essas diferenças e nem citar as três partes básicas de uma célula.

Já no levantamento da apropriação do conhecimento, após a pesquisa, foi possível ao aluno conseguir diferenciar os seres formados por células, tipos de células animais e vegetais, características de um vírus e partes básicas de uma

célula, assim como a maioria dos nomes e funções das organelas celulares, errando somente a função do complexo golgiense e vacúolo.

Foi desenvolvido com o aluno estratégia colaborativa, como a mediação da professora de apoio na tomada de decisão sobre os materiais utilizados para a construção dos modelos, o uso do programa DOSVOX que se comunica com o usuário pela síntese de voz em português e outros idiomas. Isso permitiu ao aluno uma certa independência no estudo e no trabalho, que segundo Vygotsky é uma mediação relacionada aos instrumentos. A prática da professora/pesquisadora de modelar as estruturas e as descrever por meio da fala solicitando ao aluno que as reproduzissem conforme o seu entendimento, promoveu uma troca de conhecimentos na construção dos modelos concretos.

Por fim concluímos que a construção dos modelos concretos possibilitou a interação do aluno com o material, criou oportunidades de diálogos entre aluno e professor, favoreceu a troca de conhecimento e promoveu uma melhor aprendizagem. Porém, há crescente necessidade de desenvolver cada vez mais recursos didáticos para que o aluno cego perceba mais o significado de conceitos relacionados à disciplina de Biologia.

Neste sentido, e no âmbito de uma perspectiva futura, e de continuidade deste trabalho, direcionaremos esta proposta na perspectiva de criação de uma cartilha de orientação aos docentes acerca das contribuições da modelagem no ensino de ciências, bem como a realização de uma abordagem sobre condução tátil dos estudantes cegos na manipulação dos modelos concretos.

## REFERÊNCIAS

ALBERTS, B.; BRAY, D.; HOPKIN, K. **Fundamentos da Biologia Celular**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 864, 2006.

ALENCAR, L. A. **Filosofia para crianças como modelo para ensinar conceitos básicos de biologia celular e genética para alunos dos anos finais do ensino fundamental**. 2014. 96 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) — Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

ALMEIDA, M. S. L; LIMA, R. C. P. **A identidade profissional do professor de ciências em tempo de educação inclusiva: o desafio de ensinar alunos cegos**. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia – SP. **Anais do X ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2015.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G. R. **Biologia - Biologia das células**. v. 1. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

AMIRALIAN, M. L. T. M. **Comunicação e participação ativa: a inclusão de pessoas com deficiência visual**. In: AMIRALIAN, Maria Lúcia Toledo Moraes (Org.). **Deficiência visual: perspectivas na contemporaneidade**. São Paulo: Vetor, p. 19-36, 2009.

BRAGA, C. M.D. S; FERREIRA, L. B. M; GASTAL. M L. A o uso de modelos em uma sequência didática para o ensino dos Processos da divisão celular. **Revista SENBIO / Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, n.3, p 3789 – 3802, 2010.

BRANCO, A.U.; SALOMÃO, S. Cooperação, competição e individualismo: pesquisa e contemporaneidade. **Temas em Psicologia** v. 9 n.1, p.11-18, 2001.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, Diário Oficial da União, 23 dez. 1996, p. 27833 - 27841. Disponível em:<[http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/def\\_visual\\_1.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/def_visual_1.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Deficiência visual**. Marta Gil (org.) **Cadernos da TV Escola. Secretaria de Educação a Distância**. Brasília: MEC, 2000. Disponível em:<[http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/def\\_visual\\_1.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/def_visual_1.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Programa de capacitação de recursos humanos do ensino fundamental: deficiência visual**. V. 1, fascículos I – II – III. Série Atualidades Pedagógicas 6. Secretaria de Educação Especial. Marilda Moraes Garcia Bruno, Maria Glória Batista da Mota. Colaboração: Instituto Benjamin Constant. Brasília: MEC, 2001. Disponível em:<[http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/def\\_visual\\_1.pdf](http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/def_visual_1.pdf)>. Acesso em: 15 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Saberes e práticas da inclusão**: desenvolvendo competências para o atendimento às necessidades educacionais especiais de alunos cegos e de alunos com baixa visão. Secretaria de Educação Especial. MEC/SEESP. 2ª Ed. Brasília: MEC, 2003.

\_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988**. Brasília. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso em: 20 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. **Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em: 10 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. **Portaria Nº 2678, de 24 de setembro de 2002**. Aprova o projeto da Grafia Braille para a Língua Portuguesa e recomenda o seu uso em todo o território nacional. Brasília. Aprova o projeto da Grafia Braille para a Língua Portuguesa e recomenda o seu uso em todo o território nacional. Disponível em:< <http://www.fnde.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/legislacao/item/3494-portaria-mec-n%C2%BA-2678-de-24-de-setembro-de-2002>>. Acesso em: 10 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria nº 3.128, de 24 de dezembro de 2008**. Define que as Redes Estaduais de Atenção à Pessoa com Deficiência Visual sejam compostas por ações na atenção básica e Serviços de Reabilitação Visual. Brasília. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm)>. Acesso em: 10 fev. 2016.

BRUNO, M. M. G.; MOTA, M. B. **Programa de capacitação de recursos humanos do ensino fundamental**: deficiência visual. Colaboração do IBC. Brasília: Ministério da Educação, SEESP, 2001.

