

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

ANA FLÁVIA VIGÁRIO

**AS TRAMAS DO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA:
conteúdo específico, prática pedagógica e formação de professores/as**

**UBERLÂNDIA
2017**

ANA FLÁVIA VIGÁRIO

**AS TRAMAS DO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA:
conteúdo específico, prática pedagógica e formação de professores/as**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito necessário à obtenção do título de Doutora em Educação.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática

Orientadora: Prof. Dra. Graça Aparecida Cicillini

UBERLÂNDIA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

V692t
2017

Vigário, Ana Flávia, 1974-

As tramas do ensino de biologia celular na educação básica :
conteúdo específico, prática pedagógica e formação de professores/as /

Ana Flávia Vigário. - 2017.

232 f.: il.

Orientadora: Graça Aparecida Cicillini.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa
de Pós-Graduação em Educação.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2017.12>

Inclui bibliografia.

1. Educação - Teses. 2. Biologia - Estudo e ensino - Teses. 3.
Fisiologia celular - Teses. 4. Professores - Formação - Teses. I. Cicillini,
Graça Aparecida. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de
Pós-Graduação em Educação. III. Título.

CDU: 37

ANA FLÁVIA VIGÁRIO

As tramas do ensino de Biologia Celular na Educação Básica: conteúdo específico, prática pedagógica e formação de professores/as

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito necessário à obtenção do título de Doutora em Educação.

Banca Examinadora:



Profa. Dra. Graça Aparecida Cicillini
Universidade Federal de Uberlândia – UFU



Prof. Dr. Antônio Carlos Rodrigues de Amorim
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP



Profa. Dra. Luzia Marta Bellini
Universidade Estadual de Maringá - UEM



Profa. Dra. Viviane Rodrigues Alves de Moraes
Universidade Federal de Uberlândia – UFU



Profa. Dra. Elenita Pinheiro de Queiroz Silva
Universidade Federal de Uberlândia – UFU

Uberlândia (MG), 24 de agosto de 2017.

Ao meu querido avô, João Pires Duarte (*in memoriam*), “um homem dissolvido na natureza” que continua “florescendo em todos os ipês” (ANDRADE, 2001, n.p.).

A pessoa que me inspirou com sua simplicidade, cujos ensinamentos e alegria de viver resistirão ao tempo e acompanharão meus dias.

Também dedico o fruto deste Doutorado à minha mãe, Nelma Suely Duarte, pelo amor, luz, força e coragem com que enfrenta as caminhadas e lutas diárias - as suas, as minhas e as da nossa família.

AGRADECIMENTOS

Sou só gratidão...

À minha mãe e ao meu pai, pela vida, pois sem vocês minha existência não seria possível. Obrigada por me guiarem nos meus primeiros passos e me acompanharem até aqui.

À Ana Cristina e ao Marco Aurélio, que são meu coração e me deram os mais preciosos presentes: João e Otávio! Com suas famílias aprendo sobre amor, força e doçura. Muito obrigada por me transformarem na Tia Cucuca desses pequenos. Não sei como seria minha vida sem vocês! Marco, não tenho palavras para descrever minha gratidão em receber suas sugestões no texto final desta tese!

À Dindinha Nancy, minha segunda mãe, e ao Tio Zé, meu segundo pai, agradeço imensamente por se dedicarem à nossa família de maneira incondicional. Arthur e Érica, Cynthia e Mário, muito obrigada por serem meus irmãos e estarem por perto em cada momento da minha vida. Thur, muito obrigada pelas valiosas dicas de leitura, de Jeanne Favret-Saada a Claude Lévi-Strauss.

À tia Noice e à sua família, toda a alegria em forma de seis crianças que trazem energia positiva à minha vida! Muito obrigada pelo carinho e cuidado que vocês têm comigo!

Às minhas amigas – Carolina, Racione, Sandra e Gislene, que representam as demais –, que estiveram presentes e foram tão importantes durante esta jornada!

Às queridas amigas Gleyce, Karlla e Maria Inês, agradeço imensamente pelo companheirismo, atenção, paciência e pelos inúmeros momentos de conversa que me davam tranquilidade e força. Não tenho palavras para expressar toda a gratidão que tenho pelas palavras de carinho e pela força que vocês proferiram a mim durante estes últimos quatro anos de estudo.

À Universidade Federal de Goiás, que concedeu seu espaço físico para realização de parte da pesquisa desta tese e que é meu laboratório profissional.

Aos/às licenciandos/as em Ciências Biológicas pela UFG-Regional Catalão, Gustavo, Matteus, Cláudia Ohana, Thuany, Suelen, Lorrany e Maise, pelo auxílio nas etapas iniciais da construção deste trabalho.

Às professoras Selva Guimarães, Elenita Pinheiro, Andréa Longarezi e Graça Cicillini e ao professor Humberto Guido, cujos ensinamentos me levaram a conhecer o mundo da pesquisa em Educação, que, até então, era pouco conhecido por mim. Quantos livros, artigos estudados e alguns rascunhos de textos produzidos! Ainda me lembro de dizer que gostaria de ter tempo para ler todos os autores e obras indicados/as por vocês! E isso se tornou uma meta! Muito obrigada por me mostrarem um universo de possibilidades na pesquisa em Educação e na minha vida profissional!

À professora Graça Cicillini, que tanto me ensinou! O que dizer de uma pessoa que expressa ternura e conhecimento na ponta do lápis?! Só posso agradecê-la por ter me orientado de forma tão próxima e terna! Seu jeito de ser e sabedoria me inspiraram a querer ser melhor e a aprender cada vez mais. Muito obrigada por todos os momentos de conversa e cafezinhos. Quero carregar em mim o seu espírito de professora, pesquisadora e guerreira!

À professora Elenita Pinheiro, que, no dia 26 de março 2013, me surpreendeu na primeira aula da disciplina Conhecimento escolar e ensino de Ciências e Matemática, pela energia, pela simpatia e pelo carinho que transbordavam no sorriso. Saiba que sua acolhida foi o que me fez sentir parte da UFU a partir daquele dia!

À professora Viviane Moraes, que se dispôs a acompanhar uma parte desta pesquisa e contribuiu imensamente com as discussões que construímos no curso de formação de professores/as.

À Universidade Federal de Uberlândia, pelos quatro anos de estudos e aprendizado. Gratidão aos técnicos administrativos, terceirizados e docentes! Foram momentos intensos de construção de conhecimento e compartilhamento de experiências entre os/as colegas do curso e os/as docentes do PPGED.

À Hanny Gomide, Daniela Beraldo, Márcia Gobatto, Sandro Prado, Fernanda Fernandes e Karlla Carmo, muito obrigada pela amizade e apoio nesta trajetória do conhecimento. Vocês fazem parte da minha história!

Também caminhei pelo universo escolar e encontrei pessoas que são as grandes pérolas desta tese – Alice, Carlos, Cecília, Cristiane, Daniela, Eliane, Fernanda, Hugo, José, Karla, Lara, Luíza, Maria, Mariana, Patrícia, Pedro e Sandra.

Muito obrigada pelo carinho, por dedicarem alguns de seus sábados para nos encontrar, por se abrirem ao meu olhar e estarem dispostos a repensar suas práticas pedagógicas!

Às escolas que me receberam durante a pesquisa. Participar da rotina escolar e conhecer seus sujeitos em sua multiplicidade de ideias foi maravilhoso!

E, por fim, ao CNPq, que acreditou no meu projeto de Doutorado, quando ainda era um conjunto de ideias embrionárias, e concedeu apoio financeiro à pesquisa através do edital Universal de 2014.

EXALTAÇÃO DE ANINHA (O PROFESSOR)

Professor, “sois o sal da terra e a luz do mundo”.

Sem vós tudo seria baço e a terra escura.

Professor, faze de tua cadeira, a cátedra de um mestre.

Se souberes elevar teu magistério, ele te elevará à magnificência.

Tu és um jovem, sê, com o tempo e competência, um excelente mestre.

Meu jovem Professor, quem mais ensina e quem mais aprende?

O professor ou o aluno?

De quem maior responsabilidade na classe, do professor ou do aluno?

Professor, sê um mestre. Há uma diferença sutil entre este e aquele.

Este leciona e vai prestes a outros afazeres.

Aquele mestreia e ajuda seus discípulos.

O professor tem uma tabela a que se apega.

O mestre excede a qualquer tabela e é sempre um mestre.

Feliz é o professor que aprende ensinando.

A criatura humana pode ter qualidades e faculdades.

Podemos aperfeiçoar as duas.

A mais importante faculdade de quem ensina é a sua ascendência sobre a classe
Ascendência é uma irradiação magnética, dominadora que se impõe sem palavras ou
gestos, sem criar atritos, ordem e aproveitamento.

É uma força sensível que emana da personalidade e a faz querida e respeitada, aceita.
Pode ser consciente, pode ser desenvolvida na escola, no lar, no trabalho e na sociedade.
Um poder condutor sobre o auditório, filhos, dependentes, alunos.

É tranquila e atuante. É um alto comando obscuro
e sempre presente. É a marca dos líderes.

A estrada da vida é uma reta marcada de encruzilhadas.

Caminhos certos e errados, encontros e desencontros do começo ao fim.

Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.

O melhor professor nem sempre é o de mais saber, é sim aquele que, modesto, tem a
faculdade de transferir e manter o respeito e a disciplina da classe.

Cora Coralina (2007)

RESUMO

VIGÁRIO, Ana Flávia. As tramas do ensino de Biologia Celular na Educação Básica: conteúdos específicos, prática pedagógica e formação de professores/as. 2017. 258f. **Tese** (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

Com o presente estudo, buscamos compreender como ocorre o ensino de Biologia Celular nas escolas públicas de ensino médio nos estados de Goiás e Minas Gerais. Sendo assim, realizamos pesquisa de natureza qualitativa estruturada em etapas contínuas e interligadas. Foram realizadas as seguintes etapas: aplicação de questionários a alunos/as de ensino médio de escolas públicas de um município de Goiás; curso de formação de professores/as, executado em duas edições, sendo uma em Goiás e outra em Minas Gerais, nos quais obtivemos a colaboração de sete e onze professores/as, respectivamente; e acompanhamento, durante um ano letivo, da prática pedagógica de um professor de escola pública de Goiás, em turma de 1^a série de ensino médio. Analisamos os questionários e as falas de professores/as e alunos/as, triangulando as informações obtidas em todas as etapas da pesquisa com as informações do grupo focal, dos livros didáticos utilizados por esses/as docentes e traçamos a discussão em face à produção acadêmica na área de ensino de Biologia Celular e de Biologia. Os frutos desta pesquisa revelaram que a maior parte dos/as alunos/as concebia célula como estrutura redonda, plana, constituída por membrana, citoplasma, núcleo e com algumas organelas, sob um enfoque meramente utilitário. Também verificamos que esses/as discentes tinham dificuldade na diferenciação entre célula vegetal e animal, alegando padrões de complexidade, presença ou ausência de componentes como fatores dessa diferença, como os materiais genéticos DNA e RNA. Outra constatação foi o tipo de linguagem utilizada pelos/as professores/as ou livros didáticos, a qual é baseada no emprego de analogias, simplificações e reducionismos como forma de auxílio à aprendizagem, ocasionando o surgimento de conceitos distorcidos e/ou errôneos sobre os conteúdos de Biologia Celular. Durante os cursos de formação e na pesquisa de campo junto às escolas de ensino médio, tivemos períodos proveitosos de discussão sobre a prática pedagógica, a reflexão sobre a ação e na ação, que proporcionaram momentos valorosos ao desenvolvimento profissional. Portanto, enfatizamos a necessidade de sistematização dos conteúdos de Biologia Celular de forma integrada e a importância da formação continuada como recursos imprescindíveis para a qualidade do processo de ensino-aprendizagem de Biologia Celular.

Palavras-chave: Ensino de célula; morfologia e fisiologia celular; reflexão na ação; formação de professores/as.

ABSTRACT

VIGÁRIO, Ana Flávia. The plots of teaching cell biology in the secundary education: specific subjects, pedagogical practice and teacher training. 2017. 258f. **Tese** (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

This study analyzes how Cell Biology is taught in public high schools in the Brazilian states of Goiás and Minas Gerais. We conducted a qualitative research study consisted of continuous, connected stages: first we applied questionnaires to students at public high schools of a municipality of the state of Goiás; next we promoted a teacher training course in two editions, one in Goiás and the other in Minas Gerais, with the collaboration of seven and eleven teachers, respectively; also, we followed up the teaching practice of a teacher at a public school in Goiás for one year, in the first year of high school. We analyzed the questionnaires and the students' and teachers' testimonies, and we triangulated the data collected in all the survey stages with the information from the focal group and the textbooks used by teachers. Then we outlined a discussion on the academic production in the field of teaching Cell Biology and Biology. The results indicated that most students understood cells as circular, flat structures, consisted of membrane, cytoplasm, nucleus, and some organelles with particular functions. We also noticed that these students had difficulties to differ vegetal and animal cells; they pointed out complexities determined by the presence or absence of some components in each cell type, such as the genetic materials DNA and RNA. Another finding approached the language register used by teachers or textbooks, which employed analogies, simplifications and reductionism to help students learn the subject; however, this language resulted in distorted and/or wrong concepts about Cell Biology. During the training courses and the field research at high schools, we had profitable discussions on the teaching practice: reflections on action and in action promoted valuable moments for professional development. Therefore, we emphasize the necessity to systematize subjects on Cell Biology as a whole and to invest on continuous training for teachers by providing indispensable resources to improve the teaching-learning process on Cell Biology.

Keywords: Teaching cells; cell physiology and morphology; reflection in action; teacher training.

LISTA DE ABREVIASÕES

ADA	Avaliação Dirigida Amostral
BDT	Banco de Teses e Dissertações
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
BSCS	<i>Biological Sciences Curriculum Study</i>
BTD-Capes	Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Pessoal de Nível Superior
CIAR	Centro Integrado de Aprendizagem em Rede
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPII	Colégio de Pedro II
CTS	Ciência-Tecnologia-Sociedade
EJA	Educação de Jovens e Adultos
HFC	História e Filosofia da Ciência
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
IES	Instituições de Ensino Superior
IFG	Instituto Federal de Goiás
LD	Livro didático
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MiRA	Microscópio Simulado em Realidade Virtual Aumentada
PADCT	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PBL	Aprendizagem baseada em problemas
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações curriculares complementares aos PCNs
PCN-EM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PIBID	Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência
SBPC	Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
SEDUCE	Secretaria de Estado de Educação, Cultura e Esporte de Goiás

SPEC	Subprograma Educação para Ciência
UFG	Universidade Federal de Goiás
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TWA	Metodologia de Ensino de Analogias

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenhos de células dos/as alunos/as (A - A113 / B - A330).....	100
Figura 2 – Caracterização de célula feita pelos/as alunos/as (A - A117/ B - A326) explicitando organelas citoplasmáticas	102
Figura 3 – Modelos de células vegetais feitos por alunos/as de ensino médio de uma escola de um município do estado de Goiás.....	103
Figura 4 – Desenhos de células dos/as alunos/as (A - A110, B - A105) indicando esquemas semelhantes a uma rede de compartimentos ou tecido	104
Figura 5 – Imagem de registro com telefone celular de atividade prática de observação de tecido vegetal em microscópio óptico	105
Figura 6 – Imagem da lâmina com corte de película da cebola, corada com fucsina, no microscópio de telefone celular.....	110
Figura 7 – Imagens da formiga visualizadas no microscópio de celular	111
Figura 8 – Materiais organizados para a atividade prática de observação de células.....	113
Figura 9 – Preparação de corte do tecido da cebola e corante para montagem da lâmina.....	114
Figura 10 – Visualização de lâmina no microscópio por grupo de alunos/as (A) e imagem de lâmina de cebola registrada pelo telefone celular na ocular do microscópio (B).....	115
Figura 11 – Materiais organizados para a atividade prática de construção de modelos de células – banner (A), modelos de célula vegetal e animal (B) e pedaços de massa de biscuit (C)	117
Figura 12 – Modelo de célula confeccionado por um/a estudante	118
Figura 13 – Moléculas de DNA extraídas da mucosa oral	140
Figura 14 – Representação das fases da divisão celular: meiose (A) e mitose (B) 141	141
Figura 15 – Modelos de moléculas de DNA	141

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Constituição do currículo escolar brasileiro com temas relativos a células na disciplina História Natural, de 1850 a 1951	35
Quadro 2 – Categorização referente à Morfologia Celular extraída das respostas dos/as discentes do ensino médio sobre o conceito e a diferenciação de células vegetais e animais	72
Quadro 3 – Categorização referente à Fisiologia Celular extraída das respostas dos/as discentes do ensino médio sobre o conceito, o funcionamento e a diferenciação de células vegetais e animais	74
Quadro 4 – Temas desenvolvidos nos encontros do curso de formação de professores	76
Quadro 5 – Conteúdos de Biologia referentes ao 2º bimestre	153
Quadro 6 – Conteúdos de Biologia referentes ao 3º bimestre	157

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 TRAJETÓRIA HISTÓRICA E INSERÇÃO DA BIOLOGIA CELULAR NO CURRÍCULO ESCOLAR DO ENSINO MÉDIO	22
2.1 A história do ensino de Biologia no Brasil	23
2.1.1 <i>De 1820 a 1859</i>	25
2.1.2 <i>De 1930 a 1949</i>	27
2.1.3 <i>De 1950 a 1979</i>	29
2.1.4 <i>De 1980 aos dias atuais</i>	31
2.2 O currículo de Biologia do ensino médio e a inserção da Biologia Celular	32
2.3 Biologia Celular nos documentos nacionais e regionais	39
2.4 A formação docente e a prática pedagógica	42
3 DA ACADEMIA À ESCOLA: O CONHECIMENTO PRODUZIDO, O VIVIDO E AS PESQUISAS EM ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR	46
3.1 Da academia à escola: o conhecimento produzido e o vivido	47
3.2 As pesquisas em ensino de Biologia Celula	56
4 CAMINHOS METODOLÓGICOS PERCORRIDOS	62
4.1 Pressupostos teóricos e metodológicos: a investigação na ação no campo educacional do ensino de Biologia Celular	64
4.2 O caminho metodológico desta pesquisa	68
4.2.1 <i>1ª etapa: coleta de informações</i>	70
4.2.2 <i>2ª etapa: curso de formação de professores/as</i>	75
4.2.3 <i>3ª etapa: pesquisa da prática pedagógica</i>	80
4.2.4 <i>4ª etapa: grupo focal</i>	82
4.3 Metodologia de análise de dados	83
5 DESVELANDO AS TRAMAS DO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR	85
5.1 Ensino de Morfologia Celular	87
5.1.1 <i>Conceito de célula</i>	88
5.1.2 <i>Identificação de células animais e vegetais</i>	93
5.1.3 <i>Forma e constituição celulares</i>	99

5.2 Fisiologia celular	120
<i>5.2.1 Dimensões micro e macroscópicas da fisiologia celular.....</i>	121
<i>5.2.2 Fragmentação entre a morfologia e a fisiologia celular e visão utilitarista da célula</i>	122
<i>5.2.3 Compreensão de complexidade entre célula animal e vegetal e a visão antropocêntrica</i>	125
<i>5.2.4 Analogias e reducionismos</i>	130
<i>5.2.5 Reprodução, genética e conteúdos afins.....</i>	136
5.3 Ensino integrado de morfologia e fisiologia celular e a formação de professores/as	146
<i>5.3.1 Relação entre o ensino de morfologia e fisiologia celular, o currículo e o conhecimento</i>	147
<i>5.3.2 Uma vivência de ensino integrado de morfologia e fisiologia celular.....</i>	156
<i>5.3.3 A formação inicial e continuada e a relação com a prática pedagógica</i>	160
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	174
REFERÊNCIAS.....	181
APÊNDICES	196
ANEXOS	216

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Entre mim e mim, há vastidões bastantes
para a navegação dos meus desejos afligidos.
Descem pela água minhas naves revestidas de espelhos.
Cada lâmina arrisca um olhar, e investiga o elemento que a
atinge.

Mas, nesta aventura do sonho exposto à correnteza,
só recolho o gosto infinito das respostas que não se
encontram.

Virei-me sobre a minha própria experiência, e contemplei-a.
Minha virtude era esta errância por mares contraditórios,
e este abandono para além da felicidade e da beleza.
Ó meu Deus, isto é minha alma:
qualquer coisa que flutua sobre este corpo efêmero e precário,
como o vento largo do oceano sobre a areia passiva e
inúmera...

Cecília Meireles (1972)

O contexto presente que subsidia esta tese consolida muitas reflexões e concepções sobre o ensino de Biologia que permearam minha¹ prática como bióloga e docente de ensino superior, cuja vivência – em diferentes etapas da Educação Básica, nos níveis de ensino fundamental e médio, além da educação de jovens e adultos (EJA) – possibilitou construir minha história e me permite fomentar uma práxis como professora. Estar no ambiente escolar como professora regente ou supervisora de Estágio Curricular me possibilitou conhecer experiências muito valiosas que se entrelaçaram e me constituíram. Assim, posso dizer que sou um mosaico composto por saberes, sentimentos e ideias que trago e ressignifico pelas novas vivências e conhecimentos diversificados.

Sempre me chamou muito a atenção o ensino da Biologia Celular e a prática docente nos meus dezesseis anos de profissão docente e nas minhas inúmeras observações feitas em sala de aula – como professora de Ciências e Biologia da Educação Básica na Rede Municipal de Educação de Goiânia e no

¹ Aqui apresento um pouco da minha trajetória, por isso utilizo as conjugações verbais em primeira pessoa do singular. No decorrer do texto da tese, os verbos serão apresentados na primeira pessoa do plural, uma vez que entendo que este trabalho foi tecido por muitas pessoas, por mim e por minha orientadora, Graça Cicillini, além dos/as colaboradores/as, na multiplicidade que a pesquisa colaborativa requer.

Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás (antigo CEFET e atual Instituto Federal de Goiás – IFG) e como professora de estágio curricular supervisionado em curso de Ciências Biológicas em uma faculdade privada, em Goiás, e na Universidade Federal de Goiás (UFG). Parte desse foco foi construído ainda na época da faculdade, na qual fiz várias disciplinas e participei de projetos na área de Citologia/Biologia Celular², Bioquímica e Fisiologia Vegetal, momento também em que me encantei pela Microscopia e suas possibilidades de aplicação e estudo, que aguçavam minha curiosidade. Contudo, o apreço por essa área da Biologia tornou-se mais evidente após concluir o Mestrado em Biologia, com área de concentração em Biologia Celular e Molecular, na UFG, em Goiânia, Goiás. Com o mestrado, o interesse pela Microscopia e a compreensão da Biologia Celular foram ratificados e tornaram-se objetos de estudo junto aos/as estudantes de Estágio Curricular, parte do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid), Projetos de Extensão e Pesquisa.

Durante minha trajetória na Educação Básica, ouvi dos/as alunos/as as mais diversificadas indagações e desconhecimentos sobre o nosso corpo; perguntavam, por exemplo, como determinado órgão “funciona”; não sabiam se os ovários eram órgãos exclusivamente femininos; ou não sabiam relacionar o tecido sanguíneo e o sistema respiratório: "Professora, o sangue é do sistema circulatório e ele não tem qualquer relação com o sistema respiratório" (aluno de 8º ano do ensino fundamental). Ainda, havia a compreensão da evolução dos seres vivos como melhoria: “o ser humano era o melhor grupo de seres vivos já existente na face da Terra”. São frases e momentos que não foram compreendidos, naquela época, como possíveis problemas no ensino de Biologia Celular, mas nunca caíram no esquecimento, levando-me a repensar minhas aulas, minha docência.

Como professora supervisora de Estágio Curricular na licenciatura em

² Citologia era o termo utilizado, até final do século XX, para definir o estudo das células enquanto unidades. O nome Biologia Celular surgiu para designar o estudo da célula como organização funcional e molecular, envolvendo inúmeros processos químicos e fisiológicos (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013; ROCHA; SILVEIRA, 2010).

Ciências Biológicas, também observei situações instigantes, como presenciar o estagiário inseguro na frente da turma ao explicar divisão celular por meio de descrições e desenhos das fases da meiose, uma vez que não compreendia esse processo e, por conseguinte, não sabia como apresentá-lo aos/as alunos/as. Também observei a dificuldade dos/as estagiários/as em ensinar Genética e Evolução.

As situações que vivenciei foram tão marcantes que me remetem ao processo de ensino-aprendizagem e suas interfaces. Afinal, o que é ensinar? Como devemos ensinar? Qual é a relação entre o que acreditamos, o que pensamos, o que falamos e o que os/as alunos/as entendem? Ensinamos “coisas” que não acreditamos? Os/as alunos/as podem entender e não acreditar?

Buscando minha formação básica como eixo, parti do pressuposto de que o conhecimento da Biologia é imprescindível ao ser humano para a compreensão da vida em sua diversidade e de suas relações sociais e culturais dentro de um contexto político-econômico. Ademais, aliada ao conhecimento está a prática pedagógica, que conduz o processo de ensino-aprendizagem de Biologia.

Assim, tendo em vista minha trajetória de formação, experiência profissional e vivência do chão da escola, tomei como objeto o ensino da Biologia, partindo, em seguida, para esta pesquisa sobre a Biologia Celular, uma vez que este é um dos componentes básicos do conhecimento biológico, que integra outros conteúdos da Biologia. Observo que pensar o ensino da Biologia Celular requer também um olhar para os materiais didáticos, as metodologias de ensino e os processos de formação de professores/as.

Isso posto, este estudo traz como questões de investigação: quais são as concepções de célula dos/as alunos/as de ensino médio? O que a prática pedagógica do/a professor/a nos diz sobre o ensino desse componente curricular? Qual a relação desta prática com as concepções construídas pelos/as alunos/as?

Em face desses questionamentos, o objetivo geral deste trabalho é compreender como o ensino de Biologia Celular no ensino médio é

implementado nas escolas públicas de Goiás e Minas Gerais. Nessa perspectiva, elucidamos os seguintes objetivos específicos: identificar as concepções de célula de alunos de ensino médio; e investigar a prática pedagógica de professores/as regentes de Biologia no ensino de Biologia Celular.

Esta tese, então, apresenta-se como a consolidação de uma dinâmica contínua em busca de aproximações da teoria e da prática pedagógica, entre a escola e a universidade, em um movimento de “ir e vir” que se delineou durante a pesquisa realizada. Dessa maneira, o esboço traçado para o presente texto foi pensado em três capítulos, além desta introdução – Capítulo 1 – e das Considerações Finais – Capítulo 6.

O Capítulo 2 traz a história do ensino de Biologia no Brasil para contextualizar o currículo de Biologia e a inserção da Biologia Celular no currículo escolar, discutindo os documentos nacionais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) dos níveis de ensino fundamental e médio e as diretrizes curriculares, procurando desvelar sua relação com os PCN, bem como os pontos de inserção da Biologia Celular nesses documentos e os conflitos possíveis.

No Capítulo 3, expomos os aspectos relacionados à produção do conhecimento e apresentamos o estado da arte das pesquisas em dissertações e teses sobre o ensino de Biologia Celular e a produção científica nessa área, que se relaciona com esta pesquisa. Esse levantamento bibliográfico visa a traçar o cenário dos estudos para identificar os pontos de conexão com a presente pesquisa.

Discorremos, no Capítulo 4, sobre os caminhos traçados na construção desta pesquisa, esboçando seu desenho, o movimento contínuo de reflexão na ação da investigação e como a pesquisa colaborativa se constituiu nesta trama metodológica. Revelamos também as escolhas feitas que determinaram o percurso seguido durante a execução do trabalho, visando a clarificar os desafios propostos e os objetivos alcançados nesta tese.

No quinto capítulo, apresentamos a trama que impulsionou e embasou esta pesquisa, tendo-se partido de questionários aplicados junto aos/as

alunos/as de ensino médio e de um curso de formação continuada de professores, relacionando-os à literatura da área, com vistas a compreender as informações obtidas com o processo de ensino-aprendizagem. Outrossim, exibimos a vivência da pesquisa colaborativa no chão da escola, como a prática ocorreu no cotidiano escolar durante um ano letivo, a prática pedagógica de um professor e as pontes de ligação desta pesquisa com informações coletadas nos questionários e nos cursos de formação. Nesta trama, discutimos as orientações curriculares da educação para o ensino médio, em Goiás, na prática da escola, os limites e os desafios encontrados e como a escola se posiciona.

Nessa perspectiva, esta tese inscreve-se como produto de uma reflexão sobre o ensino de Biologia Celular, compondo as discussões sobre o processo de ensino-aprendizagem da Biologia e as possibilidades na docência dessa área do conhecimento.

CAPÍTULO 2

**TRAJETÓRIA HISTÓRICA E
INSERÇÃO DA BIOLOGIA
CELULAR NO CURRÍCULO
ESCOLAR DO ENSINO MÉDIO**

A educação é um caminho e um percurso. Um caminho que de fora se nos impõe e o percurso que nele fazemos. Deviam ser, por isso, indivisíveis e indissociáveis. Como os dois olhares com que nos abrimos ao mundo. Como as duas faces, a visível e a oculta, do que somos. Os caminhos existem para ser percorridos. E para ser reconhecidos interiormente por quem os percorre. O olhar para fora vê apenas o caminho, identificando-o como um objeto alheio e porventura estranho. Só o olhar para dentro reconhece o percurso, apropriando-se dos seus sentidos. O caminho dissociado das experiências de quem o percorre é apenas uma proposta de trajeto, não um projeto, muito menos o nosso próprio projeto de vida.

Rubem Alves (2001)

2.1 A história do ensino de Biologia no Brasil

Entendemos a sala de aula como espaço dinâmico no qual seus atores – professores/as e alunos/as – vivenciam a articulação contínua entre currículo e conhecimento, em um cenário sócio-histórico permeado pelos conflitos políticos e econômicos em nível local e global. Assim, é preciso compreender o campo disciplinar como mais um dos fatores imbricados nesse enredo e – como objeto de estudo desta pesquisa – entender como ocorre a inserção da disciplina escolar Biologia. Desse modo, faz-se necessário pontuar como essa disciplina está estruturada na Educação Básica. Marandino, Selles e Ferreira (2009, p. 23) afirmam que:

Na escola, os conteúdos biológicos encontram-se presentes tanto na disciplina Ciências – que possui caráter mais genérico e não terminal – quanto na disciplina Biologia – que guarda maior proximidade com o campo especializado das Ciências Biológicas e se situa ao final da escolaridade básica.

Conhecer a trajetória e o porquê do conhecimento das Ciências Biológicas como disciplina escolar é averiguar o contexto histórico de como isso, de fato, ocorreu.

O termo Biologia foi cunhado no início do século XIX por Lamarck e Treviranus, de forma independente, mas com o mesmo sentido conceitual: “estudo da vida” (LORENZ, 2010). Segundo Frezzatti Junior (2003, p. 436), “Lamarck utilizou o termo Biologia para indicar a continuidade entre os mundos animal e vegetal e também a necessidade de unificar os seus estudos”.

Apesar de o termo ter sido criado antes de existir a disciplina escolar Biologia, é importante compreender o processo de modernização das Ciências Biológicas como Ciência que levou esses conhecimentos ao espaço escolar.

Segundo Chervel (1990), o surgimento do termo disciplina com o objetivo de designar conteúdo de ensino ocorreu nos primeiros decênios do século XX, mesmo século em que surgem as expressões “objetos”, “partes”, “ramos”, “matérias de ensino” ou “faculdade” como os equivalentes mais comuns. Após a Primeira Guerra Mundial, o termo disciplina perdeu força e passou a ocupar uma “simples rubrica que classifica as matérias de ensino” (CHERVEL, 1990, p. 3). Contudo, esse termo ainda se empreende sob a ótica do disciplinamento do espírito, aportando regras e métodos ao pensamento, ao conhecimento e à arte.

Lopes (2000) cita que a criação das disciplinas na escola parte da interpretação delas como análogas ao que ocorre no campo científico, sendo que, para a sua efetivação no espaço escolar, elas são submetidas a adaptações para o ensino, muitas vezes não se considerando os processos de recontextualização dos conhecimentos escolares que estão envolvidos. Somado a isso, a autora também indica que a fragmentação e a especialização do conhecimento científico acabam sendo reproduzidas no meio escolar como consequência da didatização da ciência no meio acadêmico durante a produção do próprio conhecimento.

Marandino, Selles e Ferreira (2009) ressaltam que as disciplinas escolares surgiram a partir do processo de escolarização das massas, no século XIX, e com a criação e a implementação dos sistemas estatais de ensino, com o intuito de organizar e estruturar o binômio tempo e espaço nos sistemas escolares em franca expansão. Essas autoras ainda ressaltam a implementação das disciplinas como forma dominante dos currículos escolares

com a finalidade de regular a dimensão espaço-tempo nos sistemas em crescimento.

Ao traçar o contexto histórico que inseriu a disciplina escolar Biologia no currículo dos sistemas de ensino do Brasil, percebe-se o contexto global e, nele, uma gama de influências estrangeiras.

2.1.1 *De 1820 a 1859*

Em caráter temporal, no período do Brasil Imperial e na primeira década da República (de 1822 a 1900), os ensinos primário e secundário eram responsabilidades das províncias (NASCIMENTO, 2004). Em 1838, no Rio de Janeiro, o Colégio de Pedro II (CPII) foi fundado e ficou sob jurisdição do governo central, servindo como modelo às demais instituições escolares de ensino secundário³, tanto no município quanto nas províncias. Feronato (2012) aponta que o CPII é o quinto colégio mais antigo do Brasil, criado após o Liceu Provincial de Pernambuco (1825), o Atheneu Norte-Rio-Grandense (1834), o Lyceu Provincial da Bahia e o Lyceu Provincial da Paraíba do Norte (1836). Seguindo as indicações administrativas e curriculares do CPII, durante o século XIX, escolas secundárias públicas e privadas das províncias de Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba e Bahia, “denominadas liceus, eram na realidade sedes nas quais eram ofertadas aulas avulsas, independentemente uma das outras, sem qualquer coordenação administrativa” (LORENZ, 2010, p. 29).

O CPII foi fruto do projeto apresentado por Bernardo Pereira de Vasconcelos, Ministro Interino do Império, e aprovado pela Assembleia Legislativa. Tinha em sua proposta original o funcionamento em regime de internato com objetivo de educar a elite intelectual, econômica e religiosa da Corte e das Províncias, tornando-se referência nacional no ensino secundário do século XIX. No intervalo de 1837 a 1900, ocorreram 12 reformas

³ O termo ensino secundário foi utilizado pela primeira vez pelo Colégio Pedro II para designar este nível da educação (ZOTTI, 2005).

educacionais no ensino do CPII, que expressaram as ideias do governo central em relação à função, à organização e ao conteúdo do currículo do ensino secundário, almejando tratar das necessidades dos/as alunos/as deste e de outros colégios brasileiros. Contudo, nem toda a ideologia erguida sob as reformas educacionais expressava uma origem brasileira, mas também coexistiam teorias pedagógicas, modelos curriculares e práticas didáticas advindas da interação com a França (LORENZ, 2010; SOUZA, 2012).

Não obstante, o interesse dos brasileiros (leia-se políticos e elite educacional) pelos mecanismos educacionais utilizados na França gerou certa convergência e reflexo da reforma francesa no cenário educacional brasileiro, sendo as linhas de ação no ensino secundário e os livros didáticos da França adotados quase que integralmente no Brasil.

Ainda de acordo com Lorenz (2010, p. 30),

desde a chegada da Corte Portuguesa no Brasil (1808) até o final do século, a influência da cultura francesa foi um importante fator para o desenvolvimento das instituições científicas e educacionais no Brasil. [...] A Imprensa Real contribuiu para a disseminação das ideias francesas no Brasil com a tradução e publicação de livros de Matemática [...] e Ciências Naturais, de autores como Haüy, Francouer, La Caille e Fourcroy.

Esse autor ainda afirma que o criador do CPII, ministro Bernardo Pereira de Vasconcelos, propôs no projeto de estruturação do ensino secundário, correspondente ao atual ensino médio, um currículo enciclopédico composto por 22 disciplinas, dentre elas Estudos Clássicos de Gramática, Retórica, Poética, Filosofia, Latim, Grego, Estudos Modernos de Gramática Nacional, Francês e Inglês, História, Geografia, Filosofia, Música, Desenho; **Ciências Naturais** e Matemática (grifo nosso). Os estudos eram organizados em oito “aulas”, sendo que o primeiro ano era denominado 8^a aula e o último, 1^a aula. A nominação em ordem decrescente das “séries” totalizava oito anos de ensino secundário, podendo haver redução ou extensão desse prazo de conclusão do curso de acordo com o desempenho do/a aluno/a. Ao final do ensino secundário, o/a estudante aprovado/a em todas as disciplinas de cada ano

receberia o título de Bacharel em Letras e garantiria o direito de ingressar nas Academias do Império sem realizar os exames preparatórios.

2.1.2 De 1930 a 1949

Entretanto, até a metade do século XX, nas demais escolas públicas brasileiras, o ensino secundário era mantido como o modelo estabelecido desde o Império, da cultura geral e humanística, centrada nas Letras, no Latim, na Literatura e na História. De acordo com Souza (2012), as duas reformas voltadas para o ensino implementadas durante o governo Vargas – a Reforma Francisco Campos, em 1931, e a Lei Orgânica do Ensino Secundário (Reforma Capanema), em 1942 – trouxeram uma nova configuração para esse nível educacional.

A Reforma Francisco Campos deu ênfase e valor à formação científica e organizou o ensino secundário em duas etapas: nível fundamental, com cinco anos de duração, e nível complementar, com dois anos, conforme descrito no artigo 3º do Decreto 19.890, de 18 de abril de 1931 (BRASIL, 1931):

Art. 3º. Constituirão o curso fundamental as matérias abaixo indicadas, distribuídas em cinco annos, de accordo com a seguinte seriação:

1º serie: Portuguez - Francez - Historia da civilização - Geographia - Mathematica - Sciencias physicas e naturaes - Desenho - Musica (canto orpheonico).

2º serie: Portuguez - Francez - Inglez - Historia da civilização - Geographia - Mathematica - Sciencias physicas e naturaes - Desenho - Musica (canto orpheonico).

3º serie: Portuguez - Francez - Inglez - Historia da civilização - Geographia - Mathematica - Phyica - Chimica - **Historia natural**¹⁰ - Desenho - Musica (canto orpheonico).

4º serie: Portuguez - Francez - Latim - Allemão (facultativo) - Historia da civilização - Geographia - Mathematica - Physica - Chimica - **Historia natural** - Desenho.

5º serie: Portuguez - Latim - Allemão (facultativo) - Historia da civilização - Geographia - Mathematica - Physica - Chimica - **Historia natural** - Desenho. (Grifos nossos).

Sobre a formação complementar, esse decreto dispõe, no artigo 4º, a inclusão da disciplina Biologia:

O curso complementar, obrigatorio para os candidatos á matricula em determinados institutos de ensino superior, será feito em dous annos de estudo intensivo, com exercicios e trabalhos praticos individuaes, e comprehendera as seguintes materias: Allemão ou Inglez, Latim, Litteratura, Geographia, Geophysyca e Cosmographia, Historia da Civilização, Mathematica, Physica, Chimica, Historia natural, **Biologia geral**¹⁴, Hygiene, Phychologia e Logica, Sociologia, Noções de Economia e Estatistica, Historia da Philosophia e Desenho. (BRASIL, 1931, grifo nosso).

Essa organização curricular prevaleceu até a instauração da Lei Orgânica do Ensino Secundário, Decreto 4.244, de 9 de abril de 1942, também conhecido como Reforma Capanema, que remodelou a estrutura do ensino secundário em dois ciclos: o ginásio, no primeiro ciclo, com quatro anos de duração, e o segundo ciclo, com opção para o curso clássico ou o científico, com duração de três anos. A distribuição das disciplinas escolares no ginásio ficou organizada da seguinte forma:

Primeira série: 1) Português. 2) Latim. 3) Francês. 4) Matemática. 5) História geral. 6) Geografia geral. 7) Trabalhos manuais. 8) Desenho. 9) Canto orfeônico.

Segunda série: 1) Português. 2) Latim. 3) Francês. 4) Inglês. 5) Matemática. 6) História geral. 7) Geografia geral. 8) Trabalhos manuais. 9) Desenho. 10) Canto orfeônico.

Terceira série: 1) Português. 2) Latim. 3) Francês. 4) Inglês. 5) Matemática. 6) **Ciências naturais**. 7) História do Brasil. 8) Geografia do Brasil. 9) Desenho. 10) Canto orfeônico.

Quarta série: 1) Português. 2) Latim. 3) Francês. 4) Inglês. 5) Matemática. 6) **Ciências naturais**. 7) História do Brasil. 8) Geografia do Brasil 9) Desenho. 10) Canto orfeônico. (BRASIL, 1942, grifos nossos).

No curso clássico, o enfoque era voltado para as letras antigas e a

⁴ A disciplina História Natural era constituída pelos conhecimentos de (i) Botânica e Zoologia e (ii) Geologia e Mineralogia, cujos conteúdos eram trabalhados de forma relacionada. Na disciplina de Biologia Geral, abordavam-se os conhecimentos unificados de Zoologia e Botânica, além de conteúdos como anatomia, fisiologia, reprodução, hereditariedade, meio ambiente e adaptação (VECHIA; LORENZ, 1998).

filosofia, e, no curso científico, o foco era a formação marcada pelas ciências, como descrito a seguir:

Primeira série: 1) Português. 2) Francês. 3) Inglês. 4) Espanhol. 5) Matemática. 6) Física. 7) Química. 8) História geral. 9) Geografia geral.

Segunda série: 1) Português. 2) Francês. 3) Inglês. 4) Matemática. 5) Física. 6) Química. 7) **Biologia**. 8) História geral. 9) Geografia geral. 10) Desenho.

Terceira série: 1) Português. 2) Matemática. 3) Física. 4) Química. 5) **Biologia**. 6) História do Brasil. 7) Geografia do Brasil. 8) Filosofia. 9) Desenho. (BRASIL, 1942, grifos nossos).

Notamos que a 1^a série do curso científico não tinha a disciplina Biologia. Nessa conjuntura, o que havia de preponderante nas disciplinas de Química e Física, que estavam nos três anos do curso, que a Biologia não poderia ter e, então, ocupar o mesmo espaço e importância? O que isso pode representar em termos de currículo?

2.1.3 De 1950 a 1979

Nunes (2000) e Souza (2012) ressaltam que, no Brasil, o ensino secundário tinha como maior enfoque a cultura humanística e geral, em detrimento de estudos científicos e técnicos, até a criação da Lei de Diretrizes e Bases, em 1961, momento em que o ensino de Ciências passou a ser implementado desde a 1^a série do ginásio e as disciplinas Biologia, Física e Química tiveram carga horária ampliada (KRASILCHIK, 2000).

Krasilchik (2000) e Waldhelm (2007) relatam que, nos anos 1960, tendo como cenário a Guerra Fria, os Estados Unidos queriam vencer a batalha espacial e fizeram grandes investimentos financeiros e humanos para produzir os conhecidos ‘projetos de 1^a geração do ensino de Física, Química, Matemática e Biologia para o ensino médio’. A motivação dessa corrida era a formação de cientistas mediante a atração de estudantes para as carreiras

científicas, criando uma elite intelectual desde a escola secundária até o ensino superior na qual as Ciências imperassem e garantissem a hegemonia norte-americana na conquista do espaço. Cabe lembrar que tal corrida teve como impulso dois eventos referentes à União Soviética, sendo, em 1955, a explosão de uma bomba de hidrogênio e, em 1957, o lançamento do primeiro satélite artificial, Sputnik I, com vistas à conquista do espaço como um novo território de disputas (FRACALANZA, 1992).

Para garantir a formação de cientistas, os EUA e a Inglaterra criaram centros e comitês nacionais com a finalidade de desenvolver materiais didáticos e financiar projetos em países da América Latina para subsidiar a motivação de estudantes para as carreiras científicas. Dentre eles, pode-se citar a equipe do *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS), que produziu três versões de livros didáticos para a disciplina escolar Biologia. Então, no Brasil, na década de 1960, esses livros, em suas versões azul e verde⁵, foram traduzidos e adaptados pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) e publicados pela Universidade de Brasília por meio de convênio (FERREIRA; SELLES, 2005). Segundo Fracalanza (1992), os objetivos do IBECC eram acelerar a difusão da inovação do ensino de Ciências e formar grupos específicos e especializados sobre currículo visando à produção de futuros projetos nacionais.