CARDINALI, S. M. M. **O Ensino e Aprendizagem da Célula em Modelos Táteis para Alunos Cegos em Espaços de Educação Formal e Não Formal**. 2008. 108f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2008.

CARLAN, F. A. **Diferentes recursos didático-pedagógicos no ensino de biologia: aproximando os conhecimentos científicos do cotidiano dos estudantes**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; MIRANDA, N. A.; VERASZATO, E. V. Planejamento de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativa. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n 2, p.378-401, 2007.

CAMELO, T. Células de miçangas, barbantes e elástico. **Ciência Hoje on line**, 2010.

CERQUEIRA, J. B.; FERREIRA, E. D. M. B. Recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, n.5, p, 24-29, 1996.

CRÓS, C. X.; ALMEIDA, J. G.; MATARUNA, L.; OLIVEIRA FILHO, C. W. Classificações da deficiência visual: compreendendo conceitos esportivos, educacionais, médicos e legais. **Lecturas: Educación física y deportes**, Buenos Aires, n .93, p. 21, 2006.

DELLA JUSTINA, L. A; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto . **Arq Mudi**. v.10, n.2, p. 35-40, 2006.

DELLA JUSTINA L. A.; RIPPEL J. L.; BARRADAS C. M.; FERLA M.R. **Modelos didáticos no ensino de Genética** In: Seminário de extensão da Unioeste, 3. Cascavel. Anais do Seminário de extensão da Unioeste. Cascavel; p.135-140. 2003.

DUSO, L. **O uso de modelos no ensino de biologia**. In: XVI Encontro Nacional de de Didática e Práticas de Ensino, Campinas – SP. **Anais do XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino**. Araraquara: Junqueira & Martins, 2012.

DUSO, L.; CLEMENT, L.; PEREIRA, P. B.; FILHO, J. P. A. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n.2, p. 29-44, 2013.

ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. Secretaria de Estado de Educação. **Referencial Curricular da Rede Estadual de Ensino de Mato Grosso do Sul Ensino Médio, 2012**. Disponível em: <<https://pt.slideshare.net/TatyBorges1/referencial-curricular-ensino-mdio-mato-grosso-do-sul>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

FAYE, E.; BARRAGA, Natalie C. **The low vision patient**. Grune e Stratton, 1985.

FERNANDES, C. E.; LOPES, S. C. **Uma reflexão sobre a educação especial e a educação inclusiva no Brasil**. Rede Saci, 2004. Disponível em: <[http://www.fraterbrasil.org.br/uma\\_reflexao\\_sobre\\_a\\_educacao\\_es.htm](http://www.fraterbrasil.org.br/uma_reflexao_sobre_a_educacao_es.htm)>. Acesso em: 16 dez 2017.

FERREIRA, W. B. Educação inclusiva: será que sou a favor ou contra uma escola de qualidade para todos? **Revista de Educação Especial**, Brasília, v.1, n.1, p. 40-46, 2005.

FERREIRA, J. C.; ALMEIDA, S. A. O pensar e o fazer modelos didáticos por alunos de licenciatura em Biologia. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia – SP. **Anais do IX ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2013.

FONTANELLA. B.J.B.; RICAS, J.; TURATO, E. R. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. **Cad. de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n.1, p. 17-27, 2008.

- FRANCO, J. R.; DIAS, T. R. A Pessoa cega no processo histórico: um breve percurso. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n. 30, p. 1-7, 2005.
- GAI, D. N; NAUJORKS, M. I. Inclusão: contribuições da teoria socio-interacionista à inclusão escolar de pessoas com deficiência. **Revista Educação**, Santa Maria, n.2, v. 31, p. 413-428, 2006.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- GÓES, M. C. R. **A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: Uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade**. Cad. CEDES, Campinas, n 50, p. 21-29, 2000.
- GOYA, P. R. L; BASSO, S. P. S; CAMPOS, L. M. L. Materiais didáticos de ciências e biologia para alunos com necessidades educacionais especiais. **Revista SEnBIO, / Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, n.7, p 6173 – 6184, 2014.
- HERMANN, F. B.; ARAÚJO, M. C. P. **Os jogos didáticos no ensino de genética como estratégias partilhadas nos artigos da revista genética na escolar**. In: VI Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia – XVI Semana Acadêmica de Ciências Biológicas., Santo Ângelo – RS. **Anais da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões**. Santo Ângelo, 2013.
- INEP. Instituto Nacional de Estudos e pesquisas Anísio Teixeira. **Censo escolar 2016**. Disponível em: <[edu.org.br/escola/255097-ee-lino-villacha/censoescolar?year=2016&dependence=0&localization=0&education\\_stage=0&item=>](http://edu.org.br/escola/255097-ee-lino-villacha/censoescolar?year=2016&dependence=0&localization=0&education_stage=0&item=>)>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- ISMAC. Instituto Sul Matogrossense para Cegos Florivaldo Vargas. **Serviços prestados**. Disponível em: <<http://www.ismac.org.br/conteudo/53/servicos-prestados>>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética– exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do Museu Dinâmico**, Maringá, v.10, n. 2, p. 35-40, 2006.
- KASSAR, M. de C. M. Educação especial na perspectiva da educação inclusiva: desafios da implantação de uma política nacional. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 41, p. 61-79, 2011.
- LAPLANE, A.L.F.; BATISTA, C.G. Ver, não ver e aprender: a participação de crianças com baixa visão e cegueira na escola. **Cad. Cedes**, Campinas, v.28, n.75, p.209-227, 2008.
- LEMOS,E. R.; CEQUEIRA, J. B.; VENTURINI, J. L.; ROSSI, T.F.O. **Louis Braille: sua vida e seu sistema**. 2. ed. (revisada e atualizada). São Paul: Fundação Dorina Nowil, 1999.

LIRA, M. C. F.; SCHLINDWEIN, L. M. A Pessoa cega e a inclusão: um olhar a partir da psicologia histórico-cultural. **Cad. Cedes**, Campinas, v.28, n.75, p.171-190, 2008.

MANGA, V. P. B. **A inclusão de estudantes com deficiência na educação profissional e tecnológica**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Vila Velha, 2011.

MANGA, V. P. B.B. **O Aluno Cego e o Ensino De Ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Um Estudo De Caso**. 2013. 180 f. Dissertação. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Educação. Vitória-ES.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa** (4.ed), Atlas, São Paulo (1999)

MARIZ, G. F. **O uso de modelos tridimensionais como ferramenta pedagógica no ensino de biologia para estudantes com deficiência visual**. 2014. 95 f. Dissertação. Universidade Federal do Ceará. Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática. Fortaleza-CE.

MAZZOTTA, M. J. da S. Fundamentos de educação especial. Série **Cadernos de Educação**, Ed. Livraria Pioneira, São Paulo, 1982.

MONTES, S. M. **O aluno cego no ensino regular: o ponto de vista de professores, alunos, inspetores e coordenador pedagógico**. Dissertação (Mestrado) -Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho/Marília, São Paulo, 2002.

MOURA, J; DEUS, M. S. M; GONÇALVES, N. M. N; PERON, A. P. Biologia/Genética: O ensino de biologia, com enfoque a genética, das escolas públicas no Brasil – breve relato e reflexão. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 167-174,2013.

MOZZER, N. B. **O entendimento conceitual do processo de dissolução a partir da elaboração de modelos e sob a perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais**. 2013. 251p. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, p. 251, 2013.

NOBRE, S. A. O; SILVA, F. R. F. Métodos e práticas do ensino de biologia para jovens especiais na escola de ensino médio Liceu de Iguatu Dr. José Gondim Iguatu/CE. **Revista SBEnBio / Associação Brasileira de Ensino de Biologia**, n.7. p.2105-2116, 2014.

NOGUEIRA, L. **Células ao alcance das mãos**. Agência FAPESP: Belo Horizonte, 2004. Disponível em: <[www.agencia.fapesp.br](http://www.agencia.fapesp.br)>. Acesso em: 20 jan. 2017.

NUEMBERG, A. H. **Contribuições de Vigotsky para a educação de pessoas com deficiência visual**. Psicologia em Estudo, Maringá, v.13, n.2, p.307-316, 2008.

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

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky Aprendizado e Desenvolvimento: Um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1993.

OLIVEIRA, F. M.; SILVA, J. P. R.; JESUS, C. D.; ALMEIDA, S. Relato de Experiência: Material didático para inclusão de estudantes com deficiência visual nas aulas práticas sobre o processo de cicatrização. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 10, n. 1, p. 273-287, 2016.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; SILVA, A. M.; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D.; FERNANDES, F. F.; LORENZI, J. C. C.; LIMA, M. A.; GARDIM, S. BARBOSA, V. C.; THALES, A.; TRÉZ B. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**. n.1, p.1-17, 2009.

PALLATIERI, M.; GRANDO, R. C. A importância da videogravação enquanto instrumento de registro para o professor do pensamento matemático de crianças pequenas. **Horizontes**, São Francisco, v. 21, n. 2, p. 21-29, 2010.

PAULINO, A. L. S.; VAZ, J. M. C.; BAZON, F. V. M. **Materiais adaptados para ensino de biologia como recursos de inclusão de alunos com deficiência visual**. In: VII Encontro da Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial, Londrina – PR. **Anais do VII Encontro da Associação Brasileira de Pesquisadores em Educação Especial**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2011.

PLANAS, N. Modelo de análisis de videos para elestudio de procesos de construcción de conocimiento matemático. **Educación Matemática**, México, v. 18, n. 1, p. 37-72, 2006.

RADFORD, L. **Perceiving with the eyes and with the hands**. Université Laurentienne, Canada. **RIPEM**, v.3, n. 1, p. 56-77, 2013.

RAZUCK, R. C. S. R.; GUIMARÃES, L. B. O desafio de ensinar modelos atômicos a alunos cegos e o processo de formação de professores. **Revista Educação Especial**. Santa Maria, v. 27 n. 48, p. 141-154, 2014

RATNER, C. A **Psicologia Sócio-Histórica de Vygostky: Aplicações Contemporâneas**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

REIS, I. A.; NASCIMENTO, G. S. V.; GUIMARÃES, D. M.; DE SOUSA BEZERRA, G. L.; NASCIMENTO, S. B. M.; DE ALENCAR, I. D. C. C.; AMADO, M. V. **O ensino de Biologia sob uma perspectiva CTSA: análise de uma proposta pedagógica de uso de modelos didáticos da divisão celular**. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia – SP. **Anais do X ENPEC** -

**Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2013.

RODRIGUES, F. S. **O Uso de tecnologias da informação e comunicação (TIC) por alunos cegos em escola pública municipal de Fortaleza.** Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Educação, Programa de pós-graduação em Educação Brasileira, Fortaleza, CE. 2010.