Todavia, em meio a um cenário de embates na questão curricular, ocorrida até a Reforma do ensino de 1º e 2º graus, em 1971, passou a figurar uma estrutura curricular embasada na cultura científica e técnica, tirando o enfoque das humanidades e dos estudos literários, que passou a ser pano de fundo. Ainda segundo as autoras supracitadas, essa nova configuração trouxe à tona a discussão sobre a validade do humanismo clássico e do humanismo científico, a importância da plasticidade e da variedade curricular e sua orientação para o mercado de trabalho. Entretanto, a formação científica teve impulso externo devido ao cenário político-econômico da época.

⁵ Os BSCS eram compostos por três versões: a azul, com conteúdo de Biologia Molecular; a verde, que tratava de conhecimentos de Ecologia; e a amarela, sobre Citologia e Genética.

2.1.4 De 1980 aos dias atuais

Nos anos 1980, houve um movimento de redemocratização da sociedade brasileira através da implementação de um novo Projeto para Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática, passando a constituir o Subprograma Educação para Ciência (SPEC), que tinha como objetivo “melhorar o ensino de Ciências e Matemática, [...] aperfeiçoar a formação de professores e promover a busca de soluções locais para a melhoria do ensino [...] e implementação de novas metodologias” (KRASILCHIK, 1987, p. 37).

Segundo Gouveia (1995, p. 231), o SPEC foi “elaborado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fazendo parte do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT)”. A importância desse programa foi a contribuição com o financiamento de projetos que visavam à “melhoria do ensino de Ciências em todo o Brasil” (GOUVEIA, 1995, p. 231).

Contudo, a elaboração de currículos escolares, indicando variabilidade de concepções sobre o ensino, ocorreu a partir da década de 1990 com os documentos legais da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) 9394/96 (BRASIL, 1996) e dos PCN (BRASIL, 1997, 1998 e 2000), cujos delineamentos foram algumas das normativas que buscaram uma formação ampla e generalista do conhecimento. Por conseguinte, a construção do saber amplo requer um diálogo entre as áreas do conhecimento e destas com a carga vivencial pessoal adquirida ao longo da vida de todo ser humano.

Nesse trajeto, descrevemos, a seguir, o contexto histórico em que a Biologia Celular surgiu nos currículos escolares e livros didáticos para entendermos os jogos de poder entre as áreas da Biologia que configuram essa disciplina ampla, formada por subáreas que buscam se manter no currículo.

2.2 O currículo de Biologia do ensino médio e a inserção da Biologia Celular

Neste tópico, abordam-se o currículo de Biologia do ensino médio e a inserção da Biologia celular no período de 1860 até os dias atuais.

No Brasil, o CPII foi uma das instituições escolares pioneiras a preocupar-se com o currículo do ensino secundário. Por meio de seu corpo docente qualificado, “determinou os programas de ensino em nível nacional” (SOUZA, 2012, p. 62). Os conteúdos programáticos do CPII reúnem as características curriculares da escola secundária brasileira a partir da segunda metade do século XIX, os quais, por cem anos, delinearam as diretrizes aplicadas nas demais instituições secundárias do Brasil. Desse modo, podemos partir do currículo dessa escola, bem como de seus materiais didáticos, para discutirmos a inserção da Biologia como disciplina do ensino secundário e para compreendermos como se deu o processo de inserção da Biologia Celular no currículo de Biologia do ensino médio.

De acordo com os estudos de Lorenz (2010), podemos identificar a Biologia Celular entre os conteúdos da disciplina História Natural do CPII. Ela era abordada a partir da perspectiva da Botânica e da Zoologia, uma vez que eram áreas de conhecimento já em pleno desenvolvimento. Também faziam parte do escopo dessa matéria os temas Geologia e Mineralogia (SANTOS; SELLES, 2011). Além do exposto, os primeiros livros didáticos (LDs) franceses que chegaram ao Brasil, do autor Langlebert, no período de 1865 a 1878, eram utilizados no componente curricular de História Natural para estudos da Zoologia e da Botânica. Esses materiais apresentavam os seguintes temas da Biologia Celular: via celular, crescimento e regeneração, reprodução por cisão; sangue – glóbulos brancos e vermelhos. Na Botânica, esses mesmos livros didáticos traziam o seguinte tema: tecidos – celular, fibra, vascular.

Em 1898, as obras de Zoologia e Botânica de Victor Desplats foram adotadas no CPII para a disciplina de História Natural (VECHIA; LORENZ, 1998). Seu livro de Zoologia tinha grande foco na fisiologia animal, sendo que o

primeiro capítulo tratava de anatomia e fisiologia geral, contendo os conteúdos de célula animal e tecidos. Todavia, a organização do livro continha os processos fisiológicos separados da morfologia animal, tanto que os capítulos eram sobre digestão, circulação, respiração, excreção, locomoção, entre outros. Esse tipo de configuração das temáticas figurava entre a estruturação utilizada nos manuais de nível superior e seguia para o ensino secundário, nível médio. Ou seja, esse modelo de reprodução do conteúdo e estrutura dos materiais didáticos do ensino superior para outros níveis do ensino fundamental e médio, que já era aplicado no século XIX, ainda permanece hoje no que tange à Biologia. Mesmo com a transposição didática⁶ dos conteúdos para diferentes séries escolares, a organização geral ainda permanece.

Em 1911, foi produzido o primeiro livro didático brasileiro de Biologia, denominado *Elementos de Biologia*, de Rodolfo de Paula Lopes, professor da disciplina de História Natural do CPII, com ênfase nos conteúdos de anatomia e fisiologia (LORENZ, 2010). No Brasil, a produção de livros didáticos ganhou corpo a partir de 1923, com livros de Botânica, História Natural e Zoologia.

Ainda sobre o currículo, Vechia e Lorenz (1998) afirmam que, até o ano de 1929, o próprio CPII elaborava seus programas curriculares e, somente a partir de 1931, o Ministério da Educação passou a expedir portarias contendo as diretrizes para implementação nacional.

A Biologia Celular foi inserida no currículo escolar e nos LDs, consequentemente, pelo embate e disputa de espaço entre as Ciências que participam do escopo da Biologia – como, por exemplo, Anatomia, Botânica, Citologia, Ecologia, Genética, Fisiologia, Zoologia. Nessa perspectiva, a disputa por conquista de territórios entre os saberes da Biologia foi travada com maior ênfase na década de 1950, quando a promoção da formação de cientistas passou a ser a bandeira da educação, tendo como pano de fundo, no contexto mundial, a corrida armamentista e a Guerra Fria (KRASILCHIK, 2000). Pontuamos que as Ciências já tinham seu lugar no currículo antes da década de 1950, mas o apoio financeiro adicional à motivação para a formação

⁶ Entendendo a transposição didática como a transformação do saber científico em saber escolar, passível de ser ensinado e compreendido (CHEVALLARD, 2013).

científica foi impulsionado nessa década devido ao cenário já apresentado.

No mesmo lócus da Biologia, a luta pela manutenção do espaço conquistado pelas diferentes áreas foi impactada pela reafirmação do prestígio das comunidades acadêmicas e como forma de reafirmação de poder. Assim, o mosaico de conteúdo das diferentes áreas passou a constituir um currículo que, desde a década de 1950, está representado nos LDs da Educação Básica (WORTMANN, 2003). Entretanto, sabemos que tais conhecimentos acadêmicos passaram por transposições didáticas e de linguagem, que constituem um modo propriamente escolar dos saberes (FORQUIN, 1992).

De acordo com Wortmann (2003, p. 136),

A estruturação curricular consagrada pela bibliografia escolar também o foi pelos/as professores e professoras nas suas ações na escola, constituindo-se, atualmente, no modo curricular mais frequente e peculiar às programações desenvolvidas em sala de aula; estas mantêm tênues vinculações com os conhecimentos acadêmicos e perderam quase totalmente a ligação com o quotidiano.

Apresentamos, na página a seguir, o levantamento da composição curricular brasileira (QUADRO 1), no período de 1850 a 1951, da disciplina História Natural, no que se refere ao conteúdo de Biologia Celular e/ou tópicos relacionados.

Quadro 1 – Constituição do currículo escolar brasileiro com temas relativos a células na disciplina História Natural, de 1850 a 1951

Anos	Conteúdos
1850 a 1858	Organização animal e vegetal
1862	Funções dos tecidos animais e vegetais
1877 a 1878	Distinção entre corpos animais e vegetais
1882	Células animais e vegetais
1892 a 1895	Botânica e Zoologia – Partes do corpo e usos
1898	Dualismo: seres de natureza viva e de natureza morta
	Botânica e Zoologia – Partes do corpo e usos
	Biologia – estrutura geral dos elementos e tecidos
1912	Análise do organismo: elemento, tecido, órgão e aparelho
	Célula vegetal
	Célula animal e tecidos
1915	Elemento, tecido, órgão; Teoria celular
1926	Teoria celular – elemento anatômico
	Ponto prático: microscopia
1929	Teoria celular, tecido animal Célula e tecido vegetal Curso complementar para entrar na escola de Medicina: Célula
1931	Células e tecidos animais e vegetais
1942 a 1946	Célula vegetal, histologia e metabolismo as plantas Biologia Geral: Citologia – morfologia, fisiologia, divisão celular, reprodução e genética
1951	Teoria celular; células e tecidos animais e vegetais; reprodução e genética

Fonte: VECHIA; LORENZ, 1998.

Examinando a história do ensino de Ciências e Biologia na Grã-Bretanha, no final do século XIX e início do século XX, observam-se aspectos que podem ser extrapoladas para o nosso contexto brasileiro:

- 1- As matérias não constituem entidades monolíticas, mas amálgamas mutáveis de subgrupos e tradições que, mediante controvérsia e compromisso, influenciam a direção de mudança.
- 2- O processo de se tornar uma matéria escolar caracteriza a evolução da comunidade que promove objetivos pedagógicos e utilitários para uma comunidade que define a matéria como ‘disciplina’ acadêmica ligada com estudiosos de universidades.
- 3- O debate em torno do currículo pode ser interpretado em termos de conflito entre matérias em relação a

status, recursos e território. (GOODSON, 2012, p. 120).

Goodson (2012) também afirma que a Biologia como matéria escolar buscou o *status* acadêmico através da aceitação do controle de pesquisadores e estudiosos das universidades sobre ela. Em face desse domínio, a Biologia ainda recebeu, no século XX, no período entre guerras, a influência da visão utilitária de crescimento para abranger outras áreas de importância econômica, como a indústria farmacêutica, a medicina, a agricultura, a pesca e a exploração mineral.

A educação com viés científico firmou-se na década de 1960 com o objetivo de formar cientistas, e essa visão de Ciência esteve presente nos diferentes níveis da Educação Básica, como espelho da formação em nível superior. Outrossim, posteriormente, com a Lei 5.692, de 1971 (BRASIL, 1971), a educação nas escolas secundárias passou a ter como objetivo a formação para o trabalho, impactando novamente os currículos, incluindo a formação profissionalizante.

Segundo Wortmann (2003), na década de 1970⁷, houve o movimento de criação de uma disciplina que reunisse os saberes e os conceitos provenientes de várias áreas do conhecimento, como ciências físicas e biológicas. Entretanto, a formação acadêmica em áreas individualizadas foi impedimento para a unificação dessas disciplinas no ensino secundário.

Nesse mesmo período, foi recorrente a criação de cursos superiores, licenciaturas, em Ciências e com habilitação em uma das seguintes áreas: Matemática, Biologia, Química e Física. Os objetivos dessas licenciaturas em Ciências, segundo Cacete (2014, p. 1064), eram “a formação geral, que deveria ser ampla e aprofundada; a formação para a pesquisa científica; e a formação científica do professor da escola secundária”.

Entretanto, nesse contexto, surgiram movimentos de resistência à unificação, dirigidos por professores/as universitários/as das áreas citadas,

⁷ A partir da década de 1960 também ocorreu a transição de cursos superiores de História Natural para Ciências Biológicas ou Ciências. Tal modificação também ocorreu nos LDs e nos currículos escolares, como na Lei nº 5.692, de 1971.

além das sociedades científicas (WORTMANN, 1994). Tal insatisfação instigou esses setores da academia, em conjunto com a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), a discutirem essa situação junto ao Ministério da Educação. Tal disputa⁸ permeou o meio acadêmico até a década de 1980, e, a partir da década de 1990, houve um decréscimo de licenciaturas em Ciências e um aumento das licenciaturas de áreas específicas (ULIANA, 2012).

No contexto dos anos 1980, ainda houve a incorporação da abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), pois:

Diversos estudos passaram a indicar as possíveis contribuições da ciência na construção de uma sociedade verdadeiramente democrática e integradora, que pudesse superar as novas expressões do elitismo e da fragmentação social. A crítica sobre a dependência cultural pretendeu revolucionar a produção científica e tecnológica e a percepção de suas relações com a sociedade, contrariamente ao esforço intelectual dos anos 1960 e 1970, que se desenvolveu rumo a um conformismo quanto ao papel social dessas atividades. A complexidade dos problemas científicos e tecnológicos atuais passou a exigir uma maior flexibilidade interpretativa a partir de distintos referenciais teóricos. O questionamento dos ideais de cientificidade, que impõem à ciência critérios e finalidades de caráter objetivo, neutro e descontextualizado, passou a fazer parte de estudos que procuravam mostrar as relações existentes entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (estudos CTS). (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 240).

A Lei nº 9.394, de 1996, estabelece que:

Art. 1º A educação abrange os processos formativos que se desenvolvem na vida familiar, na convivência humana, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais.

§ 2º A educação escolar deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. (BRASIL, 1996, p. 1).

Após a publicação da LBD, em 1996, outros documentos de orientação

⁸ A formação Licenciatura em Ciências, com habilitação em Biologia, Física ou Química, foi muito praticada desde o final da década de 60 até o final dos anos 80 do século XX.

da educação nacional foram criados e publicados, como os PCN para o ensino fundamental, os Temas Transversais e as Orientações/Diretrizes Curriculares para o ensino médio. Desses documentos, o currículo nacional da Educação Básica foi determinado e implementado.

Todo esse cenário foi aqui exposto para fundamentar a disputa de espaço entre as áreas da Biologia nos currículos escolares, uma vez que não queriam perder espaço no enfrentamento dentro da própria área de Ciências Biológicas, nem para outras áreas do conhecimento, como a Química, a Física e a Matemática (WORTMANN, 2003), perpetuando, assim, a formação integral em Biologia, bem como a autonomização das Ciências Biológicas (GOODSON, 2012; SELLES; FERREIRA, 2005).

Também teve continuidade o espaço conquistado no currículo por suas subáreas, como Anatomia, Biologia Celular, Botânica, Ecologia, Fisiologia, Genética e Zoologia. Toda essa disputa de espaço fez prevalecer a disciplinaridade tão arraigada nas áreas específicas e a reafirmação das fronteiras entre os conhecimentos das Ciências Biológicas⁹. Consequentemente, esse perfil dos saberes da Biologia está representado, literalmente, nos currículos da Educação Básica e nos materiais didáticos, reafirmando a natureza hegemônica da academia.

Desse modo, a Biologia Celular permanece nos currículos da Educação Básica e do ensino superior mais por sua força acadêmica do que por sua natureza interdisciplinar e sua fluidez em conduzir a construção do conhecimento sobre a vida e os seres vivos. No ensino superior, a Biologia é apresentada do nível microscópico – a célula – para o macroscópico – o corpo humano, os demais seres vivos e o ecossistema. Todavia, mesmo constatando o currículo disciplinar da Educação Básica, entendemos a importância da Biologia Celular como forma de transcender a fragmentação curricular das

⁹ Como exemplo, a divisão do currículo do ensino médio no estado de Goiás por séries e conteúdos: “1º ano - origem da vida e identidade dos seres vivos [biologia celular, histologia, reprodução, desenvolvimento embrionário]; 2º ano - a diversidade da vida [classificação dos seres vivos, microbiologia, programa de saúde e tipos de doenças, grupos vegetais, grupos animais, anatomia e fisiologia humana e patologias correlacionadas]; 3º ano - transmissão da vida e manipulação gênica [genética], evolução e ecologia dos seres vivos”. (SEDUCE, 2012, p. 355-360).

áreas e dos conteúdos e adentrar a uma Biologia do perceptível, do vivenciado e da construção de significados sobre a diversidade da vida. Por esses motivos, lançamo-nos a esta caminhada.

2.3 Biologia Celular nos documentos nacionais e regionais

A Biologia Celular está no currículo do ensino médio como conteúdo inicial nos PCN, no Currículo Referência dos Estados de Goiás e de Minas Gerais e na maioria dos livros didáticos dessa etapa de ensino. Além disso, a Biologia Celular é a ponte de ligação para a compreensão dos fenômenos orgânicos dos seres vivos e suas relações com o ambiente; ainda, Palmero (2000, p. 1) afirma que “a célula é um conceito-chave na compreensão do conhecimento biológico”. Por esses motivos, justificamos a importância da compreensão desse tema para o desenrolar da trama de uma rede de assuntos das Ciências Biológicas – muitas vezes iniciando do nível micro de conteúdos para o macroscópico –, estabelecendo-se, ademais, a importância de saber como os documentos nacionais que delineiam o currículo nacional abordam a Biologia Celular.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCN-EM) (BRASIL, 1999), o conteúdo de Biologia Celular está fundamentado na Citologia, tratando dos seguintes tópicos: diversidade da vida e funcionamento celular nos processos metabólicos; síntese proteica, material genético, hereditariedade e divisão celular; fenômenos físico-químicos que ocorrem no interior das células; e teoria celular. Esses documentos foram elaborados logo após a LDB – Lei nº 9.394, de 1996 –, mas passaram por revisão e reelaboração em 2002, quando foi publicado o material com as orientações curriculares complementares aos PCN, conhecido como PCN+EM.

De acordo com o PCN+EM (BRASIL, 2002, p. 33), o desafio é:

Organizar o conhecimento a partir não da lógica [temporal] que estrutura a ciência, mas de situações de aprendizagem que tenham sentido para o aluno, que lhe permitam adquirir um instrumental para agir em diferentes contextos e, principalmente, em situações inéditas de vida.

Assim, esse documento apresenta o currículo de Biologia em seis temas estruturadores, a saber: 1. Interação entre os seres vivos; 2. Qualidade de vida das populações humanas; 3. Identidade dos seres vivos; 4. Diversidade da vida; 5. Transmissão da vida, ética e manipulação gênica; e 6. Origem e evolução da vida. Dessa forma, a Biologia Celular se faz presente, diretamente, nos eixos 3, 4, 5 e 6, através das seguintes unidades temáticas, apontadas pelos PCN+EM: a organização celular da vida; as funções vitais básicas; DNA: a receita da vida e o seu código; tecnologias de manipulação do DNA; a origem da diversidade; os seres vivos diversificam os processos vitais; os fundamentos da hereditariedade; aplicações da engenharia genética; hipóteses sobre a origem da vida e a vida primitiva.

Analizando os PCN+EM, constatamos que a maior parte dos temas estruturantes da Biologia apresenta vínculos com a Biologia Celular, e isso mostra a importância desse conteúdo para a compreensão da vida em sua diversidade. Nesse sentido, conhecer os currículos estaduais de Goiás e Minas Gerais, onde esta tese foi desenvolvida, constitui-se um mecanismo relevante para o entendimento e a discussão da Biologia Celular com os/as professores/as nesses dois estados.

Em Minas Gerais, a proposta curricular de Biologia (MARTINS et al., 2006) está estruturada em quatro temas – Teia da Vida (ecossistema), História da Vida na Terra (população), Linguagens da Vida (organismo) e Corpo Humano e Saúde (célula) –, justificados pelos seguintes critérios:

- Possibilitarem a integração da Biologia, Física, Química e Matemática, propiciando um tratamento integrado dos temas das ciências da natureza e matemática.
- Ponderarem as ideias que organizam o pensamento biológico.
- Instrumentalizarem o estudante no estabelecimento de relações mais complexas entre as diversas áreas do

conhecimento biológico, principalmente ao incorporar os níveis de organização dos sistemas vivos, como ecossistemas, populações, organismos e células.

- Possibilitarem o tratamento recursivo de algumas ideias-chaves da Biologia. (MARTINS et al., 2006, p. 16).

Em Goiás, o currículo utilizado até 2011 apresentava a seguinte organização:

1º Ano: Ecologia, origem da vida; características dos seres vivos; metabolismo e histologia.

2º Ano: Classificação dos seres vivos e fisiologia animal e vegetal.

3º Ano: Reprodução e desenvolvimento embrionário humano, genética e evolução. (FIALHO, 2016, p. 8).

Entretanto, o Currículo Referência do Estado¹⁰, criado e implementado em 2012, trouxe uma nova estruturação e distribuição de conteúdo por série e ficou da seguinte forma: 1ª série: Origem da vida e identidade dos seres vivos; 2ª série: Transmissão da vida, manipulação gênica e ética; evolução e ecologia dos seres vivos; e 3ª série: Diversidade da vida (Secretaria de Estado de Educação, Cultura e Esporte de Goiás – SEDUCE, 2012).

Segundo essa proposta, a Biologia Celular deveria estar em grande parte dos conteúdos do ensino médio e, *a priori*, em uma primeira leitura desses eixos temáticos, não vemos muita alteração em relação aos PCN. Porém, no cotidiano das salas de aula e na conversa com professores/as, percebemos a insatisfação deles/as com essa configuração curricular (FIALHO, 2016). A trama dinâmica do embate entre currículo, materiais didáticos e professores/as, bem como a formação destes/as, transparece como peça do processo de ensino-aprendizagem. Além do exposto, outros meandros dessa proposta curricular e da trama desvelam-se no corpo desta tese¹¹, como a rigidez da distribuição bimestral dos conteúdos, as avaliações dirigidas amostrais (ADA) e as faces da prática pedagógica.

2.4 A formação docente e a prática pedagógica

¹⁰ O documento integral está disponível no endereço site da Secretaria de Estado da Educação, Cultura e Esporte (SEDUCE, 2012)

¹¹ Conforme o desenvolvimento dos próximos capítulos deste trabalho.

A formação de professores/as não é um tema recente. Desde Comenius, séc. XVII, a formação docente foi questionada como necessidade, e isso resultou na criação do primeiro estabelecimento de ensino voltado para essa instrução, o Seminário dos Mestres, em 1684. No séc. XIX, a formação de professores/as tomou maior foco e passou a ser exigida, indagando sobre a instrução popular após a Revolução Francesa. Esse cenário propiciou o surgimento das Escolas Normais com a única finalidade de formar docentes (FREITAS, 2003; SAVIANI, 2009).

Investigações sobre os saberes docentes (RIBEIRO, 2008) são fonte de pesquisas que buscam tratar da atividade profissional como referência no campo das situações de ensino-aprendizagem para a formação docente. A docência constitui-se em uma dinâmica dialética, manifestando o saber profissional em diferentes níveis e natureza, tais como: saberes da experiência, saberes do conhecimento, saberes curriculares, saberes disciplinares e saberes pedagógicos (PIMENTA, 1999; TARDIF; LESSARD; LAHAYE, 1991).

Desse modo, pensar a sala de aula em sua multiplicidade de possibilidades torna-se importante para repensar o processo de ensino-aprendizagem, tomando a estrutura organizacional desse processo como ponto de partida na perspectiva da ação docente envolvida. Sendo assim, o contexto dessa formação tem sido influenciado pelo movimento da profissionalização docente, o qual visa ao desenvolvimento sistemático da profissão.

Em face do exposto, buscando compreender a trama da formação docente, Libâneo declara o seguinte:

Ante as necessidades educativas presentes, a escola continua sendo lugar de mediação cultural, e a pedagogia, ao viabilizar a educação, constitui-se como prática cultural intencional de produção e internalização de significados para, de certa forma, promover o desenvolvimento cognitivo, afetivo e moral dos indivíduos. O *modus faciendi* dessa mediação cultural, pelo trabalho dos professores, é o provimento aos alunos dos meios de aquisição de conceitos científicos e de desenvolvimento das capacidades cognitivas e operativas, dois elementos da

aprendizagem escolar interligados e indissociáveis. (LIBÂNEO, 2004, p. 5).

Desse modo, é necessário discutir a formação de professores/as com a finalidade de compreender a habilidade de organização do trabalho pedagógico como fator ímpar no ensino de Biologia. Contudo, não podemos perder de vista a dificuldade dos/as professores/as em sair do espontaneísmo, da criação de atividades pela simples reprodução de conceitos pré-definidos, sabendo também que a habilidade de planejamento não surge despretensiosamente. Segundo Ribeiro (2008), o processo de formação dos/as professores/as para planejar situações de ensino-aprendizagem deve fazer parte da profissionalização docente.

As experiências vividas pelos sujeitos constituem a base da aprendizagem e o sistema que integra o eixo de crescimento das atitudes e dos significados, além de gerar as relações afetivas que predispõem à consolidação do desenvolvimento intelectual. Entretanto, o processo de “ensinagem” (ANASTASIOU, 2007) somente se concretiza pela interação entre o/a ensinante, o/a aprendente e o conhecimento, numa relação cíclica e contínua.

Nesse processo, o envolvimento dos sujeitos, em sua totalidade, é fundamental. Além do ‘o quê’ e o do ‘como’ pela ensinagem deve-se possibilitar o pensar, situação onde cada aluno possa re-elaborar as relações dos conteúdos, através dos aspectos que se determinam e se condicionam mutuamente, numa ação conjunta do professor e dos alunos, com ações e níveis de responsabilidades próprias e específicas, explicitadas com clareza nas estratégias selecionadas. (ANASTASIOU, 2007, p. 4, grifos do original).

Partindo do pressuposto de que o processo de ensinagem ocorre por meio de um conjunto intrínseco de ações inter-relacionadas, saindo da passividade da transmissão do conteúdo e almejando a construção e o desenvolvimento de estruturas cognitivas concretas, é importante dar atenção especial à união entre o conhecimento científico e os fatos cotidianos, problematizando o conhecimento. Nesse intuito, a problematização vem

subsidiar o caráter transdisciplinar do saber, promovendo vínculos e criando significados que efetivarão a aprendizagem.

Entretanto, não só a problematização deve ser encarada como forma de alcançar a aprendizagem, podendo ser listadas também inúmeras outras atividades de ensino, tais como práticas guiadas, estudos de caso na aprendizagem baseada em problemas (PBL, sigla do original, em inglês, *problem based learning*) e tecnologias da informação e comunicação (TIC); tais atividades de ensino podem ser aplicadas como forma de motivar e sensibilizar os/as alunos/as para a construção de novas redes de ligação entre a Ciência, como o saber geral e o saber do/a estudante.

Compreendendo a tríade prática pedagógica, processo de ensino-aprendizagem e construção do conhecimento como uma dinâmica-interação entre os sujeitos, professores/as e alunos/as, percebe-se, nessa relação, a base do desenvolvimento intelectual no contexto escolar. Assim, pode-se inferir que tal cenário deveria ser profícuo para a observação, o planejamento e a execução de práticas pedagógicas voltadas à qualidade desse processo. Nessa perspectiva, discutir currículo, metodologias de ensino e recursos pedagógicos contribui para repensar a prática pedagógica.

Nessa conjuntura, observa-se, ainda, que fatores como baixo salário, falta de condições de trabalho, indisciplina em sala de aula, os desgastes físicos e mentais da profissão, dentre outros fatores, dificultam o emprego de metodologias diferenciadas no ensino e promovem a adoção do trio quadro-giz-livro como o centro estático que constrange o processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, não é tolerável permanecer alheio/a a esse processo, e, principalmente em se tratando da formação de professores/as, é necessário, com urgência, deixar explícitas tais barreiras e caminhar rumo à transposição delas, almejando atingir uma formação plena dos/as licenciandos/as, conscientes de seu papel como mediadores do processo de construção do conhecimento, prontos para encarar a realidade instalada e disponíveis para ultrapassar as limitações que se impuserem.

Segundo Cicillini (2004), por meio de análise da formação de professores/as, é possível determinar dois grupos diferenciados de saber: o

saber de formação acadêmica – incluindo o saber da disciplina e o pedagógico – e o saber originado da docência – incorporando o cotidiano escolar e os saberes do currículo e o conhecimento biológico. Assim, pode-se inferir que, no cotidiano, são produzidas experiências nas quais o/a professor/a desenvolve saberes específicos e propõe a alteração do perfil do/a docente como mero/a reproduutor/a de informações, identificando-o/a como produtor/a de conhecimentos.

Ensinar e aprender não são tarefas fáceis, principalmente quando é preciso partir da abstração sobre um assunto para se chegar à concretização de um conceito ou de um processo. Como exemplos, podemos citar o ensino de Química (CAETANO; CAVICCHIOLI, 2005) – que tem como base o conhecimento sobre o átomo em sua complexidade abstrata – e o ensino da Biologia – que tem como base o conhecimento sobre as células, que, embora visíveis ao microscópio, também abstratas (BASTOS, 1992; PALMERO, 1997). Nessa perspectiva, trazemos a necessidade de discutir um mundo microscópico ou sub-microscópico que está presente na vida de qualquer ser vivo, necessário para a compreensão da vida.

Palmero (2000) discute que o conceito de célula e seus desdobramentos fazem parte de um corpo do conhecimento científico complexo, que é introduzido pela escola. Esse fato evidencia que podem ocorrer distorções conceituais na tentativa de realizar a “transposição didática” desse conteúdo, que perde sua essência quando passa a ser tratado com caráter meramente conceitual e informativo. Além disso, essa autora, em outros trabalhos (PALMERO, 2000; PALMERO; MOREIRA, 2002; PALMERO, 2003), e outros autores (GRAY et al., 2012) ainda ressaltam a necessidade de desmistificar conceitos e processos celulares como base para o entendimento do funcionamento do próprio corpo e dos outros seres vivos.

CAPÍTULO 3

DA ACADEMIA À ESCOLA: O CONHECIMENTO PRODUZIDO, O VIVIDO E AS PESQUISAS EM ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

Na ciência Moderna a ruptura epistemológica simboliza o salto qualitativo do conhecimento do senso comum para o conhecimento científico; na ciência pós-moderna o salto mais importante é o que é dado do conhecimento científico para o conhecimento de senso comum. O conhecimento científico pós-moderno só se realiza enquanto tal na medida em que se converte em senso comum.

Boaventura Sousa Santos (2010, p. 90)

3.1 Da academia à escola: o conhecimento produzido e o vivido

Em se tratando de dois extremos – da célula ao organismo, da nossa casa à cidade, do nosso país ao mundo, das questões diárias e dos fatos corriqueiros às intercorrências do mundo, da escola ao universo do laboratório –, conhecer a origem e o produto final não é suficiente, já que a trajetória percorrida entre dois extremos abre-se para ser compreendida, agregando ideias e novos olhares dentro de um massivo empilhamento de informações. Os diferentes saberes, visões, culturas, novas possibilidades de questionamento, leituras, interpretações e, ainda, o não entender o que tantas informações querem agregar ao produto final são etapas na travessia rumo à construção do conhecimento.

O ser humano é um ser social, inacabado, que se transforma na relação com o outro e com o mundo. Por ser uma pessoa em metamorfose, a sua necessidade constante de conhecer seu corpo e o ambiente que o cerca e de mantê-los sob seu controle é utilizada como fonte para sua procura incessante pelo conhecimento. Contudo, buscar o conhecimento requer uma mobilização pessoal que ultrapassa a zona de conforto¹² e induz as pessoas a sairem do senso comum, levando-as a desvendar outros patamares de informações, conhecer a trajetória das descobertas, sair da visão pura do produto final e

¹² Entendemos que fazem parte da zona de conforto os pensamentos, as atitudes e os comportamentos corriqueiros, próximos, que ocorrem no cotidiano e que não exigem maior esforço pessoal.

compreender os processos envolvidos no desenvolvimento do conhecimento. Será que todos/as os/as docentes e estudantes se engendram por esse caminho?

Veiga-Neto (2012) utiliza a metáfora sobre a casa de Bachelard para discutir essa premente essência de sair do local de conforto e transitar em locais mais “obscuros”, os porões, nos quais estão as raízes, a origem, o desencantamento dos arquétipos, dos estereótipos, raízes de desconfortos que nos atingem e que ficam intocados se não forem conhecidos. Transitar pelos porões também é permitir que o ser homem se abra e se dê a conhecer pelos outros e pelo mundo. Mostrar as nossas raízes não nos diminui, mas nos torna cada vez mais humanos/as e dispostos/as a nos conhecermos, para, então, conhecermos o outro e o mundo (BACHELARD, 2005).

Ainda sobre essa metáfora, temos, no nível intermediário da casa, a nossa zona de conforto, aquela que não exige esforços na sua manutenção e não se deixa discutir pela facilidade de manter tudo como está, sem trazer à tona as raízes dos problemas e suas implicações. É a estagnação do ser homem. É o senso comum. Entretanto, permanecer nessa zona é não buscar aumentar sua visão de mundo, de conhecimento, é contentar-se com o pouco a que tem contato, o finito.

Por fim, o sótão é o local da luz, da imaginação, da criatividade, da extração ao mundo real, da inovação e da emoção. É no sótão que a pessoa se realiza como ser em constante busca pelo novo, é quando a pessoa pode sair da sua zona de estagnação e caminhar livremente por caminhos desconhecidos, mas que já não são temidos. O temor foi vencido no porão, agora a liberdade do sótão não tem obstáculos: expor-se e deixar-se levar pela curiosidade, pela inventividade, aventurar-se a novos olhares e ideias.

Unindo, então, a metáfora da casa ao mundo do conhecimento, vamos adentrar à compreensão dos processos envolvidos na construção desse conhecimento. Dessa forma, podemos considerar os porões como os locais em que as pesquisas científicas são produzidas, os laboratórios e suas engenhocas, os quais, como descrito por Latour (2011), são lugares não menos obscuros onde a linguagem, os códigos, os protocolos e seus produtos

são verdadeiras caixas pretas da ciência, onde poucos conseguem desvendar o conhecimento contido nelas. Ali nos laboratórios estão as raízes das descobertas científicas e o estereótipo dos seus/suas dominadores/as, os/as cientistas, aqueles/as que dominam técnicas e manuseiam aparelhos de última geração, que produzem resultados mágicos. Nesse porão científico, assim por mim denominado, a ciência se mostra como algo inatingível a outros seres que não pertencem a esse mundo.

Vale, ainda, lembrar que, nesse porão científico, a briga de egos é uma constante corrente entre todas as áreas engendradas nos seus laboratórios. Pesquisar mais, descobrir “coisas” novas, publicar, publicar sempre e publicar rápido. A divulgação desse conhecimento torna-a legível apenas aos homens/às mulheres dos laboratórios, pois seu dialeto científico é de difícil compreensão, o uso de termos técnicos e a descrição de protocolos fazem parte de um universo específico.

Saindo dos porões e subindo até o piso térreo dessa casa encontra-se a maioria esmagadora da população, nossa faixa de conforto, o local onde o senso comum é a lei que rege a sociedade, no qual passamos toda a nossa vida e temos contato com o outro e com o mundo. Nesse piso – aquele que está em contato íntimo com o ambiente externo –, estamos construindo e desconstruindo relações, aprendendo a ler para interpretar tudo o que está a nossa volta, tendo o senso comum como base para o desenvolvimento de outras informações. Nesse local, o volume de informações veiculadas é “imensurável” e a velocidade com que essas informações estão disponíveis é assustadora. Os/as viventes neste mundo estão conectados/as a todos os locais do planeta por uma rede mundial que tende a avançar e a chegar a todos os recantos, conectando pessoas e proporcionando a troca de informações e experiências.

O porão científico “deixa publicar” algumas descobertas que chegam ao piso térreo da casa, mas são informações limitadas, que trazem resultados sobre os produtos encontrados. Contudo, o nível de informações de senso comum veiculadas ainda é muito maior que o volume de informações “científicas” que chega à maioria da população.

E, por último, essa casa tem o sótão, que é um local ainda pouco utilizado e que passa a fazer parte do imaginário das pessoas como um lugar plural, curioso, interessante. É no sótão onde ocorre a extração do senso comum e a liberdade de discussões sobre o que se pode aplicar no mundo real, com apoio no que foi exalado pelo porão. O sótão aparece como o local da criação a que todos/as os/as que estão no piso térreo têm acesso irrestrito, pois é um mundo no qual eles/as podem atuar livremente. Os conhecimentos aqui construídos são produtos individuais que seguem um ritmo pessoal, partem de um senso comum, dos saberes cotidianos, e chegam a um saber próprio. Cada um/a pode atuar independentemente, pois o conhecimento construído por cada um/a é a evolução do seu senso comum.

Baseada nessa analogia entre a casa, o laboratório e o mundo, inserimos a escola (generalizando as instituições de ensino da Educação Básica) como a idealização do sótão, em um formato personificado, onde estão os/as professores/as e os/as alunos/as. Assim sendo, a escola – o sótão da casa – é o local em que todos têm acesso, mas que poucos se deixam impactar pelo que pode ser feito nesse local. Como falado anteriormente, esse espaço é livre, e, nele, podemos discutir, reinterpretar o mundo, utilizar o senso comum como ponto de partida e transpor aquele conhecimento que saiu do porão para a vida cotidiana, propondo usos e reusos de um saber que está em constante transformação. Contudo, ainda vemos sótãos reprodutores do piso térreo, no qual o senso comum é o ponto de partida e de chegada, que não modifica o meio, não propõe transformações palpáveis: o senso comum é lei e permanece tão fechado quanto o porão.

Ainda podemos questionar os/as gestores/as do espaço escolar e os/as docentes para compreendermos o motivo de ainda existirem escolas nas quais o senso comum impera. Para discutir tal fato, Setton (2002, p. 62) afirma, com base em estudos de Bourdieu, que o “conceito de *habitus* surge da necessidade empírica de apreender as relações de afinidade entre o comportamento dos/as agentes e as estruturas e condicionamentos sociais”. Ou seja, podemos inferir que a reprodução do senso comum acaba se tornando um hábito, uma vez que ele está na zona de conforto do/a

professor/a, tem pouca ou nenhuma exigência de estudo e planejamento de atividades pedagógicas. A aula torna-se uma ferramenta de reprodução do senso comum, a reprodução intencional de saberes, consequência de um jogo de poder que se estabelece social e politicamente.

Todavia, defendemos o sótão, a escola, como o espaço de transformação da realidade, o espaço no qual o saber sábio e o saber ensinado (CHEVALLARD, 1991) compartilham experiências e conhecimentos. Marandino (2004) também confirma a necessidade de interação entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar com a finalidade de transpor as barreiras da Ciência e chegar ao mundo real, proporcionando reflexões e mudanças deste. Isto é, o contínuo processo de interação entre o porão, o piso térreo e o sótão contribui para a desmistificação da Ciência e a apropriação do conhecimento como saber comum e acessível a todos/as. Ter o conhecimento como ferramenta modificável, transformante, reflexiva e libertadora perpassa pela discussão dos tensionamentos em torno do currículo.

As discussões no campo do currículo no Brasil ganharam destaque nas décadas de 1960 e 1970, sendo que o impulso desencadeador desse processo tinha o objetivo de proporcionar aos/as alunos/as uma formação científica, instrumentalização desse público, no ambiente escolar. Esse movimento estava intimamente relacionado à influência norte-americana que visava incitar a criação de “cientistas”, atrelada a um modelo pedagógico tecnicista baseado na transmissão de conhecimentos em grande volume e densidade (KRASILCHIK, 2000; LOPES, 1999).

Na década de 1980, no Brasil, a literatura pertinente passou por grande modificação, visando a acompanhar as discussões sobre currículo, atentando para a definição do conhecimento escolar e suas consequências positivas e negativas no aprendizado das crianças e dos/as jovens nas escolas. Cabe ressaltar que os/as estudiosos/as no Brasil sofreram influência norte-americana e inglesa nesse período, quando estava em estudo a teoria crítica de currículo (LOPES, 1999).

Entretanto, pensar e discutir currículo remete ao conhecimento gerado e trabalhado no âmbito escolar, não deixando de fora suas diversas vertentes,

currículo e conhecimento. Então, discute-se aqui, primeiro, conhecimento e, depois, o entrelaçamento dele com pressupostos teóricos sobre currículo.

A partir do final do século XX, a sociedade percebeu o poder e a influência da Ciência, que, embora já conhecidos anteriormente, passa a questionar o caráter neutro e mágico que a Ciência carregava em tempos anteriores, quando se acreditava puramente em seu poder de curar todos os males da humanidade. Ou seja, a Ciência ainda mantém seu poder, mas perdeu parte de sua face de deslumbramento.

Pesquisadores como Bruno Latour (2011) e Boaventura de Souza Santos (2010) discutem o paradigma emergente da Ciência com propriedade, trazendo à tona a busca por uma desconstrução do estereótipo de cientista e de ciência que ultrapasse os muros dos laboratórios mirabolantes e espetaculares. Tal fato pode ser extrapolado pela ênfase na discussão da pesquisa como atividade cotidiana e não inerente apenas a um grupo fechado de “investigadores/as” que procuram, a qualquer custo e a todo tempo, a solução miraculosa para patologias mais humanas que sociais.

Seguindo essa corrente de pensamento do paradigma emergente, Lopes (1999) alega que Bachelard descreve que a Ciência contemporânea, em sua diversidade de métodos e inúmeras especializações, está passando por um movimento de simplificação da leitura de Ciência, entendendo que a realidade complexa pode ser lida pela simplicidade inerente aos fenômenos. Contudo, a simplificação ou reducionismo poderia prejudicar o olhar sobre o todo?

Santos (2010) alegou que Descartes e Bacon reforçavam os princípios do paradigma dominante quando os princípios do empirismo, do racionalismo e do positivismo, agregados ao monismo metodológico, maximizaram a expansão da Ciência como verdade absoluta, neutra, tendo o método como mapa da verdade. Confluindo com essa concepção de Ciência está o rigor matemático, a quantificação e a experimentação como eixos condutores das construções científicas até meados do século XX.

Assim, pensar o conhecimento científico como fruto das produções de laboratório é imaginar que a Ciência se sustenta basicamente desse meio e

para esse meio. O volume de informações científicas produzido é grande e tem características próprias, como a linguagem, os esquemas e os diagramas, a forma de divulgação dessas informações, o público a que se destina e os meios fomentadores desse processo. Esses produtos da Ciência ficam cada vez mais circunscritos ao meio no qual foi originado, uma vez que as características descritas já criam um esboço do material que será lido e divulgado entre um pequeno grupo de uma área específica, ao qual é de interesse conhecer tais resultados para dar continuidade a experimentos, refutar outras proposições ou provocar o redelineamento experimental de outros grupos.

Todavia, esses dados são utilizados para produzir os livros utilizados no ensino superior, pois, se as pesquisas são realizadas no meio acadêmico, esse meio tem acesso a tais informações compiladas em grandes manuais ou tratados das áreas específicas. Então, resta saber como a população em geral tem acesso a esse conhecimento. Quais mecanismos sócio-político-culturais estão envolvidos nesse processo? Os questionamentos precisam sair da zona de conforto de quem vê, ouve e fala.

O discurso científico é muito divulgado pela mídia, pelos materiais didáticos e pelas vozes autorizadas – cientistas e professores/as, por exemplo – como a verdade dos fatos, exercendo seu fascínio pela complexidade e sofisticação de métodos e técnicas cada vez mais surpreendentes e aparelhos de última geração. Contudo, resta-nos debater essa retórica científica e compreender os meandros sobre os quais é erguido o monumento do discurso científico.

Cabe a este momento, ainda, discutir sobre o mecanismo de disciplinarização do conhecimento, sendo ele um dos grandes fragmentadores do conhecimento em níveis hierárquicos cada vez mais especializados. Aqui, podemos utilizar o paradigma arborescente descrito por Gallo (1995) quando ele discute conhecimento, transversalidade e currículo. Através do paradigma arborescente, podemos compreender a expressão de uma “concepção mecânica do conhecimento e da realidade, reproduzindo a fragmentação cartesiana do saber, resultado das concepções científicas modernas”

(GALLO, 1995, p. 100).