ROCHA, S. J. M.; SILVA, E. P. Cegos e Aprendizagem de Genética em Sala de Aula: Percepções de Professores e Alunos. **Revista Brasileira de Educação Especial**, online, v. 22, n. 4, p. 589-604, 2016.

SÁ, E. D. de; CAMPOS, I. M. de; SILVA, M. B. C. **Atendimento educacional especializado:** deficiência visual. Brasília: SEESP/SEED/MEC, 2007.

SANT'ANNA, N. F; ARAÚJO, G. S. M; ROCHA, L. O; GARCEZ, S. F; BARBOZA, C. B. Técnicas para produção e reprodução de material educacional de baixo custo na área de ciências morfológicas para deficientes visuais. **Revista Científica Internacional**, v. 9, n.30, p. 14-32, 2014.

SANTOS, C. R. dos; MANGA, V. P. B. B. Deficiência visual e ensino de Biologia: pressupostos inclusivos. **Revista FACEVV**, Vila Velha, n. 3, p. 13-22, 2009.

SETÚVAL, F. A. R; BEJARANO, N. R. R. **Os modelos didáticos com conteúdos de genética e a sua importância na formação inicial de professores para o ensino de ciências e biologia.** In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis – SC. **Anais do VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2009.

SILVA, L. H. A. **A perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano: ideias para estudo e investigação do desenvolvimento dos processos cognitivos em ciências.** In: GULLICH, R. I. C. (org.). **Didática das Ciências.** Curitiba: Prismas, 2013.

SILVA, E. C. C. **A teoria celular em livros didáticos de biologia: uma análise a partir da abordagem histórico-filosófica da ciência.** 2014. 290 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2014.

SILVA, I, S.; SILVA, J. T.; CASTRO, P. M. **Construção de Modelos Didáticos: uma Alternativa para o Ensino de Citologia.** In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia – SP. **Anais do X ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2015.

SOUZA, P. F; FARIA, J. C. N. M. A construção e avaliação de modelos didáticos para o ensino de ciências morfológicas - uma proposta inclusiva e Interativa. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13, p. 1550-1561, 2011.

SOUZA, F. B.; MALDANER, O. A. A significação conceitual no início da escolarização das crianças. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 2012, Caxias do Sul. **Anais. Caxias do Sul: ANPED Sul, 2012.**

SOUZA, V. C.A.; AGUIAR JR, O.G. **Mediação do conhecimento científico em sala de aula e construção social de modelo no processo de formação inicial dos professores de Química.** In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia – SP. **Anais do IX ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2013.

SOUZA PAIVA, A.; GUIMARÃES, A. P. M.; ALMEIDA, R. O. **Biologia celular: uma revisão de experiências didáticas no ensino médio entre 2004 e 2014.** In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia – SP. **Anais do X ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2015.

SOUZA, E. M.; MESSEDER, J. C. **Citologia em sala de aula: um modelo celular pensado para todos.** In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis – SC. **Anais do XI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2017.

VÁZQUEZ-ALONSO, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; CEVEDO-POMERO, P. Consensos sobre a Natureza da Ciência: A Ciência e a Tecnologia na Sociedade. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 27, p. 34-50, 2008.

VAZ, J. M. C; PAULINO, A.L. S; BAZON, F. V. M; KIILL, K. B; ORLANDO, T. C; REIS, M. X; MELLO, C. Material Didático para Ensino de Biologia: Possibilidades de Inclusão. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 81-104, 2012.

VILARONGA, C. A. R; CAIADO, K. R. M. Relato de pesquisa: Processos de Escolarização de Pessoas com Deficiência Visual. **Revista Brasileira de Educação Especial**, Marília, v. 19, n.1, p. 61-78, 2013.

VINHOLI JÚNIOR, A. J. **Modelagem Didática como estratégia de ensino para a Aprendizagem Significativa em Biologia Celular.** 2015. 206 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Humanas e Sociais. Campo Grande-MS.

VINHOLI JÚNIOR, A. J.; RAMIRES, V. R. Abordagens do ensino e aprendizagem de biologia no contexto da educação inclusiva. **Itinerarius Reflectionis (Online)**, v. 1, p. 1, 2014.

VIVEIROS, E. R.; CAMARGO, E. P. Deficiência visual e educação científica: orientações didáticas com um aporte na neurociência cognitiva e teoria dos campos conceituais. **Góndola: Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Francisco José de Caldas, v. 6, n. 2, p. 25, 2011.

VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas: V – Fundamentos da Defectologia**. Madrid: [s.e.], 1997.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKI, L. S. Paidología del adolescente. In: VYGOTSKI, L. S. **Obras Escogidas – Tomo IV: Psicología infantil**. 2 ed. Madrid: Visor, 1931/2006.