Vemos a reprodução desse paradigma dentro dos muros das escolas, na organização disciplinar do conhecimento. Neste momento, entendendo disciplina como relativa aos conteúdos e buscando amparo em Chervel (1990), encontramos que as disciplinas escolares são entidades representativas da cultura, aplicadas com a finalidade de estruturar o processo educacional de gerações mais jovens. Podemos, ainda, discutir a dimensão prática das disciplinas escolares como definição de conteúdos e de resultados palpáveis da dinâmica do ensino (GOMES; SELLES; LOPES, 2013).

Na construção do currículo escolar, precisamos conhecer os processos de ensino-aprendizagem de Ciências envolvidos com a dinâmica da divulgação das verdades científicas, visando a redimensionar a formação encyclopédica trazida pelas propostas curriculares e pelos livros didáticos. Nesse contexto,

Os livros didáticos são compreendidos como produções escolares que expressam os sentidos das práticas curriculares, bem como produzem significados sobre as definições do que se ensina, de como se ensina e de qual formação docente deve ser desenvolvida. (GOMES; SELLES; LOPES, 2013, p. 481).

Ainda assim, é preciso refletir sobre os livros didáticos, incluindo o fato de esse tipo de material pedagógico não incluir saberes sobre o processo de construção e de avanço do conhecimento científico. Em outra vertente está a necessidade de abranger saberes obtidos por esses instrumentos, além de não poder passar despercebido o jogo de interesses políticos e econômicos que fazem parte da construção desses materiais. Ainda, não pode ser esquecido o fato de que os livros didáticos são as principais fontes de conhecimento escolar.

A definição esculpida por Cicillini (2004, p. 37) estabelece que o

Conhecimento escolar, entendido como a complexa interação entre as diferentes formas de saber, não corresponde à transmissão direta do saber erudito. O conhecimento escolar está sujeito a pressões sociais, econômicas, políticas e culturais.

Uma hierarquia de conhecimentos é estruturada por Cicillini (1997), que elencou os seguintes tipos: conhecimento original (PP1), produzido por cientistas nas universidades e institutos de pesquisa; conhecimento reproduzido nos livros didáticos de 3º grau ou publicações especializadas (PP2); conhecimento divulgado nas revistas de ampla circulação voltadas à ciência (PP3); conhecimento divulgado pela mídia (PP4); e conhecimento publicado nos livros didáticos da Educação Básica (PP5). Isso significa que o caminho percorrido pela informação – desde sua origem até chegar aos/as estudantes de ensino fundamental e médio – é longo e tortuoso, o que pode, consequentemente, acarretar perda, modificação e reinterpretação da informação, alterando a essência do conteúdo.

Todo esse processo descrito, denominado transposição didática, passa por mecanismos de “tradução” da informação para uma linguagem mais acessível ao público direto. Contudo, a simplificação da linguagem pode gerar a simplificação do conteúdo, acarretando a distorção da essência, a perda da compreensão sobre os processos envolvidos na produção do conhecimento, as tensões vivenciadas pelos/as cientistas, os poderes presentes, o cenário político-social envolvido. Então, conhecer o produto final torna-se insuficiente tendo em vista todo o caminhar, a travessia.

Nesse contexto, também é interessante pensarmos na disciplinarização do conhecimento no âmbito do espaço escolar e da necessidade de superação dessa dicotomia – conhecimento original e saber escolar. Convergindo para essa ideia está a noção dos discursos em busca da interdisciplinaridade, visando à formação dos/as alunos/as como seres holísticos, capazes de compreender o mundo para além de conteúdos estanques de Geografia, Biologia, Matemática ou História. É preciso desafiar a estética arborescente presente nos currículos e recursos didáticos e buscar a implementação de uma perspectiva integrada e crítica aos meandros em torno do processo educacional.

Pensando no espaço escolar e nas pessoas ali presentes, percebe-se, ademais, a importância de discutirmos o conhecimento cotidiano como saber

social, intrínseco ao ser humano, produto direto da cultura e da construção familiar. Esse saber é inerente ao ser humano, alfabetizado ou não, independente de classe social, indissociável da racionalidade humana. É esse saber a válvula motriz da vida de qualquer ser humano. Perceber e usá-lo como ponto de partida para uma construção própria de outros saberes pode ser uma ligação significativa ao processo de aquisição de outros saberes.

Após o exposto neste texto, partimos em busca de conhecer o que o meio acadêmico, nos porões da Ciência, tem produzido sobre o ensino de Biologia Celular e como essas pesquisas constroem sentidos e significados aos/as professores/as e podem ser levadas para o espaço escolar com o intuito de repensar e transformar a prática pedagógica.

3.2 As pesquisas em ensino de Biologia Celular

O desenho do estado da arte da produção de pesquisas em torno do tema ensino de Biologia Celular é necessário para compreendermos a importância dessa área de estudo para esta tese, além de delinear as pesquisas que têm sido produzidas nesse campo do saber.

Para tanto, as fontes de informações utilizadas para realizar esse levantamento foram as seguintes: base de dados do grupo FORMAR Ciências, que é um grupo de pesquisa da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP); Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (BTD-Capes); e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (BDTD-IBICT). Utilizamos as seguintes palavras-chave como filtros para a busca: biologia celular, educação, ensino de Biologia, ensino de Biologia Celular, sendo por meio deste último que as buscas obtiveram maior êxito em ambos os bancos de dados.

O grupo FORMAR Ciências, coordenado pelo Professor Dr. Jorge Megid Neto, teve como um de seus objetivos realizar o levantamento das teses e

dissertações em ensino de Biologia no Brasil, no período de 1972 a 2004. Atualmente, esse grupo está avançando no levantamento dos trabalhos dessa área para ampliar e atualizar os resultados.

Pesquisando no *Catálogo analítico de teses e dissertações em ensino de Biologia no Brasil (1972 - 2004)* (TEIXEIRA; MEGID NETO, 2008), observamos que, dos 364 trabalhos finalizados nos níveis de doutorado ou mestrado, apenas sete deles tratam do ensino de Citologia/Biologia Celular (segundo a classificação do catálogo). Entretanto, é importante ressaltar que 36 trabalhos foram produzidos em uma área relacionada ao ensino da Genética.

No BTD-CAPES, encontramos 395 registros de teses e dissertações referentes ao período de 2000 a 2016. Todavia, os trabalhos publicados no intervalo de 2000 a 2012 tinham apenas os resumos disponíveis no banco; e, de 2013 a 2016, havia os documentos integrais originados da Plataforma Sucupira da CAPES. No refinamento da leitura dos resumos desses 395 trabalhos, verificamos que 34 trabalhos tinham relação efetiva com o ensino de Biologia Celular, sendo setes teses e 27 dissertações (disponíveis no ANEXO 1).

No levantamento realizado no BD TD-IBICT, referente ao período de 2000 a 2016, utilizando como palavras-chave os termos *ensino, biologia e celular*, digitados juntos ou individualmente na pesquisa avançada, nove trabalhos, sendo duas teses e sete dissertações, tinham relação efetiva com o ensino de Biologia celular, além daquelas identificadas no BTD da CAPES. Todos esseas pesquisas estão apresentados no ANEXO 2 e disponíveis integralmente nessa base de dados do IBICT.

Dessa análise, em todas as fontes de pesquisa citadas acima, os trabalhos que têm relação direta com a presente tese são as publicações dos/as autores/as Bonzanini (2005), Cunha (2011), Garcia (2013), França (2015) e Thomazini (2013).

Bonzanini (2005) construiu sua pesquisa em torno dos temas contemporâneos da Biologia – ciência genômica, clonagem, organismos transgênicos – e de como são abordados em salas de aula de ensino médio.

Ela destacou que fatores como a escassez de materiais didáticos, formação docente deficiente e excesso de carga horária de trabalho constituem barreiras/entraves ao bom desenvolvimento do ensino de Biologia. Outra questão apontada foi a necessidade de formação continuada dos/as docentes, permitindo que as constantes evoluções científicas – tendo em vista o caráter dinâmico da Ciência – sejam acompanhadas por esses/as profissionais e permeiem o processo de ensino-aprendizagem.

O trabalho desenvolvido por Cunha (2011) trata do mecanismo envolvido na compreensão do tema célula por alunos/as de 1^a série do nível médio de uma escola pública do Rio de Janeiro. Ela encontrou no cotidiano da sala de aula os indícios do processo de ensino-aprendizagem mecânico, baseado na reprodução de informações, sem reflexão e construção de saberes. Sobre o conteúdo de célula, identificou a concepção fragmentada – morfologia/fisiologia – e não sistêmica, sem relação com o cotidiano e com a vinculação célula-organismo. Ainda buscando discutir a aprendizagem significativa, Cunha (2011) relatou que essa abordagem demanda conhecimento, formação, planejamento e motivação para colocá-la em prática. Finalizou sua dissertação indicando o planejamento pedagógico como forma de subsidiar a aprendizagem significativa do tema célula, contribuindo para a construção da concepção sistêmica, integrada do organismo e seus constituintes. Cunha trouxe muitas informações e dados importantes que subsidiarão nossas discussões com os dados coletados.

Garcia (2013) propôs seu estudo em torno da forma como os/as estudantes dos níveis de ensino fundamental e médio construíam seus conceitos sobre célula com base na aplicação de um material instrucional tipo gibi. Ela identificou que os sujeitos de pesquisa tinham muitas concepções de senso comum, que não foram abaladas pelas intervenções executadas. Percebeu, também, que os/as alunos/as estavam em níveis elementares de pensamento, buscando vínculos concretos e funcionais, o que reforçava as concepções alternativas que tinham.

O trabalho de França (2015) procurou perceber as dificuldades de desenvolvimento do conceito do tema célula viva, partindo de uma visão

funcional, dinâmica e integrada, e estabelecer estratégias de ensino-aprendizagem com estudantes de 8º ano do ensino fundamental de um colégio no Distrito Federal. A autora identificou desconexões entre forma e função, tipos celulares, noções conceituais precárias e baixa participação dos sujeitos, não respondendo às atividades. Essa investigação tem pontos em comum com o nosso trabalho e, por isso, foi selecionada para auxiliar nas discussões aqui apresentadas.

Por fim, trazemos a pesquisa de Thomazini (2013) como apporte de subsídios à argumentação do fracionamento do conhecimento, dos saberes acadêmicos e escolares, e das disciplinas. Esse autor também discute a visão mecanicista de mundo, que vigora há muito tempo e que ainda se firma mesmo em um contexto em que buscamos a transdisciplinaridade, a visão holística do conhecimento, a concepção integrada e a dinâmica da vida.

Ainda, outra autora que contribuiu enormemente com este trabalho foi a Palmero (1997), que pesquisou sobre as concepções de células de estudantes que estavam no final do ensino secundário em Portugal. Nessa pesquisa, a autora desvelou a importância da Biologia Celular para a compreensão dos processos fisiológicos dos organismos e os fenômenos microscópicos e sub-microscópicos que ocorrem nas células, além de sua relação com a construção de conhecimentos do público-alvo de sua investigação.

Na mesma perspectiva, várias outras pesquisas compõem a produção científica na área de ensino de Biologia, incluindo os aspectos voltados à Biologia Celular e à Genética, tanto que os/as autores que aqui apresentaremos contribuíram qualitativamente com a discussão desta tese, além de outros/as que serão citados na discussão dos resultados. Nesse corpo de produção estão os/as autores abaixo citados/as:

- Ayuso e Banet (2002), que discutiram o ensino de Genética na educação secundária;
- Bastos (1992), que trabalhou o conceito de célula viva com estudantes de ensino médio;
- Blystone (1987), que analisou o desempenho de alunos/as em uma questão sobre estrutura celular presente nos exames de Biologia norte-

americanos;

- Bonzanini e Bastos (2011), que discutiram sobre um curso de formação continuada de professores/as em Genética e os materiais por eles/as produzidos e utilizados;
- Bustamante e Alexandre (1996), que apresentaram suas pesquisas com desenhos realizados por estudantes, de nível médio e recém-aprovados no curso superior, sobre o que eles/as esperavam ver ao microscópio e o que observaram nas lâminas de tecido vegetal;
- Else, Ramirez e Clement (2002), que discutiram sobre o uso de analogias no ensino da respiração celular para estudantes de ensino médio;
- Gonzalez et al. (2012), que analisaram como alunos/as de ensino médio compreendem a célula eucariótica animal;
- Jara e Gonzalez (2012), que apresentaram um modelo cognitivo para o ensino-aprendizagem da célula eucariótica animal;
- Karagoz e Çakir (2011), que exploraram as concepções de Genética de professores/as de Biologia;
- Moura et al. (2013), que relataram o ensino de Genética nas escolas públicas brasileiras;
- Palmero (1997), que fez uma revisão bibliográfica sobre o ensino e a aprendizagem da célula; e em seu outro trabalho, de 2003, em que discutiu os desenhos de células de alunos/as do nível médio;
- Palmero e Moreira (1999), que apresentaram os modelos mentais da estrutura e do funcionamento celular de estudantes de nível médio e, no artigo de 2002, discutiram os modelos mentais do conceito de célula com o mesmo público; e
- Silveira e Amabis (2003), que analisaram as concepções de material genético de alunos/as de ensino médio.

Dessa forma, esse levantamento do estado da arte leva à criação de maior expectativa em torno da presente pesquisa, uma vez que denota a importância de ampliar as pesquisas nessa área e contribuir efetivamente para a qualidade do processo de ensino-aprendizagem de Biologia Celular,

tomando-a como base para o entendimento da vida e da dinâmica dos organismos.

CAPÍTULO 4

CAMINHOS METODOLÓGICOS PERCORRIDOS

Ah, tem uma repetição, que sempre outras vezes em minha vida acontece. Eu atravesso as coisas – e no meio da travessia não vejo! – só estava era entretido na ideia dos lugares de saída e de chegada. Assaz o senhor sabe: a gente quer passar um rio a nado, e passa; mas vai dar na outra banda é num ponto muito mais embaixo, bem diverso do em que primeiro se pensou. Viver nem não é muito perigoso? [...]

Por que era que eu estava procedendo à-toa-assim? Senhor, sei? O senhor vai pondo seu perceber. A gente vive repetido, o repetido, e, escorregável, num mim minuto, já está empurrado noutro galho. Acertasse eu com o que depois sabendo fiquei, para de lá de tantos assombros... Um está sempre no escuro, só no último derradeiro é que clareiam a sala. Digo: o real não está na saída nem na chegada: ele se dispõe para a gente é no meio da travessia [...].

Guimarães Rosa (1986)

Neste capítulo, revelaremos os caminhos pelos quais nossas ideias sobre a pesquisa qualitativa nos levaram. Caminhos estes que foram pensados e repensados durante todo o tempo, sempre refletindo sobre o nosso modo de entender a pesquisa e o que ela nos desvelava. Afinal, haveria um caminho para compreendermos como ocorre o ensino de Biologia Celular nas escolas públicas de nível médio dos estados de Goiás e Minas Gerais?

Não estávamos à procura de um único caminho, mas dispostas a percorrer e abrir outras trilhas em busca do nosso objetivo. E nossas únicas certezas eram a construção de conhecimento e o compartilhamento de experiências durante esta caminhada.

Dessa forma, desenvolvemos a presente tese apoiadas na abordagem qualitativa, com enfoque na pesquisa colaborativa. Para tanto, utilizamos os seguintes instrumentos de coleta de informação: aplicação de questionários a alunos/as de ensino médio no município de Catalão, Goiás; curso de formação de professores/as, executado em Catalão e em Uberlândia, Minas Gerais; acompanhamento da prática pedagógica de um professor durante o ano letivo de 2016; e realização de um grupo focal com professores/as de ambas as cidades.

4.1 Pressupostos teóricos e metodológicos: a investigação na ação no campo educacional do ensino de Biologia Celular

A utilização da pesquisa colaborativa traz em si a investigação sobre os “processos de intervenções que visam transformar determinada realidade, emancipando os sujeitos que dela participam” (IBIAPINA, 2008, p. 9). Essa dimensão de investigação integra uma das modalidades de pesquisa-ação, cujo enfoque na educação foi mais abordado a partir de 1980.

Há mais de 50 anos, a pesquisa-ação surgiu alicerçada em uma abordagem específica em Ciências Sociais. Entendendo o motivo dessa base de ordem sociológica, Thiollent (1996, p. 14) conceitua pesquisa-ação como:

um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os/as pesquisadores/as e os/as participantes estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Seguindo a linha de conceituação da pesquisa-ação, existem outras definições que a delineiam de forma clara e em caráter complementar. Segundo Barbier (2007), a pesquisa-ação exprime uma abordagem diferenciada, transformada, do modo de pensar e pesquisar na área das Ciências Humanas, na qual tem origem. A pesquisa-ação, assim, acaba por expressar um olhar diferenciado sobre a forma de desenvolver metodologicamente uma pesquisa em contraste com o empirismo das Ciências Exatas e Biológicas.

Bogdan e Biklen (1994, p. 292-293) relatam que a pesquisa-ação

consiste na recolha de informações sistemáticas com o objetivo de promover mudanças sociais. [...] A investigação aplicada procura resultados que possam ser utilizados pelas pessoas para tomarem decisões práticas relativas a determinados aspectos de sua vida. A investigação-ação é um tipo de investigação aplicada no qual o investigador se envolve ativamente na causa da investigação.

Dessa forma, com base na pesquisa-ação colaborativa¹³, podemos perguntar sobre o local do ser humano na natureza e sobre a ação organizada para dar-lhe sentido. Essa abordagem tem caráter transpessoal, uma vez que suplanta a pessoalidade para expandir suas fronteiras na compreensão integral do fenômeno. Além disso, tem uma face multirreferencial dos acontecimentos, das situações e das práticas individuais e sociais; outrossim, é eminentemente pedagógica e política.

Diante desse tipo de metodologia de investigação, cabe também discorrer sobre o papel do/a pesquisador/a na pesquisa-ação, cuja função é um dos eixos de sustentação dessa abordagem. Segundo Barbier (2007, p. 18), o/a pesquisador/a “desempenha seu papel profissional numa dialética que articula constantemente a implicação e o distanciamento, a afetividade e a racionalidade, o simbólico e o imaginário, a mediação e o desafio, a ciência e a arte”. Assim, o/a pesquisador/a tem a sua atuação como sujeito autônomo, autor/a de sua prática e de seu discurso, tomando a autonomia como processo de estabelecimento de ações determinantes em um contexto, o qual é o fator definidor das desconstruções e construções que se fazem necessárias ao se defrontar com a realidade e seus/suas participantes.

Também, tem face ao cenário e à consciência do/a pesquisador/a está o ambiente social que poderá ser trabalhado com a finalidade de refletir e propor a movimentação entre os sujeitos sociais e suas relações com o meio, recriando espaços, redefinindo práticas, criando um processo contínuo (BARBIER, 2007).

Barbier (2007, p. 19) ainda salienta o caráter eminentemente pedagógico e político da pesquisa-ação, uma vez que ela “serve à educação do homem cidadão preocupado em organizar a existência coletiva da cidade”. Com isso, o autor traz à tona a categoria de formação do ser como “eixo do desenvolvimento do potencial humano” por meio das inter-relações entre o sujeito e o meio, em um imbricado processo de “criação de formas simbólicas

¹³ Pesquisa-ação colaborativa, conforme definida por Pimenta (2005) e tratada como pesquisa colaborativa por Ibiapina (2008).

interiorizadas”.

Além disso, também afirma que Kurt Lewin propôs a pesquisa-ação estruturada no ciclo “observação – reflexão – planejamento – ação” de atividades inter-relacionadas, uma vez que essa pesquisa propicia à pessoa (ou ao grupo) participar na sua própria mudança de atitude ou comportamento num sistema interativo. Esse ciclo também designa as etapas metodológicas dessa modalidade de investigação.

Em outra vertente, Carr e Kemmis (1986) definem a pesquisa-ação como um meio de investigação da prática pelos/as profissionais atuantes¹⁴. Dessa forma, definem que a proposta da pesquisa-ação acontece ao ser implementada dentro do contexto educacional como fonte de pesquisa, com base nos cenários desenhados no cotidiano e apoiando-se no/a professor/a como pesquisador/a reflexivo/a e socioanalítico/a.

Por fim, a pesquisa-ação envolve uma espiral de etapas autorreflexivas de planejamento de uma mudança; de ação e observação do processo e das consequências dessa mudança; de reflexão sobre esses processos, seus resultados e replanejamento (KEMMIS; WILKINSON, 2002). Esses ciclos são autocontidos de planejamento de ação, observação e reflexão; o processo é mais fluido, aberto e sensível, tendo participantes com senso definido e autêntico do desenvolvimento e da evolução de suas práticas.

No caminho da compreensão da pesquisa-ação, requer-se, ainda, conhecer as nuances ou modalidades que se estabelecem apoiadas nela: a pesquisa colaborativa e a pesquisa participativa.

Esteban (2010) define a pesquisa colaborativa como uma modalidade de pesquisa-ação em que o ponto fundante se firma na colaboração e no trabalho mútuo entre os/as pesquisadores/as e as pessoas envolvidas com o contexto que subsidia o fenômeno em estudo – no caso deste trabalho, os/as educadores/as –, ademais de levar em conta a participação da comunidade

¹⁴ Os/as autores/as Barbier (2007), Esteban (2010) e Ibiapina (2008) denominam os/as professores/as como técnicos devido ao campo de atuação desses profissionais, estando em contato direto com as práticas e o contexto social onde a pesquisa-ação e/ou colaborativa será realizada.

educacional no processo.

De acordo com Pimenta (2005, p. 523), o objetivo principal da pesquisa colaborativa é “criar nas escolas uma cultura de análise das práticas que são realizadas, a fim de possibilitar que os seus professores, auxiliados pelos docentes da universidade, transformem suas ações e as práticas institucionais”. Essa autora também agrega o aspecto crítico da análise do contexto sócio-político-institucional, definindo esse tipo de investigação como “pesquisa-ação crítico-colaborativa”, e é nessa perspectiva que estruturamos o presente trabalho.

Estudos de Pina (1986), Ward e Tikunoff (1982) e Esteban (2010) relatam que a pesquisa-ação colaborativa foi criada nos anos 1960 na tentativa de diminuir o abismo entre pesquisadores/as e pesquisados/as, sendo estes/as últimos/as os/as profissionais que trabalhavam nas instituições de ensino (professores/as também denominados/as como técnicos/as) e que serviam como fonte de pesquisa aos/às primeiros/as.

Segundo Elliot (1998), a tarefa do/a pesquisador/a acadêmico na pesquisa colaborativa é transformar a prática curricular e, no processo, favorecer o desenvolvimento das capacidades para transformar reflexiva e discursivamente sua prática.

Ibiapina (2008) identifica três tipos de pesquisa-ação: a técnica, a prática e a emancipatória. A primeira tem o caráter contemplativo, e isso requer um certo distanciamento para auxiliar na compreensão da prática. A pesquisa-ação prática ocorre com base na ação dos/as professores/as para tornarem-se pesquisadores/as e transformadores/as da própria prática. Já o tipo emancipatória tem como característica trazer o foco da pesquisa para os/as professores/as, não para meramente analisá-los/as, mas para torná-los/as participantes ativos/as, reflexivos/as e atuantes.

Essa autora afirma que, na intervenção do tipo emancipatória,

Tanto os investigadores quanto os docentes tomam parte do processo investigativo, rompendo com a tendência de os pesquisadores utilizarem a lógica da racionalidade técnica que

se restringe a descrever/analisar, genericamente, a prática pedagógica. Neste contexto, as práticas de investigação são substituídas por outras mais democráticas, em que o investigador deixa de falar sobre a educação, passando a investigar para a educação. Assim, o professor deixa de ser mero objeto, compartilhando com os pesquisadores a atividade de transformar as práticas, a escola e a sociedade, portanto, as pesquisas deixam de investigar sobre o professor e passam a investigar com o professor, trabalhando na perspectiva de contribuir para que os docentes se reconheçam como produtores de conhecimentos, da teoria e da prática de ensinar, transformando, assim, as compreensões e o próprio contexto escolar. (IBIAPINA, 2008, p. 12-13).

Por fim, a pesquisa-ação colaborativa traz a perspectiva da construção de conhecimentos sobre a prática docente e da formação continuada¹⁵ para o desenvolvimento dos/as professores em exercício (DESGAGNÉ, 2007; IBIAPINA, 2008). Por isso, é preciso formar o/a professor/a, uma vez que “não se trata de formá-lo como reproduutor de modelos práticos dominantes, mas capaz de desenvolver a atividade material para transformar o mundo natural e social humano” (IBIAPINA, 2008, p. 524).

4.2 O caminho metodológico desta pesquisa

A pesquisa-ação é amplamente aplicada à área do ensino, tendo se desenvolvido em resposta aos entraves entre a aplicação da teoria educacional e a prática da sala de aula, auxiliando os/as professores/as na solução de problemas que surgiam e envolvendo-os/as na pesquisa (ENGEL, 2000). Assim, esse tipo de investigação tornou-se eficiente e trouxe outra possibilidade de vivência da prática pedagógica reflexiva aos/as professores/as.

Carr e Kemmis (1988) defendem que a teoria educativa deve ter cinco

¹⁵ Compreendemos a formação continuada como processo de desenvolvimento pessoal e profissional ao longo do exercício profissional, com a finalidade de suprir carências da formação inicial e atualizar os saberes que estão em construção.

exigências: rejeitar noções positivistas de racionalidade, objetividade e verdade; admitir a possibilidade de utilizar as categorias interpretativas dos/as docentes; encontrar meios de distinguir as interpretações distorcidas; identificar aspectos de ordem social existentes que frustram a obtenção dos fins racionais, eliminando ou superando tais aspectos; e reconhecer que a teoria educativa é prática.

Assumir a importância da pesquisa na formação e na atuação do/a docente constitui o primeiro passo no movimento de compreensão do/a docente como agente da prática educativa e pesquisador/a do seu contexto. Dar ênfase à necessidade da reflexão contínua sobre a prática, às pessoas envolvidas e ao contexto sócio-político-econômico de forma imbrincada é imprescindível para se perceber responsável pela condução do processo de ensino-aprendizagem.

Nessa perspectiva, instrumentos de formação inicial docente, como o estágio curricular supervisionado e os programas de incentivo à docência, necessitam ampliar a discussão do papel do/a professor/a como pesquisador/a e suplantar modelos mecanicistas hegemônicos. É necessário repensar o estágio supervisionado como ação estanque dos graduandos no ambiente escolar, momento em que usam o espaço somente para “aplicar suas aulas”, sem buscar o contato com os/as outros/as professores/as e sem refletir sobre a prática e sobre o contexto.

Segundo Pimenta (2005, p. 528), é “importante mobilizar os saberes da experiência, os saberes pedagógicos e os saberes científicos, como constitutivos da docência nos processos de construção da identidade de professores”, podendo-se partir dessas experiências para traçar o perfil profissional que conduzirá as futuras ações.

Assim, a sistematização da presente investigação utilizou os seguintes recursos metodológicos: questionário, curso de formação de professores/as, observação da prática docente e grupo focal. Apresentaremos, a seguir, como esses instrumentos foram utilizados nesta pesquisa.

4.2.1 1ª etapa: coleta de informações

O ponto de partida da nossa pesquisa foi a observação de inúmeras situações de ensino-aprendizagem em que os/as licenciandos/as em Ciências Biológicas, de uma universidade do estado de Goiás, vivenciavam momentos conflitantes em que deveriam ministrar aulas sobre temas da Biologia Celular, como divisão celular e processo de síntese de proteínas, e da Genética.

Naqueles instantes em que os/as discentes deveriam experienciar a docência como parte do seu processo de formação inicial, notávamos uma grande dificuldade ao tentarem ensinar assuntos que eles/as mesmos/as não tinham muito domínio. Assim, como fuga daquelas situações embaraçosas, recorriam ao LD e reproduziam no quadro as imagens do material e copiavam o texto do livro para o quadro. Todavia, não era esse tipo de ensino que havíamos discutido em sala de aula na graduação, além de ser exatamente o tipo de “aula cópia” que eles/as haviam criticado de seus/suas antigos/as professores/as. Desse tipo de contradição – a dificuldade de compreensão de temas da Biologia Celular – surgiu a ideia desta investigação.

Para viabilizar a execução deste projeto, foi realizada uma triagem das unidades escolares do município de Catalão, no estado de Goiás, visando a identificar todos os estabelecimentos públicos estaduais de ensino médio. Das dez escolas com esse nível de ensino, foram selecionadas três unidades que recebem os/as discentes estagiários/as do curso de licenciatura em Ciências Biológicas.

No primeiro momento, fizemos o contato com a direção das escolas selecionadas, explicando o objetivo da pesquisa e como se daria a coleta de informações com os/as alunos/as. A partir da autorização das Secretarias de Educação, dos estados e dos municípios, e da direção das escolas, conversamos com os/as respectivos/as professores/as de Biologia em diferentes turnos e, como fizemos anteriormente com os/as diretores/as, também apresentamos este trabalho para que pudéssemos aplicar os questionários junto aos/às alunos/as. Por conseguinte, dirigimo-nos aos/às

estudantes, conversamos sobre esta investigação, expusemos sobre o termo de assentimento e o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 2 e 3) e a livre participação no preenchimento dos questionários. Por ifm, aplicamos esses termos e os questionários. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa¹⁶ da Universidade Federal de Uberlândia, em 2014, pelo parecer de número 907.152.

O questionário (APÊNDICE 1), do tipo semiestruturado, foi elaborado com sete questões, sendo cinco perguntas abertas e duas fechadas. Nele, foram dados espaço e voz aos/as respondentes, via questões abertas (TRIVIÑOS, 1987), por serem vitais para conhecermos as concepções de célula dos/as estudantes e traçarmos a continuidade da pesquisa.

Obtivemos 163 questionários¹⁷ respondidos por alunos/as dos três anos do ensino médio. Identificamos que o público tinha uma faixa etária média de 17 anos, provenientes do total de 11 turmas abordadas, sendo a maioria do turno matutino.

Mediante a leitura dos questionários respondidos, identificamos duas categorias de conteúdos da Biologia Celular, a morfologia celular e a fisiologia celular. Os Quadros 2 e 3, a seguir, apresentam a consolidação do processo de formação dessas categorias, apoiados nos indícios da concepção de células animal e vegetal revelados nas falas dos/as alunos/as. A criação das categorias partiu do exame aprofundado das respostas obtidas nos questionários e norteou as demais etapas da pesquisa. Os indícios são as respostas extraídas do questionário; os indicadores referem-se aos primeiros agrupamentos dessas respostas; os índices classificam os indicadores; e, por último, as categorias são os agrupamentos finais que caracterizam os índices.

¹⁶ Pareceres disponíveis nos Anexos 3 e 4.

¹⁷ Cada turma foi catalogada com uma sequência de números, que foram distribuídos a cada questionário. Assim, cada respondente recebeu um código contendo a letra A (aluno/a) e o número do questionário (por exemplo, A21), possibilitando a preservação da identidade dos/as participantes.

Quadro 2 – Categorização referente à Morfologia Celular extraída das respostas dos/as discentes do ensino médio sobre o conceito e a diferenciação de células vegetais e animais

Indícios	Indicadores	Indices	Categoria
Menores partículas dos seres vivos (31)*			
Constitui organismo dos seres vivos (59)	Constituição dos organismos vivos		
Formam/são os tecidos (30)			
São unidades morfológicas (16)			
Célula vegetal e animal contêm estruturas vivas (01)			
São importantes (07)			
Tipos diferentes: eucarionte e procarionte/ célula animal e vegetal (08)			
Células animais e vegetais são eucariotas (02)			
Uma célula é eucariota e a outra é procariota (01)			
Célula vegetal é procariótica e célula animal é procarionte (01)			
Célula animal é procarionte (01)	Tipo de classificação		MORFOLOGIA CELULAR
Célula vegetal é mais simples (01)			
Célula animal é mais complexa (02)			
São células semelhantes (01)			
São células diferentes (14)		Conceitos elementares	
São estruturas (08)			
Estrutura celular semelhante (01)			
Tem formatos diferentes (05)			
Células animais e vegetais - têm composições diferentes (05)			
São microrganismos (07)			
São estruturas moleculares (03)			
A diferença das células é a ausência do citoplasma (01)	São estruturas com formatos e composições diferentes		
Tem DNA e RNA (04)	Contém/armazena	Constituição e	

Indícios	Indicadores	Indices	Categoria
Células animais e vegetais contêm organelas (18)	organelas e material genético	relação de tamanho / forma	MORFOLOGIA CELULAR
Células animais e vegetais possuem organelas diferentes (05)			
Célula vegetal com núcleo (02) e animal sem núcleo (02)			
Célula animal com núcleo (07) e vegetal sem núcleo (06)			
Célula vegetal com parede celular (06) / animal sem parede celular (04)			
Ambas as células possuem parede celular (01) / diferença é a parede celular (01)			
As paredes celulares são diferentes (01)			
Um tipo de célula tem carioteca (01)			
Célula animal tem mitocôndria (02)			
Célula vegetal tem cloroplastos (02)			
Célula animal tem DNA e RNA (05)			
Célula vegetal tem apenas DNA ou RNA (01)/ não tem material genético (04)			
Células animais e vegetais têm material genético (01)			
Ambas têm membrana plasmática e núcleo (08)			
São vistas ao microscópio (08)	Menores partículas dos seres vivos / São vistas ao microscópio	Não categorizadas	
Menores partículas dos seres vivos (31)			
Tudo é feito de células (01)	Menores partículas dos seres vivos / São vistas ao microscópio	Não categorizadas	
Respostas em branco/ 'não sei' (125)			

Fonte: A autora.

Legenda: *O número entre parênteses representa a frequência em que as respostas dos/as alunos/as de ensino médio aparecem nos questionários analisados.

Quadro 3 – Categorização referente à Fisiologia Celular extraída das respostas dos/as discentes do ensino médio sobre o conceito, o funcionamento e a diferenciação de células vegetais e animais

Indícios	Indicadores	Indices	Categoria
Célula é vida (09)	Caracterização	Conceitos elementares	FISIOLOGIA CELULAR
É uma "fábrica integrada" (01)			
Contribuem para o funcionamento e manutenção da vida (01)			
São seres que dão origem à vida (01) / início de tudo (01)			
Fazem a defesa do corpo (4)			
Armazena o DNA (02)			
Produz e repara proteínas (03)			
Produz energia para corpo humano (09)			
Proteção contra substâncias e doenças (06)			
Controle da entrada e saída de nutrientes e outras substâncias (06)			
As células têm uma função no organismo (06)	Função	Relação de utilidade / função	
Possuem movimento contínuo (03)			
O funcionamento dinâmico das células ("funcionam sem parar") (01)			
Funciona o sistema nervoso (02)			
Desenvolvimento e funcionamento do corpo humano (10)			
Célula vegetal produz clorofila (01)	Funcionamento dinâmico	Diferenciação dos tipos de células animais e vegetais	
Célula animal produz energia (01)			
Célula animal não tem clorofila (01)			
Célula animal não controla os tecidos (01)			
Célula vegetal controla os tecidos (01)			
Célula animal é viva, se movimenta (01)	Relação com ciclo, renovação e reprodução celular	Reprodução	
Célula vegetal é morta, não se mexe (01)			
O funcionamento da célula relacionado ao ciclo celular e renovação (24)			
Têm relação com a reprodução (04)	Reprodução	Reprodução	
Respostas em branco/ 'não sei' (97)			
	Não categorizadas		

Fonte: A autora.

Nesta etapa, estabelecemos o primeiro levantamento, o diagnóstico do campo de pesquisa e a coleta de informações sobre a concepção de célula dos/as alunos/as. Dessa forma, com o conhecimento adquirido aqui, foi possível delinearmos as demais etapas da pesquisa: o curso de formação de professores/as e a pesquisa sobre a prática pedagógica do professor de Biologia no campo na Biologia Celular.

4.2.2 2^a etapa: curso de formação de professores/as

Partindo da representação de células dos/as alunos/as do ensino médio, planejamos o curso de formação¹⁸ para professores/as de Ciências e Biologia, preferencialmente de ensino médio, das escolas públicas de Catalão e de Uberlândia. O curso foi realizado em duas edições não simultâneas.

Intitulado Desafios no Ensino de Biologia, o curso foi planejado com o objetivo de implementar a formação continuada e reflexiva sobre o ensino de Biologia Celular para professores/as de Biologia de escolas públicas das duas cidades supracitadas, buscando a coesão entre teoria e prática pedagógica.

A proposta da formação estava pautada nas concepções de células de alunos/as do ensino médio e, partindo dessa premissa, organizamos o curso em encontros quinzenais aos sábados, com oito horas de duração, no período de março a julho de 2015, em Catalão, e de março a junho de 2017, em Uberlândia, totalizando 60 horas de atividades. O cronograma desenvolvido no referido curso está descrito no Quadro 4.

¹⁸ O plano do curso de formação encontra-se no Apêndice 6.

Quadro 4 – Temas desenvolvidos nos encontros do curso de formação de professores

Encontros	Temas
1º	O que é possível realizar em sala de aula para ensinar Biologia Celular; Evolução biológica e história da Ciência. Da célula ao organismo: origem e evolução, formas, tipos e constituição das células; Estudo da biologia celular das partes ao todo. Atividades práticas.
2º	O dinamismo das funções celulares – metabolismo, respiração, fotossíntese, fermentação e quimiossíntese, síntese proteica, comunicação e transportes ativo e passivo. Atividades práticas. Modelos e analogias na sala de aula – síntese proteica.
3º	DNA, RNA, cromossomos, genes. Composição Material genético – DNA / RNA –, características, funções, processos celulares em que essas moléculas estão envolvidas. Modelos e analogias na sala de aula – DNA. Reprodução, Genética e Diversidade – produção de gametas – divisão celular.
4º	Avanços na Biologia – Biotecnologia e Engenharia Genética. A internet como ferramenta no ensino de Biologia Celular – sites e materiais de auxílio aos(as) docentes.
5º	Apresentação e discussão das propostas metodológicas de cada participante.

Fonte: A autora.

O segundo momento desta pesquisa caracterizou-se pela organização e desenvolvimento do curso de formação continuada. Em Goiás, o curso foi planejado para ser executado no município de Catalão, e fizemos contato com Secretarias de Educação, do estado e do município, para apresentarmos a proposta de formação continuada. Esses órgãos nos auxiliaram na divulgação do curso a todas as unidades escolares, enviando e-mail para a direção das escolas. Em seguida, percorremos as escolas para divulgarmos o curso entre as direções, coordenações pedagógicas e, finalmente, professores/as. Nessa divulgação do curso, levamos material contendo objetivos, programação e cronograma previsto para que os/as docentes interessados/as pudessem se organizar. Havia um período de 30 dias para inscrição, via e-mail, no curso de formação, e acompanhamos esse processo para auxiliarmos no que fosse necessário.

Essa formação foi oferecida nas dependências da Universidade Federal de Goiás e da Universidade Federal de Uberlândia¹⁹, utilizando os recursos disponíveis nessas instituições e o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Com a divulgação realizada, acreditamos que uma grande parcela de professores/as de Ciências e Biologia de escolas públicas desses municípios tomaram conhecimento do curso. Recebemos 13 inscrições de docentes de três municípios de Goiás – Anhanguera, Catalão e Santo Antônio do Rio Verde –, mas somente sete pessoas compareceram ao primeiro dia do curso. Apresentamos, a seguir, o perfil desses/as sete participantes, cuja caracterização ocorreu pela adoção de nomes fictícios com vistas à preservação de identidade²⁰:

- Alice – graduada em Ciências Biológicas, professora de Ciências e Biologia, com 16 anos de serviço;
- Daniela – formada em Biomedicina, tem dois anos de atuação na docência e ministra aulas de Ciências no ensino fundamental e de Biologia no ensino médio;
- José – é geógrafo, tem 15 anos de serviço na rede pública e ministra aulas de Ciências e Geografia para o ensino fundamental;
- Karen – graduada em Ciências Biológicas há dois anos, tem experiência de 18 meses de docência nos níveis de ensino fundamental, médio e profissionalizante nas disciplinas de Ciências e Biologia;
- Maria – formada em Biologia, ministra aulas de Ciências e Biologia em Goiás e tem 16 anos de serviço;
- Pedro – formado em Ciências Biológicas, ministra aulas de Ciências e Biologia e tem 14 anos de atuação como professor; e
- Sandra – formada em Letras/Português, ministra aulas de Ciências e tem seis anos de docência.

¹⁹ Esta é uma pesquisa em parceria entre diferentes instituições de ensino de Goiás e Minas Gerais, financiada pelo CNPq (Projeto UNIVERSAL nº 444324/2014-3).

²⁰ Consideramos apenas os/as docentes que compareceram ao curso.

Pelo perfil dos/as participantes, constatamos que a maioria (4) tem formação na área específica – Ciências Biológicas. Todavia, no estado de Goiás, não é raro encontrar professores/as atuando em disciplinas divergentes da sua formação, uma vez que a modulação²¹ permite essa situação. Logo, o módulo dos/as professores/as regentes em suas áreas de formação é sempre visto como um desafio, dado que, para preencher uma carga horária de 40 horas, por exemplo, com aulas da mesma disciplina, pode ser preciso deslocar-se a outras unidades de ensino no mesmo turno ou em turnos diferentes. Por outro lado, caso o/a docente tenha a opção de ministrar disciplinas diferentes da sua graduação em uma mesma escola ou município, seria possível diminuir o número de escolas em que trabalharia, embora tivessem mais turmas, mas de matérias diferentes, como, por exemplo, professores/as de Geografia e/ou Português sendo responsáveis pelas aulas de Biologia.

Assim, a baixa demanda e a desistência dos/as docentes participantes do curso de Goiás pode estar relacionada à diversidade de formação em área específica, o que dificultava ou gerava desinteresse por parte desses/as professores/as. A discussão de temas sobre o ensino da Biologia Celular é distante das áreas de Geografia, Língua Portuguesa e Biomedicina, próprios da formação desses/as docentes. Observe-se que apenas quatro docentes – Alice, Daniela, Maria e Pedro – concluíram o curso de formação que ofertamos em Catalão.

No ano de 2017, desenvolvemos o curso de formação de professores em Uberlândia. A forma de divulgação e abordagem do público ocorreu da mesma forma que em Goiás, incluindo a interlocução com a Superintendência Regional de Ensino, e por meio de redes sociais. Obtivemos 15 inscrições de professores/as de Uberlândia interessados/as no curso e outra professora da cidade de Araguari (Minas Gerais), porém, nos encontros presenciais iniciais, tivemos 11 participantes, que serão identificados/as neste trabalho por meio de

²¹ Modulação é o processo utilizado na Rede Municipal de Educação de Goiânia e na Rede Estadual de Educação de Goiás para definir o local de trabalho dos professores a cada uma das escolas e disciplinas que irão ministrar, distribuindo os docentes nas vagas existentes.

nomes fictícios. Ressaltamos que todos/as estes/as professores/as são formados/as em Ciências Biológicas e possuem o seguinte perfil de atuação:

- Carlos – atua no ensino fundamental e médio da Rede Municipal de Educação há 28 anos;
- Carolina – trabalha como técnica de laboratórios em instituição de ensino superior privada há 18 meses;
- Cecília – atua no ensino fundamental e médio da Rede Municipal de Educação há oito meses e no ensino médio e no EJA da Rede Estadual de Educação há 15 anos;
- Cristiane – atua no ensino médio da Rede Estadual de Educação há 14 anos;
- Eliane – trabalha nos níveis de ensino fundamental e médio da Rede Estadual de Educação há 15 e 26 anos, respectivamente;
- Fernanda – está atuando há um ano na disciplina de Ciências na EJA da Rede Estadual de Educação;
- Hugo – atua no ensino médio da Rede Estadual de Educação há 10 anos;
- Lara – é professora de Biologia e Ciências há 20 anos na Rede Estadual de Educação de Minas Gerais;
- Luíza – trabalha nos níveis de ensino fundamental e médio da Rede Estadual de Educação há 19 meses;
- Mariana – trabalha no ensino médio da Rede Estadual de Educação há 22 anos;
- Patrícia – está atuando no ensino fundamental da Rede Estadual de Educação há seis meses.

Desses 11 professores/as que iniciaram o curso, após algumas desistências, apenas sete o concluíram.