VIGOTSKI, L. S. **A Formação Social da Mente**. 7 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

WERTSCH, J.V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1985.

ZABALA, A. **A Prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

## APÊNDICES

### APÊNDICE 1



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



#### AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL

Solicito autorização para realizar a pesquisa intitulada “**ENSINO INVESTIGATIVO EM BIOLOGIA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**”, com alunos cegos e baixa visão do ensino médio por dois meses sob a responsabilidade das pesquisadoras **Alessandra Françoso da Silva Costa** do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), na Escola Estadual Lino Villachá, localizada na rua Haroldo Pereira, nº887, bairro Nova Lima, no município de Campo Grande – MS.

A finalidade da pesquisa será analisar se a modelagem didática, por meio de construção de modelos concretos pode facilitar a aprendizagem de conteúdos de biologia celular dos alunos cegos e baixa visão matriculados no ensino médio das escolas da rede regular do município de Campo Grande / MS. A pesquisa ocorrerá em 6 encontros com duração de 50 minutos realizados no contra turno dos alunos. No primeiro encontro os alunos cegos ou baixa visão responderão a um questionário estruturado (diagnóstico 1), com o objetivo de levantar os conceitos espontâneos sobre a célula. Após aplicação do questionário o pesquisador irá comentar as questões com os alunos, esclarecendo as principais dúvidas. No segundo encontro ocorrerá a explicação das principais diferenças da organização do núcleo e das organelas celulares presentes nas células procariotas e eucariotas. E também a composição e estrutura de um organismo acelular (vírus). Após a explicação será aplicado oralmente um novo questionário estruturado (diagnóstico 2). Esta etapa ocorrerá na sala de recurso com a ajuda do professor responsável. No terceiro encontro será proposto a construção de modelos concretos de uma célula procariota, eucariota e um vírus. Os alunos deverão realizar uma pesquisa em livros didático e/ou na internet com a ajuda da professora responsável pela sala de recursos. Em seguida irão decidir o melhor material para a construção dos modelos. No quarto e quinto encontro os alunos irão construir juntamente com o professor da sala de recursos os modelos concretos propostos pelo pesquisador e irão apresentar seus modelos explicando cada elemento construído detalhadamente. No sexto encontro será aplicado oralmente um questionário geral (diagnóstico 3) com questões relativas os conceitos de biologia que eles discutiram ao longo dos encontros para analisar os indícios da ocorrência de evolução conceitual dos alunos.

Para perguntas e problemas referentes ao desenvolvimento da pesquisa, a escola pode contatar a pesquisadora Alessandra Françoso da Silva Costa telefone (67) 99102-0589, e-mail: afrancosocosta@gmail.com.

Para perguntas adicionais sobre os seus direitos dos participantes no estudo, o (a) senhor (a) pode consultar o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (67) 33457187. Informo que a pesquisa só será realizada mediante a aprovação do Comitê de Ética em Seres Humanos da UFMS, com parecer substanciado de aprovação.

Atenciosamente

Campo Grande / MS, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_.

Ciente / Autorizo \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 2

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você está sendo convidado/a a participar da pesquisa intitulada “ENSINO INVESTIGATIVO EM BIOLOGIA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL”, desenvolvida pela pesquisadora Alessandra Françoso da Silva Costa.

A pesquisa tem como objetivo analisar se a modelagem didática, por meio de construção de modelos concretos, pode facilitar a aprendizagem de conteúdos de biologia celular dos alunos cegos ou baixa visão matriculados no ensino médio da escola da Escola Estadual Lino Villacha, município de Campo Grande, MS.

A pesquisa ocorrerá em seis encontros com duração de 50 minutos cada, realizados no contraturno de aula dos alunos. No primeiro encontro, você responderá a um questionário estruturado (diagnóstico 1), com o objetivo de levantar os conceitos espontâneos sobre a célula. Após aplicação do questionário, a pesquisadora irá comentar as questões com os alunos participantes da pesquisa, esclarecendo as principais dúvidas. No segundo encontro ocorrerá a explicação das principais diferenças da organização do núcleo e das organelas presentes nas células procariotas e eucariotas e também a da composição e estrutura de um organismo acelular (vírus). Após essas explicações, será aplicado oralmente um novo questionário estruturado (diagnóstico 2). Esta etapa ocorrerá na sala de recursos da escola com a ajuda da professora responsável. No terceiro encontro será proposta a construção de modelos concretos de uma célula procariota, uma eucariota e de um vírus. Os alunos realizarão uma pesquisa em livros didáticos e/ou na internet com a ajuda da professora responsável pela sala de recursos, cuja finalidade será decidir e optar pelos melhores materiais a serem utilizados para a construção dos modelos. No quarto e no quinto encontro, os alunos irão construir juntamente com a professora da sala de recursos os modelos concretos propostos pela pesquisadora e irão apresentar seus modelos explicando cada elemento interno da célula/vírus que foram construídos. No sexto encontro será aplicado, oralmente, um terceiro questionário geral (diagnóstico 3), com questões estruturadas, para analisar a apropriação do conhecimento pelos alunos participantes da pesquisa.

Sabe-se que o uso de modelagem didática voltado a alunos cegos ou com baixa visão é um recurso facilitador para a aprendizagem de conceitos em biologia. Assim, você poderá se beneficiar pela oportunidade de estudar conteúdos biológicos de citologia a partir de uma estratégia diferenciada das tradicionais formas de ensino, cuidadosamente desenvolvidas pela pesquisadora para esse fim.

Sua participação é voluntária, isto é, não há obrigatoriedade de participação e o você tem plena autonomia para decidir se poderá participar ou não. Caso no decorrer da pesquisa você queira desistir, poderá solicitar a pesquisadora para retirar e eliminar os dados de pesquisa (atividades, diálogos) pertinentes. Você não perderá qualquer benefício ao qual tem direito e não será proibido/a de participar de novos estudos. Ademais, ressaltamos que se o houver autorização para a participar e não colaborar e/ou se recusar a cumprir os procedimentos previstos, você poderá ser convidado/a a sair deste estudo. Você receberá uma via assinada deste termo de assentimento.

A pesquisa será gravada e filmada, com equipamentos próprios da pesquisadora. Informamos que todas as filmagens serão mantidas em sigilo e que somente a pesquisadora terá acesso as mesmas para efeito de análise dos dados. Além disso, todo o material e áudio/vídeo serão armazenados, pelo período de cinco anos e após este período será descartado pela Pesquisadora. Assumimos o compromisso de garantir a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas por você.

Os riscos que podem acontecer com sua participação nesse estudo são mínimos. Caso haja algum constrangimento durante a pesquisa, fica garantido a sua recusa em participar, sem nenhum prejuízo.

Assumimos o compromisso de garantir a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas por você. Assim, os dados de identificação serão omitidos na divulgação dos resultados da

pesquisa, sendo garantido o sigilo dos nomes dos participantes, bem como, os dados utilizados na escrita dos resultados (respostas, diálogos) serão armazenados em local seguro.

Além disso, a qualquer momento, você poderá solicitar à Pesquisadora informações sobre o acompanhamento da pesquisa, inclusive após o término da mesma, o que poderá ser feito através dos meios de contato informados neste Termo. Os participantes serão acompanhados e assistidos pelos responsáveis da escola e pela Pesquisadora.

Não haverá, por sua parte, nenhum tipo de gasto/despesa de recurso para que você participe da pesquisa. A pesquisadora se responsabiliza por qualquer tipo de dano decorrente da pesquisa, caso venha a acontecer. Informamos ainda que a sua participação não implicará em danos no desenvolvimento das atividades regulares da escola.

Você deverá assinar todas as páginas deste termo de assentimento. Informamos que este documento será elaborado em 2 vias, sendo uma sua e outra da Pesquisadora.

Em caso de dúvidas, entre em contato com Alessandra França da Silva Costa telefone (67) 99102-0589, e-mail: afrancosocosta@gmail.com.

Para perguntas sobre os seus direitos como participante desse estudo, você poderá entrar em contato com Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (67) 33457187.

Declaro que entendi os objetivos e condições da pesquisa e concordo com a minha participação na mesma.

Assinatura do aluno: \_\_\_\_\_

Assinatura da pesquisadora: \_\_\_\_\_

Campo Grande / MS, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

## APÊNDICE 3

### TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você está sendo convidado/a a participar da pesquisa intitulada “ENSINO INVESTIGATIVO EM BIOLOGIA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL”, desenvolvida pela pesquisadora Alessandra Françoso da Silva Costa.

A pesquisa tem como objetivo analisar se a modelagem didática, por meio de construção de modelos concretos, pode facilitar a aprendizagem de conteúdos de biologia celular dos alunos cegos ou baixa visão matriculados no ensino médio da escola da Escola Estadual Lino Villacha, município de Campo Grande, MS.

A pesquisa ocorrerá em seis encontros com duração de 50 minutos cada, realizados no contraturno de aula dos alunos. No primeiro encontro, você responderá a um questionário estruturado (diagnóstico 1), com o objetivo de levantar os conceitos espontâneos sobre a célula. Após aplicação do questionário, a pesquisadora irá comentar as questões com os alunos participantes da pesquisa, esclarecendo as principais dúvidas. No segundo encontro ocorrerá a explicação das principais diferenças da organização do núcleo e das organelas presentes nas células procariotas e eucariotas e também a da composição e estrutura de um organismo acelular (vírus). Após essas explicações, será aplicado oralmente um novo questionário estruturado (diagnóstico 2). Esta etapa ocorrerá na sala de recursos da escola com a ajuda da professora responsável. No terceiro encontro será proposta a construção de modelos concretos de uma célula procariota, uma eucariota e de um vírus. Os alunos realizarão uma pesquisa em livros didáticos e/ou na internet com a ajuda da professora responsável pela sala de recursos, cuja finalidade será decidir e optar pelos melhores materiais a serem utilizados para a construção dos modelos. No quarto e no quinto encontro, os alunos irão construir juntamente com a professora da sala de recursos os modelos concretos propostos pela pesquisadora e irão apresentar seus modelos explicando cada elemento interno da célula/vírus que foram construídos. No sexto encontro será aplicado, oralmente, um terceiro questionário geral (diagnóstico 3), com questões estruturadas, para analisar a apropriação do conhecimento pelos alunos participantes da pesquisa.