No início do curso, todos/as os/as docentes, de Catalão e de Uberlândia, responderam a um questionário diagnóstico²² e receberam uma pasta catálogo

²² Disponível no Apêndice 4.

e o material do primeiro dia, composto por textos de apoio às discussões que seriam desenvolvidas. A proposta era que eles/as tivessem acesso aos materiais de apoio gradualmente, por data de curso, e formassem seu portfólio. Os materiais utilizados no curso foram pesquisados na internet, em livros de ensino superior e em periódicos da área de ensino de Biologia. Como parte da base de dados, incluímos alguns textos da revista *Ciência Hoje das Crianças*, uma publicação da SBPC, e da revista *Genética na Escola*, organizada pela Sociedade Brasileira de Genética, sobre diversos temas da Biologia Celular e do processo de ensino-aprendizagem.

O TCLE foi assinado pelos/as professores/as no primeiro encontro, no momento de apresentação da pesquisa. Durante todo o curso, as atividades desenvolvidas foram registradas por meio de gravação de voz e fotografias.

4.2.3 3^a etapa: pesquisa da prática pedagógica

Nesta etapa, acompanhamos a prática docente de um professor de ensino médio, Pedro, que havia participado do curso de formação em Catalão. Para tal, acompanhamos a maioria de suas aulas de Biologia em uma turma da 1^a série do ensino médio em escola estadual, durante o ano letivo de 2016. Além disso, tivemos encontros semanais ou quinzenais para reflexão sobre as dimensões do conteúdo que estava sendo tratado, as metodologias e as formas de avaliação. Esse momento da pesquisa se consolidou como consequência da interação entre pesquisadoras e professor colaborador no contexto de sua prática docente, discutindo e revisitando a Biologia Celular, em especial a morfologia e a fisiologia celular, no processo de ensino-aprendizagem.

O tipo de observação realizado, recorrendo a Lüdke e André (2013), foi o “observador como participante”:

O observador como participante é um papel em que a identidade do pesquisador e os objetivos do estudo são revelados ao grupo pesquisado desde o início. Nessa posição, o pesquisador pode ter acesso a uma gama variada de informações, até mesmo confidenciais, pedindo cooperação ao grupo. (LÜDKE; ANDRÉ, 2013, p. 34).

Tratamos, então, da prática docente do professor Pedro para a pesquisa sobre sua ação no chão da escola²³, sob a observação da pesquisadora como participante, absorvida pelo cotidiano das aulas de uma turma com cerca de 25 alunos/as. Também buscamos nos integrar ao grupo dos/as estudantes para que não houvesse alteração do comportamento de todos/as.

As aulas, as falas dos/as estudantes e do professor e as atividades desenvolvidas foram registradas em caderno de campo, gravações de áudio e fotografias. Ressaltamos que todos/as os/as colaboradores/as firmaram termos de participação, TCLE e termo de assentimento; adotamos nome fictício para o professor (desde sua participação no curso de formação) e um código²⁴ para os/as alunos/as.

Durante as primeiras semanas, o professor ainda apresentava certo distanciamento; as nossas conversas eram mais formais e curtas e havia pouca troca de ideias. Entretanto, após esse contato inicial, as fronteiras entre nós já não existiam e o trânsito de informações e reflexões fluiu de forma tranquila.

Compreendemos que estar sob observação não é uma tarefa fácil, visto que se abrir a um constante olhar externo leva-nos a planejar nossas ações e a refletir sobre elas. Desse modo, foi importante romper a dinâmica de análise vertical e unidirecional, das observadoras ao observado, e mostrar que não era esse o nosso propósito de pesquisa, colocando-nos ao lado desse professor e caminhando junto a ele, em processo de colaboração mútua, para que o planejamento e a reflexão fossem horizontais e bidimensionais. Acreditamos que,

²³ Entendemos a expressão chão da escola como a vivência do ambiente escolar em seu cotidiano.

²⁴ Elucidamos que esses/as estudantes receberam um código diferente daquele grupo de alunos/as que preencheram os questionários. Na pesquisa de campo, eles receberam o código E (estudante) e um número (E1 a E29).

unicamente assim, poderíamos criar um canal de comunicação contínuo e fértil – e foi isso o que ocorreu.

Além disso, ainda pensamos que o ponto de vista de uma pessoa só pode ser questionado quando nos colocamos no lugar dela, dado que cada um carrega em si uma rede imbricada de valores, conhecimentos, cultura e experiências únicas e sua prática é produto da reelaboração diária e gradual.

4.2.4 4^a etapa: grupo focal

No decorrer do curso de formação, na cidade de Uberlândia, decidimos fazer um grupo focal²⁵ com o objetivo de complementar as informações até o momento registradas. A esse respeito, Gatti (2005, p. 11) afirma que:

O trabalho com grupos focais permite compreender processos de construção da realidade por determinados grupos sociais, compreender práticas cotidianas, ações e reações a fatos e eventos, comportamentos e atitudes, constituindo-se uma técnica importante para o conhecimento das representações, percepções, crenças, hábitos, valores, restrições, preconceitos, linguagens e simbologias prevalentes no trato de uma dada questão por pessoas que partilham alguns traços em comum, relevantes para o estudo do problema visado. A pesquisa com grupos focais, além de ajudar na obtenção de perspectivas diferentes sobre uma mesma questão, permite também a compreensão de ideias partilhadas por pessoas no dia-a-dia e dos modos pelos quais os indivíduos são influenciados pelos outros.

Ainda, o autor Gomes (2005, p. 179) afirma que essa metodologia traz em si a estrutura de uma “entrevista focalizada”, ou seja, a sistematização de questões que são apresentadas a um grupo específico com vistas a discutir detalhadamente determinados “tópicos de pesquisa”. Mediante o grupo focal é possível extrair posicionamentos, sentimentos e concepções que contribuem e complementam a pesquisa. Nesse sentido, essa abordagem metodológica foi

²⁵ O roteiro do grupo focal está disponível no Apêndice 5.

considerada adequada para discutir com detalhe questões que surgiram desde a coleta de informações nos questionários com os/as alunos/as de ensino médio e que permearam esta pesquisa.

O grupo focal foi organizado em três etapas para podermos nos atentar aos principais pontos que emergiram durante nossa pesquisa. Na primeira etapa, as pesquisadoras apresentaram os objetivos da atividade, como as fases estavam organizadas e o modo como seriam realizados o registro do grupo focal – gravação do áudio – e a análise das informações. Na etapa seguinte, abordamos duas questões disparadoras das discussões, uma de cada vez, permitindo o posicionamento de todos/as os/as participantes sobre o ensino de Biologia Celular e o impacto do curso de formação na prática pedagógica. As questões utilizadas estão descritas a seguir:

- 1- É possível pensar a relação entre morfologia, fisiologia e organismo no momento da organização e da realização da aula?
- 2- De que maneira as práticas que construímos no curso podem superar:
 - a) A compreensão e a formação de conceitos sobre a interação entre estrutura e função, para além dos processos fisiológicos dinâmicos dos seres vivos, como metabolismo?
 - b) O distanciamento entre a célula real – estrutura dinâmica, funcional e ativa – e a célula ideal – estática, colorida, achata, com inúmeras organelas?

Por fim, no terceiro momento, discutimos sobre a importância do estudo da Biologia Celular para os/as discentes do ensino médio.

4.3 Metodologia de análise de dados

As informações obtidas – por meio de questionários, transcrição de áudios, observação e grupo focal – foram analisadas qualitativamente, com categorização das respostas dos questionários, análise de conteúdo (BARDIN, 2011) das falas de alunos/as e professores nas etapas da pesquisa e

triangulação dos dados e métodos, buscando o entrelaçamento da literatura pertinente e a práxis.

A análise de conteúdo foi baseada nas três premissas definidas por Bardin (2001): pré-análise – leitura inicial e flutuante, organização dos dados e criação dos parâmetros de análise; exploração do material – leituras em profundidade, seleção dos indicadores e organização das informações coletadas; interpretação e inferência – elaborações possíveis e construção de sentidos entre as informações obtidas e a literatura pertinente.

Essa triangulação ocorreu ora partindo do questionário – como na discussão da morfologia celular, acompanhada de leitura de materiais didáticos utilizados pelos/as docentes colaboradores/as – ora partindo de discussões realizadas em sala ou de informações advindas do grupo focal durante o curso. Em outros momentos, o ponto de partida poderia ser os registros dos fatos ocorridos durante o desenvolvimento do curso, ou de informações oriundas do grupo focal. Além disso, o suporte teórico também ofereceu o subsídio necessário ao entrelaçamento e à consolidação dos resultados.

Esperamos que as análises decorrentes desta pesquisa possam contribuir para a discussão sobre o ensino de Biologia Celular e a formação de professores, de forma reflexiva, propondo alternativas para aprimorar a prática pedagógica dos/as docentes, com vista a promover a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de conteúdos da disciplina Biologia, principalmente no que se refere aos conteúdos de Biologia Celular.

CAPÍTULO 5

DESVELANDO AS TRAMAS DO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR

Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas,
que já têm a forma do corpo, e esquecer os nossos caminhos,
que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da
travessia: e se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para
sempre, à margem de nós mesmos.

Fernando Teixeira Andrade

Esta pesquisa a respeito do conteúdo de Biologia Celular teve início com o contato direto com três escolas públicas de ensino médio de Catalão. O que nos motivou a identificar os saberes prévios dos/as estudantes era compreender como o mundo celular microscópico se desvelava para tais jovens com base em minha prática como professora de Estágio Curricular Supervisionado. Nessa perspectiva, seria esse campo microscópico e abstrato acessível e comprehensível aos/às alunos/as desse nível de ensino?

Conforme o caminho exposto no capítulo anterior, este texto foi sistematizado pela discussão de informações extraídas dos questionários respondidos pelos/as alunos/as de ensino médio e que se constituíram em parâmetros de análise para as demais etapas desta pesquisa. Tais parâmetros foram identificados como “morfologia celular” e “fisiologia celular”, dado que as informações oriundas desses/as estudantes vinculavam-se a esses conteúdos da Biologia Celular.

Outro ponto relevante desta investigação relacionou-se ao ensino integrado de morfologia e fisiologia celular e à formação de professores, no sentido de compreender as concepções dos/as alunos/as bem como os equívocos e as distorções sobre os conteúdos de Biologia Celular encontrados nos questionários. Essa articulação entre os saberes dos/as discentes e a prática pedagógica dos/as docentes possibilitou que comprehendêssemos como se revela e se concretiza o ensino de Biologia nesse nível de ensino. Tal movimento constituiu-se por meio da triangulação das informações advindas dos questionários, do curso de formação, do acompanhamento da prática de um professor, bem como da realização de um grupo focal, no sentido de aprofundarmos a interpretação dessas informações.

As discussões referentes às tramas do ensino de Biologia Celular que se desvelaram entre o conteúdo específico, a prática pedagógica e a formação de professores/as foram realizadas nos seguintes tópicos: ensino de morfologia celular, ensino de fisiologia celular e ensino integrado de morfologia e fisiologia celular, bem como nos aspectos relacionados à formação dos/as docentes participantes da pesquisa no tocante à prática pedagógica.

5.1 Ensino de morfologia celular

Desde meados do século XIX, a Teoria Celular²⁶, bem como seus desdobramentos, possibilitou esclarecer como as células se originavam de outras células pré-existentes. Outro importante passo das pesquisas sobre a morfologia e a fisiologia celular indicou o valor da autonomia da célula:

Se as células novas originam-se sempre de células anteriores, então são as próprias células que determinam a formação dos tecidos e o desenvolvimento do organismo, podendo-se dizer que as células são realmente autônomas e que o estudo da célula é o único caminho promissor para a Biologia. (BASTOS, 1992, p. 64).

Relacionando o conceito de célula ao conhecimento em Biologia, Palmero e Moreira (1999, p. 121-122) afirmam que

A célula é um conceito-chave na compreensão e na organização do conhecimento biológico, é uma entidade complexa e abstrata que se constrói nas mentes de nossos alunos, em seu conhecimento, a partir do discurso. Ela se constrói como tal entidade complexa e abstrata, mas que também é física, real, que existe neste mundo físico e real. Além de ser uma entidade que determina a estrutura e o

²⁶ Historicamente, a Teoria Celular foi proposta por Schleiden e Schwann, em 1839, e definia que as células eram a unidade básica, autônoma, constitutiva dos animais e das plantas, formadas a partir de outras células, e que o organismo seria o conjunto dessas estruturas (BASTOS, 1992; PRESTES, 1997).

funcionamento de todo o mundo vivo; condiciona, portanto, sua compreensão, sua interpretação, a representação do que é realizado nestas mentes como intermediário entre esse mundo vivo e o sujeito que pretende aproximar-se dele para entender e compreendê-lo (PALMERO; MOREIRA, 1999, p. 121-122, tradução nossa).

Considerando a importância do referido conhecimento, observamos, durante a prática docente, que aspectos morfológicos são um dos primeiros temas tratados nos LDs de Biologia do ensino médio. Também nas aulas observadas durante a experiência como professora de Estágio Curricular Supervisionado da Licenciatura em Ciências Biológicas, a morfologia celular, na maioria das vezes, antecede os conhecimentos escolares sobre a diversidade da vida e da organização biológica dos seres vivos. Assim sendo, nos itens a seguir, discutiremos sobre conceito de célula, identificação de células animais e vegetais, e forma e constituição celulares.

5.1.1 Conceito de célula

Iniciamos esta pesquisa com a aplicação do questionário, solicitando que os/as estudantes conceituassem célula. A maioria deles/as (144 respondentes) vinculava tal conceito à constituição dos organismos vivos; outros/as focavam em aspectos morfológicos das células, tais como:

São as menores estruturas vivas de cada ser vivo e pode ter vários formatos dependendo de sua função. (A219)²⁷
Células não podem ser vistas a olho nu porque são muito pequenas. (A264)

Notamos que os/as alunos/as têm noção do caráter microscópico das

²⁷ A fim de diferenciar as falas dos/as alunos/as e dos/as professores/as do corpo do texto e das citações, elas estão apresentadas em itálico e recuadas; os trechos de maior importância foram por nós grifadas em negrito. Após as falas, apresentam-se a letra e o número do/a estudante respondente, conforme explicado anteriormente.

células, mas a compreensão da existência de diversas formas da estrutura celular foi detectada em apenas um/a dos respondentes do questionário.

Em sua pesquisa de dissertação sobre o conceito de célula viva, França (2015) encontrou uma gama heterogênea de definições apresentadas por alunos/as do 8º ano do ensino fundamental. A autora categorizou as definições da seguinte forma:

microscópica (pequeno, menor, partícula), ser humano (corpo, organismo, homem), vida (essencial, ser vivo, energia, origem da vida), moléculas (DNA, proteínas) e constituintes da célula (membrana, citoplasma, núcleo, mitocôndria) (FRANÇA, 2015, p. 67-68).

Sete alunos/as se referiram às células como microrganismos:

Células são microrganismos que constituem as partes do nosso corpo, elas formam os tecidos existentes em nós (A217).

Células são microrganismos que compõem os seres vivos (A16).

São microrganismos que através deles é formado nosso corpo (A241).

Essas afirmações evidenciam equívocos quanto aos níveis de organização dos seres vivos e à compreensão de célula como unidade autônoma. As pesquisas de França (2015) e Cunha (2011) encontraram em seus trabalhos concepções semelhantes às por nós apresentadas: “Nosso corpo é feito de milhões de microrganismos” (FRANÇA, 2015, p. 63); “É um tipo de ser microscópico que não pode ser visto a olho nu” (CUNHA, 2011, p. 59); e “Conhecer um pouco mais os organismos pequenos dentro do nosso corpo e que está presente em quase todas as funções” (CUNHA, 2011, p. 58).

Durante o curso de formação continuada em Biologia Celular, apresentamos aos/as docentes essas formas de entendimento sobre célula, solicitando que se posicionassem a respeito. O primeiro comentário foi:

Eles se saíram até bem, não está tão crítico. (Professora Alice).²⁸

Em seguida, os/as participantes quiseram saber se havia alguma resposta “bizarra”²⁹. Isso nos leva a pensar que os/as docentes não reconheceram problemas nas afirmações a eles/as apresentadas ou que tinham concepções similares às dos/as alunos/as.

Alguns/as professores/as afirmaram que os conceitos de célula encontrados nos LDs continham termos e expressões de difícil compreensão, como os exemplos a seguir, que contém termos científicos ou expressões que marcam os textos de Biologia: “célula é a unidade **morfológica** dos seres vivos” (AMABIS; MARTHO, 2010, p. 95, grifo nosso), ou a unidade morfofisiológica (LOPES, 2010). Estariam eles/as considerando a linguagem biológica como fator dificultador do ensino de Biologia?

Com vistas a implementar essa discussão, buscamos alguns conceitos de células presentes em livros de ensino superior e LDs de ensino fundamental e médio. Nos livros de ensino superior, encontramos: “Todos os seres vivos são formados de células – compartimentos envolvidos por membrana, preenchidos com uma solução aquosa concentrada de substâncias químicas” (ALBERTS et al., 2004, p. 3); “Célula é a unidade que constitui os seres vivos” (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2013, p. 2); e “A célula é a menor unidade estrutural e funcional dos organismos” (DE ROBERTIS; HIB, 2001).

Nos livros de ensino médio, encontramos: “Células são unidades fundamentais que formam a maioria dos seres vivos” (SILVA JUNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2013, p. 26) e:

A célula é a estrutura mais simples capaz de desempenhar todas as atividades típicas de um organismo vivo: crescer, desenvolver-se, reproduzir-se e interagir com o meio que a

²⁸ A professora Alice tem formação na área específica, ou seja, Licenciatura em Ciências Biológicas, mas não considerou os erros conceituais apresentados pelos/as alunos/as em suas respostas.

²⁹ Expliquei que havíamos considerado todas as respostas dos questionários, sem classificar se estavam corretas ou não, tendo em vista que toda informação era valiosa para expressar as concepções daqueles/as alunos/as.

cerca, extraindo deles nutrientes e energia e devolvendo-lhe produtos de seu metabolismo. (SILVA JUNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2013, p. 205).

Em um livro de ensino fundamental, o conceito apresenta-se da seguinte forma: “As células são os elementos fundamentais, ou seja, as unidades estruturais dos seres vivos” (USBERCO et al., 2012, p. 12).

Durante o curso de formação, a discussão sobre os conceitos de célula com os/as professores/as gerou inúmeras argumentações, dentre as quais está o uso da expressão “unidade morfológica” e a dificuldade de os alunos entenderem os conceitos apresentados devido à linguagem biológica. Então, o grupo de professores/as deliberou que a definição de célula deveria ter alguns critérios e informações sobre forma, funcionamento, tamanho e como ela desempenha seu trabalho, tendo buscado outros termos ou denominações que superassem os nomes técnicos, classificados por eles/as como confusos e de difícil assimilação (morfologia, morfofisiologia). Nesse sentido, os/as docentes chegaram à seguinte definição de célula:

Célula é a menor parte que constitui estruturalmente um ser vivo, com formas e funções específicas necessárias à manutenção dos seres vivos e sua relação com o meio que os cercam. (Profs. Alice, Maria, Pedro e Daniela).

Esse conceito selou a discussão sobre a construção de conceitos e do conhecimento científico. Ele foi proposto como produto de uma etapa do curso de formação e, conforme os/as participantes disseram, seria adotado por eles/as em suas práticas pedagógicas futuras. Inferimos que tal conceituação não fugiu do cerne das demais definições de célula que encontramos nos autores supracitados, mas restringiu o uso de termos científicos próprios da Biologia.

Nesse contexto, seria a linguagem biológica o único empecilho para a aprendizagem da Biologia? Entendemos que faz parte do corpo de conhecimentos da área a aquisição de um vocabulário particular, específico dos conteúdos e dos procedimentos de determinada área do saber,

relacionando a linguagem à alfabetização e ao letramento científico. Todavia, o processo de construção desse conceito foi importante para que os/as professores/as refletissem sobre o desenvolvimento do conhecimento científico e os aspectos teóricos que devem protagonizar os saberes docentes e escolares sobre Biologia Celular.

Richter e Hermel (2016, p. 3.196) constataram que a definição de célula, nos LDs de Ciências e Biologia publicados no Brasil entre 1923 e 1949, estava reduzida a “uma estrutura limitada por membrana, contendo em seu interior um núcleo imergido no protoplasma”, ficando evidente que não havia clareza na sua conceituação. Alberts et al. (2004, p. 3), em livro de ensino superior, utilizam uma concepção de célula semelhante a essa na introdução da obra *Biologia Molecular da Célula*, embora saibamos que essa definição pode ocorrer em determinados contextos, em diferentes níveis de ensino, como, por exemplo, ao realizar a introdução do tema e, posteriormente, desenvolver seu estudo de forma detalhada.

Outrossim, em consonância com Bastos (1992), Carrillo et al. (2011), Jara e González (2012) e Palmero (1997), o conceito de célula é vital para a construção e a estruturação do conhecimento biológico e de seus desdobramentos a caminho da compreensão da organização e dos processos vitais. Como afirmado por Cherif et al. (2016, p. 75), “a célula é a menor entidade capaz de exibir características de vida”. Sendo assim, esse conhecimento sustenta a importância de entender a célula, tendo em vista sua participação fundamental na constituição dos seres vivos, em geral, e do próprio indivíduo como pessoa.

Durante a execução do grupo focal, ao discutirmos sobre a questão da dimensão das células e da relação com seu funcionamento, o professor Carlos afirmou:

Eu creio que transferir isso para o aluno é extremamente complicado, porque a noção dele do espaço celular... é uma coisa que eu acho que ele não tem muita noção realmente do que é, se ele não vivenciar isso, não há prática... não observar a cebola, ou estômatos, ele não vai ter noção nenhuma do tamanho, da dimensão disso. É complicado por essa causa.

O uso da palavra transferir, nesse contexto, revela a concepção tradicional do professor sobre o ensino de Biologia. Essa visão do processo de ensino-aprendizagem pode ser a responsável pela manutenção do/a estudante em seu papel passivo de receptor e reproduutor de saberes. Entretanto, o que discutimos com esses/as professores/as durante o curso de formação foi a necessidade de transcendermos essa percepção tradicional e adotarmos posturas diferenciadas que possibilitem aos/às discentes serem participativos/as no ato de produção do conhecimento, atuando ativamente na construção de saberes biológicos e na reflexão sobre sua importância na sociedade.

5.1.2 Identificação de células animais e vegetais

Tratando, então, da importância da identificação de células animais e vegetais e das curiosidades que surgem ao serem visualizadas, perguntamos no questionário se os/as alunos/as já tinham visto uma célula e, se sim, qual foi o tipo da célula vista e onde tiveram tal experiência. A maioria dos/as respondentes afirmou que já tinha visto (53%), vivência ocorrida na escola, por meio do microscópio e em figuras no livro didático. Ademais, quanto ao tipo de célula visualizada, fizeram os seguintes registros: vegetal, animal, eucariótica, humana e procariótica.

Constatamos, durante a aplicação dos questionários, certa dificuldade na classificação do tipo celular; os/as estudantes comentavam que um/a professor/a havia realizado uma atividade prática em que puderam visualizar células da cebola e da mucosa oral, mas eles/as³⁰ se perguntavam: "Célula de cebola é vegetal ou animal?" e "Célula da boca é vegetal ou animal?". Essas dúvidas pairavam no ar, e, com elas, observamos que se tratavam de

³⁰ Esses/as alunos/as não foram identificados no momento da aplicação do questionário. Fizemos apenas o registro das falas que ouvimos naquele momento.

questionamentos concretos, e não eram meras especulações ou chacotas.

Notamos, pelas informações dos questionários, que muitos/as alunos/as demonstraram alguma dificuldade com a identificação de células animais e vegetais e outras classificações e/ou conceitos, como eucariontes e procariontes:

Através de um microscópio óptico na sala de aula. Observei células mortas e células vivas. (A119)

A minha pele, pois a pele é a maior célula de uma pessoa (A321)

Em livros de biologia, células procarióticas e eucarióticas. (A322)

No microscópio. O DNA de um aluno. (A124)

Vi sim, no microscópio. Vi uma angiosperma. (A221)

Na escola, o tipo de célula que eu vi foi um pedaço de cebola com o professor de biologia. (A224)

Essas falas traduzem uma série de equívocos relacionados ao tamanho da célula, ao fato de a pele ser compreendida como a maior célula do corpo humano – quando, na realidade, é um tecido – e a respeito de estruturas moleculares, como o DNA, que são invisíveis ao microscópio.

Os/as professores/as participantes do curso de formação ficaram espantados/as com o tipo de hesitação dos/as discentes. Em seguida, a professora Karen contou que, quando fala aos/as discentes que existem bactérias no nosso corpo, os/as alunos/as não acreditam e têm dificuldade de entender. Aliás, essa participante relatou que seus/suas alunos/as ficaram surpresos/as quando ela falou em bactérias benéficas ao homem e ao ambiente, uma vez que já existe um “pré-conceito” de que microrganismos causam doenças e só fazem o mal aos seres vivos e ao ambiente, o que nos remete a uma percepção antropocêntrica de ciência, especificamente de Biologia.

Sobre as dúvidas do tipo de célula da cebola, o professor Pedro relatou que seus/suas discentes já apresentaram dificuldade em reconhecer que plantas são vegetais:

No segundo ano, agora [2016], a gente está trabalhando o Reino Vegetal. Em prova, eles não sabem que planta e vegetal são a mesma coisa. Porque eu acho que no texto estava planta e na prova estava vegetal e aí eles já não sabiam mais.

Fatos semelhantes foram relatados pelas professoras Alice e Maria, quando nos contaram que já haviam vivenciado situações em que o uso de palavras sinônimas causava dúvidas em seus/suas alunos/as. Segundo esses/as docentes, qualquer alteração nominativa ocorrida em aula remete o/a aluno/a ao novo e ao desconhecido, provocando insegurança no que se refere aos termos usados durante o ensino. Inferimos que tais situações podem ser geradas pela limitação do vocabulário e pela dificuldade com termos técnicos, por parte dos/as alunos/as, no momento do ensino.

A professora Karen trouxe ao grupo sua experiência contando que, no final das aulas, alguns/mas estudantes não conseguiram perceber que as células constituem seus próprios corpos:

Lá na escola já teve uma atividade assim, de tirar a célula da boca. Aí, eles acham que aquilo ali não faz parte do organismo, ele está ali porque comeu alguma coisa. Eu não fui adiante para saber o que eles pensam, mas no real é algo externo, não é do organismo da pessoa, do ser humano.

Essa professora ainda acrescentou:

Os/as alunos/as demonstram dúvidas por pensarem que, na boca, poderia conter restos de alimentos ingeridos recentemente e que, mesmo após o esfregaço da mucosa oral para retirar células, estas poderiam ser dos alimentos consumidos.

Outra possibilidade pensada pelos/as docentes foi a de que os/as alunos/as imaginam que as

células humanas devem ser de difícil acesso e que somente seriam extraídas com uma incisão. (Professora Karen)

No grupo focal, o professor Pedro assim se manifestou a esse respeito:

*Eu creio que eles têm uma dificuldade muito grande em entender. Às vezes, você trabalha o conteúdo de células uma semana; quinze dias e vem alguém e pergunta: “**professor, mas onde fica essa célula dentro de mim?**” Então, a gente vai trabalhando. E não tem como você inserir isso depois, porque ficou fixo na mente dele. Porque a prática mais simples que é a visualização de células da cebola, que é até mais higiênico de fazer em sala de aula, eles não conseguem ter aquele “clique” de saber que somos feitos a partir daquelas “partezinhas” unidas. Quando eles entram para a faculdade, penso “passou”, aprendeu alguma coisa, conseguiu passar no ENEM e ter uma boa colocação. Então, de alguma forma fica.*

A professora Luíza também comentou sobre essa questão:

*Quando vou explicar, eu começo dos níveis de organização e quando chego nessa parte, eu costumo dar exemplos no geral. Por exemplo, lá na célula nervosa representa o neurônio. Eu sempre explico e mostro, para mostrar a eles que nós temos **células em todo o nosso corpo, e cada uma no seu local terá uma determinada função**. Vamos supor, eu dava aula para o oitavo ano, quando eu chegava em cada sistema, eu retomava, “vocês lembram quando a gente aprendeu?” A gente aprendeu sobre células. O neurônio é uma célula, eu estou dando exemplo de neurônios agora, mas eu procuro sempre ir retomando com eles, porque realmente eles têm essa dificuldade de se situarem.*

Essa concepção de exterioridade entre a célula e o corpo foi discutida por Silva (2010) em sua tese; ela abordou as construções mecanicistas – o corpo-máquina – e as transposições dessa ótica – o corpo-genoma, o corpo orgânico – para argumentar como a fragmentação e o senso utilitarista do corpo podem gerar um distanciamento entre o indivíduo e seu corpo.

Nessa perspectiva, trazemos a compreensão do corpo fragmentado – que ainda permeia a Ciência, a Medicina, os LDs, os currículos e os PCN – como fator preponderante no desenvolvimento de saberes estanques, independentes, não relacionais, que trata o todo como soma das partes. Nesse sentido, ao focar o ensino de célula no estudo e no entendimento das partes, a compreensão do todo se distancia e se esvai, restando o foco nos segmentos,

que, daí a pouco, já não fazem mais sentido ao todo, ou esse todo não se torna visível como o “eu”, “meu corpo”.

Diante do exposto, inferimos que as características desse conteúdo podem levar à indefinição de saberes que discriminam qualitativamente o animal do vegetal. Entender o humano como animal também pode ser um deslocamento gerado por ideias antropocêntricas, que ainda se encontram enraizadas na sociedade e que terminam por hierarquizar e superestimar o ser humano à medida que a natureza passa a ser um plano de fundo para a vida da espécie humana.

Na fala da professora Luíza, ficou evidente a confusão causada entre as células vegetais e animais:

O professor que estava me substituindo ficou dois meses dando conteúdo de célula. Eu chego agora, retomo no final do segundo bimestre, aplico uma prova para os alunos. Ele colocou duas imagens de célula vegetal e célula animal e perguntou: “Qual dessas células é a vegetal?” Eles não sabiam. E ele [o aluno] perguntou: “Como você diferencia a animal da vegetal?” Ele escreveu lá justamente o que discutimos: “Ah, porque uma é redonda e a outra é quadrada”.

Em outro momento, essa professora afirmou:

É desse jeito a visão que eles têm. Eu falo para eles: “Vamos tentar tirar essa visão que vocês têm de célula”, porque é aquela visão ali de livro, decoradinha, e se você for pegar e perguntar algo prático para eles, eles não têm noção nenhuma. Eles não sabem o que é um neurônio e o que é uma célula, eles não têm essa noção. Que o coração é formado por células que dão origem ao órgão, eles não têm essa noção.

Outro fator que pode impulsionar a desorganização de ideias relativas ao conteúdo biológico atrela-se à multiplicidade de conhecimentos e à grande quantidade de nomes científicos. Os estudos de França (2015, p. 71-72) indicam alguns obstáculos para a compreensão do conceito de célula: “A natureza microscópica da célula; as figuras de células no LD, estanques como se todas as células fossem iguais; e a dificuldade com o vocabulário técnico”.

Em relação à compreensão das classificações e dos conceitos de células animais e vegetais – eucariontes e procariontes –, notamos que, embora vários/as estudantes se referiram aos termos, indicando que os conhecia, havia uma confusão com relação aos conceitos:

As células de animais são procarióticas, as células dos vegetais são eucarióticas, possuem núcleo disperso ou não na célula. (A321)

Acho que uma é eucariota e a outra procariota. (A205)

Creio que células vegetais são procarióticas e células animais são procariontes. (A320)

Blystone (1987) também obteve resultados que mostravam a recorrente confusão conceitual entre eucariontes, procariontes e células animais em estudantes de nível médio de escolas norte-americanas.

Buscamos, então, interpretar essas respostas com base nos lapsos conceituais a partir do ponto de vista da alfabetização e do letramento científicos, descritos por Mamede e Zimmermann (2005, p. 2):

Poderíamos pensar na alfabetização científica, como sendo referente à aprendizagem dos conteúdos e da linguagem científica. Por outro lado, o letramento científico, se refere ao uso do conhecimento científico e tecnológico no cotidiano, no interior de um contexto sócio-histórico específico.

Nessa perspectiva, notamos que os/as alunos/as tinham incorporado vários termos científicos da Biologia aos saberes escolares construídos, comprovando a incorporação da alfabetização científica de acordo com algum critério de importância ou utilidade. Todavia, a aplicação desses conhecimentos encontrava-se truncada, confusa, distante do cotidiano, sem significados produzidos ou relação – não haviam desenvolvido sentidos para eles/as –, isto é, sem alcançar o letramento científico.

Ainda sobre a desorganização de ideias frente à nomenclatura científica, própria dessa linguagem, observamos o distanciamento entre os saberes escolares e os saberes espontâneos, do conhecimento pessoal que cada aluno/a constrói baseado/a na sua vivência e a divergência criada pela falta de

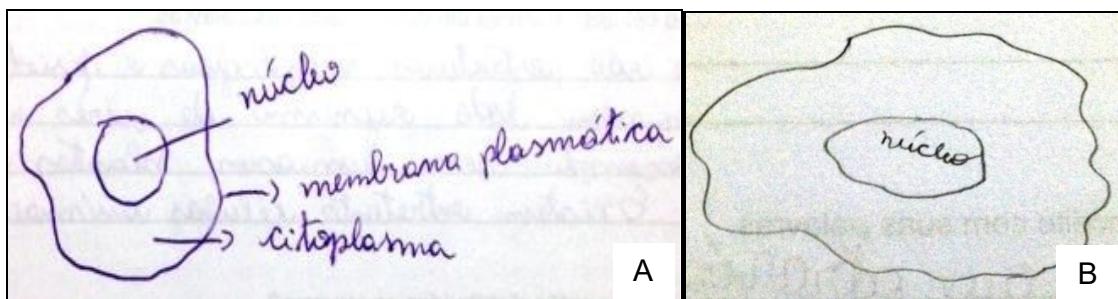
significados dessas denominações. Assim, esse conhecimento espontâneo, que nasce do fato concreto e torna-se abstrato ao confrontar-se com o conhecimento científico – que tem sua origem na abstração e posterior vinculação com a realidade –, não cria os significados necessários e suficientes para se tornar concreto, ficando apenas no plano das ideias, sem transformar o conhecimento espontâneo que foi movido (NUÑEZ, 2009). Esse conhecimento novo não foi internalizado e seu saber prévio, espontâneo, continua válido com a mesma “forma anterior”.

De acordo com Nuñez (2009), para Vygotsky, os conceitos espontâneos, também conhecidos como conceitos prévios ou senso comum, são categorias intuitivas, experenciais, construídas como consequência de tentativas e erros perante situações diversas, com “relações orientadas pelas semelhanças concretas e generalizações isoladas” (NUÑEZ, 2009, p. 44). Os conceitos científicos, conceitos escolarizados, constituem-se mediante a interiorização, ou internalização, de relações conscientes, analíticas, que envolvem sistemas mais complexos de construção apoiados em atividades orientadas, sistematizadas e organizadas. Nesse sentido, o referido autor instrui que cabe “à escola propiciar situações de aprendizagem que não somente permitam a construção da definição do conceito científico, mas também de sua aplicação” (NUÑEZ, 2009, p. 47).

5.1.3 Forma e constituição celulares

Outros aspectos relevantes à morfologia celular referem-se ao formato e aos constituintes celulares. A análise dos desenhos de célula e a indicação do nome das estruturas evidenciou que a maioria (32%) dos/as alunos/as participantes da pesquisa compreendiam célula como uma unidade composta por três estruturas básicas: membrana, citoplasma e núcleo (FIGURA 1).

Figura 1 – Desenhos de células dos/as alunos/as (A - A113 / B - A330)



Fonte: Imagens extraídas do questionário da pesquisa.

Discutindo no curso de formação continuada sobre esses desenhos, os/as professores/as os identificaram como modelo de célula semelhante a ovos fritos, ou de formato redondo, plano, com núcleo centralizado. Ainda, fizeram referência aos esquemas de células trazidos nos LDs e aos esquemas esboçados em sala de aula, uma vez que confirmaram sua dificuldade em desenhar modelos mais complexos, optando pelas ilustrações básicas, simplistas, enquanto explicavam o conteúdo. Por outro lado, alguns/algumas docentes afirmaram que os equipamentos de projeção, como o *datashow*, eram auxiliares importantes na apresentação de vídeos e ilustrações retiradas da internet ou de livros, além do uso do LD para observação de imagens durante as aulas.

Estudos desenvolvidos por outros/as pesquisadores/as, como França (2015) e Palmero e Moreira (1999), identificaram que alunos/as, de forma recorrente, definem células com formato arredondado, identificando a membrana, o citoplasma e o núcleo como seus componentes. Além disso, Palmero (2003) analisou imagens de células em livros didáticos e identificou algumas delas como construtoras de um estereótipo de célula: estrutura plana e circular, com núcleo centralizado e algumas organelas citoplasmáticas. Podemos, então, inferir que existe um estereótipo padrão do formato celular, estática e fisiologicamente, que é comum ao imaginário dos/as estudantes e que reflete o modelo utilizado nos LDs e nas mídias (GONZÁLEZ et al., 2012; RICHTER; HERMEL, 2016).

Dessa forma, tendo verificado que os/as professores/as cursistas adotam esquemas simplificados de células como ponto importante no processo

de ensino-aprendizagem, colocamos o seguinte questionamento: A discussão travada durante o curso de formação seria suficiente para transcender os modelos reduzidos, singelos, rudimentares e chegar às amostras reais de células. Ou a prática docente continuaria funcionando em torno do esquema simplista (membrana, citoplasma e núcleo)?

Sobre a simplificação da estrutura celular, a professora Patrícia assim se manifestou durante o grupo focal:

Acredito que a gente tem que tomar muito cuidado com a questão da simplificação, quando a gente tem um grande conteúdo para trabalhar e essa relação do tempo é sempre muito complexa e não fecha, a gente pode ter essa tendência, de simplificar aquilo que está muito para o aluno, para ele pegar alguma coisa. Nesse processo de tirar daquele capítulo, daquele livro um trecho e tornar mais fácil para compreensão, isso pode gerar um monte de erros conceituais. Por exemplo, quando você vai trabalhar no 8º ano a questão de célula, é muito rápido porque você vai trabalhar todos os sistemas do corpo humano, então passa por esse conceito que pode ficar restrito a essa frase, a essas estruturas mais evidentes de uma célula, mais comuns, e isso pode ser carregada até o ensino médio e aí para a vida. Então a gente tem que tomar esse cuidado de não simplificar demais a ideia, ao ponto de tornar o conceito errado. Eu acho que isso é muito importante, o aluno entende um núcleo com uma linha dentro e pronto e parece que aquilo é vazio, eu acho que a gente tem em vários níveis ensino. O que a gente aprende enquanto criança, a gente leva para a vida toda.

A respeito do mesmo tópico, a professora Cristiane fez o seguinte comentário:

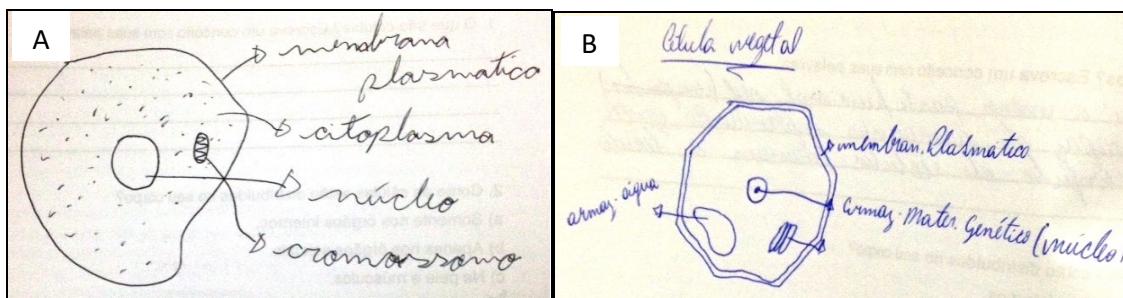
Com relação àquela restrição que o aluno dá de que uma célula composta por membrana, citoplasma e núcleo, eles só sabem a metade da fórmula, a metade da morfologia da célula, ele não captou a outra parte e ele não consegue relacionar essa [morfologia] à função que a célula exerce.

Foi muito interessante, após o curso, observar a prática docente do professor Pedro. Nela, verificamos a concepção de senso comum dos/as alunos/as quando o professor solicitou que eles/as fizessem o desenho de uma

célula, e uma aluna disse “só sei que é uma bola”. Constatando a necessidade de transgredir uma multiplicidade de concepções que permeiam o senso comum com uma visão estereotipada de célula, o professor optou por pesquisar na internet textos sobre células eucariotas e procariotas, partindo do pressuposto de que a diversidade de seres vivos implica uma variedade de tipos celulares, com múltiplas formas, tamanhos e funções. Tal atitude permitiu-nos considerar que o curso de formação – cujas discussões travadas tinham como objetivo superar a concepção de um formato único da célula, ou superar o formato mais utilizado em sala de aula na Educação Básica – foi relevante para essa revisão da prática docente do professor.

Outros/as estudantes (26,5%), ainda por meio de seus desenhos, demonstraram compreender célula para além dos seus três componentes básicos. Contudo, muitos/as alunos/as desenharam qualquer tipo de estrutura interna solta pelo citoplasma celular, sem saber identificar o que era. Desenhos de pontos e rabiscos aleatórios pelo citoplasma indicam que esses/as alunos/as sabem que existem outros componentes no meio intracelular, mas poucos souberam identificar algumas organelas (FIGURA 2).

Figura 2 – Caracterização de célula feita pelos/as alunos/as (A - A117/ B - A326) explicitando organelas citoplasmáticas



Fonte: Imagens extraídas dos questionários.

Quando tais desenhos, um pouco mais elaborados, com maior quantidade de informação sobre a estrutura celular, foram apresentados aos/as professores/as durante o curso de formação, eles/as ressaltaram a importância dos LDs nesse processo de aprendizagem e o quanto elas haviam sido incorporadas por alguns/algumas discentes. Nesse instante, o professor Pedro

nos contou de uma atividade realizada em 2011 ou 2012: a construção de células vegetais em caixas de pizza, utilizando massa de *biscuit*, balões, canudinhos e outros objetos para representarem as organelas celulares (FIGURA 3).

Figura 3 – Modelos de células vegetais feitos por alunos/as de ensino médio de uma escola de um município do estado de Goiás



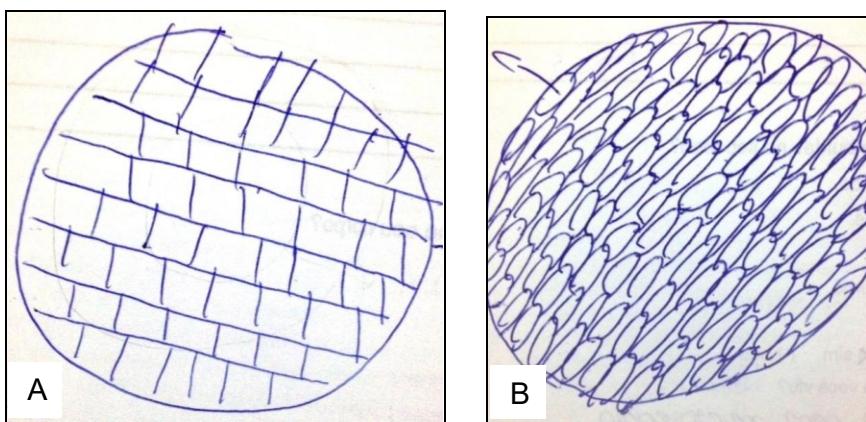
Fonte: Imagem cedida pelo professor Pedro.

Foi muito interessante o momento em que o professor reconheceu no desenho de um/a aluno/a, respondente do questionário, um esquema tão parecido com a atividade feita por ele em sala de aula de ensino médio. Ele ainda afirmou que não sabia o quanto aquela experiência havia sido importante para o aprendizado do conteúdo, percebendo somente naquela hora, durante o curso e nossas discussões, o valor de uma ação no processo de aprendizagem. Esse professor, no momento dessa discussão, buscou em seu celular a foto da atividade e mostrou-nos a semelhança entre a célula feita com a caixa de pizza (FIGURA 3) e o desenho do/a aluno/a (FIGURA 2 - B). Todos/as os/as presentes ficaram surpresos com a semelhança do esquema e a foto da atividade realizada por aquele docente. Essa constatação reafirma o valor da imagem para a compreensão do conceito de célula e seus constituintes (MATIAS; GOUVEA; PICCININI, 2005), além da importância da construção do modelo celular pelo professor Pedro e seus/suas alunos/as, com

elementos do cotidiano desses/as estudantes.