Sabe-se que o uso de modelagem didática voltado a alunos cegos ou com baixa visão é um recurso facilitador para a aprendizagem de conceitos em biologia. Assim, você poderá se beneficiar pela oportunidade de estudar conteúdos biológicos de citologia a partir de uma estratégia diferenciada das tradicionais formas de ensino, cuidadosamente desenvolvidas pela pesquisadora para esse fim.

Sua participação é voluntária, isto é, não há obrigatoriedade de participação e o você tem plena autonomia para decidir se poderá participar ou não. Caso no decorrer da pesquisa você queira desistir, poderá solicitar a pesquisadora para retirar e eliminar os dados de pesquisa (atividades, diálogos) pertinentes. Você não perderá qualquer benefício ao qual tem direito e não será proibido/a de participar de novos estudos. Ademais, ressaltamos que se o houver autorização para a participar e não colaborar e/ou se recusar a cumprir os procedimentos previstos, você poderá ser convidado/a a sair deste estudo. Você receberá uma via assinada deste termo de assentimento.

A pesquisa será gravada e filmada, com equipamentos próprios da pesquisadora. Informamos que todas as filmagens serão mantidas em sigilo e que somente a pesquisadora terá acesso as mesmas para efeito de análise dos dados. Além disso, todo o material e áudio/vídeo serão armazenados, pelo período de cinco anos e após este período será descartado pela Pesquisadora. Assumimos o compromisso de garantir a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas por você.

Os riscos que podem acontecer com sua participação nesse estudo são mínimos. Caso haja algum constrangimento durante a pesquisa, fica garantido a sua recusa em participar, sem nenhum prejuízo.

Assumimos o compromisso de garantir a confidencialidade e a privacidade das informações prestadas por você. Assim, os dados de identificação serão omitidos na divulgação dos resultados da

pesquisa, sendo garantido o sigilo dos nomes dos participantes, bem como, os dados utilizados na escrita dos resultados (respostas, diálogos) serão armazenados em local seguro.

Além disso, a qualquer momento, você poderá solicitar à Pesquisadora informações sobre o acompanhamento da pesquisa, inclusive após o término da mesma, o que poderá ser feito através dos meios de contato informados neste Termo. Os participantes serão acompanhados e assistidos pelos responsáveis da escola e pela Pesquisadora.

Não haverá, por sua parte, nenhum tipo de gasto/despesa de recurso para que você participe da pesquisa. A pesquisadora se responsabiliza por qualquer tipo de dano decorrente da pesquisa, caso venha a acontecer. Informamos ainda que a sua participação não implicará em danos no desenvolvimento das atividades regulares da escola.

Você deverá assinar todas as páginas deste termo de assentimento. Informamos que este documento será elaborado em 2 vias, sendo uma sua e outra da Pesquisadora.

Em caso de dúvidas, entre em contato com Alessandra França da Silva Costa telefone (67) 99102-0589, e-mail: afrancosocosta@gmail.com.

Para perguntas sobre os seus direitos como participante desse estudo, você poderá entrar em contato com Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (67) 33457187.

Declaro que entendi os objetivos e condições da pesquisa e concordo com a minha participação na mesma.

Assinatura do aluno: \_\_\_\_\_

Assinatura da pesquisadora: \_\_\_\_\_

Campo Grande / MS, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

## APÊNDICE 4

**QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO 1****Parte 1 - INFORMAÇÕES PESSOAIS**

Escola: \_\_\_\_\_

Ano: \_\_\_\_\_ turma: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Você possui perda total (cegueira) ou parcial (baixa visão) da visão? \_\_\_\_\_

Com que idade você teve a perda visual? \_\_\_\_\_

Qual foi o motivo da perda visual? \_\_\_\_\_

Existem mais pessoas na família que possuem a perda total ou parcial a visão. Quem? \_\_\_\_\_

Na sua casa possui alguma adaptação que facilite sua acessibilidade? \_\_\_\_\_

Por que escolheu a escola atual para estudar? \_\_\_\_\_

**Parte 2 – INFORMAÇÕES SOBRE O CONTEÚDO DE BIOLOGIA CELULAR****01. Durante a sua vida escolar você já estudou ou ouviu falar sobre células. A partir disso, responda:**

a) Imagine um cachorro, uma galinha, um peixe, uma árvore e uma bactéria. O que eles têm em comum?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) Em relação à composição química e à complexidade de organização, quais as diferenças entre os seres vivos e a matéria bruta?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

c) Todos os seres vivos que possuem célula, têm célula iguais ou podem ser diferentes uma da outra? Explique.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

d) Existe algum ser vivo que não é formado por célula? (Se a resposta for sim, diga o nome).