Outro tipo de esquema, muito pouco encontrado nos questionários (quatro casos), poderia indicar que os/as alunos/as demonstraram ter o conhecimento sobre tecidos (FIGURA 4). A forma de rede de células, ou tecido vegetal, e o limite (borda) externo arredondado, como a reprodução de uma imagem no microscópio, provavelmente referia-se a imagens vivenciadas em atividades práticas anteriores.

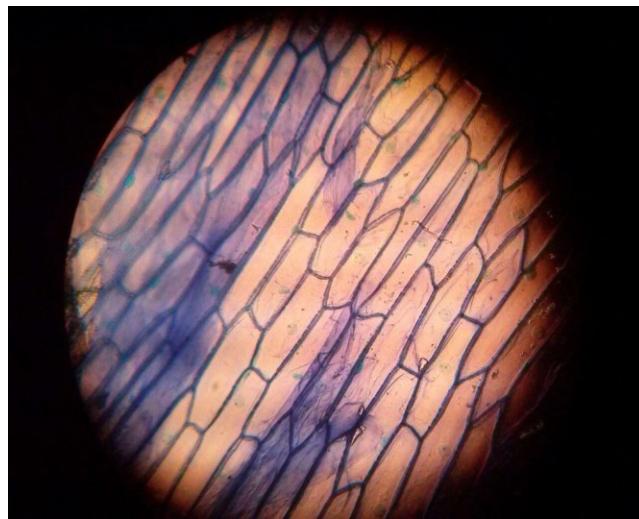
Figura 4 – Desenhos de células dos/as alunos/as (A - A110, B - A105) indicando esquemas semelhantes a uma rede de compartimentos ou tecido



Fonte: Imagens extraídas do questionário da pesquisa.

Esses desenhos dos/as alunos/as reportam a tecidos contínuos formados por aglomerados de compartimentos, similares às amostras de cortiça visualizadas por Robert Hooke (1665) e apresentadas nos LDs. Quando eles foram mostrados no curso, o professor Pedro os associou a fotografias que ele tinha no seu celular (FIGURA 5), como registro de uma aula prática que ele havia realizado na escola há algum tempo. Esse professor tinha acesso a dois microscópios antigos em um de seus locais de trabalho e utilizava-os para desenvolver práticas em suas aulas. Novamente, evidenciou-se a importância das atividades práticas e a visualização de materiais biológicos para a compreensão de conteúdos mais abstratos da Biologia Celular. Contudo, estariam esses/as alunos/as entendendo que essas imagens representavam um tecido ou uma célula?

Figura 5 – Imagem de registro com telefone celular de atividade prática de observação de tecido vegetal em microscópio óptico



Fonte: Imagem cedida pelo professor Pedro.

Acreditamos que esse desenho realizada pelos/as alunos/as como representação de uma célula, conforme solicitado no questionário, traduz um equívoco de compreensão do conceito de célula feito pelos/as estudantes, ou seja, eles/as interpretaram a visualização do tecido epitelial da cebola como a imagem de uma célula individualizada. Conhecer a origem do material a ser observado, compreender o processo de montagem das lâminas, as etapas de tratamento, fixação ou coloração do tecido antes de ser levado ao microscópio é importante para o entendimento do aspecto microscópico (as células) de um organismo macroscópico (a cebola), por exemplo.

No grupo focal, a professora Lara relatou seu caso que corrobora com o que foi exposto:

Justamente por viver essa angústia como aluna... As dificuldades iniciais que eu tive em estudar citologia, dificuldade em morfologia, porque a gente não tinha o interesse em saber o que era um microscópio. A gente estudava em uma escola [de ensino médio] excelente, na época, que tinha laboratórios de Química, Física e Biologia. Eu tinha uma certa noção, mas era uma dificuldade você entender aquilo lá no microscópio. Hoje eu fico vendo, pela experiência que eu tenho, professores que na época não ensinavam como essas lâminas são montadas; pegasse um órgão montado em parafina, mostrasse para nós onde foi seccionado. Eu tenho certeza que eu, como

aluna, iria entender muito melhor. Pensando nisso, à medida que a gente vai discutindo metodologia ao longo do curso, eu via que os alunos não estavam entendendo, é muito teórico. E como compreender estas células dentro do organismo? Ela é igual em todos os lugares? Pensando nisso foi que elaborei aquela prática da mexerica³¹, apesar de ser um vegetal, podia repetir inúmeras vezes e eles conseguiam começar a entender o que era tecido, um órgão, ele comprehende o que é um organismo, mostrar que aquilo era uma célula macroscópica, que poderia ser igual em um pedaço da pele. E que pudesse associar aquilo ao microscópio. E aí eu consegui iniciar a noção de célula e ela dentro do contexto de organismo a partir dessa prática.

E a professora Patrícia concordou com a fala de Lara e complementou com a seguinte afirmação:

O que a Lara falou, eu concordo é que essa coisa da escala é super importante dar essa noção e explicar como aquela lâmina foi feita. Por exemplo, a aula é cebola, que é simples, é bom mostrar o que a gente fez. Você está com a cebola, você mostra com a pinça o que você tirou, aquela epiderme, aquela pele, usa corante “por que está roxo? Por que está azul?”, porque usou corante. Aí você tem a fala deles: “Nossa, tem um monte”, se nesse pedacinho tem tanta célula, imagina na cebola inteira. “Nossa, é muito”. Imagina isso no seu corpo! “Então não dá nem para contar”. É muita coisa, é muita célula. Então você vai puxando pela fala deles e consegue dar essa dimensão.

Autores/as como Martins, Gouvêa e Piccinini (2005) afirmam em seu artigo “Aprendendo com imagens” que as ilustrações são recursos de linguagem não verbal que contribuem para a interlocução do conhecimento científico, afirmando que a imagem comunica de forma mais objetiva que os textos.

Campos, Silva e Cicillini (2015, p. 448), com base em Moscovici (1978), consideram que

³¹ Referência à atividade prática (ANEXO 5) proposta e conduzida pela professora Lara em um dos encontros do curso, na qual ela fez a associação entre o organismo (a mexerica) e as células (os alvéolos da mexerica) em uma dinâmica de estudo que possibilita a compreensão das dimensões micro e macroscópicas do organismo de um ser vivo pluricelular.

as imagens são elementos significativos da representação social, pois também são construtoras da criação de significações e tornam possível a expressão simbólica do real, refletida a partir das ideias, dos signos e dos símbolos, capaz de transformar um objeto em imagem.

Ainda conforme essas autoras,

As imagens não são neutras, e sim produtos de um determinado contexto, dado que foram construídas para determinados usos, sejam eles individuais ou coletivos. Vale ressaltar que uma imagem é capaz de forjar opiniões, reforçar ideias e até mesmo fomentar preconceitos em relação a um tema; é o olhar que organiza a experiência e produz sentido à imagem. [...] As imagens que vão sendo construídas em cada ser humano dependem de como ele vê o mundo, ou seja, da sua forma de sentir, assimilar, abstrair e interpretar o que vê, dos sentidos que cria, estabelece e partilha. (CAMPOS; SILVA; CICILLINI, 2015, p. 449).

A imagem perpassa as representações sociais na perspectiva da interpretação pessoal que cada ilustração causa, por seu impacto gráfico, e da construção de significados. Nesse sentido, Heck e Hermel (2013, p. 3) reconheceram que

As ilustrações oferecidas pelos livros didáticos parecem promover uma forte influência nas formas de representação interna que são geradas a respeito das células, atuando como obstáculos epistemológicos. A percepção dos alunos é “livresca”, ou seja, quando pedido a eles que as desenhem, percebe-se que elas apresentam aspectos basicamente descritivos e estruturais, onde o dinamismo e o funcionamento celular costumam estar ausentes.

Prosseguindo a discussão sobre a importância do estudo dos conteúdos de Biologia Celular, bem como de seus recursos pedagógicos, Palmero (1997, 2003) e Rocha e Silveira (2010) ressaltam a dificuldade desse estudo tendo em vista sua complexidade e seu grau de abstração.

Assim, fica evidente a necessidade do aporte de outros recursos pedagógicos, para além da aula expositiva e do apoio em LDs, como o uso de

imagens tridimensionais e atividades práticas de visualização de amostras biológicas com instrumentos específicos, como microscópios, que contribuam no processo de ensino-aprendizagem de forma dinâmica e participativa (HECK; HERMEL, 2013; ROCHA; SILVEIRA, 2010).

Segundo Díaz de Bustamante e Jiménez Alexandre (1996), no artigo “*¿Ves lo que Dibujas? Observando células con el microscopio*”, a compreensão da organização celular requer certa habilidade de observação, levando em consideração a precisão do material preparado, o equipamento utilizado e a execução da atividade para proporcionar a visualização e a interpretação das estruturas celulares. Articulando essa compreensão às informações advindas dos desenhos equivocados de célula como tecidos, representados nos questionários, ocorrem-nos as seguintes indagações: esses/as alunos/as compreenderam o que é célula e o que é tecido? No momento das atividades práticas, esses/as estudantes tiveram tempo hábil para visualizar e interpretar o que estavam vendo? Eles/as tiveram autonomia no manuseio dos equipamentos e materiais? Ou queremos que nossos/as alunos/as vejam o mesmo que nós ao utilizarmos aquele modelo tradicional de aula prática, no qual montamos o microscópio e as lâminas, focalizamos o material e, sem que nenhum/a estudante encoste na bancada ou no microscópio, eles devem observar pelas oculares do equipamento aquilo que planejamos? Que tipo de aula é essa? O que queremos com esse tipo de atividade?

Acreditamos que a acuidade visual é tão pessoal quanto o tempo de observação e interpretação do material biológico na microscopia. Por isso, existem os ajustes na distância das lentes oculares, no micrométrico e na intensidade luminosa, basicamente. Com a oportunidade de manipular um equipamento, que causa tanta curiosidade aos/as alunos/as – como o microscópio, movimentar a lâmina para identificar as outras áreas do material, conhecer o equipamento para utilizá-lo com segurança –, o/a aluno/a poderá construir seu conceito de célula e se aproximar de sua visualização?

Pensando sobre tais inquietações, e sabendo que muitas escolas não possuem microscópios, no curso de formação, realizamos duas atividades com o objetivo de elucidar práticas que pudessem ocorrer em salas de aula para a

visualização de células e que utilizassem materiais de baixo custo. Na primeira delas, fizemos um microscópio de laser (ANEXO 5), segundo proposta de Planinsic (2001) e Mateus e Thenório (2014), utilizando seringa, caneta de laser verde e amostras de água de locais diversos.

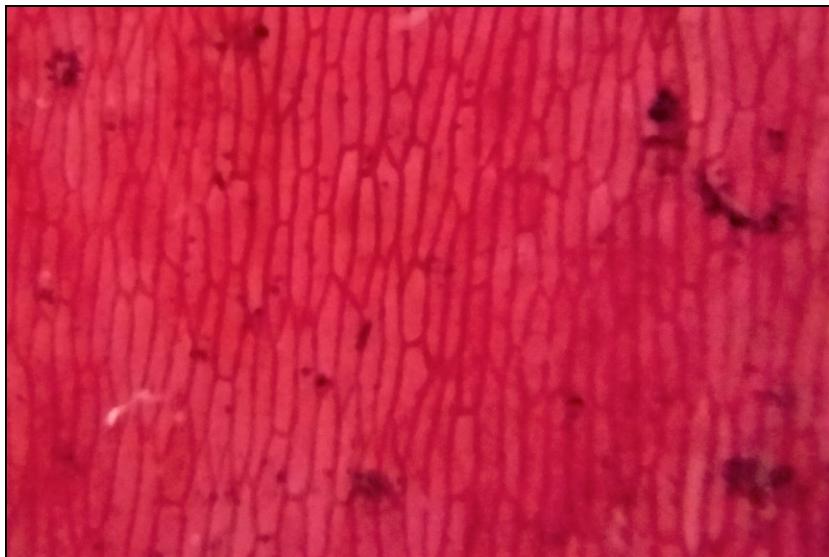
Nessa proposta, os/as professores/as puderam montar seus experimentos em duplas e, conforme observamos, eles/as emitiram opiniões diversificadas sobre esse tipo de atividade. Algumas docentes, Alice e Maria, antes mesmo de observarem os possíveis resultados, afirmaram que o tipo de exercício despendia um tempo considerável para sua execução. Contudo, assim que eles/as conseguiram projetar o laser pela gota de água na ponta da seringa e viram diversos microrganismos de água doce se movimentando, como protozoários e algas, logo se entusiasmaram e ficaram mais participativos/as. Um ponto que atraiu nossa atenção foi perceber que apenas a visualização “daqueles bichinhos correndo na gota de água”, como disse a professora Daniela, foi suficiente a todos/as, uma vez que não questionaram quais seriam aqueles seres.

Diante dessa constatação, instigamos os/as professores/as a refletirem sobre a identificação dos possíveis invertebrados (Rotífera), protozoários (*Paramecium*, *Euplotes* sp, *Vorticella*) e algas (*Anabaena* sp.) que estávamos visualizando. Além disso, discutimos como essa etapa poderia ser realizada com alunos/as, solicitando a pesquisa na internet, até mesmo no momento da aula, para elucidar a caracterização dos seres visualizados. Esse tipo de atividade poderia ser executado para discutir também outros assuntos da Biologia, como Ecologia, Evolução, Zoologia, Microbiologia, entre outros. Todos/as os/as professores/as registraram essa atividade com fotografias e vídeos em seus telefones celulares.

Em seguida, realizamos a segunda atividade com o microscópio de telefone celular (ANEXO 5), de acordo com a proposta de Mateus e Thenório (2014), cuja descrição solicita a utilização de uma pequena lente extraída de canetas laser ou leitor de DVD, que deve ser colocada na frente da câmera do telefone celular. Então, o telefone, com a lente acoplada externamente, deve ser posicionado a certa distância do objeto a ser observado até se obter o foco

da imagem. Depois da montagem das amostras, solicitamos aos/as presentes que buscassem materiais para serem visualizados, além dos que já tínhamos disponibilizado, como alguns ramos de elódea, cebola, materiais para coleta de células da mucosa oral, além de solução de lugol e corantes alimentícios líquidos. Logo os/as professores/as montaram suas lâminas com fragmentos de película da cebola e corante. Quando iniciaram a observação, visualizaram as células de cebola e suas delimitações (FIGURA 6). Também fizeram lâminas com folhas de elódea e conseguiram observar o tecido e as células que o constituem.

Figura 6 – Imagem da lâmina com corte de película da cebola, corada com fucsina, no microscópio de telefone celular



Fonte: Imagem cedida pelo professor Pedro.

O ápice dessa atividade ocorreu ao comentarmos que os/as professores/as também poderiam observar a própria pele, boca, língua e couro cabeludo, além de formigas e outros animais ou objetos pequenos por meio do microscópio de celular. Rapidamente eles/as conseguiram exemplares de formigas na sala e puderam visualizar estruturas microscópicas de animais vivos de pequeno porte com muita nitidez³². Assim, detalhes das antenas, dos olhos, da mandíbula, do corpo e das pernas, além dos movimentos, foram

³² Optamos por coletar os exemplares com fita adesiva e deixá-los em superfície clara, para melhor visualização.

evidenciados, e tudo foi registrado com fotografias ou vídeos (FIGURA 7). Essa atividade foi bastante interessante por ter provocado a curiosidade dos/as docentes participantes. Todavia, ressaltamos que a acuidade desse tipo de microscópio não se compara ao equipamento específico, visto que o telefone celular não contém um conjunto de lentes, iluminação, entre outros recursos que um microscópio óptico possui.

Figura 7 – Imagens da formiga visualizadas no microscópio de celular



Fonte: Imagens cedidas pela professora Cristiane.

Ainda na perspectiva de fomentar a discussão sobre os avanços científico-tecnológicos na Biologia, levamos ao conhecimento dos/as professores/as o Microscópio Simulado em Realidade Virtual Aumentada (MiRA)³³, produzido pela Universidade Federal de Goiás. O MiRA é um *software* interativo e permite ao/à usuário/a manusear virtualmente os diversos recursos e potencialidades de um microscópio óptico para visualizar lâminas histológicas de tecidos animais e vegetais (FARIA et al., 2011). Tivemos acesso a algumas cópias do *software*, que foram doadas pelo Centro Integrado de Aprendizagem em Rede (CIAR-UFG) e disponibilizadas aos/as professores/as no curso de formação para que possam utilizar o MiRA com seus/suas alunos/as no ensino de Biologia Celular.

Alguns dias após essas atividades, o professor Pedro e a professora Daniela solicitaram os materiais das práticas de microscópio de telefone celular

³³ O Microscópio Simulado em Realidade Virtual Aumentada (MiRA) é um produto desenvolvido em parceria entre o Instituto de Ciências Biológicas (ICB) e o Centro Integrado de Aprendizagem em Rede (CIAR), da Universidade Federal de Goiás.

e microscópio de laser para que pudessem realizá-las com as turmas de alunos/as das escolas que trabalhavam. A professora Maria solicitou auxílio na instalação do MiRA nos computadores da escola onde trabalhava para que pudesse utilizá-lo com seus/suas alunos/as. Tal demonstração de receptividade com esse tipo de tarefa denota a disponibilidade desses/as docentes, que flexibilizaram seus planejamentos pedagógicos para a inserção ou alteração de metodologias que já estavam pré-concebidas para suas aulas. Desse modo, consideramos um grande passo para a reflexão sobre suas condutas e práxis, possibilitando a releitura de contexto e conteúdo e transformando sua prática em sala de aula.

As aulas do professor Pedro, no início, trouxeram muitas referências do LD e da internet, reforçando conceitos e maneiras de entender a célula como um conteúdo abstrato e distante dos/as alunos/as. A composição química, as organelas e a morfologia das células seguiram um padrão pré-estabelecido pelo LD e os *slides* eram utilizados para comprovar ou corroborar o que fora explicado através do resumo anotado no quadro branco. Os exercícios propostos aos/as estudantes eram do LD e o tempo dado para sua resolução bastante generoso. Contudo, essas tarefas eram meras reproduções de trechos do LD e das explicações durante suas aulas expositivas. A avaliação, no final do tema, era objetiva; o professor corrigia o gabarito de respostas e o devolvia para que os/as alunos/as pudessem refazer as questões que haviam errado. Mesmo assim, aquela primeira avaliação do bimestre não havia sido positiva, segundo Pedro, pois as notas foram muito abaixo de sua expectativa.

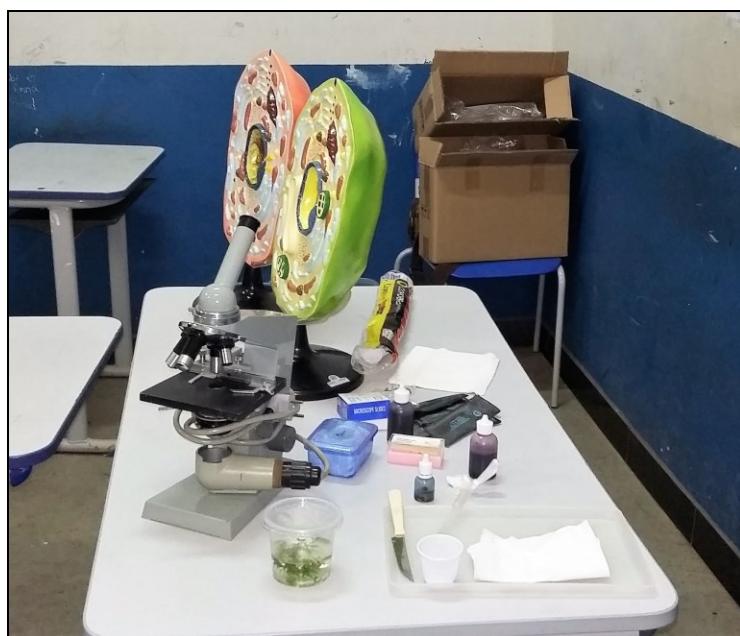
No segundo bimestre letivo, durante a observação da prática pedagógica, esse professor ministrou aulas teóricas expositivas dialogadas, utilizando projetor de texto e imagens, sobre o conteúdo de Morfologia Celular e, em seguida, propôs atividades práticas e avaliação contínua. Das atividades práticas realizadas, Pedro executou uma das propostas que havia sido discutida no curso de formação para a visualização de células – o microscópio de telefone celular –, o microscópio óptico monocular³⁴ e a construção de um

³⁴ Material emprestado pela Universidade Federal de Goiás.

modelo de célula em pote de gel de cabelo com massa de *biscuit*.

A atividade de visualização de células foi planejada para ocorrer durante duas aulas³⁵. O professor Pedro buscou materiais da UFG para contribuírem com esse momento: dois modelos de célula, uma animal e outra vegetal, um microscópio óptico monocular, lâminas, lamínulas, corantes azul de metileno e fucsina, placas de petri e pinças (FIGURA 8). Além desses instrumentos, ele também utilizou um *banner* com as imagens de células animais e vegetais, que são esquemas coloridos extraídos de LDs, doados pelo Pibid Biologia, da UFG, a essa escola.

Figura 8 – Materiais organizados para a atividade prática de observação de células



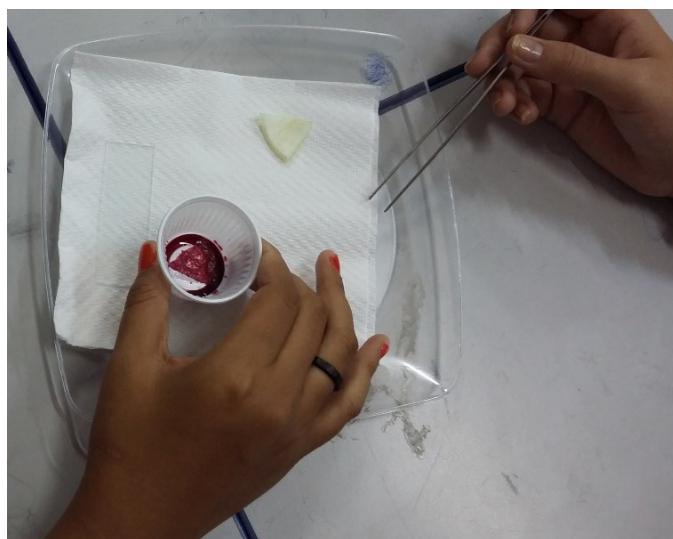
Fonte: A autora.

O professor iniciou a aula apresentando o microscópio óptico, descreveu suas partes, funções e maneira de manuseá-lo. Logo em seguida, distribuiu um kit de material para cada grupo de alunos/as contendo placa de Petri, pinça, fragmento de cebola, lâmina e lamínula. Ele demonstrou o que cada grupo deveria fazer e os/as estudantes retiraram uma amostra da epiderme inferior do

³⁵ Essa distribuição de aulas de Biologia ocorreu durante todo o ano letivo de 2016 em todas as turmas de ensino médio dessa escola.

catáfilo³⁶ de cebola. Ele a colocou na placa de Petri e passou em todas as mesas adicionando algumas gotas de fucsina sobre o corte da epiderme (FIGURA 9).

Figura 9 – Preparação de corte do tecido da cebola e corante para montagem da lâmina



Fonte: A autora.

Após algum tempo, os/as alunos colocaram o corte sobre a lâmina e a lamínula sobre o corte. Nesse momento, os grupos se dirigiram ao microscópio para visualizar as células de cebola. Havia grande euforia dos/as discentes com o manuseio do equipamento, os quais aproveitaram para registrar a lâmina com o telefone celular posicionado na ocular do microscópio (FIGURA 10). Tal momento era tão esperado por eles/as que ninguém queria deixar o microscópio para os demais grupos!

³⁶ Catáfilo interno, ou túnica, forma o bulbo de camadas concêntricas de tecido da cebola. Entre os catáfilos, na superfície côncava, existe uma película fina que pode ser facilmente extraída e observada ao microscópio.

Figura 10 – Visualização de lâmina no microscópio por grupo de alunos/as (A) e imagem de lâmina de cebola registrada pelo telefone celular na ocular do microscópio (B)



Fonte: Imagens cedidas pelo professor Pedro.

Contudo, vários grupos já estavam com a lâmina pronta e, como havia apenas um microscópio, distribuímos algumas lentes extraídas de caneta laser para que os/as estudantes, colocando-as sobre a lente de seus telefones celulares³⁷, pudessem observar suas lâminas. Os/as alunos/as ficaram muito empolgados e vários grupos visualizaram e registraram os resultados obtidos com essa atividade.

Na medida em que eles/as conseguiam verificar o conteúdo da lâmina, ou enquanto aguardavam o microscópio óptico desocupar, perguntavam-nos o que mais era possível visualizar com o telefone celular. Demos algumas sugestões, como a observação da pele, do couro cabeludo, das impressões digitais, das células da mucosa oral e de formigas. Daquele momento em diante, eles/as começaram a explorar outros objetos, além da célula da cebola. Observamos o quanto aquela turma se dedicou a essas atividades e pôde

³⁷ Organização de microscópios de telefone celular, conforme já descrito previamente.

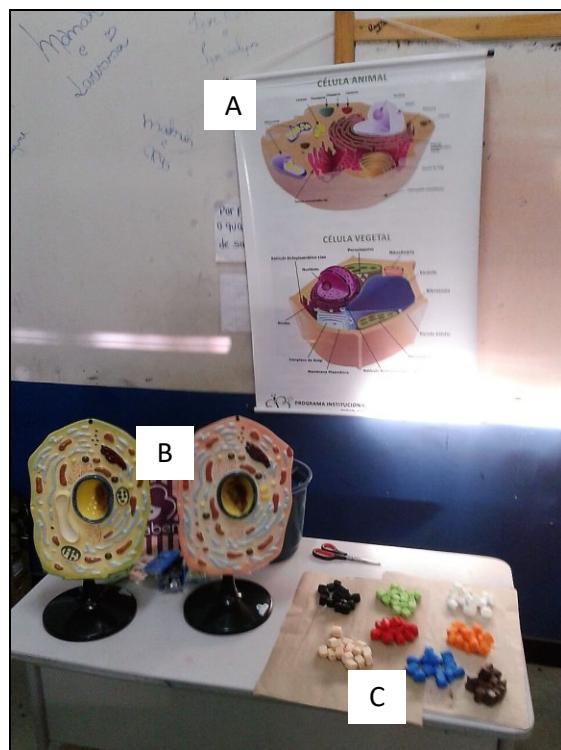
explorar sua criatividade com o microscópio de telefone celular, uma vez que participaram ativamente da aula.

Compreendemos as limitações desse tipo de atividade, assim como o professor Pedro. No entanto, possibilitar aos/as alunos/as essa experiência, no sentido da vivência da prática e da descoberta, expande os horizontes, incluindo o disciplinar, meramente teórico, das aulas de Biologia. Saímos do dualismo rígido teoria-prática, da prática meramente pela prática, no sentido de comprovar a teoria, quando oportunizamos e ressaltamos a discussão do “eu” – as minhas células, o meu corpo – em detrimento da visão de células animais e vegetais como distantes ou pouco significativas, cujo afastamento do “eu” parece petrificar a hegemonia do humano em detrimento dos demais seres vivos. Por fim, vimos nessas atividades a oportunidade de desenvolver o processo de ensino-aprendizagem da Biologia Celular por meio do movimento entre o nível macroscópico – o organismo, a cebola, neste caso –, passando ao nível microscópico – as células, o tecido –, para, então, compreender o organismo.

Em outra aula, o professor trabalhou com os/as alunos/as a construção de modelos de células. Essa atividade foi discutida em aulas anteriores quando Pedro solicitou aos/as alunos/as que comprassem um pote de gel para cabelo³⁸. De posse do gel, o professor distribuiu pedaços de massa de *biscuit* de cores variadas para todos os/as estudantes, que começaram a modelagem das organelas celulares utilizando como fonte de ideias os modelos celulares em tamanho grande e o *banner* com imagens de células (FIGURA 11), os quais Pedro levou novamente para essa aula. Também puderam consultar os LDs e a internet nos telefones celulares.

³⁸ Produto da marca Kanechom®, tendo em vista que o professor já havia utilizado gel de outras marcas e, para esse tipo de exercício, somente o dessa marca era adequado para preservar as massas de biscuit sem deterioração.

Figura 11 – Materiais organizados para a atividade prática de construção de modelos de células – banner (A), modelos de célula vegetal e animal (B) e pedaços de massa de biscuit (C)



Fonte: Imagem da autora.

Observamos a intensa dedicação e o envolvimento de todos/as os/as alunos/as na produção dos seus modelos de célula. A fala de uma estudante descreveu muito bem aquele momento: “*Não sei quem está mais empolgado, nós ou o professor*” (E1). Nesse dia, o silêncio imperou na aula de Biologia enquanto os/as alunos/as faziam as modelagens e davam total atenção aos detalhes. Dali, surgiram bolinhas, rolinhos e pedaços achatados de todos os tamanhos, formas e cores para representarem as organelas. O objetivo era produzir a célula como eles/as a percebiam, baseados/as nos modelos vistos e nas imagens apresentadas nos *slides*, na internet e no LD, para que todos/as tivessem seu modelo de célula tridimensional, em nível macroscópico.

Durante a construção do modelo, observamos que, por muitas vezes, os/as estudantes se preocupavam com a representação das estruturas celulares sem relacioná-las ao seu papel, com o porquê de elas estarem ali. No entanto, o professor havia deixado claro que eles/as deveriam representar a

célula como a entendiam, ou seja, poderia ser que eles/as a percebessem exatamente daquela forma, com bolinhas e “trecos” coloridos (FIGURA 12). Pensamos que poderia haver uma orientação na confecção dos modelos que superasse a “prática pela prática” ou a “célula pela célula”, buscando criar oportunidades de reflexão sobre o porquê daquela estrutura ser importante naquela célula ou o que ocorreria se a célula não tivesse aquela organela.

Figura 12 – Modelo de célula confeccionado por um/a estudante



Fonte: Imagem cedida pelo professor Pedro.

Conversamos com Pedro sobre uma atividade orientada³⁹ para a confecção dos modelos, mas ele achou que esse tipo de atividade seria difícil de ser executada e que “*cada aluno/a deveria ter seu modelo mais próximo dos exemplares e imagens apresentadas durante suas aulas*”. Por certo, esse

³⁹ Indicamos uma atividade orientada em que situações-problema seriam criadas simulando casos reais de funcionalidades das células, como: células e tecidos que têm alto gasto energético devem ter mais mitocôndrias; células com alta demanda de produção de proteínas têm maior quantidade de ribossomos, retículo endoplasmático rugoso e Golgi; células em divisão celular, dependendo da fase em que se encontram, possuem uma organização citoplasmática diferente. Dessa forma, cada grupo deveria solucionar o caso antes de produzir seu modelo celular e isto possibilitaria a compreensão dos fenômenos como um todo, do dinamismo celular, e não só da morfologia pura.

pensamento do professor Pedro corrobora com o modelo de reprodução do conhecimento, dos LDs e de suas aulas, tomando o método tradicional, da repetição para fixação das informações, como norte de sua prática docente. Esse comportamento e esse pensamento seriam fruto da formação desse professor?

Em se tratando de crescimento, no sentido de mudança de postura profissional, voltamos a discorrer sobre a pesquisa de outro aspecto de superação: a forma de avaliação dos/as estudantes. No início do período de observação, o professor aplicava avaliação escrita objetiva. No entanto, antes de introduzir os conteúdos de Biologia Celular, ainda nos momentos em que discutíamos como seria a avaliação desse tópico, o professor Pedro decidiu adotar uma avaliação contínua, registrada em três momentos, para acompanhar o desenvolvimento dos/as alunos/as. No primeiro momento, considerou o registro da célula como os/as estudantes a imaginavam, para detectar o conhecimento prévio. Em seguida, o registro da aula de visualização de células com relatório e caracterização esquemática do que fora visualizado. E, por fim, atividade com questões subjetivas e a construção de um novo desenho de célula.

No último dia de avaliação do tema, o professor Pedro comentou com os/as alunos/as que havia feito o acompanhamento de todos/as durante o bimestre pela participação e por aquelas três atividades, com a finalidade de verificar a evolução de cada um/a. Ele reafirmou que ficou muito impressionado com a transformação analisada nos diferentes momentos do bimestre e que muitos/as estudantes haviam expressado isso de forma evidente. Ao término da fala do professor, uma aluna fez a seguinte afirmação: *“Eu não evoluí nada, não sei como você me avaliou”*. Então, Pedro descreveu o que havia observado na aprendizagem dos/as alunos/as e falou dos desenhos de células que avaliou nas três atividades. Dessa forma, a aluna visualizou a evolução de sua aprendizagem, como ela mesma afirmou, ao perceber que tinha conhecimento sobre Biologia Celular.

A execução da avaliação contínua durante todo o bimestre foi o grande destaque dessa etapa. Acompanhar e perceber as transformações nos/as

alunos/as e na prática docente do professor foi valioso, pois desvelou a metamorfose que estava em curso. Afinal, o processo de ensino-aprendizagem se constrói no exercício diário, gradualmente, em uma corrente incessante entre conhecimento e aluno/a, norteada e orquestrada pelo/a professor/a.

Outro ponto importante é a necessidade de dar visibilidade ao trabalho e à construção coletivo/a – entre professores/as, professores/as e alunos/as, escola e universidade –, romper as barreiras disciplinares e dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, uma vez que, segundo Silva e Cicillini (2012, p. 3),

O diálogo entre saberes e entre as disciplinas – diálogo interdisciplinar – requer o trabalho coletivo. Esse diálogo, como propósito ou princípio formativo, deu sustentação para recuperarmos algo que é próprio das Ciências Naturais: essa é uma área constituída a partir de diversas e múltiplas bases explicativas e, em razão do modelo fragmentado da ciência, parece, em regra geral, ter sido apagado das ações docentes no espaço escolar e no espaço formativo nas universidades. Nesse sentido, o trabalho coletivo e o diálogo interdisciplinar configuram-se como elementos que fortalecem a prática educativa.

5.2 Fisiologia celular

A fisiologia celular é compreendida como o funcionamento dos constituintes celulares em processos de digestão celular, síntese das estruturas que compõem a célula, divisão celular, metabolismo energético e locomoção por movimentos ameboides ou ciliares (GUYTON; HALL, 2006), bem como os processos reprodutivos e as bases genéticas a eles relacionadas.

Tendo o conceito de fisiologia celular definido, discutimos, neste tópico, os produtos da nossa pesquisa relacionados aos seguintes temas: dimensões micro e macroscópicas da fisiologia celular; fragmentação entre a morfologia e a fisiologia celular e visão utilitarista da célula; compreensão da complexidade da célula animal e da vegetal e a visão antropocêntrica; reprodução e

conteúdos afins; analogias e reducionismos.

5.2.1 Dimensões micro e macroscópicas da fisiologia celular

No questionário aplicado aos/as estudantes de ensino médio, indagamos sobre o funcionamento das células e notamos a evidente relação de organelas celulares de acordo com sua função, sua utilidade, como vemos a seguir:

A célula protege o nosso organismo contra vírus e doenças.
(A204)

A célula armazena material genético. (A111)

Elas vivem exercendo uma função específica para qual foi criada, por exemplo: pulsar, filtrar, digerir, etc. (A271)

Partindo da leitura em profundidade dos posicionamentos acima listados, além de outros apresentados pelos/as respondentes, ficou expresso o distanciamento do corpo de um ser vivo e das células que o constituem, levando-nos a perceber que as células são entidades que estão no corpo do ser vivo, ou melhor, têm tarefas específicas que as discriminam, mas com uma distância considerável do funcionamento do próprio corpo.

Temos, nos registros que se seguem, o reforço das concepções de utilidade e, consequentemente, fragmentação do conhecimento que impossibilita o movimento entre os saberes de esferas macro e microscópicas:

As células realizam uma função importante tanto nos animais quanto em seres vivos, porque ajudam o funcionamento do corpo humano. (A28)

A célula produz energia para seu funcionamento e, a partir disso, faz suas funções como destruir outras substâncias maléficas, como por exemplo um câncer. (A29)

Nesse caso, a dimensão macro é o corpo humano, e a célula representa

a dimensão micro. Palmero e Moreira (1999) discorrem sobre o fato de as representações vinculadas à estrutura e ao funcionamento celular constituírem um obstáculo epistemológico que inibe a compreensão e a formação de conceitos sobre a interação entre estrutura e função, além dos processos fisiológicos dinâmicos dos seres vivos, como o metabolismo.

Heck e Hermel (2013) afirmam que os saberes prévios de Biologia Celular não estão consolidados ao final do ensino médio. Isso se deve, segundo Palmero (2003), à fragmentação recorrente entre morfologia e fisiologia, estabelecendo um distanciamento entre a célula real, como estrutura dinâmica, funcional e ativa, e a célula ideal, como aquela retratada nos LDs, que a abordam como modelo estático, colorido, em muitos casos, e com inúmeras organelas. Batisteti, Araújo e Caluzi (2007) alegaram que muitas das ilustrações utilizadas nos LDs não poderiam ser visualizadas na realidade com um microscópio óptico escolar, devido ao poder de ampliação, ao tipo e ao plano de corte e/ou coloração.

5.2.2 Fragmentação entre a morfologia e a fisiologia celular e visão utilitarista da célula

Palmero (2003) destaca que a adoção de um tipo idealizado de célula é contraproducente ao processo de ensino-aprendizagem da Biologia, por superestimar uma fragmentação na qual a morfologia se sobrepõe à fisiologia nos processos celulares que ocorrem de forma integrada e à associação de atividades de diferentes organelas que, em conjunto, geram um funcionamento complexo, inter-relacionado. Em muitos casos, incluindo na observação realizada durante a pesquisa, a fisiologia é tratada como um tema à parte da morfologia celular, como em uma hierarquia de conhecimentos em que a fisiologia não protagoniza ou não participa dos saberes que ajudam a compreender o funcionamento dos organismos vivos.

Na nossa pesquisa, observamos que o professor Pedro deu grande

destaque à morfologia das células vegetais, especialmente os cloroplastos, e deixou para outro momento a discussão da fotossíntese. Esse exemplo nos aproxima do que está disposto nos LDs, mas também pode ser característica da sua formação acadêmica em Ciências Biológicas, que traz, muitas vezes, a morfologia animal/vegetal separada da fisiologia animal/vegetal.

O ensino da morfologia celular separado da fisiologia celular foi também discutivo no grupo focal; as falas dos/as professores demonstraram suas concepções sobre essa questão, como os exemplos a seguir:

Eu, enquanto aluna, também tinha a visão muito segmentada das coisas. Acho que até o final da minha graduação tinha uma visão muito fragmentada. E quando eu cheguei na pós-graduação, eu já tinha iniciado a carreira de professora. Mas quando cheguei na pós-graduação... Eu agradeço ao meu orientador, pois ele pegou muito no nosso pé para que a gente fizesse essa ligação. Porque eu trabalhava com parasitologia, então ele pedia muito que a gente fizesse essa ligação do parasita em si com a patogenia que causava, sintomatologia, o que ocorreu ali no organismo para gerar esse sintoma, que resposta imunológica tinha ali? Então, eu acho que devo muito a minha pós-graduação que me ajudou a fazer essa compreensão que é a ligação como um todo. Isso me fez amadurecer muito. Quando eu retorno para a sala de aula e voltei a estudar, a fazer meu planejamento, eu consegui ter uma visão melhor do todo, de ligar a morfologia, fisiologia, a chegar ao organismo em si. Hoje como professora eu vejo que tenho que tentar da melhor forma possível trazer isso para eles, porque eu penso assim, eles são muito imaturos para compreender aquilo ali. Eu tenho essa visão que hoje como professora, depois de ter sido aluna... São poucos anos, mas eu tenho, e no início da minha carreira eu não tinha essa visão do todo e saber relacionar muitas coisas. Eu fragmentava como os meus alunos. (Professora Luíza)

A fala da professora Lara traz outro exemplo sobre a perspectiva da relação entre formação e conteúdo específico:

No início do ano eu trabalhei com essa questão da citologia, trabalhei com eles sobre os alimentos, fungos alimentares, quais tipos alimentos que têm e os componentes simples de cada alimento, e eles foram levando embalagens para a sala e, a partir disso, eles foram extraíndo os componentes químicos que tinham em cada alimento. Essa semana, enquanto eles

foram trabalhando a questão da célula e as organelas, eu fiz associação com eles a partir dessa prática: “Como que é? As organelas são assim? Todos na mesma quantidade? Cada um tem um papel?” Eu falei: “Tem, mas o papel dessas células vai variar de acordo com o órgão”, não é? Porque a função que esse órgão exerce, na verdade... Vamos ter em maior ou menor quantidade de acordo com o papel.

A professora Cristiane também se posicionou a esse respeito baseada no cotidiano de seus/suas alunos/as:

Acredito que, no momento de preparar uma aula, dá para relacionar morfologia, fisiologia e organismo, tem que simplificar e dar um exemplo muito prático com relação a isso. É aquela questão, dá trabalho, tem que estudar quatro capítulos e montar aquilo em meio parágrafo, ou então em uma aula de 40 minutos. Dá trabalho? Dá, mas dá para fazer. A questão que o professor Pedro falou sobre dar um exemplo prático... Sábado passado foi letivo na escola, só foram os alunos que iam jogar futebol porque tinha o campeonato deles no intervalo. Mas estamos com cinco alunos do 1º ano D na sala de aula, até o professor chamá-los para a quadra. Como estamos trabalhando a questão de anabolismo e catabolismo também no primeiro ano, eu já tinha falado isso e cobrei isso na prova, eu puxei em como respirar, por que se alimentar bem. Qual é a importância em você respirar bem ao praticar um esporte? Qual é a importância de você se alimentar bem para atividade de esporte? Aí todos prestaram atenção na aula.

Partindo da fala da professora Cristiane, perguntamo-nos: os momentos de contextualização do conteúdo são restritos às situações que fogem à rotina da sala de aula? Todos/as os/as alunos/as tiveram acesso a essas informações?

Outro ponto crucial para a compreensão da fisiologia é quando esse conhecimento é apresentado com base na sua utilidade ao corpo, ao ser humano ou ao ser vivo. Esse senso utilitarista permanece em relação ao estudo dos animais e das plantas quando órgãos e seres vivos são considerados importantes somente por sua serventia; nesse sentido, considera-se descartável aquilo que não é diretamente útil. Expressões como “células servem para”, “as principais funções são” e “esta organela é responsável por” são frequentes nos LDs de Biologia (AMABIS; MARTHO,

2010, p. 132; SILVA JUNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2013, p. 239; USBERCO et al., 2012, p.12) e realçam o caráter de existência para uma determinada função, sem correlação com o todo, o corpo, a célula, o ambiente, os demais seres vivos.

O que também atrai nossa atenção é o fato de os LDs darem grande valor às doenças – o que também foi observado em campo –, reafirmando o binômio saúde-doença como opção de eixo condutor da Biologia para aproximar-a dos/as estudantes, como os exemplos a seguir:

- Fotomicrografia de macrófago fagocitando bactérias em processo inflamatório, na abertura do capítulo de membrana plasmática (AMABIS; MARTHO, 2010); e
- Importância dos fungos para o ser humano – alimentação, indústria farmacêutica, doenças –, na abertura do capítulo de Reino Fungi (SILVA JUNIOR; SASSON; CALDINI JUNIOR, 2013).

Perguntas como “vocês conhecem alguém que tem diabetes” e “quem já teve dengue” passam a contribuir para atrair a atenção de estudantes, mas a Biologia vai muito além disso. Esse tipo de situação também foi reportado pelos/as docentes durante o curso, visto que a professora Karla comentou que seus/suas alunos/as não conseguem compreender que existem bactérias benéficas aos seres vivos e ao ambiente. Os/as estudantes fazem uma relação primária dos microrganismos com a ocorrência de doenças.

Dessa maneira, tratar a Biologia como estudo das alterações patológicas do corpo coloca o conhecimento biológico em um enfoque terapêutico, deixando de lado um leque de possibilidades, como discutir o metabolismo e as respostas do corpo humano frente a diversos agentes externos.

5.2.3 Compreensão de complexidade entre célula animal e vegetal e a visão antropocêntrica

No questionário, perguntamos aos/às discentes: “você sabe diferenciar

uma célula vegetal de uma célula animal? O que elas têm em comum? E em que são diferentes?" O espectro de resultados foi diverso e rico, como, por exemplo:

A diferença entre a célula animal e vegetal é porque a célula animal é uma célula viva, ela se mexe, a célula vegetal é morta, não mexe. (A204)

Ela [a célula] se move pelo nosso corpo e vai se regenerando, quando a célula morre, por exemplo, se alguém te der um beliscão você não sente, pois a célula está morta. (A314)

Noções de fisiologia celular, vida e não vida permearam as respostas de alunos/as de ensino médio, que diferenciaram essas células pela presença ou não de movimento, ou de vida e morte. Tal resultado remete-nos aos primeiros contatos das crianças com o reconhecimento de seres vivos e não vivos e suas relações, com suas concepções prévias construídas no cotidiano de observação e vivência, anteriores aos primeiros anos do ensino fundamental.

Esse panorama também nos leva a pensar sobre a compreensão de vida que foi discutida em sala de aula, ou sobre a noção de vida como contrária, inversa, da morte. De acordo com essa concepção, Silva, Andrade e Caldeira (2009, p. 3) afirmam que essa se trata da visão tradicional cristã, pela qual “a vida seria o oposto da morte”. Ou seja, interpretando a afirmação da aluna com a contribuição das autoras citadas, encontra-se que as células vivas teriam movimento, se moveriam pelo corpo; de forma contrária, as células mortas não se moveriam e ficariam em um local onde não existe sensibilidade. Assim, mais uma vez, o entendimento truncado pode ter sido resultado de distorções de linguagem, simplificações ou até analogias superficiais e equivocadas.

Palmero (2003) também encontrou dados em sua pesquisa, publicada no artigo “*La célula vista por el alumnado*”, que permitem inferir que os/as estudantes de nível médio têm dificuldade de desenhar, “modelar, descrever uma célula em funcionamento, assim como relacionar as estruturas que conhecem (em termos descritivos) com seu comportamento real” (PALMERO,

2003, p. 238). Assim, questionamo-nos: como a vida é compreendida por alunos/as da Educação Básica? A não compreensão do conceito/funcionamento da célula, ou a não distinção entre célula animal e vegetal, seria um obstáculo para o entendimento sobre o funcionamento do corpo dos seres vivos? Quais outras dimensões – histórica e filosófica do conhecimento – permeiam esse processo de ensino-aprendizagem?

A identificação de movimento também permeou o saber nos primórdios da organização da ciência, feita por Aristóteles (século 4 a.C.), que classificou os seres vivos em duas categorias: dotados de movimentos – como os animais – e os sem movimentos – as plantas (LOPES; CHOW HO, 2012; PRESTES; OLIVEIRA; JENSEN, 2009). Nesse sentido, a história e a filosofia da Ciência podem ser grandes aliadas no desvelamento da origem da classificação dos seres vivos e não vivos.

Como contraponto, podemos inferir que os/as estudantes se referem à falta de movimento como morte, uma vez que tal afirmação foi encontrada em alguns questionários. Desse modo, a percepção dos/as professores/as, no curso de formação, acabou confirmando essa diferenciação, e eles/as identificaram-na como uma forma de pensamento reducionista dos/as alunos/as, referindo ao binômio vida-morte. Além do exposto, essa percepção dos/as estudantes levou-nos a pensar que eles/as entendiam os animais como mais complexos que os vegetais, uma vez que eram dotados de vida e movimento.

Quando apresentamos as concepções de vida/movimento e morte/não movimento dos/as alunos/as aos/as professores/as, discutimos o que teria gerado esse pensamento nos/as discentes. Os/as docentes apontaram algumas possibilidades para tais pensamentos sobre vivo, não vivo e ausência de vida:

A falta de movimento e sensibilidade das plantas em comparação aos animais pode ter gerado esta concepção dos/as alunos/as. (Professora Maria)

Nossos alunos têm pouco conhecimento sobre os animais sésseis que habitam ambientes aquáticos, como as esponjas, por exemplo. (Professora Alice)

Em face à afirmação de professora Maria, qual seria o tipo de sensibilidade a que ela estava se referindo? Plantas não teriam sensibilidade semelhante aos animais? Ou não teriam qualquer tipo de sensibilidade, como, por exemplo, sensibilidade ao toque e aos fatores ambientais?

Palmero (1997) inferiu, baseada em suas pesquisas, vários pontos convergentes com as percepções dos/s alunos/os aqui encontradas:

- Assume-me a compreensão celular dos seres vivos, mas existem contradições. Essa composição equipara-se mais facilmente em animais que em vegetais, e encontra-se dificultada sua aplicação em situações concretas.
- A célula é considerada a unidade da matéria viva mais em animais que em vegetais, incluindo o fato de os vegetais serem menos vivos que os animais. (PALMERO, 1997, p. 142-143, tradução nossa).

Cunha (2011) relata dados semelhantes aos aqui encontrados no que diz respeito à percepção de seus sujeitos de pesquisa, estudantes do primeiro ano do ensino médio, sobre esse tópico. Quando a autora lhes perguntou “você é um ser vivo? Por quê?⁴⁰”, um/a aluno/a respondeu “Sim, porque eu respiro e movimento”. Tal ênfase no movimento, como característica vital, também faz parte do conhecimento local, coletado nas informações dos questionários. Dessa forma, reconhecemos nas percepções dos/as alunos/as a presença de um saber de senso comum que foi gerado com base em um arranjo curricular, nos materiais didáticos ou nas características da formação docente, ou em um conhecimento científico que foi transposto e levou consigo as amarras do senso comum, ou, ainda, do saber escolar.

As explicações apresentadas pelos/as professores/as no curso de formação com relação a essas concepções somente ressaltam algo que já havíamos percebido em outros pontos do questionário; elas relacionam-se a um senso de complexidade, ou seja, para os/as estudantes, os animais são hierarquicamente mais importantes que as plantas, como exemplificam os

⁴⁰ Questionamento utilizado por Cunha (2011, p. 60), proposto por Palmero (2002).

exertos a seguir:

A célula animal possui material genético, enquanto a vegetal não. (A109)

A célula vegetal tem a célula mais simples e a célula animal tem a célula mais complexa. (A323)

A célula animal possui núcleo e ela é mais complexa, já a célula vegetal não possui núcleo. (A318)

Ainda em relação às concepções hierárquicas, que colocam a célula animal em destaque, vantagem ou superioridade em relação à vegetal, selecionamos alguns exemplos que relacionam os níveis de complexidade da célula segundo sua morfologia e fisiologia:

A célula vegetal produz clorofila responsável pela pigmentação e a célula animal produz energia, não produz clorofila. (A29)

A [célula] vegetal só apresenta em plantas e a animal em seres vivos. (A317)

Na primeira afirmação, nota-se que o/a aluno/a entende que a função da clorofila é dar cor aos vegetais, tanto que os animais não a possuem. Outras noções estão imbuídas nessa concepção, como a produção e a transferência de energia, além dos fenômenos de fotossíntese e respiração celular.

Esse tipo de erro conceitual pode ser gerado pela compreensão da morfologia celular desvinculada da fisiologia celular e pela percepção do nível microscópico fragmentado do organismo e do ambiente, ou seja, do nível macroscópico; consequentemente, deve estar atrelado ao tipo de formação que o/a professor/a teve e à sua prática pedagógica. Além disso, tal erro pode refletir as simplificações do conteúdo que foram realizadas no processo de ensino-aprendizagem.

Na afirmação feita pelo/a aluno/a A317, notamos que ele/a se refere aos vegetais separados dos seres vivos. Esse/a discente não comprehende plantas como seres vivos? E ele/a também generalizou que a célula animal estaria presente nos seres vivos. Os microrganismos como bactérias e fungos estariam incluídos nesse grupo?

Também observamos que os/as alunos/as frequentemente se referiam somente às suas células ou ao corpo humano, por exemplo:

*Células são as partículas que **nosso corpo tem**; só com uma gota de sangue podemos ver que milhares de células nos ajuda a se adaptar aos lugares. (A215)*

*Célula é uma pequena parte do corpo, ou seja, uma pequena estrutura que faz com que o **nosso corpo** se desenvolva e o sangue circule. (A122)*

*A célula é uma estrutura que em seu centro [núcleo] está contido o DNA, responsável por “carregar” todas as informações sobre o indivíduo. Ela está em constante transformação se dividindo e dando origem a novas células que formarão todas as estruturas do **nosso organismo** promovendo a renovação celular. (A260)*

Essas evidências traduzem uma visão antropocêntrica de Ciência. Resultados semelhantes a esses foram encontrados por Cunha (2011, p. 58), com alunos/as de ensino médio, que “relacionaram célula com o próprio corpo indicando uma visão centrada nas características humanas para explicar a vida”⁴¹.

5.2.4 Analogias e reducionismos

No ensino de Biologia, o uso de algumas analogias pode dificultar a compreensão dos processos fisiológicos, tais como a definição do funcionamento celular e/ou corporal similar a uma fábrica, cidade ou escola; a respiração animal ou vegetal como troca de gases que ocorre nos pulmões dos animais e nas folhas das plantas; o coração como bomba; as células de defesa do corpo como soldados; e o núcleo da célula como comandante. Esses exemplos são, também, encontrados em LDs ou sites da internet. Mortimer (2011, p. 57) admite que “a analogia é um tipo de pensamento usado tanto pelo

⁴¹ Bastos (1992), González et al. (2012) e França (2015) também observaram em suas pesquisas aspectos semelhantes.

senso comum como pela ciência. [...] Só que, à medida que a ciência avança, ela tende a sofisticar as analogias e mesmo a suprimi-las".

Neste trabalho, encontramos as seguintes analogias nos questionários respondidos pelos/as alunos/as, quando interrogados sobre como as células funcionam:

Como uma fábrica. (A1)

Ela vive exercendo uma função específica para qual foi criada.

Ex: pulsar, filtrar, digerir, etc. (A271)

Os/as professores/as teceram comentários diversos a respeito dessas analogias durante o grupo focal:

São frases errôneas que precisam ser muito bem esclarecidas para eliminar esse pré-conceito que eles têm. Mudar essa opinião que já está formada vai dar um trabalho enorme para o professor, ele vai ter que ser muito hábil para trabalhar isso. "A célula tem uma função específica". Não, ela pode ter uma função específica, mas ela tem outras funções que ela deve exercer. Ela tem uma função específica, mas ela não ignora outras. A célula, por exemplo, que filtra, ela não deixa de fazer síntese de proteínas. Quer dizer, ela funciona. Ou seja, ela faz mais um produto que outros... **É um conceito que foi passado para os alunos de forma errada, e agora, para trabalhar essa questão, tem que voltar lá mesmo, na relação: forma, função, corpo.** Tem que botar todos esses questionamentos e desmistificar, eliminar esse pré-conceito. (Professora Cristiane)

Eu falei que faço essa associação [célula-fábrica]. É complicado. Na hora de abordar o assunto, ficar muito bem esclarecido para eles a questão da divisão de tarefas [da célula comparada à fábrica], só para eles terem uma noção... Mas eu não vou entrar na discussão que ela é uma fábrica e pronto, não. Eu faço associação no sentido deles colocarem os papéis empenhados pelos setores. Para eles saberem que as células também têm os papéis de cada organela. Quero deixar bem claro isso. Às vezes, você está falando de uma coisa na sala e você está explicando de uma maneira adequada e o aluno... você fala uma palavrinha aqui e ele já entende diferente. Tem que ter muito cuidado com as palavras. ***E tem uma pressão de tempo enorme.*** (Professora Lara)

Como estamos em relatos de alunos, a gente percebe que, às vezes... Como ele optou por aquela forma, não é? O exemplo da fábrica quase todo mundo usa, mas tem com esse cuidado que vocês alertaram. Se pegarmos como exemplo que uma fábrica recebe mercadoria, processa aquela mercadoria, transforma em outra coisa, aquela mercadoria sai da fábrica para entrar em outros ambientes, não é? Porque tem outras funções, dali saem rejeitos e que tem várias pessoas que tem as funções. E a gente fazer essa associação com a célula e as organelas, o processo de excreção. Então tem que ser contextualizada essa questão da fábrica, não é? (Professor Pedro).

Segundo Else, Ramirez e Clement (2002), as analogias podem ser utilizadas com o propósito de auxiliar os/as estudantes no processo de construção do conhecimento para compreenderem processos fisiológicos, como a respiração celular. Eles fomentam a discussão da utilização de analogias como ferramentas de aproximação do conteúdo ao cotidiano dos/as alunos/as e avalia positivamente correlações como estas: espiga de milho – para explicar a organização dos dentes de milho como o arranjo das células em tecidos; escola – a divisão/organização de setores em uma escola como as funções das organelas e a organização celular; rede de água das cidades – como os canos levam água para toda a cidade, isso é análogo aos vasos sanguíneos (ELSE; RAMIREZ; CLEMENT, 2002).

Nas aulas observadas a campo, notamos algumas analogias proferidas por alunos/as⁴² e pelo professor durante diálogos em diferentes momentos do ano letivo, conforme os dois exemplos a seguir:

Prof. Pedro: *O que é átomo?*
 E1: *É a menor célula.*

Prof. Pedro: *Se pegarmos o músculo do coração e da perna, vocês conseguiram diferenciá-los?*
 E2: *Coração bombeia sangue e a perna só recebe.*
 Prof. Pedro: *A perna a gente controla e o coração não. Além desses tecidos serem diferentes, o mesmo tipo de tecido pode*

⁴² Esses/as alunos/as foram identificados no momento da observação das aulas na escola-campo, durante a investigação sobre a ação do professor, e atribuímos um código formado pela letra'E (estudante) e um número (por exemplo: E1, E2, E3).

ter diferentes modos de trabalho, ação. O coração tem um trabalho autônomo.

A comparação do átomo a uma célula pode ter sido gerada pelo desconhecimento de escala das partículas microscópicas e sub-microscópicas, ou também como produto da comparação de níveis hierárquicos crescentes. Tal comparação foi feita por Amabis e Martho (2010) e Silva Junior, Sasson e Caldini (2013) quando eles mostraram uma sequência de estruturas para explicar os níveis de organização dos seres vivos: átomo – molécula – célula – tecidos – órgãos – sistemas – organismo. Roma (2011) avaliou diversas coleções de LDs de Biologia de ensino médio e verificou que vários/as autores/as utilizam essa classificação hierárquica.

O segundo exemplo mostra analogias do coração como uma bomba, e esse tipo de equivalência refere-se à bomba hidráulica. Delizoicov e Ern (2003, p. 1) afirmam que “a comparação da função do coração com a função de uma bomba hidráulica emergiu no início da Ciência Moderna sob uma visão mecânica do mundo”. Outra questão importante abordada no trabalho dessas autoras é que essa analogia é amplamente utilizada nos LDs de Biologia, nos níveis de ensino fundamental, médio e superior. Nessa perspectiva, confirmamos o uso dessa analogia no processo de ensino-aprendizagem, o que acaba por validar o funcionamento do coração como bomba propulsora de sangue (DELIZOICOV; ERN, 2003; HOFFMANN, 2013) sem envolver uma análise mais aprofundada sobre a fisiologia cardiovascular e sua importância ao corpo humano em um sistema integrado.

Durante o grupo focal, o professor Pedro comentou sobre uma analogia que ele utiliza para explicar as células dos fungos, expressando da seguinte forma:

Falando em diversidade, para a gente chegar ao Reino Fungi, a célula fúngica foge a todos os padrões, não é? Eu tento trazer para o aluno alguma coisa do cotidiano dele. Então, falo “gente, não tem lá os ‘transformers’, os ‘x-man’ que são mutantes, que têm características de outros seres dentro deles? Então, a célula do fungo tem a parede celular como os vegetais, mas não são vegetais”. Explico lá o que

delimita como as plantas talófitas. Por que criaram um reino só para ele? Então, ele tem parede celular, mas não é vegetal; a parede celular dele é formada por polissacarídeos de quitina, que é o mesmo que faz o exoesqueleto dos insetos; a nutrição dele é heterótrofa, mas não tem sistema digestório como os demais animais. Então, quando chegar na célula fúngica, nós temos que trabalhar com a diversidade porque ela foge de todos os padrões. O padrão “transformers” dos reinos. Ele é o differentão.

O professor Carlos apreciou a “comparação com os ‘transformers”, mas esse tipo de analogia pode gerar erros conceituais, uma vez que os fungos não são seres mutantes e suas características podem ser explicadas com suporte na compreensão da evolução biológica. Mesmo assim, provavelmente essa analogia poderá ser divulgada em outros locais e perpetuar a distorção de conhecimento sobre os fungos. As analogias são muito utilizadas como parâmetros de comparação na tentativa de facilitar a compreensão de um determinado assunto. Entretanto, o exemplo da célula fúngica como um “transformer” demonstra a limitação desse tipo de recurso e o risco de gerar erro conceitual, que poderá perdurar por muito tempo e, em muitos casos, nem ser reconstruído ao longo da vida do/a estudante.

A esse respeito, professora Patrícia comentou:

A questão de a gente usar às vezes esses meios como ponto de partida, é aí que você pode conquistar o interesse do aluno a partir de um diálogo que ele já saiba, por mais que esteja conceitualmente errado, é aquilo que ele tem de informação e essa comparação pode te ajudar a depois incluir novos conhecimentos. Eu acho que a gente não pode descartar de forma nenhuma porque é o que a gente tem de mais próximo, que é conversar com ele.

Autores como Ferraz e Terrazzan (2003) e Else, Ramirez e Clement (2003) consideram que podem surgir confusões conceituais com base no uso de metáforas e analogias quando não existe um estudo sistemático do análogo como similaridades e divergências com o assunto-alvo que se quer compreender, como é proposto na metodologia de ensino com analogias

(TWA, sigla do original em inglês *teaching with analogies*⁴³). Segundo a TWA (GLYNN et al., 1998), os seguintes passos devem ser seguidos:

- 1- Introduzir o assunto alvo a ser apreendido;
 - 2- sugerir a situação análoga;
 - 3- identificar características relevantes do análogo;
 - 4- mapear as similaridades entre o alvo e o análogo;
 - 5- identificar onde a analogia falha;
 - 6- esboçar conclusões sobre o alvo.
- (FERRAZ; TERRAZZAN, 2003, p. 215-216).

Observamos, também, que o uso de analogias geralmente acontece como uma possível ponte de ligação entre outras visões de Ciência, como o mecanicismo, quando a ideia de corpo-máquina reaparece ao analisar o coração como uma bomba, por exemplo.

Além do exposto, indicamos as comparações reducionistas como possibilidade de síntese espontânea ou mal planejada, que pode gerar erros conceituais em larga escala quando se trata de processos fisiológicos; isso ocorre porque acarreta um efeito em cadeia na má compreensão do funcionamento do organismo, como o exemplo encontrado no trabalho de Soares, Ferraz e Justina (2008, p. 38):

Com as comparações também se torna mais fácil, porque sempre que lembrarmos que por exemplo **a mitocôndria pode ser comparada com o pulmão, automaticamente** já sabemos que **a função é a respiração**. (grifo nosso).

O exemplo acima mostra a existência de distorções conceituais ao compreender a respiração, troca gasosa que ocorre no pulmão, como análoga ao processo metabólico que ocorre na mitocôndria. Tais discordâncias, muitas vezes, são propagadas pelo reducionismo da comparação literal entre processos fisiológicos distintos, entre estruturas diferentes, para “tentar facilitar” a compreensão dos/as estudantes; elas, no entanto, incorrem em erros que podem perpetuar o senso comum e não ser transpostos ao logo da construção de novos conhecimentos.

⁴³ Metodologia proposta por Glyn em 1991 (Glyn et al., 1998) e modificada por Harrison e Treagust (1994).

Ainda na discussão sobre o reducionismo, temos as dimensões micro e macroscópica como representantes da visão da célula como unidade autônoma independente dos demais processos fisiológicos – como digestão, excreção, respiração celular – em nível molecular, além de envolver a organização tecidual, orgânica e sistêmica (COHEN, 2009). Entretanto, a visão unidirecional do macro ao microscópico, entendendo o todo formado por partes que podem ser estudadas e compreendidas separadamente, gera a concepção fragmentada do organismo como partes isoladas.

Discorrendo sobre isso, Bastos (1992, p. 64) afirma que

Entre 1870 e 1880, extensos segmentos da comunidade científica estavam comprometidos com a ideia de que os organismos multicelulares são uma mera soma de células dotadas de vida própria e autônoma.

Embora tenha representado uma visão repleta de exageros e distorções, o reducionismo do século XIX foi elemento extremamente importante do desenvolvimento da Biologia, pois alertou os naturalistas para o fato de que as propriedades macroscópicas dos organismos estavam relacionadas a uma realidade microscópica que necessitava ser estudada.

Andrade e Caldeira (2009, p. 141), numa perspectiva histórica das discussões vigentes nas décadas de 1940 e 1950, alegaram que “o entendimento das estruturas das macromoléculas poderia solucionar questões relacionadas com a vida dos organismos”. No entanto, Bastos (1992) ressalta que o ensino de Biologia tem excedido nos detalhes, nos nomes, nas estruturas, definições, funções, centralizando o conteúdo à memorização de alguns aspectos, e não à aplicabilidade desses saberes em situações próprias, cotidianas.

5.2.5 Reprodução, genética e conteúdos afins

Outro aspecto a ser discutido neste trabalho diz respeito à abordagem dos temas reprodução, divisão celular, material genético e assuntos

relacionados, que surgiram durante a leitura em profundidade dos resultados dos questionários e perpassaram o curso de formação de professores/as, a observação da prática pedagógica e o grupo focal.

As concepções dos/as alunos/as sobre divisão celular, reprodução e material genético das células trouxeram contribuições valiosas para este trabalho quando eles/as exteriorizaram as seguintes afirmações, depois de questionados sobre como as células funcionam:

Sem uma célula não tem como saber um DNA, ou seja, para identificar o DNA de uma pessoa. (A6)

Ela [célula] se divide, se desenvolve, armazenando material genético, sendo fundamental para todo ser vivo, exceto as bactérias. (A111)

Quando você leva um corte e a pele abre, as células se reconstituem formando um novo tecido, fechando o ferimento. (A323)

Ela [célula] funciona a maior parte do corpo e há cromossomos ligados nela. (A327)

Essas elaborações dos/as discentes remetem-nos a noções de senso comum, que apresentam conotações de linguagem científica e reducionismo do conhecimento biológico, como discutiremos a seguir.

O emprego de termos técnicos sem significado incorporados e passíveis de aplicação pela sua compreensão corrobora discussões anteriores sobre a efetivação de uma alfabetização científica como fim, como materialização de um discurso biológico desprovido de essência e discernimento; é exemplo dessa situação o uso de termos científicos sem abordar a definição e a aplicação, tais como eucariótica e procariótica, unidade morfofisiológica, ácido desoxirribonucleico, entre outros.

Nessa perspectiva, observamos, em vários momentos do curso, que há professores/as que valorizavam o uso de nomes científicos como maneira de atrair a atenção de seus/suas alunos/as:

Eu gosto de falar para eles [alunos/as]: “esse é o ácido desoxirribonucleico! Vejam que nome lindo!” E eles ficavam de boca aberta! (Professor Hugo)

A professora Lara também comentou, no grupo focal, sobre o excesso de termos técnicos na Biologia:

A gente tem que pensar, quando o professor começa a dar aula na nossa área... Por exemplo, o excesso de termo técnico é terrível. Eu acompanhei professores em formação, eu mesma enquanto professora iniciante, a gente usa muitos termos técnicos. Claro que a gente tem que usar determinados termos, mas você não pode sobrecarregar de excesso de termos técnicos. Tem que explicar aquele termo técnico, porque ele [o/a aluno/a] nunca viu aquele na vida dele. Então os professores iniciantes, principalmente, usam exageradamente a linguagem técnica, e aí é o tal do ruído da comunicação. Então tanto o reducionismo é prejudicial quanto o excesso de termo técnico, a falta de explicação daquele termo que vocês estão utilizando.

Contudo, quando pedíamos que esses/as professores/as exemplificassem como utilizavam os termos científicos, eles/as ficavam apenas na apresentação da terminologia. Esse tipo de discurso esvaziado é característico do método de ensino tradicional, cujo objetivo de transmissão de informações em grande volume justifica a passividade dos/as alunos/as na recepção e na reprodução do conhecimento.

Segundo Busnardo e Lopes (2010) e Leão (1999), o ensino tradicional possui caráter memorístico, cumulativo, transmitido pelo/a professor/a. Nesse contexto, o distanciamento entre a Biologia e a vida dos/as estudantes concretiza a superficialidade da alfabetização científica, deslocada dos significados que gerariam vínculos entre o conhecimento e os indivíduos. Quanto a encarar a Biologia pelo prisma de visões utilitarista, positivista e reducionista, também destacamos o ensino tradicional como eixo condutor dessa postura.

Ao contrário, devemos buscar o suporte teórico da História e da Filosofia da Ciência (HFC) com o intuito de subsidiar a discussão da construção do conhecimento como processo contínuo, influenciado pelo contexto social, político, econômico e cultural. Desse ponto, poderemos compreender as raízes do reducionismo, do mecanicismo e do antropocentrismo que permeiam o senso comum. Além disso, conhecendo o contexto como pano de fundo para o

desenvolvimento da Ciência, passaremos da mera aquisição de vocabulário científico, da alfabetização científica na visão do ensino tradicional, conhiceremos a “natureza do conhecimento científico” (CARNEIRO; GASTAL, 2005, p. 33) e alçaremos a relação desses saberes com o cotidiano, ou seja, a efetivação do letramento científico na visão de um ensino reflexivo.

Matthews (1995, p. 165) alega que a história e a filosofia da ciência podem

humanizar as ciências [...] e tomar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; [...] contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências; [...] e melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica [...].

No curso de formação, os/as professores/as apontaram suas dificuldades na compreensão de temas relacionados à Genética, incluindo as divisões celulares e os materiais genéticos e seus processos moleculares. A insegurança causada pelo domínio do conhecimento em Genética e pelo seu ensino também é vislumbrada no meio acadêmico devido ao volume de informações e especificidades moleculares, o que acaba se arrastando na formação docente e permanece na prática pedagógica.

Questões como as fases das divisões celulares, a organização dos cromossomos, os processos moleculares de transcrição e tradução de proteínas compõem um rol de conhecimento que se configuram como “detonadores de pânico”⁴⁴ entre professores/as de Biologia, os quais, infelizmente, acabam por adotar uma postura passiva de mera reprodução de saberes, que não chegam a atingir o senso comum dos/as estudantes.

No curso de formação de professores/as, realizamos algumas atividades práticas, como a extração de DNA do morango e da mucosa oral, construção do processo de divisão celular – mitose e meiose – com pinos coloridos e de um modelo da molécula de DNA com balas de goma. A extração de DNA do

⁴⁴ Expressão captada de um murmurúrio da professora Maria.

morango foi executada pelo professor Rodrigo e pela professora Fernanda, que organizaram os materiais que seriam utilizados e levaram o roteiro da atividade. Também fizemos a extração de DNA da mucosa oral. A proposta do experimento foi bem recebida pelos/as demais participantes do curso, e discutimos sobre cada etapa da atividade, sobre as reações que os produtos teriam com as células e sobre como os/as alunos/as poderiam reagir à compreensão do DNA tomando como base a visualização de filamentos emaranhados e esbranquiçados presentes no recipiente em que foi realizado o experimento (FIGURA 13).

Figura 13 – Moléculas de DNA extraídas da mucosa oral



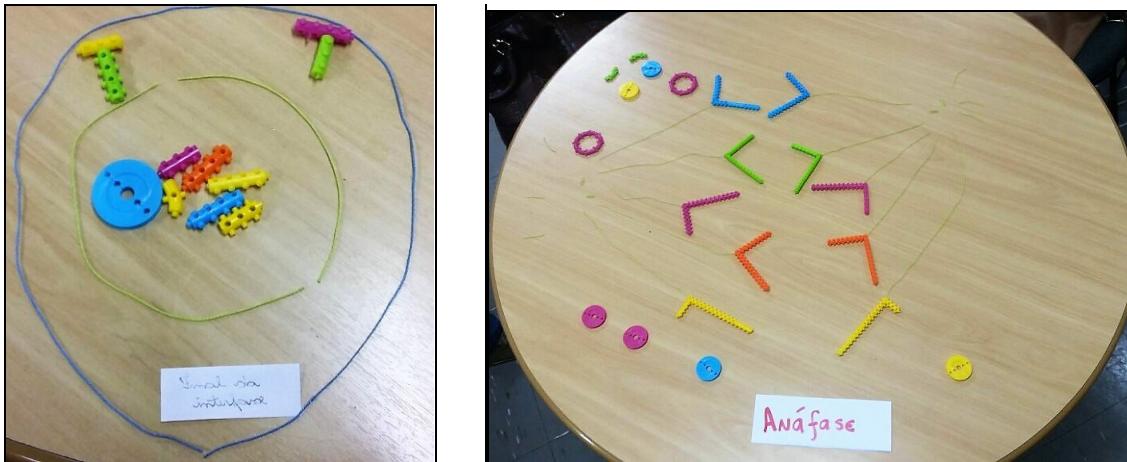
Fonte: A autora.

Para discutirmos os processos de divisão celular, propusemos a utilização de peças plásticas coloridas⁴⁵ como ponto de partida para que os/as professores/as, divididos em dois grupos, construíssem propostas de ensino de mitose e meiose. Os/as docentes utilizaram os pinos coloridos para formar estruturas dos cromossomos, centríolos e membrana celular ou carioteca. Alguns grupos também usaram barbante para simular as fibras do fuso. Observamos que um grupo fez a ilustração das fases da meiose (FIGURA 14A) de forma estática para representar cada etapa dessas divisões celulares. O outro grupo propôs a representação da divisão mitótica com a movimentação

⁴⁵ Peças do brinquedo “pinos mágicos” da marca Elka.

das peças durante a explicação do modelo, mostrando como ocorreria cada etapa (FIGURA 14B).

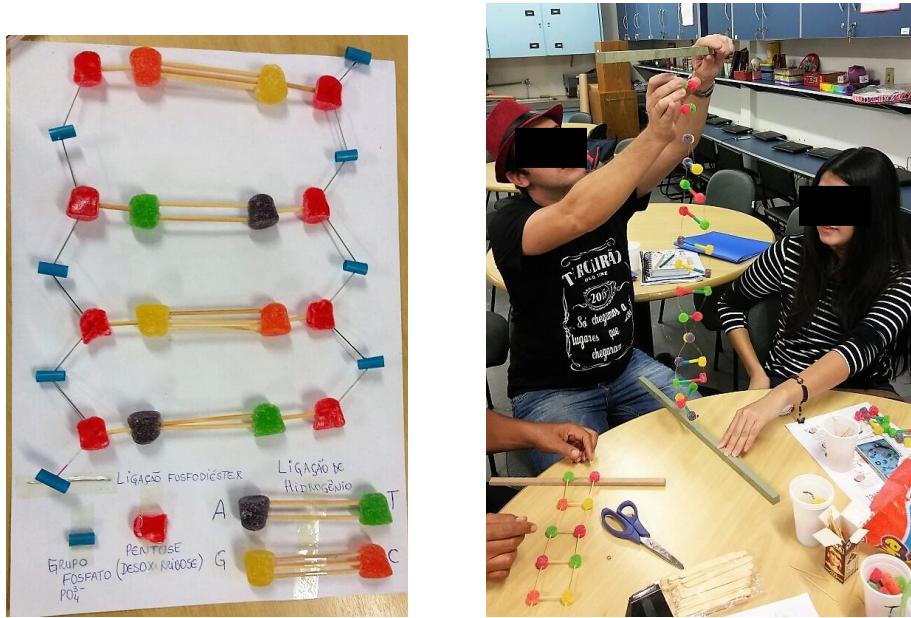
Figura 14 – Representação das fases da divisão celular: meiose (A) e mitose (B)



Fonte: Imagens da autora.

Nesse mesmo encontro do curso, ainda construímos modelos de moléculas de DNA utilizando balas de goma e palitos, discutindo a estrutura dessa molécula e sua constituição (FIGURA 15).

Figura 15 – Modelos de moléculas de DNA



Fonte: Imagens da autora.

Essa atividade com os pinos coloridos e a construção do modelo de DNA geraram uma reação na professora Cristiane, um *insight*: ela relacionou a ocorrência de mutações e alterações genéticas com base nas discussões e nas tarefas executadas, pensando em uma proposta de ensino⁴⁶ para discutir sobre anemia falciforme:

Possibilitar o entendimento dos mecanismos de herança da anemia falciforme, apresentar aos alunos referenciais teóricos, compreender as origens e os demais aspectos da doença, seus sintomas, formas de diagnósticos, tratamentos, sua possível identificação de novos casos. Desmistificar a anemia falciforme como doença racial. (Professora Cristiane)

Além dessas atividades, todo o grupo de professores/as compartilhou vídeos disponíveis na internet e endereços de *sites* – alguns já utilizados por eles/as, outros inéditos – que têm materiais diversos, tais como animações, jogos e atividades práticas. São exemplos desses materiais os *sites* da John Kyrk⁴⁷, que tem várias animações gráficas de conteúdos de Biologia Celular, e o da Biblioteca Digital de Ciências⁴⁸, da Universidade Estadual de Campinas, que contém inúmeras atividades, vídeos e jogos de conteúdos de Biologia Celular e Genética.

Todas essas atividades desenvolvidas tiveram como objetivo a discussão sobre as dimensões micro e macroscópicas, das moléculas ao organismo, como forma de repensar o ensino da Fisiologia Celular e da Genética de forma integrada.

Durante o grupo focal, os/as professores/as discutiram sobre alguns pontos da Genética:

⁴⁶ O curso de formação apresentou uma atividade em que todos/as os/as participantes deveriam construir uma proposta de ensino de um dos temas da Biologia Celular. Essas atividades foram compartilhadas no último encontro do curso.

⁴⁷ JOHN KYRK. Disponível em: <<http://www.johnkyrk.com/>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

⁴⁸ BIBLIOTECA DIGITAL DE CIÊNCIAS. Disponível em: <<http://www.bdc.ib.unicamp.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

Prof. Pedro: Quando a gente consegue fazer esse link de um conteúdo com o cotidiano dele, que é o que nós fazemos, eu acho que é válido sim. Mas, por exemplo, tem conteúdo que eu não vejo utilidade, não consigo usar esses exemplos do cotidiano, e não consigo pegar nada de genética, linkage, pleiotropia, monohibridismo, dihibridismo... Não sei ligar isso com o cotidiano dele! Não consigo nem dar um exemplo. Agora você pegar um exemplo de dentro da academia, da vida...

Prof. Hugo: A cor dos olhos, a cor da pele, a estatura, seu peso, tudo é genético.

Prof. Pedro: Eu sei que tudo é genético, mas sabe um exemplo igual dos 'transformers', do fungo? Uma coisa bonitinha, sabe?

Prof.^a Luíza: Que vai interessar.

Prof.^a Lara: Que é uma coisa mais do dia a dia dele.

Prof. Pedro: Por exemplo, a genética de livro didático, eu não consigo fazer associação com nada do cotidiano do aluno.

Prof. Hugo: Mas existem coisas interessantes em relação à genética, por exemplo, primeira lei de Mendel, a pessoa dobrar a língua ou não, a cor dos olhos também tem a ver não só com a primeira lei de Mendel, mas ela tem a ver com epistasia.

Prof. Pedro: Isso é uma dificuldade particular. Eu tenho...

Prof. Hugo: A cor da pele também tem a ver com a herança quantitativa. Existem várias...⁴⁹

Podemos identificar nesse diálogo a dimensão da formação docente⁵⁰ como ponto fundante no processo de ensino-aprendizagem. O professor Pedro ainda afirmou, durante o curso de formação em Goiás, que a Genética é apresentada nos LDs de uma forma muito desinteressante, ficando restrita às leis de Mendel e a um pouco da aplicabilidade das leis aos grupos sanguíneos, ao teste de paternidade e à clonagem, como notas informativas no final do capítulo.

Diante desse panorama, acreditamos na abordagem da Genética de maneira integrada com a morfologia e a fisiologia celulares, uma vez que o material genético e os processos celulares que o envolvem estão interligados. Ainda, o aspecto histórico desse tema deve ser levado em consideração, tendo

⁴⁹ Ressaltamos a importância dos momentos de compartilhamento de experiências ocorridos durante o curso de formação e do grupo focal como forma de aproximação desses/as docentes e da socialização de vivências e ideias.

⁵⁰ Os professores Pedro e Hugo têm formação na área específica.

em vista a perspectiva da HFC. Nossa crítica pauta-se na visão da Genética ligada estreitamente aos experimentos de Mendel e aos cálculos de probabilidade de ocorrência de características genotípicas ou fenotípicas, ou dos avanços dessa ciência como fatos mirabolantes envolvendo a Biotecnologia e a Engenharia Genética.

A dificuldade na compreensão da Genética – divisões celulares, genes e cromossomos, DNA e RNA – já foi descrita por vários autores, incluindo Ayuso e Banet (2002) e Karagöz e Çakir (2011), que apontaram vários problemas, que incluem os seguintes: conceitos complexos, como genes, cromossomos, alelos; grande quantidade de termos científicos; significado escasso de termos básicos; falta de relação entre mitose e crescimento; modelo de cromossomo confuso; relação entre eventos que ocorrem em diferentes níveis de organização biológica; processos que ocorrem em tempo e escala não observáveis. Nessa perspectiva, compreendemos a proposta de atividade prática de divisão celular com os pinos coloridos como um recurso facilitador do processo de ensino-aprendizagem.

Somados a esses pontos críticos, temos os avanços científicos e tecnológicos na Biologia (MOURA et al., 2013), em especial na Biologia Molecular, na qual há a ampliação de técnicas e termos específicos que surgem e são veiculados na mídia (BONZANINI; BASTOS, 2011; JUSTINA; RIPEL, 2003), passando, por conseguinte, ao conhecimento da sociedade e provocando situações em que os/as professores/as se deparam com tais informações nas salas de aula. Todavia, Bonzanini e Bastos (2011) e Loreto e Sepel (2003) ressaltam que muitos dos temas da Biologia Molecular, da Biotecnologia e da Genética não foram abordados durante a formação inicial desses/as professores/as em exercício.

Entendendo a importância da Genética e de seu uso para as demais áreas da Biologia, justifica-se sua importância como ciência aplicada devido aos avanços com os quais “o ser humano pode transformar sua vida e de toda a biosfera, criando com isso problemas que devem ser decididos pelo conjunto da sociedade” (JUSTINA; RIPEL, 2003, p. 2). Nessa perspectiva, outras pesquisas salientam que “as novas informações produzidas por pesquisas na

área de Biotecnologia provocam alterações no espaço e no contexto escolar, na paisagem e nas relações humanas" (BONZANINI; BASTOS, 2011, p. 2; BONZANINI; BASTOS, 2008). Dessa forma, destacamos a educação científica como forma de protagonizar a construção do conhecimento através da compreensão da Ciência como processo contínuo, coletivo e de relações transdisciplinares com outras áreas do saber.

Contudo, muitas vezes, vemos a Genética, os processos de divisão celular e a reprodução serem tratados como conhecimentos "divorciados", fragmentados e sem relação mútua. Sabemos que os conteúdos de reprodução atraem a atenção dos/as alunos/as, principalmente no que se refere à reprodução humana e à sexualidade, conforme apontado pelos/as professores/as Alice, Pedro, Maria e Daniela. Apesar disso, temos um enfoque reprodutivo estrito à anatomia, sem contextualização com a gametogênese e o desenvolvimento assentado nos conhecimentos dos materiais genéticos, cromossomos, divisão e diferenciação celular. Ou seja, a disciplinarização do conhecimento é tão arraigada na nossa formação que reflete na prática docente como repetição do LD, sem ponderação e sem considerar suas possíveis relações, seja entre a morfologia e a fisiologia, a influência dos aspectos culturais ou o contexto social.

A hereditariedade e a diversidade genética observadas nos fenômenos reprodutivos, da produção de gametas ao embrião, parecem não convencer que o material genético está presente na formação das células sexuais, o que produz a variabilidade populacional. Além desse ponto, existe a visão de que o material genético está presente somente em algumas espécies e a confusão entre DNA e RNA, por exemplo, como retratam as seguintes respostas que encontramos nos questionários:

O animal tem RNA e DNA, a [célula] vegetal só pode possuir um dos dois. (A17)
Célula animal possui DNA e vegetal não. (A106)

Ayuso e Banet (2002) obtiveram respostas semelhantes em sua pesquisa sobre alternativas para o ensino da genética na educação secundária,

na qual os/as estudantes ingressantes no ensino superior (ensino secundário recém-concluído) demonstraram compreender que somente o ser humano e os grupos de animais mais próximos na escala evolutiva possuíam genes, cromossomos e DNA. Dados semelhantes também foram encontrados por Justina e Ripel (2003, p. 8): “os alunos ainda têm uma visão de que os seres mais simples, como é o caso das bactérias e vírus, não possuem informação genética”.

Esse tipo de afirmação e concepção traduz a visão antropocêntrica, ou seja, a categorização incorreta dos grupos de seres vivos em escala linear e ascendente de evolução biológica, em que o ser humano está no topo. E isso é uma distorção grave que pode se perpetuar no processo de ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva, acreditamos que a discussão com os/as alunos/as sobre a diversidade da vida deve ocorrer em um contexto interdisciplinar que envolva a Genética e os processos reprodutivos.

5.3 Ensino integrado de morfologia e fisiologia celular e a formação de professores/as

As células apresentam características distintas – forma, constituição química e organelas em quantidades variadas – para atender às demandas do ambiente ou das relações com os demais tecidos do corpo dos seres vivos. Dessa forma, a morfologia celular não está desvinculada de sua fisiologia nem pode ser vista de maneira fragmentada, uma vez que existem fatores ambientais, químicos, físicos e/ou biológicos que interferem na dinâmica celular.

Segundo Palmero e Moreira (2002, p. 46), a

Célula tem sido, historicamente, um conceito difícil de aprender. Frequentemente se observam problemas de conceituação biológica, tais como dificuldade na conceituação de fotossíntese, desconhecimento do nível celular, ausência de

transformações químicas na célula, ausência de compreensão do destino dos nutrientes, visões ou ideias estáticas da célula carente de funções, incompreensão da divisão celular, desconhecimento ou falta de compreensão das funções vitais, funções celulares em diferentes seres vivos etc, afetando a compreensão do comportamento dos seres vivos pluricelulares. São muitos aspectos diferentes, como diferentes também são os objetos de estudo das investigações que os produzem como resultado, mas em todos se vê um problema comum: a falta de compreensão biológica dos seres vivos por desconhecimento ou ausência do significado da célula como sua unidade constituinte.

Partindo dessa compreensão de célula – na qual a morfologia e a fisiologia são trabalhadas de forma integrada por terem essa dinâmica de relação intrínseca à vida –, o ensino da Biologia Celular como fenômeno deve ser considerado ponto fundante do entendimento dos processos celulares em níveis macro e microscópico, do organismo à célula.

A separação entre morfologia e fisiologia celular, por um lado, é produto do meio acadêmico, da disciplinarização do saber, que acabou refletindo no contexto escolar, como discutimos anteriormente neste trabalho. Por outro lado, acreditamos na reversão desse quadro, o que possibilitaria o ensino de Biologia Celular que integra os aspectos morfofisiológicos das células, como, por exemplo, a relação direta entre a morfologia, a fisiologia, a genética, a divisão celular e a reprodução. Nessa perspectiva, a transformação da prática pedagógica resvala na formação docente, pois se torna necessário compreender o conhecimento de forma transdisciplinar, holística.