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

e) Quais são as partes de uma célula que você conhece?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## APÊNDICE 5

QUESTIONÁRIO DE DIAGNÓSTICO 2

**01. Dos seres abaixo, qual não é vivo?**

- a) ave
- b) vírus
- c) cadeira
- d) lambari
- e) urso

**Qual (is) critério (s) você utilizou para considerar este ser como não vivo?** \_\_\_\_\_

**02. Qual das alternativas abaixo aponta um item que não é formado por célula?**

- a) madeira
- b) tijolo
- c) folha da bananeira
- d) cebola
- e) chifre do touro

**Qual (is) critério (s) você utilizou para considerar este ser não ser formado por célula?** \_\_\_\_\_

**03. Qual das células abaixo não aparece na espécie humana:**

- a) epitelial
- b) óssea
- c) sanguínea
- d) cardíaca
- e) vegetal

**Qual (is) critério (s) você utilizou para considerar esta resposta?** \_\_\_\_\_

**04. Qual das características abaixo se relaciona com os vírus**

- a) não são formados por células
- b) possuem DNA, RNA e citoplasma
- c) possuem membrana plasmática
- d) possuem mitocôndrias e ribossomos
- e) reproduzem, respiram e tem metabolismo próprio

**Qual (is) critério (s) você utilizou para considerar esta resposta?**

\_\_\_\_\_

**05. É uma parte da célula:**

- a) elétron
- b) próton
- c) manto
- d) citoplasma
- e) proteína

**Considerando os aspectos biológicos. Qual (is) critério (s) você utilizou para considerar esta resposta?** \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 6

### QUESTIONÁRIO GERAL

**01. Na sua opinião, do que é (são) feito (s) os seres vivos?**

**02. Considerando os seguintes itens: samambaia, janela, vírus, formiga, bactéria, armário e cogumelo, responda:**

- a) Quais são seres vivos?
- b) Quais não são seres vivos?
- c) Qual o tipo de célula de cada ser vivo que você respondeu na letra A?
- d) Dos seres considerados não vivos, qual deles mais se aproxima, dos seres vivos? Por que?

**03. Quais os principais tipos de células que você conhece?**

**04. Quais os critérios mais importantes que você utilizaria para classificar as células?**

**05. Existe diferença no citoplasma de uma célula procarionte e eucarionte? Qual?**

**06. Na construção do seu modelo concreto, você estudou que a célula apresenta três partes.**

- a) Qual parte é responsável por selecionar as substâncias que entram e saem da célula?
- b) Em que parte da célula estão localizadas as organelas responsáveis pelo metabolismo celular?
- c) Em que parte da célula encontra-se o material genético?

**07. Relacione a primeira coluna com a segunda:**

- A – Membrana plasmática
- B – Ribossomo
- C – Mitocôndria
- D – Retículo endoplasmático
- E – Complexo Golgiense
- F – Lisossomo
- G – Núcleo
- H – Peroxissoma
- I – Cloroplastos
- J – Centríolos
- L – Citoplasma
- M – Parede Celular
- N – Vacúolos

- ( ) Fabrica de proteínas.
- ( ) Responsável pela respiração celular.
- ( ) Controla a entrada e saída de substâncias.
- ( ) É o local onde fica os genes.
- ( ) Armazena e lança proteínas para fora da célula.
- ( ) Transporta proteína de um ponto a outro da célula.
- ( ) Faz a digestão de substância ingeridas pela célula ou de partes da própria célula.
- ( ) Responsável pela desintoxicação de álcool e decomposição de peróxido de hidrogênio.
- ( ) Responsável pela formação de cílios e flagelos.
- ( ) material gelatinoso onde são encontrado várias organelas.
- ( ) Armazenam substâncias que estão relacionadas à nutrição ou excreção.
- ( ) São organelas presentes nas células de vegetais e de outros organismos que realizam fotossíntese
- ( ) Formado por celulose tem a função de proteger e dar forma a célula vegetal.

## ANEXOS

Anexo 1 – Autorização da Secretaria de Educação de Mato Grosso do Sul.



Ofício n. 4.713/SUPED/GAB/SED

Campo Grande/MS, 9 de dezembro de 2016.

Senhora Coordenadora,

Em atenção ao teor do Ofício n. 06/2016, de 22 de novembro do ano em curso, protocolizado sob o n. 22/267467/2016, por meio do qual se solicita autorização para a realização de pesquisas com professores, coordenadores e/ou responsáveis que atuam nas Salas de Recursos Multifuncionais das Escolas Estaduais de Campo Grande-MS, informa-se que esta Secretaria manifesta-se favoravelmente ao pleito.

Para a efetivação exitosa de todas as visitas, solicita-se que os agendamentos sejam realizados com no mínimo uma semana de antecedência, com a direção do Centro Estadual de Educação Especial e Inclusiva, localizado à Rua Treze de Maio, n. 1090, Vila Liberdade, telefone (67) 3314-1267.

Esta Pasta coloca à disposição a Coordenadoria de Políticas para a Educação Especial para esclarecimentos adicionais, se necessário, por meio do telefone (67) 3318-2318.

Atenciosamente,

MARIA CECILIA AMENDOLA DA MOTTA  
Secretária de Estado de Educação  
Assinada Digitalmente

À Senhora  
SHIRLEY TAKECO GOBARA  
Coordenadora Projeto da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Cidade Universitária, s/n, Caixa Postal 549  
79070-900 - CAMPO GRANDE-MS

Elaborado por: rntm

Av. Antônio de Faria, s/n, Parque dos Professores, Bloco Y - CEP 79012-900 - Campo Grande/MS - CNPJ - 02185934/000122 - Telefone: 67/3318-2228

Este documento é cópia do original. Para conferir o original, acesse o site www.tce.ms.gov.br, e digite o código 09000709. Assinado e digitalizado por MARIA CECILIA AMENDOLA DA MOTTA AMENDOLA DA MOTTA - Assinada digitalmente em 12/12/2016 11:15:48.

Protocolo: 029/16713/2016  
Data: 12/12/2016