5.3.1 Relação entre o ensino de morfologia e fisiologia celular, o currículo e o conhecimento

Quando questionamos os/as professores, durante o grupo focal, sobre a relação entre morfologia, fisiologia e organismo, e eles/as afirmaram entender o

ensino apoiado na diversidade de seres vivos, a professora Lara⁵¹ afirmou que:

Eu tenho tentado trabalhar com os meus alunos com relação a essa diversidade com a visão mais global e geral, principalmente do 2º ano [ensino médio], que tem essa dificuldade mesmo. Primeiramente, trabalho com quadros comparativos para eles terem a ideia de como que acontece aquela divisão. Eu acho fundamental, porque eles acabam se perdendo ao longo do ensino, de ver os reinos dos animais, do reino monera, reino protista, eles acabam se perdendo nesses grupos. Eu trabalho a questão dos reinos, as características, a diversidade. Quando eu entro no caso do reino animal, eu trabalho também com quadros comparativos para eles entenderem a evolução dos órgãos, como começou o primeiro grupo que tem sistema circulatório, primeiro grupo que tem sistema respiratório. Eu tento fazer essa associação... Eu trabalho o filo sempre associado com o quadro comparativo que eu elaborei para eles terem a visão do todo e não ficarem só no filo, a função do filo, as características do filo... Por esse prisma, à medida que vamos passando ao longo dos anos, nós vamos nos questionando como professoras: como ensinar? Nós amadurecemos muito. Quando a gente pensa em uma aula, como eu vou ensinar, eu tenho que levar o conhecimento para outro ser, tenho um papel moral e social com esse ser. E eu penso: como vou ensinar isso para o aluno? E isso é muito bonito. Enquanto professora, a gente deve raciocinar e ver como ensinar os seus alunos. A gente cresce bastante quando passamos a refletir sobre a prática da gente em nos criticar, "a aula hoje não foi boa", "eu tenho que melhorar nesse ponto, não está legal". E os próprios alunos ensinam onde erramos. Às vezes preparamos uma aula e pensamos que ela está boa. Aí, quando chegamos lá, eles dão o retorno, questionam e eu começo a ver onde está a dúvida deles para poder trabalhar em cima daquilo que você tem que fazer. Então, esse crescimento que temos é muito rico para nós professores, de raciocinar, não é? Manipular o material vivo como a cebola e ter noção daquilo que você está estudando.

Discutir a diversidade dos seres vivos amplia o conhecimento de outras formas de vida e das peculiaridades de cada uma; assim, pretendemos ir além da informação ou do conteúdo em si ou da memorização, contribuindo para a compreensão da evolução biológica e para a ruptura da visão antropocêntrica.

Outrossim, podemos, ainda, ampliar essa discussão sobre a

⁵¹ Destacamos que essa professora tem densa formação em conteúdos específicos e sempre busca participar de diferentes cursos de formação continuada.

memorização ou não dos conteúdos escolares, o letramento e a alfabetização científica, uma vez que tais alunos/as expuseram concepções diversas sobre a morfologia e a fisiologia celular. O que isso simboliza? Optamos por argumentar sobre o tipo de Ciência que a sociedade e as escolas têm adotado em suas práticas, já que é preocupante quando os LDs são colocados no papel principal dentro do processo de ensino-aprendizagem e tornam-se os únicos, ou a maior fonte de informações para os/as docentes (DAITX, 2010), engendrando um perfil de ciência e de sociedade, social e politicamente planejado, que é reproduzido no ambiente escolar e, por consequência, na população.

Nesse contexto, voltamos nossa reflexão a uma Biologia – e a seu ensino – que quer moldar e firmar uma ciência fazendo com que os/as alunos/as vejam o que já fora visto por outras pessoas, sejam eles/as cientistas, professores/as ou outrem: ver o que está descrito nos livros, artigos ou na internet; reproduzir o que realizaram de tal forma que não dê margem a experiências e resultados diferentes.

Santos (2004) apresentava esses questionamentos sobre uma Biologia cuja “história não é tão natural” quanto pensamos, dado que existe um jogo de interesse e poder que “seleciona o que deve” ser ensinado. Partindo dessa premissa e do que observamos no curso de formação em Goiás, existe um ensino de Biologia que reproduz os manuais didáticos, imitando e demonstrando experimentos e conteúdos, tirando dos/as alunos/as a possibilidade de observação, interpretação, criação, expressão e construção dos seus conhecimentos.

Desse modo, quando os/as estudantes superam a imitação e nos mostram outros caminhos e saberes, como suas confusões conceituais, reforçam que eles/as não apenas reproduzem algumas concepções que lhes são impostas, mas se interpõem ao saber ensinado e conseguem obter rotas alternativas de construção de saberes, divergindo da reprodução e trazendo outras possibilidades de comunicação.

Essa situação faz com que repensem os objetivos do ensino da Biologia: a reprodução de conceitos e processos ou a criação e a reflexão

sobre os saberes com base na vivência individual e coletiva? Ainda, de acordo com Santos (2004, p. 252), estaria a Biologia restrita a uma forma, historicamente construída, de “ensinar um certo modo de ver o mundo”? Seria uma ciência voltada para o visível, quantificável e classificável?

Nessa perspectiva, baseando-nos nas discussões ao longo do curso de formação de professores/as, não podemos nos abster de abordar e explorar criticamente os saberes da Biologia Celular sob a ótica dos paradigmas dominante e emergente da Ciência, uma vez que essa área do conhecimento é uma arena de disputas entre suas subáreas limítrofes – Ecologia, Morfologia, Fisiologia, Genética, Zoologia, Evolução, entre outras –, que compõem um saber maior, global, interligado e transdisciplinar. As cisões entre as subáreas se mantêm devido à importância dada pela “concretização de um modelo de conhecimento universalmente válido, o único válido” (SANTOS, 2010, p. 34), sob a égide positivista desde o século XVI.

No paradigma dominante, o rigor científico ocorre pela base matemática do quantificável – mensurações, classificações e testes estatísticos –, em que o rito do empirismo metodológico de um modelo mecanicista, dogmático, com procedimentos padronizados e rígidos, se basta pelos critérios da imparcialidade e do distanciamento entre o/a pesquisador/a e os objetos pesquisados.

O mecanicismo ainda persiste na Biologia Celular e contribui para a sedimentação do esfacelamento do corpo dos seres vivos em unidades menores, como os sistemas, órgãos, tecidos e células, que impedem o retorno ao macro, ao organismo. Assim, essa visão se instala e persiste na fragmentação do conhecimento:

Essa concepção cartesiana da natureza foi, além disso, estendida aos organismos vivos, considerados máquinas constituídas de peças separadas. Veremos que tal concepção mecanicista do mundo ainda está na base da maioria de nossas ciências e continua a exercer uma enorme influência em muitos aspectos de nossa vida. Levou à bem conhecida fragmentação em nossas disciplinas acadêmicas e entidades governamentais e serviu como fundamento lógico para o tratamento do meio ambiente natural como se ele fosse

formado de peças separadas a serem exploradas por diferentes grupos de interesses. (CAPRA, 1989, p. 30).

Desse tipo de saber, podemos trazer ao debate a forma de organização dos currículos – PCNs e LDs – em que os conteúdos e as atividades propostas realçam o mecanismo do corpo, os produtos finais das descobertas científicas e seus “criadores/as”, deslocados/as do processo sócio-histórico em que estiveram inseridos/as e como elaborações individuais.

Além disso, ainda há as atividades práticas com roteiro padronizado que reproduzem experimentos para obterem resultados pré-determinados, com a finalidade de confirmação da teoria. E, caso esses experimentos não atinjam os resultados esperados, em muitos casos, os/as professores/as se encarregam de contar o que deveria ocorrer e em que os/as estudantes deveriam acreditar. Que tipo de ciência estariam apresentando aos/as alunos/as? Poderia o paradigma emergente trazer outras contribuições a esse tipo de situação?

Segundo Santos (2010), em contraponto ao positivismo lógico, surge o paradigma emergente, em meados do século XIX, buscando discutir e implementar outras concepções de conhecimento, e de sua produção, como consequência de outra racionalidade, acima de uma melhor análise dos fatos; assim, seria uma “nova visão do mundo e da vida” (SANTOS, 2010, p. 24), através de uma observação minuciosa e escuta sensível, na qual o/a pesquisador/a submerge ao ambiente pesquisado, aproximando-se, vivenciando e tomando sua investigação sistemática e rigorosa junto aos sujeitos da pesquisa. Esse tipo de conhecimento trata da abertura à escuta, ao ponto de vista, à criatividade e à interpretação do/a outro/a.

Sendo assim, o mesmo fenômeno pode ter interpretações diferentes, convergentes ou divergentes, partindo do senso comum, visto que o conhecimento é produto de um processo sócio-histórico-político-cultural e que não deve ser desprezado, uma vez que faz parte de um saber total, que realça nossa ligação com o mundo. Esse autor ainda ressalta que, nesse contexto, o senso comum deve ser permeado pelo conhecimento científico para produzir um salto qualitativo e originar uma racionalidade diferenciada, tornando o

conhecimento científico pós-moderno em senso comum, em um movimento espiral contínuo.

Dessa maneira, estamos imersos/as em uma trama de transição entre o paradigma dominante e o paradigma emergente. O primeiro ainda tão enraizado política, econômica e culturalmente na sociedade, na mídia, no meio acadêmico; e o segundo buscando seu lugar ao sol, inclusive lutando por uma credibilidade autêntica nos mesmos meios. Imaginemos, então, como será adotar uma postura emergente no ambiente escolar. Estamos preparados para isso?

Durante o segundo bimestre de 2016, meses de maio e junho, ao acompanharmos as aulas do professor Pedro, verificamos que o currículo do estado de Goiás indicava que os conteúdos de morfologia e fisiologia celular deveriam ser trabalhados na 1^a série do ensino médio (QUADRO 5). Contudo, o professor se desdobrou para ensinar a morfologia celular e executou quatro aulas teóricas e duas aulas práticas, incluindo a realização de atividades de visualização de células com microscópio óptico, microscópio de telefone celular, além da construção de modelo de célula com os/as alunos/as. Todas essas atividades realizadas utilizaram um tempo maior do que o previsto pelo professor, segundo seu planejamento anual e diário *on-line*. Em decorrência do que foi exposto, a fisiologia celular não figurou entre os conteúdos daquele bimestre e, tampouco, nos bimestres seguintes, tendo em vista o calendário exíguo e a rigidez do referido currículo desse estado.

Quadro 5 – Conteúdos de Biologia referentes ao 2º bimestre
da 1ª série do ensino médio

	Expectativas de aprendizagem	Eixo temático	Conteúdos
3º BIMESTRE	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer a célula como estrutura fundamental de todas as formas de vida. - Reconhecer os diferentes tipos de célula e identificar a organização e os mecanismos bioquímicos e biofísicos. - Reconhecer as formas de obtenção de energia em nível celular. 	Identidade dos seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> - Morfologia e Fisiologia da Célula. - Metabolismo energético (fotossíntese, quimiossíntese, respiração celular e fermentação).

Fonte: Currículo Referência do Estado de Goiás (SEDUCE, 2012).

A não abordagem da fisiologia dos fenômenos celulares diz respeito à omissão de informações que passam a compor um rol de conhecimentos que não foram associados à morfologia devido ao entendimento fragmentado das várias dimensões de um mesmo objeto. É como se a fisiologia celular pertencesse a outro nível de conhecimento que não poderia ser acessado ao ter contato com a morfologia da célula e suas organelas.

Nesse caso específico, a não abordagem da fisiologia celular foi tão natural que Pedro somente tomou consciência disso ao pegar seu caderno de planejamento e verificar a disposição de conteúdos curriculares. Percebeu que a fisiologia celular fazia parte dos conteúdos propostos – no Currículo Referência para o 2º bimestre – quando alguns/as alunos/as questionaram sobre a presença da fotossíntese e da respiração nas questões da Avaliação Dirigida Amostral⁵² (ADA), enviada pela Secretaria de Estado de Educação, Cultura e Esporte de Goiás (SEDUCE) e aplicada pela escola no final daquele bimestre. Foi interessante notar que os/as estudantes estavam apreensivos/as com o desconhecimento do tema, e o professor afirmou que tais assuntos

⁵² A SEDUCE envia essas avaliações todo bimestre com a finalidade de verificar o cumprimento do Currículo Referência do Estado de Goiás de acordo com um cronograma pré-definido por temas e número de aulas. Tal controle perpassa pelo diário *on-line*, que deve ser preenchido diariamente, e é onde os conteúdos das aulas já foram lançados no início do ano letivo, como parte do planejamento anual.

seriam abordados no semestre seguinte. Entretanto, devido ao cronograma exígua, esses temas ficaram inertes no calendário e no conteúdo do segundo semestre letivo.

Durante a pesquisa de campo sobre a prática pedagógica, notamos o impacto emocional, a ansiedade e o desgaste gerados nos/as alunos/as e professores/as pela ADA. Esse controle acabava criando uma atmosfera de cobrança do cumprimento do currículo em detrimento da qualidade do ensino e do ritmo de aprendizagem do/as estudantes. Por esses motivos, destacamos, por um lado, os esforços dos/as docentes ao construírem rotas alternativas de efetivação do processo de ensino-aprendizagem – e o professor Pedro, como parceiro colaborador da pesquisa, não hesitou em burlar esse currículo, a ADA e o diário *on-line* para levar a morfologia celular até seus/suas alunos/as de uma forma que não havia feito antes, tendo em vista as atividades práticas que realizou e o tempo empreendido nessa jornada. Por outro lado, evidenciamos a necessidade de romper a fragmentação entre a morfologia e a fisiologia celular de forma efetiva e significativa aos/às alunos/as, buscando ensinar o todo, suas relações na integralidade.

O professor Pedro falou sobre a ADA e a relação com o tempo do processo de ensino-aprendizagem durante o grupo focal e apresentou sua inquietação com essa forma de avaliação:

Não sei como funciona aqui em Minas, mas em Goiás tem uma avaliação bimestral, que se chama ADA, avaliação dirigida amostral. Ela segue milimetricamente o currículo, então, se você não tiver no currículo naquele dia, naquela hora, naquele momento, essa ADA vem pontual naquele dia, naquela prova tem que dar aquele ponto do currículo. Já ocorreu de um exercício estar no quadro e ter questões nessa prova, tanto quanto pontuais ano passado. Esse ano, como tivemos movimento de greve, se bem que a escola em que eu trabalho ficou só uma semana, mas uma semana já complica, não é? Chegou o dia da prova e eles [os alunos] não estavam com o conteúdo em dia, e o aluno que foi ruim na prova era uma forma de diagnosticar o trabalho do professor. Ele [a SEDUCE] não quer ver se o aluno aprendeu ou não, ele quer saber se o professor está cumprindo o currículo. Então, a gente não tem esse tempo de estender mais uma semana. Não. Entendeu? Tem que seguir em frente porque

no mês que vem tem avaliação de novo. A escola entende isso e a escola é tranquila, mas essa avaliação não é para a escola, essa avaliação é do governo. É uma fiscalização, na verdade. Então, além de todas essas dificuldades, ainda tem tempo limitado que temos que cumprir o currículo.

No entanto, não podemos deixar de citar que o fato ocorrido nessa turma de 1^a série do ensino médio, em relação ao ocultamento da fisiologia celular, foi reportado por outras docentes, Alice e Maria⁵³, no curso de formação em Goiás. Ou seja, segundo as docentes participantes do curso de formação, a fisiologia celular –principalmente no que tange à fotossíntese, à respiração celular, à fermentação e à quimiossíntese – figura em um rol de conteúdos identificados pelo alto grau de distanciamento e complexidade de compreensão dos processos celulares, além da dificuldade na execução de atividades práticas. Desse modo, tais conteúdos são identificados, pelos/as professores/as, como menos atrativos e, por conseguinte, passíveis de retirada quando o cronograma é adverso ou o tempo e os recursos pedagógicos são escassos. A falta de laboratórios de Ciências e equipamentos, por exemplo, são tomados como justificativas para tal.

Além do exposto, sugerimos que a compreensão dos processos de fotossíntese e respiração⁵⁴ dos vegetais não seja eximida de sua importância dentro da Biologia Celular, visto que ainda observamos concepções do tipo “*plantas fazem fotossíntese durante o dia e respiram à noite*” (Professor José) e sites, como o Escola Kids⁵⁵, que divulgam informações errôneas sobre as plantas – “os vegetais realizam a respiração quando há ausência de luz”. Muitas vezes, eles não são questionados, revistos ou reconstruídos⁵⁶. Nesse contexto, ressaltamos nosso papel, como docentes e formadores/as de professores/as, na leitura racional das informações disponíveis na teia de conhecimento em que estamos inseridos/as, até mesmo para não propagarmos

⁵³ Essas professoras também têm formação na área específica.

⁵⁴ Fenômenos fundamentais para a compreensão da vida, da relação ser vivo/ambiente e ecossistema.

⁵⁵ Imagens do site estão disponíveis no Anexo 6.

⁵⁶ Em consulta recente no mesmo site, verificamos que houve uma reestruturação da página e a informação foi corrigida.

erros crassos irrefletidamente!

5.3.2 Uma vivência de ensino integrado de morfologia e fisiologia celular

Na pesquisa sobre a prática pedagógica, discutimos com o professor Pedro sobre como ele estava pensando em trabalhar os conteúdos do 3º e do 4º bimestre (divisão celular, reprodução e desenvolvimento embrionário). Ele afirmou que seguiria o Currículo Referência do Estado de Goiás,

A seleção dos conteúdos de cada eixo temático, a construção do planejamento das aulas, e a escolha de atividades se pautam pelas expectativas de aprendizagem. Pois, a proposta é ensinar com foco na aprendizagem e não na estrutura dos conteúdos. (SEDUCE, 2013, p. 331).

Entretanto, segundo o quadro de apresentação das expectativas de aprendizagem e conteúdos por bimestre – no caso, o 3º bimestre (QUADRO 6) –, notamos que o foco na aprendizagem é uma falácia, tendo em vista a quantidade de conteúdos e o tempo exíguo para desenvolvê-lo: oito semanas por bimestre, em média, e duas horas/aula por semana. Ademais, as cobranças feitas pela SEDUCE em relação ao diário *on-line* e à ADA são indicadores de que não existe flexibilidade nesse sistema de ensino e que professores/as e alunos/as estão fadados/as a um processo de ensino hostil, no qual a aprendizagem e a qualidade do processo de ensino-aprendizagem não importam. Também podemos inferir que, diante da escassez de tempo e da rigidez curricular, o ocultamento de determinados temas da Biologia deve ser recorrente, tal como ocorreu durante nossa observação da prática pedagógica, quando o docente deixou de abranger um conteúdo durante o bimestre – a fisiologia celular –, mesmo que a ADA ainda possa revelar essa manobra.

Quadro 6 – Conteúdos de Biologia referentes ao 3º bimestre
da 1ª série do ensino médio

	Expectativas de aprendizagem	Eixo temático	Conteúdos
3º BIMESTRE	<ul style="list-style-type: none"> · Compreender as diferentes formas das células se dividirem, relacionando-as com o desenvolvimento, reprodução dos seres vivos e manutenção da diversidade da vida. · Identificar os diferentes mecanismos de reprodução dos seres vivos, reconhecendo-a como forma de perpetuação e variabilidade das espécies. · Reconhecer como se desenvolvem os embriões dos seres vivos. · Identificar o desenvolvimento do embrião humano, relacionando-o com as malformações e suas causas. 	Identidade dos seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> · Divisão celular: mitose e meiose. · Tipos de reprodução nos seres vivos. · Reprodução humana. · Desenvolvimento embrionário humano e comparado aos outros cordados.

Fonte: Currículo Referência do Estado de Goiás (SEDUCE, 2012).

A professora Alice se posicionou sobre o currículo do estado de Goiás da seguinte forma:

Eu observo muitas limitações no meu cotidiano, como o baixo número de aulas e a grade curricular do Estado. Outro problema foi a forma como esse currículo foi organizado, porque eles [a SEDUCE] até convidavam para reuniões onde iam discutir o currículo. Quando a reunião era aqui na cidade, a gente ia, mas depois as reuniões passaram para Goiânia e não davam o transporte para irmos. Daí deixamos de participar e prevaleceu o que eles [SEDUCE] queriam: **a rigidez na execução dos conteúdos por bimestres e a distribuição dos conteúdos nas séries.** E ainda tem as avaliações que eles [a SEDUCE] mandam para certificar e investigar se o currículo foi cumprido.

Essa declaração da professora Alice foi confirmada pelos/as professores/as Maria, Pedro, José e Sandra.

Sem levar em conta qualquer imprevisto ou particularidade, como cada matéria tem duas aulas por semana, em quatro semanas por mês, a disciplina de Biologia teria 16 aulas por bimestre letivo. Nessa escola onde a pesquisa foi

realizada, com conjugadas, ou aulas duplas, a ADA ocuparia quatro aulas (sendo uma avaliação no início e outra no final do bimestre), as avaliações realizadas pelo/a professor/a ocupariam mais quatro aulas, em média, e restariam oito aulas para discutir o conteúdo previsto no currículo. Agora, com essa expectativa de cronograma, o motivo de muitos/as docentes não utilizarem metodologias diferenciadas em suas aulas ficou mais perceptível.

Além disso, esse cenário complexo ainda interferiu na adesão ao curso de formação continuada. Nas conversas com os/as professores/as de Goiás, durante o curso, ouvimos que muitos/as docentes não vislumbravam rotas de fuga de um sistema rígido e frio. Esse sistema vigente usa a educação como meio para consolidar a exclusão social e dificulta o acesso ao conhecimento de maneira crítica e reflexiva para não gerar jovens empoderados/as e conscientes de seu valor.

No que tange às possibilidades de transcender o currículo do estado, discutimos com o professor Pedro como abordar os conteúdos do 3º bimestre sob outro enfoque, fugindo da lógica positivista da disciplinarização⁵⁷ – representada pelo documento oficial do Currículo Referência do Estado de Goiás –, do que os LDs apresentam como eixo condutor e de experiências anteriores desse professor. Chegamos, então, a uma proposta de ensino emergente⁵⁸, após dois bimestres de muita discussão, reflexão, ação e avaliação. Nessa proposta, o ponto de partida para a compreensão da Genética e da Reprodução ocorre pela trajetória de desenvolvimento de um ser vivo desde a gametogênese, passando pela divisão celular, a reprodução, a biologia do desenvolvimento e diferenciação dos tecidos histológicos, até o nascimento do organismo.

Com base nessa proposta, Pedro iniciou o tema conversando com os/as alunos/as sobre o ciclo de vida dos seres vivos, e esse assunto foi importante

⁵⁷ Referindo à lógica positivista da disciplinarização como processo de esfacelamento do conhecimento em temas/áreas menores que se espelha em uma verdade ou um discurso científico único.

⁵⁸ Termo que estamos propondo para elucidar o modo de compreensão da ciência enquanto produção coletiva, contínua e transdisciplinar, em que não são necessárias as áreas em si, mas o conhecimento como ponto de partida para a práxis voltada à produção de significados no processo de ensino-aprendizagem.

para constituir a ligação com as demais temáticas. Ademais, saber como surge uma nova vida, um organismo, é assunto que atrai a atenção dos/as estudantes, visto que tem significados diretos com suas experiências pessoais.

Na época em que acompanhávamos as aulas do professor Pedro, aconteciam os jogos olímpicos no Rio de Janeiro, e um aluno trouxe uma dúvida ou curiosidade que foi tomada como situação-problema para desencadear a aula:

Professor, e aquele atleta que caiu e quebrou a perna?⁵⁹ (E18).

A partir daquele momento, o professor Pedro iniciou uma caminhada que transitou por vários conteúdos da Biologia, tratando-os de forma contínua, sem estabelecer limites de conhecimento ou áreas, mostrando que todo aquele assunto estava interligado e fazia parte de um escopo de produção coletiva, contínua, transdisciplinar. Isso resultou em grande empenho dos/as alunos/as na discussão dos tópicos em pauta.

Naquele ponto do ano letivo, após várias proposições metodológicas – situações-problema contextualizadas, vídeos, atividades práticas de construção de modelos de divisão celular, produção de textos e avaliação contínua –, percebemos que o desenvolvimento dos conteúdos acontecia com tal desenvoltura que os/as discentes se abriam ao novo conhecimento ao perceberem que estavam imersos no processo de ensino-aprendizagem e, cada vez mais, conscientes de seu papel e de sua importância na construção de saberes. A participação efetiva dos/as alunos/as foi tão singular que o ensino de reprodução adentrou ao 4º bimestre, que tinha como conteúdos curriculares a histologia animal e vegetal. A visão estanque da histologia em tecidos individualizados deu lugar, então, à diferenciação celular e a seus mecanismos, com vistas à produção de tecidos diversificados em uma

⁵⁹ Essa pergunta tinha relação com o ginasta francês que havia fraturado a tíbia durante a prova de salto ocorrida no dia 06 de agosto de 2016. A cena foi muito impactante e amplamente divulgada na mídia. Como a aula do professor foi no dia 08 de agosto de 2016, o assunto era recente e, naquela turma, todos/as os/as alunos/as sabiam do que se tratava.

associação contínua, dinâmica e complexa que constitui as plantas e os animais.

Ressaltamos que partir da reprodução dos seres vivos para discutir as divisões celulares, levando em consideração aspectos da genética, e associar tal reprodução ao desenvolvimento e aos processos de diferenciação celular, formação tecidos, órgãos e sistemas orgânicos de forma integrada, foi um dos meios de formação dos/as docentes, colaboradores/as da pesquisa no chão da escola.

Nessa dinâmica de interação de conhecimentos, os aspectos micro e macroscópicos fluíram de modo a subsidiar a construção dos saberes impregnada à visão transdisciplinar da Ciência – do organismo para a comunidade, da célula para o organismo –, contribuindo para a consolidação do ensino emergente e da prática docente fundamentadas na reflexão sobre a ação e na ação, “numa habilidosa prática de ensino” (SCHÖN, 1997, p.82).

Assim, o ensino dos fenômenos biológicos relacionados à célula, de forma integrada, busca o movimento entre os níveis micro e macroscópico, em um contínuo fluxo de construção de saberes que unifica o organismo, os seres vivos e o ambiente. Então, compreendemos o ensino de Biologia Celular na prerrogativa da construção de conhecimentos com significados próximos aos/as estudantes, para que possam partir da reflexão de problemas e romper com a memorização pela memorização.

5.3.3 A formação inicial e continuada e a relação com a prática pedagógica

A priori, vamos destacar as principais perguntas que fizemos ao traçar as rotas que as informações de alunos/as e professores/as desenharam durante esta pesquisa. Foram questões amplas, mas que tiveram a formação de professores/as como cerne, tais como: o que é ensinar? Como devemos ensinar? Qual é a relação entre o que acreditamos, o que pensamos, o que falamos e o que os/as alunos/as entendem? Ensinamos “coisas” que não

acreditamos? Os/as alunos/as podem entender e não acreditar? O que a prática pedagógica do professor nos diz sobre o ensino de Biologia Celular? Qual a relação dessa prática com as concepções construídas pelos/as alunos/as? A prática docente continuaria funcionando em torno do esquema simplista que engloba membrana, citoplasma e núcleo? Sobre adotarmos uma postura emergente no ambiente escolar, estamos preparados/as para isso?

Com esses questionamentos, pudemos refletir sobre a relevância e a influência da formação docente, inicial e/ou continuada. Durante a realização do grupo focal, professores/as graduados/as discutiram seu processo de formação inicial, surgindo concepções diversificadas, como a que apresentamos a seguir:

Pensando sobre isso [ensino de anatomia], lá na nossa metodologia [do curso de graduação], eu acho que até a carga horária, o enfoque que tem metodologicamente no curso de formação de professores, ainda é bem restrito. Na minha opinião, deveria ampliar, não é só questão da carga horária, o leque de disciplinas, a didática da ciência, como ensinar, a metodologia do ensino, nossa carga horária ainda é muito restrita, e depois a gente vai para os estágios. Então tem que se ter uma melhoria nessa carga horária, nesses enfoques metodológicos e disciplinares com relação a essa formação do professor, que são fundamentais. As nossas discussões são muito curtas na graduação. Lógico que o professor não se forma na graduação, é ao longo da vida! Determinado aluno chega no cursinho, “sou aluno da medicina, vim aqui para dar aula de Biologia”. Não é assim “vou dar aula aqui, sou doutor nisso”. Nada disso. Então pensando nesse modelo, nós como professores de Biologia, nós trabalhamos com conteúdos muito moleculares ou conteúdos que estão muito longe de alguns conteúdos como Biologia Celular. Mas eu acho que deveria ter um aprofundamento maior por questões didáticas, metodológicas, de trabalhar o conteúdo. (Professora Lara)

De acordo com Tardif (2011, p. 36), o conhecimento docente é formado por um amálgama diverso, plural, de saberes provenientes da formação profissional, saberes disciplinares, curriculares e da experiência. Ele ainda define que os saberes da formação profissional são aqueles adquiridos nas instituições de ensino superior, conhecimentos das ciências humanas e da

educação. Nesse conjunto de saberes estão os conhecimentos pedagógicos, que são formados mediante o pensar sobre a prática pedagógica e suas tramas. Diante disso, seriam esses saberes da formação profissional suficientes para os/as professores/as compreenderem e atuaremativamente no processo de ensino-aprendizagem?

Alguns/algumas docentes indicaram que a formação inicial, ao menos aquela que eles/elas tiveram, não tem uma relação muito próxima com a vivência e o processo de colaboração entre licenciando/a e professor/a-colaborador/a⁶⁰. Segundo Pimenta (2012), o estágio supervisionado e a prática de ensino como práxis reflexiva proporcionam aos/às licenciandos/as a construção do aprendizado com os/as profissionais experientes da atividade docente.

Por outro prisma, Cicillini e Novais (2014) discutem que os cursos de licenciatura em Biologia, Física e Química não têm proporcionado uma formação que prepare os/as discentes de forma efetiva para a docência. A reflexão realizada pela professora Lara durante o grupo focal traz indicativos nesse sentido:

Nós, enquanto professores, depois de formados, nós é que temos que fazer a interligação desse conteúdo que a gente tem que ensinar para os nossos alunos, são dados de maneira totalmente estanques, inclusive dentro da própria disciplina do professor. Aí é o nosso papel, enquanto professores, de raciocinar: “como vou ensinar isso sem que fique de uma forma estanque?” A gente tem dificuldade inicialmente, principalmente no início da carreira porque a gente não tem essa formação, a gente vai adquirindo ela com a experiência, com você estudando, tentando ver alguma coisa, porque é realmente difícil.

Verifica-se, nesse posicionamento, que

Os saberes disciplinares e pedagógicos tradicionalmente trabalhados [nos cursos superiores] não atenderam às

⁶⁰ Utilizamos o termo professor/a-colaborador/a para fazer referência ao professor regente das escolas-campo que recebem os discentes licenciandos para estágio curricular supervisionado, na prática de ensino ou atividades afins.

necessidades de formação para a docência; o que indica a necessidade de ampliar ou incluir na formação de professores o desenvolvimento de novas habilidades e conhecimentos. (CICILLINI; NOVAIS, 2014, p. 40).

Ou seja, torna-se necessário, nesse caso, incluir a habilidade de trabalhar conteúdo e forma, ou seja, o conteúdo específico e o “como ensinar” de modo interativo, integrado.

Segundo Tardif (2011), os saberes disciplinares são definidos nas instituições de ensino superior e adquiridos no processo de formação inicial e contínua. Os saberes curriculares são estruturados e selecionados pelas escolas, ou por demanda do governo, e apresentam-se como programas escolares. Por fim, os saberes experienciais são aqueles desenvolvidos pelos/as docentes com base no “trabalho cotidiano e no conhecimento de seu meio. Brotam da experiência e são validados por ela” (TARDIF, 2011, p. 38-39).

Assim, faz-se necessário conhecer e vivenciar o campo de atuação profissional docente para superar impactos vivenciados “diante da real condição das escolas e suas contradições entre o escrito e o vivido, o dito pelos discursos oficiais e o que realmente acontece” (PIMENTA, 2012, p. 11) entre o que pensamos, o que acreditamos e o que fazemos.

Ainda percorrendo essa discussão da prática, vale incorporar uma concepção que ultrapasse o entendimento de senso comum da prática como “receita ou mera técnica” (GATTI, 2012) a ser aplicada em qualquer contexto e com quaisquer sujeitos. Também é necessário discutir a formação acadêmica presa ao abstrato, genérica, insuficiente para a formação holística de um/a professor/a.

Na perspectiva dos diferentes saberes da docência, a formação continuada possibilita a reflexão sobre a ação e proporciona a redefinição das ações docentes de acordo com as demandas do cotidiano. Imbernon (2010) afirma que esse tipo de instrução de professores/as é uma forma de ruptura com o individualismo docente, cada um trabalhando isoladamente em sua área do conhecimento, uma vez que a discussão de metodologias de trabalho e a

atmosfera afetiva tornam-se as bases do exercício colaborativo:

A colaboração é um processo que pode ajudar a entender a complexidade do trabalho educativo e dar respostas melhores às situações problemáticas da prática. [...] Também é certo que o trabalho colaborativo entre os professores não é fácil, já que é uma forma de entender a educação que busca propiciar espaços onde se dê o desenvolvimento de habilidades individuais e grupais de troca e diálogo, a partir da análise e da discussão entre todos no momento de explorar novos conceitos. [...] Os professores compartilham a interação e a troca de ideias e conhecimentos entre os membros do grupo. (IMBERNÓN, 2010, p. 65).

A importância da formação continuada, a colaboração entre os/as colegas de profissão, a troca de experiências e o compartilhamento de informações e angústias foram pontuados por alguns/mas professores/as durante o grupo focal:

Eu achei fundamental a gente discutir essas questões como modelo, como vídeos, como aula, o que a gente poderia estar trabalhando. O mais fundamental de tudo é reunir essas pessoas aqui, pessoas interessadas, pessoas que se dedicam ao ensino e que querem buscar coisas melhores para as suas aulas. Então quando a gente reúne e trabalha, infelizmente eu não tive a oportunidade, devido ao excesso de trabalho, de estar aqui a todo momento, os momentos que eu estive, aprendi muito, com as práticas propostas que vocês colocaram para a gente refletir e com os próprios colegas. Porque essa integração, interação entre as práticas que cada um traz, é uma experiência riquíssima que cada professor trouxe aqui, juntamente com uma proposta de discussão de uma metodologia ao colocar uma prática, uma atividade para a gente pensar, a gente trouxe muitas ideias. Para mim como professora foi muito rico, muito rico mesmo. E pensar justamente nessa metodologia, como construir, de que maneira podemos superar essas limitações? Eu acho que falta muito a gente ter momentos como esse num curso, onde a gente pode estar discutindo com colegas de área, colegas que trazem a experiência de cada um deles, eu acho que é fundamental, nós ficamos muito isolados dentro da nossa própria sala de aula, lógico que todos os professores, ninguém é 100%, todos nós estamos em construção. Quando eu penso nessa questão de formação de conceito, estrutura e função, eu acho que a prática, as atividades de pensar o que aquela prática representa, por exemplo, aquele modelo lá [referindo-se à foto do slide que tinha a molécula de DNA feita com balas de

goma], mas o que ele representa e como eu posso trabalhar? Igual aos vídeos que nós discutimos, foram vídeos magníficos, como eu posso trabalhar aquele vídeo? É só simplesmente passar? Não, tem que contextualizar. Qual é a linguagem do vídeo? Onde ele foi trabalhado? Como ele foi trabalhado? Como eu posso trabalhar? Cada um que deu opinião, a gente brincou bastante, eu acho que foi muito bom porque nós encontramos ideias, pensamos como o menino entende, como a gente entende, mesmo que a gente esteja muito tempo sem dar daquele conteúdo. (Professora Lara)

Sobre a discussão da formação inicial e continuada, a professora Patrícia fez um importante relato:

Eu queria só retomar a questão da formação continuada que você disse, Professora Lara, de a gente estar junto, trocar informações, o quanto isso poderia ser rico para a formação inicial. Eles terem contato com os professores de uma forma um pouco diferente do que a gente tem no estágio. Porque no estágio, o que a gente vivencia? A gente vai para a sala, assiste aula e a gente já vai com percepções humanas que a gente tem mesmo, acertos e erros, a gente vai na postura de crítica e a gente não tem o contato muito próximo, que, por exemplo, é o que o Pibid pode dar para os alunos que estão em formação. De sentar com ele lado a lado [referindo-se a professor/a-colaborador/a e licenciando/a no estágio] e falar “olha, essa ideia sua é muito boa, será que a gente tem tomada para isso na sala? Será que a gente consegue com 40 [alunos] na sala de aula?” Essa vivência que eu acho que, por mais que os orientadores tentam passar pela experiência com o ensino fundamental e médio que muitos têm, o professor que está na sala de aula vive aquilo constantemente, são questões que atropelam as práticas deles. Então eu acho que isso pode ser muito rico também, levar para fazer palestras, conversar, contar o que faz em sala de aula. Só para complementar a parte de formação que eu acho que pode ser riquíssima para eles.

O professor Hugo também se posicionou sobre a formação continuada:

Ah, essa troca, como a Lara falou, isso é muito interessante, a pessoa traz novas coisas, já tinha isso processado, mas foi bom você ter reforçado, às vezes a gente já tinha isso, mas é bom, por exemplo, ter a tia [professora] Patrícia reforçando isso, ter a professora Luiza do lado, Carlos, a professora Cristiane do lado, reforçando isso. “Nossa, isso é interessante e tal!” Eu acho que isso é muito positivo, e isso

é que falta muitas vezes na formação, na interação, na estrutura, na função, no desenvolvimento, na capacitação, na formação continuada⁶¹.

No exercício da docência, Sacristán e Gómez (2007) afirmam que a prática do/a professor/a é condicionada aos saberes que ele/a mobiliza e constrói no seu cotidiano pedagógico. Com esses saberes, o/a professor/a é capaz de ativar e criar estratégias por vias alternativas na tentativa de solucionar as demandas que surgem durante as aulas. Nessa mesma perspectiva, Ribeiro (2008) afirma que os/as professores/as em exercício são condicionados/as, em sua maioria, a arquitetar situações de ensino de forma espontânea, ou quase automática, intuitivamente.

Desse modo, lidar com as situações de ensino-aprendizagem requer do/a professor/a uma contínua reflexão sobre a ação e a reflexão na ação: a tomada de consciência sobre a experiência, os saberes da experiência, os fatores externos que nela interferem – como os aspectos físicos e os recursos do espaço escolar – e os outros saberes provenientes da formação profissional, saberes do currículo e disciplinares.

Contudo, não podemos perder de vista a necessidade de discutir as propostas legais para as licenciaturas, o que é proposto nos documentos das Instituições de Ensino Superior (IES) e o que é praticado no cerne dos cursos de formação de professores/as. Gatti (2012, p. 18) também ressalta essa questão e ainda aponta para a vitalidade do "conhecimento que vem com o exercício da profissão e as experiências vividas" no contexto escolar.

O curso de formação de professores/as desta pesquisa também discutiu muito sobre o distanciamento entre conteúdo e metodologia de ensino-aprendizagem, tanto que, em vários momentos, os/as docentes puderam compartilhar seus relatos de experiências, como os exemplos a seguir.

⁶¹ A interatividade observada durante o curso intensificou-se pela criação de um grupo no WhatsApp e pela troca de e-mails, que foram utilizados para compartilhamento de artigos, vídeos, *links de sites*, além de mensagens motivacionais que mantiveram o grupo coeso durante o curso. Tal iniciativa surgiu a partir do próprio grupo de participantes.

Eu acredito que o uso de modelos que a gente fez aqui são sempre muito bem-vindos desde que eles sejam associados à estrutura real. Por exemplo, você usar microscópio ou imagens feitas em microscópios associando isso aos modelos é muito importante. Então, por exemplo, essa estrutura de DNA, você não vai conseguir usar ela usando microscópio, a gente tem algumas imagens para explicar o processo como chegou a esse modelo. Em relação às células, então você vê ali, nas cebolas tem na parede e um núcleo que você consegue ver, mas outros equipamentos te permitem enxergar e identificar outras estruturas que estão ali. Então eu trouxe a foto para ver, uma foto de micrografia, a gente consegue em outro equipamento, que está presente também, a gente não consegue enxergar por conta dessa tecnologia. Então, eu acho que associar o tempo inteiro, para não incorrer no erro de ficar só jujuba na cabeça da criança, eu acho que isso é bastante importante, porque tem a parte lúdica que é muito importante, tem a parte divertida que é essencial para a gente aprender. Todo mundo aqui sabe que quando a gente faz uma coisa que desperta interesse, que remete a outras memórias, fica muito mais interessante isso para a criança e para o adolescente, a informação é muito maior. Então a gente lança mão desses artifícios, eu percebi uma dificuldade muito grande com meus alunos em relação a interpretação da estrutura dos átomos, eu cheguei meio que no meio do curso, eles fizeram a prova, saíram muito mal e não estavam entendendo sobre próton, nêutron, elétron, então vamos construir esse modelo. Então vamos construir esse modelo, é cartolina, é linha, feijão e milho, vamos fazer representações para tentar de uma forma associar aquilo ao conhecimento que eles já têm. Então eu acho que é sempre muito válido, eu acho que o curso trouxe isso para a gente com muitas ideias. (Professora Patrícia)

Pensando na dimensão da prática docente e da formação dos/as professores/as que participaram dos cursos que desenvolvemos nesta pesquisa, observamos que os grupos de Goiás e Minas Gerais são distintos e apresentam características próprias, que interferem no fazer docente e, consequentemente, no processo de ensino-aprendizagem.

Em Goiás, dos/as sete professores/as que iniciaram o curso, três deles/as tinham formação inicial em outras áreas do conhecimento, como Letras, Geografia, Biomedicina. O professor José, formado em Geografia, disse sobre suas dificuldades em ministrar aulas de Biologia em diversos momentos do curso:

Estou só aprendendo. Muita coisa aqui eu já aprendi. Eu conheci célula quando fui dar aula para 1^a série [ensino médio]. Mas é até bom que eu vou revisando cada uma delas [os tipos de células]. **Eu aprendo aqui e depois ensino na aula.** Quando a gente está nessa situação e começa a aprender, a pegar o ritmo da coisa, eles te tiram [alteram a modulação do professor]. **Mas eu acho difícil falar para o aluno que a célula faz parte da vida dele.** Eu estou empolgado com o curso porque eu já trabalhei com Biologia há dois anos atrás, mas eu levei as aulas nas coxas, era só para completar a carga. Aí quando eu soube que ia pegar de novo a Biologia, eu me interessei mais, estou focado, interessando em aprender, porque é uma novidade para mim. E o bom é que eu posso integrar a Geografia, que é a minha área, em algumas questões da Biologia, como o meio ambiente. Eu acho que essas reuniões deveriam ter em todas as áreas, porque elas facilitam muito o nosso trabalho. **Uso vídeos para mostrar o conteúdo e eu não preciso explicar. Lá tem tudo.**

Essas afirmações refletem a deficiência do docente na área específica, além de possibilitar momentos de discussão sobre a prática e a formação continuada como processos de embasamento técnico e fortalecimento do ensino e da aprendizagem.

Na mesma proporção de valor, preocupa-nos a postura do governo do estado de Goiás em contratar professores/as com formação diferente da área em que devem atuar. Nessa perspectiva, buscamos informações com o escritório representante da Secretaria Estadual de Educação de Goiás e obtivemos dados do cadastro de 61 professores/as de Ciências e Biologia no município onde realizamos o curso de formação continuada. Dessa população, 29 professores/as eram formados/as em Biologia, o que equivale a 48% do total; 32 docentes eram formados/as em outras áreas – oito, em Pedagogia; sete, em Geografia; sete, em Matemática; seis, em Educação Física; três, em Letras; e um, em Química. Esses indicadores mostram o grande número de professores/as de um município que estão ocupando cargos de Ciências e Biologia, mas que não têm formação específica para tal⁶².

Ainda a respeito disso, durante o curso de formação continuada, tivemos a oportunidade de verificar que, mesmo que tivessem formação na área,

⁶² A não formação na área específica – Biologia – pode ter sido mais um fator de desinteresse pelo curso de formação continuada de professores em Goiás.

alguns/algumas docentes manifestavam aspectos conflitantes sobre conceitos de Biologia Celular, levando a noções incorretas de fenômenos biológicos.

Sforni (2004, p. 5) alega que "apropriar-se do conteúdo e da forma de interação dele com a realidade não é um processo simples, exige uma **mediação intencional** sobre esses dois aspectos" (grifo nosso). Sobre isso, o professor Pedro, no grupo focal, traz um relato de sua experiência:

No curso em Goiás teve uma dinâmica usando o celular e a lentezinha do DVD [referindo-se a lente da caneta laser]⁶³, e eu passei a reproduzir em sala de aula. Mas colocava o papel branco na carteira, colocando um foco de luz, colocava dois livros, a lâmina em cima para que o papel branco refletisse a claridade da luz e às vezes dava, às vezes não. Fiz isso semana passada, sexta-feira, e na escola não tem laboratório, mas eu levo as maletinhas com as coisas, coloco o aluno para montar, eles montam a lâmina [do epitélio de cebola], colocam o corante, fazem tudo. E aí, no momento que eu estava atendendo a outro grupo, eles pegaram o celular e ligaram lanterna do celular, segurou a lâmina em cima e colocou o outro por cima, então ele captou o mecanismo de funcionamento de um microscópio e eu não falei nada daquilo. Aí tiram as fotos nas redes sociais, mas querem que eu marque eles, aí eles fazem o que quiserem, compartilhem e tudo. Mas eles captaram, e eu usei corante diferente, a fucsina e o azul de metileno só para ver de cor diferente, o azul de metileno cora o núcleo mais rápido. Um aluno perguntou “e se misturar os dois corantes?”. Falei que nunca tinha tentado aquilo e que ele podia fazer. Ele fez e foi a coisa mais linda, ficou umas células em tom rosa, outras em tom azul, outras ficaram roxas, ficou um mosaico de cores e parece que ela ficou inchada, sabe? Eu coloquei como foto de capa no meu celular. No Facebook coloquei que: “em 1685 Robert Hooke inventou o microscópio, em 2017 fulano, fulano e fulano reinventaram com o celular”. Eles amam⁶⁴ aquilo lá [mídias e redes sociais] e contam para todo mundo.

Aqui, mais uma vez, constatamos a importância da formação docente no sentido da reflexão sobre a ação, cuja definição da prática pedagógica ganha mais autonomia e segurança na implementação de metodologias de ensino,

⁶³ O professor Pedro estava falando sobre a atividade do microscópio de telefone celular que havíamos apresentado e discutido no curso de formação.

⁶⁴ Os alunos demonstram grande interesse no uso de mídias e redes sociais com a finalidade de divulgação das atividades realizadas pelo professor Pedro.

além de tornar visível as inter-relações entre os saberes. Dar aos/as professores/as a oportunidade do compartilhamento de ideias e experiências revela a gama de possibilidades que se constroem no processo de reflexão. Assim, fica evidente a ampliação da autonomia dos/as estudantes como agentes ativos na construção de seus conhecimentos. Isso, ainda, reforça a certeza de que a formação continuada é um recurso vital para a prática docente reflexiva. Ou seja, o pensamento prático no fazer docente deve acontecer de forma consciente, não intuitiva ou espontaneamente, para que seja alcançada a aprendizagem numa perspectiva dialógica entre alunos, conteúdo, objetivos de aprendizagem, estratégias de ensino, controle e avaliação, além da interação entre alunos/as e professor/a, apoiada na unidade dialética do processo didático-pedagógico.

De acordo com Mortimer (2011, p. 54), os/as alunos/as podem ter “sistemas de conhecimento em competição”, o que significa que aqueles saberes que tiverem maior força podem se sobressair aos demais. Caso esse sistema seja formado por informações incorretas a respeito de algum tema, poderá ocasionar a formação de concepções errôneas. Tal situação pode se originar também do recurso de emissão de signos – a linguagem, se ela científica ou não –, visto que é por meio dela que ocorre a construção do conhecimento, a transmissão de informações e a formação docente.

O professor Hugo fez uma fala interessante sobre a linguagem:

É engraçada a linguagem, ela permite nos comunicarmos, falarmos, transmitirmos, escrevermos. Mas a linguagem é um negócio muito interessante também pelo outro lado, porque ela tem o sentido denotativo, mas ela também tem o sentido conotativo. Ela tem um sentido do dicionário, tecnologia certa, mas ela também tem as analogias, as comparações, e isso permite esses conceitos. Ela faz a gente muitas vezes um herói, mas muitas vezes um vilão porque tem distorção, modificação, tem erros às vezes na fala, erros no meio, erros no transmissor, erros no receptor. Então é um negócio complexo esse negócio, de transporte do conhecimento através da linguagem em si, esses conceitos prévios também, porque às vezes um conceito errôneo, às vezes ele vem prévio e vai passando, vai passando, vai passando... Não são só os professores não, é desenho animado, é televisão. Vou pegar a frase do Cortella [referindo-

se a Mário Sérgio Cortella]: um aluno que chega aos seis anos de idade - para quem já trabalhou com alfabetização, hoje em dia ele chega [na escola] com seis anos - ele assistiu mais de cinco mil horas de televisão até chegar no primeiro ano [ensino fundamental], ele chega com uma base de cinco a seis mil horas de televisão na vida até aquele momento. Aí a professora chega em sala de aula e coloca no quadro "a pata nada". E todo esse conhecimento prévio, essas cinco mil horas, esses conhecimentos que ele adquiriu, fora o horário que ele conviveu com a família, com os amigos, com o pré, antigo jardim 1, 2 ou 1º ou 2º período aí... Então isso muitas vezes é jogado fora, é muito complicado.

Assim, a força que mobiliza o processo de ensino-aprendizagem pode ser formada por fatores de proximidade ou distanciamento do cotidiano, ou por empatia, motivação, fatores culturais, sociais que influenciam o/a aluno/a em relação ao conteúdo.

Observamos, durante a pesquisa, que alguns/algumas docentes de Goiás tinham certo déficit em conteúdos específicos, e os/as professores/as de Minas Gerais tinham baixo domínio de conteúdos pedagógicos. Essa diferenciação foi visível durante todo o curso de formação, em que notamos a ênfase metodológica de um grupo e o destaque teórico do outro grupo. Todavia, sabemos da importância do domínio do conteúdo específico e da forma de ensiná-lo como prerrogativas essenciais ao processo de ensino-aprendizagem.

De maneira alguma podemos utilizar a formação continuada como recurso para julgamento das condutas dos/as professores/as, uma vez que acompanhá-los/as nessa caminhada nos mostrou suas habilidades e o desejo de transformação de suas práticas. Investigar a prática docente estando imerso/a no ambiente de pesquisa expõe nossas fissuras, rupturas, revoluções apoiadas no vivido, da experiência pessoal e profissional. Isto é, mostra-nos onde paramos e revela o caminho que ainda temos que percorrer em busca de crescimento e renovação.

Para termos ideia de como esses/as docentes desempenhariam sua práxis, solicitamos, durante o curso de formação, a construção e execução de uma proposta de ensino de célula em suas turmas de ensino médio. Nesse

sentido, a análise do relatório dessa atividade seria nossa base de avaliação da relação entre o curso, a prática pedagógica e a aprendizagem sobre célula.

Baseando na análise das propostas do grupo de Goiás, cujo tema selecionado para ser desenvolvido de forma integrada foi o conceito de célula, a morfofisiologia celular, vislumbramos as seguintes constatações: a professora Alice realizaria aulas expositivas e atividades práticas utilizando como recursos um LD, microscópio e lâminas, maquete de célula animal, vídeos, imagens tridimensionais e a construção de modelos de células vegetais e animais de isopor e massa de modelar, sendo estes três últimos discutidos durante o curso de formação. A professora Maria propôs aulas expositivas com LD e vídeo para discutir aspectos históricos da teoria celular, conceitos e características de células vegetais e animais. O professor Pedro planejou aulas expositivas e práticas também utilizando algumas das metodologias praticadas e discutidas no curso, como o microscópio de telefone celular e microscópio de caneta laser verde para visualização de protozoários e células vegetais, além do LD e a construção de modelos de células animais em potes de gel⁶⁵ (para cabelo) com massa de *biscuit* e células vegetais em caixas de pizza com massa de modelar⁷².

Em Minas Gerais, apenas quatro professores/as apresentaram suas propostas, e, em todas elas, havia aulas expositivas, além de outras atividades. A professora Luíza propôs trabalhar com o tema morfologia celular e fisiologia das organelas e realizar a atividade de microscópio de telefone celular e criar um jogo da memória com os/as alunos/as. A professora Cristiane planejou discutir sobre a genética envolvida na anemia falciforme e realizar atividade representando o cruzamento e a transmissão dos genes alelos para esse tipo de anemia. A professora Cecília apresentou uma proposta de trabalho sobre os fungos; na perspectiva da diversidade celular, apenas a morfologia, com vídeo, questionário para discussão em grupo e uma atividade de observação da decomposição de pão por fungos. O professor Hugo pretendia discutir a base de conceitos para o ensino de Genética, trabalhando o que os/as alunos/as

⁶⁵ Atividades criadas pelo professor Pedro.

compreendem por Genética, a compreensão de célula, suas estruturas e mecanismos citoquímicos envolvidos e, por fim, a divisão celular, para embasar os fenômenos reprodutivos, envolvendo a morfofisiologia celular.

Diante do exposto, vimos que esses/as professores/as se dispuseram a adotar vários recursos que discutimos durante o curso, como algumas das atividades práticas desenvolvidas, discussão de aspectos morfológicos e fisiológicos da célula de forma correlacionada, integrada, criando oportunidades para que os/as alunos/as saiam do papel passivo de receptores/as de informação e ocupem o espaço de produtores/as de seu próprio conhecimento. Contudo, ainda vimos que o modelo tradicional de ensino permaneceu, por exemplo, nas atividades rígidas de pergunta-resposta e no uso significativo de aulas expositivas.

Sabemos que o processo de formação é lento e gradual e que as mudanças mais profundas na prática docente somente poderiam ser avaliadas a médio ou longo prazo, pois significam transformações perenes da práxis. Dessa forma, notamos o valor da formação continuada quando vimos o professor Pedro relatar a incorporação das discussões e atividades do curso em suas aulas, como já relatamos neste texto. Acreditamos na formação continuada como meio de transformação do processo de ensino-aprendizagem.

Capítulo 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste momento, ainda não consigo olhar para trás e repensar o caminho percorrido. Esse tempo de realização do doutorado, agora sei, nada mais é que um tempo meu, tempo de aprender a aprender, a escrever, a abrir meus olhos aos espaços que eu não conhecia e aos conhecimentos que ainda não havia me apropriado. Nessa caminhada, minha e nossa, de quem a construiu e me acompanhou, tomarei o nós e os nós para tentar esboçar o que poderia ser um ponto final do primeiro parágrafo da minha vida acadêmica.

Que caminhada! Nosso caminho foi pensado tão simplório em sua origem e cresceu tanto em quatro anos de vida! Quanta transformação em nós! E se esses caminhos soubessem a beleza do caminhar e o quanto estivemos dispostos, esta pesquisa não seria a mesma sem as trilhas que se abriram e os/as caminhantes que se despiram em pensamentos, ideias, olhares, metamorfoses.

Olhando mais uma vez para as questões de investigação e os objetivos que deram início a este trabalho, vamos pontuar o que as tramas desvelaram em cada um.

Do questionamento feito sobre quais seriam as concepções de célula dos alunos de ensino médio, podemos afirmar que a maioria do público analisado tinha a concepção de célula como estrutura arredondada e plana, composta por membrana, citoplasma e núcleo, além de algumas organelas com funções específicas. Essa célula foi definida como as menores partículas que constituem os seres vivos e que formam os tecidos. Todavia, na representação esquemática da célula, notamos a confusão entre células e tecidos e como os/as alunos/as estavam comprehendendo aqueles desenhos ou imagens visualizadas em atividades nas escolas.

Outro ponto importante sobre as células foi a dificuldade em diferenciar célula vegetal e animal. Em muitos casos, os/as alunos/as afirmaram que a célula animal é mais complexa, com membrana, núcleo e material genético, enquanto a célula vegetal foi taxada como mais simples, sem núcleo, com somente um tipo de material genético. E houve mesmo confusão com termos técnicos, como eucarioto/procarioto, eucarionte/procarionte.

Ainda abordando essas concepções, outro ponto conflitante foi a

presença de afirmações sobre o funcionamento das células com enfoque na utilidade delas, principalmente em relação ao organismo, como se as células existissem porque estavam atreladas a um tipo de função no organismo.

Em diversos momentos desta pesquisa, as concepções de estudantes e docentes se apresentavam muito próximas, similares. Situações como essa perpassam o cerne da formação desses/as docentes, a qualidade dos cursos de formação de professores/as e sua influência direta no processo de ensino-aprendizagem, bem como os referenciais que os/as professores/as utilizam, a disponibilidade de oportunidades de formação continuada ao longo do exercício profissional, os interferentes político-educacionais e curriculares⁶⁶ na ação docente, entre outros.

No que diz respeito à prática pedagógica dos/as professores/as no ensino de Biologia Celular e à relação dessa prática com as concepções construídas pelos alunos, encontramos a linguagem como forma de facilitação ou de geração de distorções conceituais, fundamentadas na utilização de analogias, simplificações e reducionismos. Destacamos também o apego dos/as docentes pelo conteúdo em si e os diversos momentos em que discutimos sobre o “como ensinar”, para além dos recursos didáticos, incluindo o pensar sobre os modos de ensinar aos/às alunos/as. Essas constatações mostram-nos o quanto precisamos avançar em busca de uma formação docente colaborativa, construindo vínculos efetivos entre escolas e universidades, em que o “ir e vir” seja um contínuo processo de conhecer e discutir os meandros da prática docente: o que precisamos saber para ensinar nossos/as alunos/as? Quais conhecimentos são importantes na proposição de práticas pedagógicas diversificadas e que alcancem os significados necessários à aprendizagem?

Nessa perspectiva, ouvir esses/as docentes fomenta a tomada de consciência e a reflexão sobre a práxis. Os posicionamentos que afloraram no

⁶⁶ Durante o grupo focal, ficou evidente a rigidez do currículo de Goiás em comparação ao currículo de Minas Gerais, como a rígida avaliação e os conteúdos bimestrais mencionados pelo professor Pedro, que dificultam o desenvolvimento de metodologias diversificadas em sala de aula.

grupo focal foram imprescindíveis para o embasamento desta pesquisa, uma vez que eles revelaram outros aspectos da prática docente, que não haviam aparecido nas etapas anteriores, tais como as percepções individuais sobre a formação docente, as fragilidades e as limitações pessoais na compreensão do conhecimento científico e sua relação com a prática pedagógica.

Outrossim, o processo de reflexão sobre a ação docente no curso de formação e no acompanhamento da prática de um professor trouxeram importantes contribuições para transformar esses/as colaboradores/as em sujeitos ativos, fundamentais no processo de ensino-aprendizagem da Biologia. A discussão sobre a prática e a reflexão sobre a ação e na ação proporcionaram momentos profícuos ao desenvolvimento profissional, que verificamos nas falas dos/as professores/as. Dessa forma, ressaltamos a importância do olhar reflexivo sobre a própria formação e a práxis.

Ainda no sentido da reflexão sobre a prática docente, esta pesquisa possibilitou a vivência da transformação do processo de ensino-aprendizagem, em um *continuum* de construção diária em que a docência, o conhecimento científico e o conhecimento escolar foram ressignificados pela evolução da avaliação permanente, a respeito do processo de ensino-aprendizagem para um determinado contexto. Afinal, cada turma de alunos/as é uma multiplicidade infinita de possibilidades, ideias, individualidades, tempos e espaços. Partindo desse pressuposto, torna-se inviável almejar atingir os mesmos objetivos de aprendizagem para universos tão distintos quanto as diferentes turmas de um mesmo nível de escolaridade. Desse modo, é dúvida imaginar que o planejamento pedagógico para uma determinada aula, pensado como forma de homogeneizar o conteúdo e as metodologias de ensino que serão aplicados literalmente em várias turmas, terá o mesmo resultado em grupos tão heterogêneos. Mais uma vez, configura-se indispensável o olhar sobre as singularidades de cada aluno/a e turma para propor, executar, avaliar e refletir o ensino de Biologia que seja coerente e significativo.

Um grande hiato identificado nesta pesquisa foi a forma como o currículo do estado de Goiás e os órgãos relacionados à educação menosprezam a qualidade do processo de ensino-aprendizagem, mediante ao enrijecimento

dos tempos e do conhecimento, impedindo que a Biologia seja ensinada de forma significativa, holística e que os/as alunos/as sejam sujeitos ativos na construção do seu saber. Para quebrar essa rigidez imposta pelo Estado, poucos/as docentes se dispõem a enfrentar essa realidade e a pensar em algo diferenciado e voltado para a aprendizagem efetiva dos/as estudantes. Pequenos passos foram dados com esta pesquisa, mas ela foi restrita a uma amostra desse cenário e poderá servir de aporte a outras investigações.

Podemos afirmar que atingimos os objetivos deste trabalho na identificação das concepções de célula de alunos de ensino médio e na investigação da prática pedagógica de professores/as regentes de Biologia referente ao ensino de Biologia Celular.

Por fim, ainda afirmamos que não poderíamos apontar para Alice, Carlos, Cecília, Cristiane, Daniela, Eliane, Fernanda, Hugo, José, Karla, Lara, Luíza, Maria, Mariana, Patrícia, Pedro e Sandra, professores/as colaboradores/as durante a maior parte deste trabalho, e julgá-los indolentemente por erros, formas de pensar, ou criticá-los sob o ponto de vista das pesquisadoras, eu e Graça Cicillini. Afinal, meus pensamentos e minhas angústias foram construídas e desconstruídas a cada passo que demos juntos/as! Nesses momentos, percebi que era muito mais eu em observação, reflexão e avaliação que Alice, Carlos, Cecília, Cristiane, Daniela, Eliane, Fernanda, Hugo, José, Karla, Lara, Luíza, Maria, Mariana, Patrícia, Pedro e Sandra, individualmente. Foi uma revolução pessoal e profissional no período de 2013 a 2017. Não me cego aos erros, mas me apego aos acertos, aos meus, aos deles/as e aos nossos!

Ou seja, esta tese abre-se em uma infinidade de possibilidades de estudos futuros. E me entrego a eles!

Mais algumas palavras....

Bem, agora que nossas experiências, vivências e aprendizados estão esboçados no papel, posso reassumir minha voz para contar-lhes um pouco do que senti. Afinal, ainda não consigo consolidar meus sentimentos em palavras,

mas vou tentar.

Não sei onde aconteceu, ou quando fui tomada por inteiro, mas sei que vivi minha tese intensamente. Foram quatro anos de intenso fervor de ideias, estudos, trocas, desconstruções, construções e reconstruções. Enfim, não sou a mesma pessoa que iniciou este trabalho.

Sentimentos de alegria, euforia, preocupação, minha reorganização interna... ideias mil a todo vapor, os tempos e os espaços. Meu corpo respondeu a todas as sensações e sentimentos de formas variadas, com arrepios, lágrimas e até alguns tremeliques. Cada etapa do trabalho, reunião, encontro do curso, ida à escola onde fiz a pesquisa de campo, tudo era motivo para somatizar sentimentos em respostas fisiológicas.

Todos os dias em que estive imersa nesta pesquisa, cada pessoa com quem falei, cada minuto de conversa povoaram minha mente e, às vezes, me pego sorrindo das situações que aconteceram. E ainda me surpreendo quando retomo a memória de alguns momentos desse período. As conversas com as secretarias de educação, com professores/as, a aplicação do questionário, o curso de formação e o acompanhamento da prática pedagógica do professor Pedro... Também não posso deixar de mencionar o quanto me surpreendi ao vivenciar a disposição desses/as professores/as diante de tantas situações insatisfatórias de infraestrutura nas unidades escolares com as quais eles/as se deparam e superam todos os dias!

Ah, o curso de formação de professores, em particular, nas duas edições, me causou um turbilhão de sensações. Em várias situações, ao ouvir os/as docentes participantes do curso, com seus relatos e experiências, ou suas visões sobre o trabalho que estávamos desenvolvendo, meu corpo era tomado por ondas de arrepios, e, em cada um desses momentos, eu tinha a certeza de que a caminhada valia a pena. Todos os dias, em geral ao concluirmos as atividades, quando eu me despedia de todos/as, os tremeliques e arrepios surgiam. Eu era tomada por tantas sensações que, não raro, me segurei para conter as lágrimas e falava com a voz embargada: “Espero vê-los/as no próximo encontro!”

Sim, fui afetada, como Favret-Saada (1990) relata. Afetadíssima! E não

poderia ser diferente! Como reagir de outra forma se aquilo tudo me mostrava que eu não estava só neste caminho? Minha caminhada jamais foi solitária. Encontrei pessoas que pensam e vivem a Educação, o ensino de Biologia e a forma como a Biologia Celular se faz presente no processo de ensino-aprendizagem. Eu não conseguia me despir daquela postura travada que mantinha durante o curso para mostrar que esta pesquisa está em mim, entranhada.

Hoje, sou cada um e cada uma, sou nós.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J. et al. **Biologia molecular da célula.** Tradução de Ana L. S. Vanz et al. Porto Alegre: Artes Médicas, 2004. 1294 p.

ALVES, R. A escola que sempre sonhei sem imaginar que pudesse existir. Campinas, SP: Papirus, 2001.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia 1.** 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010.

ANASTASIOU, L. C. Ensinar, aprender, apreender e processos de ensinagem. In: ANASTASIOU, L. C.; ALVES, L. P. (Orgs.). **Processos de ensinagem na universidade:** pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. 7. ed. Joinville: Univille, 2007. p.15-43.

ANDRADE, C. D. de. **Amar se aprende amando.** Tempo de Ipê. 24. ed. Rio de Janeiro: Record, 2001.

ANDRADE, F. T. **O medo: o maior gigante da alma.** Disponível em: <<http://www.carpediem.blog.br/2012/08/o-medo-o-maior-gigante-da-alma.html>>. Acesso em 22 mar. 2017.

ANDRADE, M. A. B. S.; CALDEIRA, A. M. A. O modelo de DNA e a biologia molecular: inserção histórica para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, SP, v. 4, p. 139-165, 2009.

AYUSO, G. E. F.; BANET, E. H. Alternativas a la enseñanza de la genética en educación secundaria. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Espanha, v. 20, n. 1, p. 133-157, 2002.

BACHELARD, Gaston. **A poética do espaço.** 1. ed. Tradução de Antonio de Pádua Danesi. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

BARBIER, R. **A pesquisa-ação.** Tradução de Lucie Didio. Brasília: Liber Livro, 2007.

BARDIN, L. **Análise do conteúdo.** Tradução de Luís Antero Reta e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BASTOS, F. O conceito de célula viva entre os alunos de segundo grau. **Em Aberto**, Brasília, DF, ano 11, n. 55, p. 63-69, 1992.

BATISTETI, C. B.; ARAÚJO, E. S. N.; CALUZI, J. J. As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, SP, v. 4, p. 17-42, 2009.

BIBLIOTECA DIGITAL DE CIÊNCIAS. Disponível em: <<http://www.bdc.ib.unicamp.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2017.

BLYSTONE, R. V. The value of analysis of standardized placement exams: a case of study of cell structure. In: Second Regional Conference on University Teaching, 1987, New Mexico. **Anais...** Disponível em: <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED282717.pdf>>. Acesso em: 21 jan. 2017.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação:** uma introdução à teoria e aos métodos. Tradução de Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Ed., 1994.

BONZANINI, T. K. **Avanços recentes em biologia celular e molecular, questões éticas implicadas e sua abordagem em aulas de biologia no ensino médio:** um estudo de caso. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2005.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Temas da Genética contemporânea e o ensino de Ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam? In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), VIII, 2011, Campinas. **Anais...** São Paulo: UNICAMP/ABRAPEC, 2011, p. 1-11.

BRASIL. Ministério da Educação e Saúde. Decreto nº 19.890, de 18 de abril de 1931. Dispõe sobre a organização do ensino secundário. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, RJ, 01 maio 1931. Seção 1, p. 6945. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-19890-18-abril-1931-504631-publicacaooriginal-141245-pe.html>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e Saúde. Decreto nº 4.244, de 9 de abril de 1942. Lei orgânica do ensino secundário. **Diário Oficial**, Rio de Janeiro, RJ, 10 abr. 1942. Seção 1, p. 5798. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-4244-9-abril-1942-414155-publicacaooriginal-1-pe.html>>. Acesso em: 30 mar. 2017.

BRASIL. Lei nº 5.692 de 11 de agosto de 1971. Fixa Diretrizes e Bases para o ensino de 1º e 2º graus, e dá outras providências. **Diário Oficial**, Brasília, 1971. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5692.htm>. Acesso em: 30 mar. 2017.

BRASIL. Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 27.833.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Fundamental Segunda Fase**. Brasília, DF: MEC/SEMT, 1997, 126p.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média

e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais**: ensino médio. Brasília, DF: MEC/SEMT, 1999, 394p.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio - parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias**. Brasília, DF: MEC/SEMT, 2000, 58p.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, DF: MEC/SEMT, 2002, 144 p.

BUSNARDO, F.; LOPES, A. C. Os discursos da comunidade disciplinar de ensino de biologia: circulação em múltiplos contextos. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 16, n. 1, p. 87-102, 2010.

BUSTAMANTE, J. D. de; ALEXANDRE, M. P. J. ¿Ves lo que dibujas? Observando células con el microscopio. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona, Espanha, v. 14, n. 2, p. 183-194, 1996.

CACETE, N. H. Breve história do ensino superior brasileiro e da formação de professores para a escola secundária. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, SP, v. 40, n. 4, p. 1061-1076, out./dez. 2014.

CAETANO, J. R.; CAVICCHIOLI, A. Uma abordagem alternativa para o aprendizado dos conceitos de átomo, molécula, elemento químico, substância simples e substância composta nos ensinos fundamental e médio. **Química Nova na Escola**, São Paulo, SP, n. 21, maio 2005.

CAMPOS, V. T. B.; SILVA, F. D. A.; CICILLINI, G. A. Os sentidos dos silêncios na educação: representações sociais de professores formadores da Universidade Federal de Uberlândia – MG. **Educação Temática Digital**, Campinas, SP, v. 17, n. 2, p. 442-462, maio/ago. 2015.

CAPRA, F. **O ponto de mutação**: a ciência, a sociedade e a cultura emergente. Tradução de Álvaro Cabral. São Paulo, SP: Cultrix, 1982.

CARNEIRO, M. H. da S.; GASTAL, M. L. História e filosofia das ciências no ensino de biologia. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 11, n. 1, p. 33-39, 2005.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Becoming critical**: knowing through action research. Londres: Falmer Press, 1986.

CARRILLO, L.; MORALES, C.; PEZOA, V. et al. La historia de la ciencia en la enseñanza de la célula. **Revista Tecné Epistemé y Didáxis**, Bogotá, Colômbia, v. 29, p. 112-127, 2011.

CHERIF, A. H.; SIUDA, J. E.; JEDLICKA, D. M. et al. Not all the organelles of living cells are equal! Or are they? Engaging students in deep learning and conceptual change. **Journal of Education and Practice**, Hong Kong, China, v. 7, n. 17, p. 74-86, 2016.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. **Teoria e Educação**, Porto Alegre, RS, n. 2, p. 177-229, 1990.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique, 1991.

_____. Sobre a teoria da transposição didática: algumas considerações introdutórias. **Revista Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, RJ, v. 3, n. 2, p. 1-14, mai/ago. 2013.

CICILLINI, G. A. Conhecimento científico e conhecimento escolar: a cultura da sala de aula e o saber evolutivo sobre os vegetais. In: ROMANOWSKI, J. P.; MARTINS, P. L. O.; JUNQUEIRA, S. R. A. (orgs.). **Conhecimento local e conhecimento universal**: a aula, aulas nas ciências naturais e exatas, aulas nas letras e artes. Curitiba, PR: Champagnat, 2004, p. 161-174.

_____. **A produção do conhecimento biológico no contexto da cultura escolar do ensino médio**: a teoria da evolução como exemplo. 1997. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.

CICILLINI, G. A.; NOVAIS, G. S. Representações de discentes de ciências sobre dar aula na constituição do ser professor(a). In: BARZANO, M. A. L.; FERNANDES, J. A. B.; FONSECA, L. C. S. et al. (orgs.). **Ensino de biologia**: experiências e contextos formativos. Goiânia, GO: Índice Editora, 2014, p. 27-42.

COHEN, R. **Examining the practical aspects of implementing the living cell topic as a longitudinal axis in junior – high schools**. 2009. Disponível em: <www.weizmann.ac.il/ScienceTeaching/>. Acesso em: 14 abr. 2017.

CORALINA, C. **Vintém de cobre**: meias confissões de Aninha. 9.ed. São Paulo: Global Gaia, 2007.

CUNHA, K. M. C. B. **O ensino e a aprendizagem significativa da célula no contexto da disciplina biologia do primeiro ano do ensino médio em uma escola pública do Rio de Janeiro**. 2011. 218f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

DAITX, V. V. **O ensino de ciências e a visão antropocêntrica**. 2010. 60 f. Monografia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

DE ROBERTIS, E. M. F.; HIB, J. **Bases da Biologia celular e molecular**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

DELIZOICOV, N. C.; ERN, E. A analogia “coração bomba” no contexto da disseminação do conhecimento. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), IV, 2003, Bauru. **Anais...** São Paulo: UNESP/ABRAPEC, 2003, p. 1-12.

DESGAGNÉ, S. O conceito de pesquisa colaborativa: a ideia de uma aproximação entre pesquisadores universitários e professores práticos. **Educação em Questão**, Natal, RN, v. 29, n. 15, p. 7-35, maio/ago. 2007.

ELLIOT, J. Recolocando a pesquisa-ação em seu lugar original e próprio. In: GERALDI, C. M. G.; FIORENTINI, D.; PEREIRA, E. M. A. (orgs). **Cartografias do trabalho docente**: professor(a)-pesquisador(a). Campinas: Mercado de Letras, 1998.

ELSE, M. J.; RAMIREZ, M. A.; CLEMENT, J. When are analogies the right tool? A look at the strategic use of analogies in teaching cellular respiration to middle-school students. In: Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers Science, 2002, Charlotte. **Proceedings...** Charlotte – North Carolina, 2002.

ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Educar em Revista**, Curitiba, PR, n. 16, p. 181-191, 2000.

ESTEBAN, M. P. Sn. **Pesquisa qualitativa em educação**: fundamentos e tradições. Porto Alegre: AMGH, 2010.

FARIA, J. C. N. de M.; ANTUNES, A. M.; OLIVEIRA, M. L. et al. O ensino de biologia celular e tecidual na educação a distância por meio do microscópio virtual. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, MT, v. 6, n. 3, p. 63-75, 2011.

FAVRET-SAADA, J. Être affecté. **Gradhiva**, Paris, n. 8, p. 3-10, 1990.

FERRAZ, D. F.; TERRAZZAN, E. A. Uso espontâneo de analogias por professores de biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação? **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 9, n. 2, p. 213-227, 2003.

FERREIRA, M. S.; SELLES, S. E. Entrelaçamentos históricos das ciências biológicas com a disciplina escolar biologia: investigando a versão azul do BSCS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, V, 2005, Bauru. **Anais...** Bauru, SP: UNESP/ ABRAPEC, 2005.

FERRONATO, C. de J. **Das aulas avulsas ao Lyceu Provincial**: as primeiras

configurações do ensino secundário na Província da Paraíba do Norte. 2012. 262 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

FIALHO, W. C. G. O currículo referência do estado de Goiás e suas mudanças para o ensino de Ciências e Biologia. **Itinerarius Reflectionis**, Jataí, GO, v. 12, n. 1, p. 1-13, 2016.

FORQUIN, J.-C. Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais. **Teoria e Educação**, Porto Alegre, RS, v. 1, n. 5, p. 28-49, 1992.

FRACALANZA, H. **O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil**. 1992. 304 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas, 1992.

FRANÇA, J. A. A. **Ensino-aprendizagem do conceito de ‘célula viva’: proposta de estratégia para o ensino fundamental**. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

FREITAS, H. C. L. Certificação docente e formação do educador: regulação e desprofissionalização. **Educação & Sociedade**, Campinas, SP, v. 24, n. 85, p. 1095-1124, dez. 2003.

FREZZATTI JR., W. A. Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 435-461, Dec. 2003.

GALLO, S. Conhecimento, transversalidade e currículo. In: Reunião Anual da ANPED, 18, 1995, Caxambu. **Programa e resumos**. Caxambu, MG, p. 97, 1995.

GARCIA, J. V. **Apropriação do conceito de célula por estudantes de escolas públicas de Santa Maria, RS, a partir de uma ferramenta pedagógica**. 2013. Tese (Doutorado em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande, Santa Maria, 2013.

GATTI, B. A. Políticas e práticas de formação de professores: perspectivas no Brasil. In: Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 16, 2012, Campinas. **Atas...** Campinas, SP: Junqueira & Marin Editores, 2012.

_____. **Grupo focal na pesquisa em Ciências Sociais e Humanas**. Brasília, DF: Liber Livro, 2005.

GLYNN, S. M.; LAW, M.; GIBSON, N. M. et al. Teaching science with analogies: a resource for teachers and textbook authors. **National Reading Research Center**, Washington, DC, n. 7, p. 9-19, 1994. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=ED378554>>. Acesso em: 11 mai. 2017.

GOMES, A. A. Apontamentos sobre a pesquisa em educação: usos e possibilidades do grupo focal. **EccoS Revista Científica**, n. 7, jul./dez. 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=71570203>>. Acesso em: 28 jun. 2017.

GOMES, M. M.; SELLES, S. E.; LOPES, A. C. Currículo de Ciências: estabilidade e mudança em livros didáticos. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, SP, v. 39, n. 2, p. 477-492, 2013.

GONZÁLEZ, J. P. C.; COLICOY, N. J.; ORELLANA, C. M. et al. Los modelos explicativos del estudiantado acerca de la célula eucarionte animal. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Cádiz, Espanha, v. 9, n. 2, p. 196-212, 2012.

GOODSON, I. F. **Curriculum**: teoria e história. Tradução de Atílio Brunetta. 13. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

GOUVEIA, M. S. F. Ensino de Ciências e formação continuada de professores: algumas considerações históricas. **Educação e Filosofia**, Uberlândia, MG, n. 17, p. 227-257, jan./jun. 1995.

GRAY, R.; GRAY, A.; FITE, J. L. et al. A simple microscopy assay to teach the processes of phagocytosis and exocytosis. **CBE – Life Sciences Education**, Bethesda, MA, EUA, v. 11, 180-186, 2012.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 11. ed. Tradução de Bárbara de Alencar Martins. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

HARRISON, A. G.; TREAGUST, D. F. Science analogies: avoid misconceptions with this systematic approach. **The Science Teacher**, n. 61, p. 40-43, 1994.

HECK, C. M.; HERMEL, E. do E. S.o. A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de ciências no ensino fundamental. In: Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia, VI, 2013, Santo Ângelo. **Anais...** Santo Ângelo, RS: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2013.

HOFFMANN, M. B. Analogias históricas: reflexões para o ensino de Biologia. In: Congresso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las Ciencias, IX, 2013, Girona. **Anais...** Girona, Espanha: Facultad de Ciencias – PUCV, 2013.

HOOKE, R. **Micrographia**: or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon. reimpr. London: Leopold Publishing, 2014.

IBIAPINA, I. M. L. de M. **Pesquisa colaborativa**: investigação, formação e produção de conhecimentos. Brasília: Líber Livro, 2008.

IMBERNÓN, F. **Formação continuada de professores**. Tradução: Juliana dos Santos Padilha. Porto Alegre: Artmed, 2010.

JARA, N.; GONZÁLEZ, J. C. Unidad didáctica sobre la estructura de la célula eucarionte animal, desde el modelo cognitivo de ciencia. **Revista de Educación en Biología**, Espanha, v. 15, n. 1, p. 43-52, 2012.

JOHN KYRK. Disponível em: <<http://www.johnkyrk.com/>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia celular e molecular**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

JUSTINA, L. A. D.; RIPPET, J. L. Ensino de Genética: representações da ciência da hereditariedade do nível médio. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), IV, 2003, Bauru. **Anais...** Bauru, SP: UNESP/ABRAPEC, 2003, p. 1-12.

KARAGÖZ, M.; ÇAKIR, M. Problem solving in Genetics: conceptual and procedural difficulties. **Educational Sciences: theory and practice**, Turkey, v. 11, n. 3, p. 1668-1674, 2011.

KEMMIS, S.; WILKINSON, M. A pesquisa ação participativa e o estudo da prática. In: PEREIRA, J. E.; ZEICHENER, K. M. **A pesquisa na formação e no trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002, p. 43-63.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das Ciências**. São Paulo: EPU, 1987.

_____. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LATOUR, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. Tradução de Ivone C. Benedetti. 2. ed. São Paulo: Ed. UNESP, 2011.

LEÃO, D. M. M. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, SP, n. 107, p. 187-206, jul. 1999.

LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, RJ, v. 27, p. 5-24, 2004.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar**: ciência e cotidiano. Rio de Janeiro, RJ: EdUERJ, 1999. 236p.

_____. Organização do conhecimento escolar: analisando a disciplinaridade e a integração. In: CANDAU, V. M. **Linguagem, espaços e tempos no ensinar e aprender**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

LOPES, S. G. B. C.; CHOW HO, F. F. **Panorama histórico da classificação dos seres vivos e os grandes grupos dentro da proposta atual de classificação**. 2012. (Material didático instrucional). Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/979161/mod_resource/content/1/Bio_Filogenia_top01.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2017.

LOPES, S. G. B. C.; ROSSO, S. **Bio**. São Paulo: Saraiva, 2010. 1 v.

LORENZ, K. M. **Ciência, educação e livros didáticos do século XIX**: os compêndios das ciências naturais do Colégio de Pedro II. Uberlândia: EDUFU, 2010.

LORETO, E. L. S.; SEPEL, L. M. N.. **Atividades experimentais e didáticas de Biologia Molecular e Celular**. 2. ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2003.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2013.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, Espanha, número extra, 2005. Disponível em: <http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp320letci_e.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2016.

MARANDINO, M. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, RJ, n. 26, 2004.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia**: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.

MARTINS, C. M. De C.; TOLEDO, M. I. M.; SANTOS, M. B. L. et al. **Proposta Curricular** – Conteúdo Básico Curricular: Biologia/ ensino médio. 2006. Disponível em: <<http://crv.educacao.mg.gov.br>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

MARTINS, I.; GOUVÊA, G.; PICCININI, C. Aprendendo com imagens. **Ciência e Cultura**, Campinas, SP, v. 57, n. 4, p. 38-40, 2005.

MATEUS, A. L.; THENÓRIO, I. **Manual do mundo**: 50 experimentos para fazer em casa. Rio de Janeiro: Sextante, 2014.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 12, n. 3, p. 164-214, jan. 1995.

MEIRELES, C. **Obra poética**. Rio de Janeiro: Aguilar, 1972.

MAZZEU, F. J. C. Uma proposta metodológica para a formação continuada de professores na perspectiva histórico-social. **Caderno CEDES**, Campinas, SP, v. 19, n. 44, 1998

MORTIMER, E. F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2000.

MOSCOVICI, S. **A representação social da Psicanálise**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978.

MOURA, J.; DEUS, M. S. M.; GONÇALVES, N. M. N. et al. Biología/Genética: o ensino de biología, 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, jul./dez. 2013.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR Online**, Campinas, SP, n. 39, p. 225-249, set. 2010.

NASCIMENTO, M. I. M. **A Primeira Escola de professores dos Campos Gerais-PR**. 2004. 225 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP, Campinas, 2004.

NUNES, C. O “velho” e “bom” ensino secundário: momentos decisivos. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, RJ, n. 14, p.3 5-60, 2000.

NUÑEZ, I. B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin**: formación de conceitos e principios didáticos. Brasília: Liber Livro, 2009.

PALMERO, M. L. R. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura e del funcionamiento celular. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 2, n. 2, p.123-149, 1997.

_____. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la Biología y la investigación em el estudio de la célula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 3, p. 237-263, set., 2000.

_____. La célula vista por el alumnado. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 9, n. 2, p. 229-246, 2003.

PALMERO, M. L.R.; MOREIRA, M. A. Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de casos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 2, p. 121-160, 1999.

_____. Uma aproximación cognitiva al aprendizaje del concepto “Célula”: un estudio de caso. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 3, n. 2, p. 45-58, maio/ago., 2002.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 1999.

_____. Pesquisa-ação crítico colaborativa: construindo seu significado a partir de experiências com a formação docente. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, SP, v. 31, n. 3, p. 521-539, 2005.

_____. O protagonismo da Didática nos cursos de licenciatura: a Didática como campo disciplinar. In: Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 16, 2012, Campinas. **Atas...** Campinas, SP: Junqueira & Marin Editores, 2012.

PINA, M. B. La investigación cooperativa. **Educar**, n. 10, p. 51-78, 1986. Disponível em:
<http://www.raco.cat/index.php/Educar/article/viewFile/42172/90070>. Acesso em: 20 mar. 2017.

PLANINSIC, G. Water-drop projector. **The Physics Teacher**, Melville, NY, EUA, v. 39, p.18-21, 2001.

PRESTES, M. E. B. **Teoria celular**: de Hooke a Schwann. São Paulo: Scipione, 1997.

RIBEIRO, R. P. **O processo de aprendizagem de professores do ensino fundamental**: apropriação da habilidade de planejar situações de ensino de conceitos. 2008. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

RICHTER, E.; HERMEL, E. do E. S. A biología celular nos livros didáticos de biología: uma análise histórica do conteúdo (1923-2004). **Revista da SBENBIO**, Maringá, PR, n. 9, p. 3191-3202, 2016.

ROCHA, M. P.; SILVEIRA, D. T. O que eles sabem sobre as células? Anais do III Encontro Nacional de Ensino de Biologia, IV EREBIO-Região 5, V Congresso Iberoamericano de Educación em Ciencias Experimentales. **Revista da SBENBIO**, Fortaleza, CE, n. 3, p. 876-882, 2010.

ROMA, V. No. **Os livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do livro didático para o ensino médio (PNLEM 2007/2009)**: a

evolução biológica em questão. 2011. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SACRISTÁN, J. G.; GÓMEZ, A. I. Pérez. **Compreender e transformar o ensino**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007. Reimpressão.

SANTOS, B. de S. **Um discurso sobre as ciências**. 7. ed. São Paulo, SP: Cortez, 2010.

SANTOS, L. H. A biologia tem uma história que não é natural. In: COSTA, Marisa Vorraber; VEIGA-NETO, Alfredo et al. (org.). **Estudos culturais em educação**: mídia, arquitetura, brinquedo, biologia, literatura, cinema... 2. ed. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2004.

SANTOS, M. C. F.; SELLES, S. E. A disciplina escolar História Natural, os livros didáticos e os professores autores na década de 1930: Waldemiro Potsch e os compêndios de História Natural. In: Congresso Brasileiro de História da Educação, VI, 2011. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de História da Educação, 2011. v. 1. p. 1-14.

SAVIANI, D. Formação de professores: aspectos históricos e teóricos do problema no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, v. 14, n. 40, jan./abr. 2009.

SCHÖN, D. A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Coord.). **Os Professores e a sua Formação**. 3. ed. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1997, p. 77-91.

Secretaria de Estado da Educação, Cultura e Esporte do Estado de Goiás. SEDUCE. (SEDUC). **Curriculum Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás**. Goiânia, 2012. Disponível em:
<http://www.seduc.go.gov.br/impressa/documentos/arquivos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%A7%C3%A1ncia/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%A7%C3%A1ncia%20da%20Rede%20Estadual%20de%20Educa%C3%A7%C3%A1%C3%A3o%20de%20Goi%C3%A1s!pdf>. Acesso em: 20 jan. 2016.

SELLS, S. E.; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M.; FERREIRA, .; AMORIM, A. C. (Org.). **Ensino de Biologia**: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduff, 2005.

SETTON, M. da G. Ja. A teoria do habitus em Pierre Bourdieu: uma leitura contemporânea. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, RJ, n. 20, p. 60-70, 2002.

SFORNI, M. S. de F. **Aprendizagem conceitual e organização do ensino**: contribuições da teoria da atividade. Araraquara: JM, 2004.

SILVA, E. P. de Q. **A invenção do corpo e seus abalos:** diálogos com o ensino de Biologia. 2010. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

SILVA, E. P. de Q.; CICILLINI, G. A. A Formação de Professores em Acontecimentos: a produção dos saberes escolares nas Ciências Naturais no nível médio. In: PUENTES, R. V.; LONGAREZI, A. M.; AQUINO, O. F. (Org.). **Ensino Médio:** estado atual, políticas e formação de professores. 1. ed. Uberlândia: EDUFU, 2012, p. 287-305.

SILVA, P. R.; ANDRADE, M. A. B. S.; CALDEIRA, A. M. de A. A concepção de professores de biologia sobre o conceito de vida. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), VII, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC/ABRAPEC, 2009, p. 1-12.

SILVA JUNIOR, C.; SASSON, S.; CALDINI JÚNIOR, N. **Biologia 1.** 11.ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

SILVEIRA, R. V. M.; AMABIS, J. M. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético? In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), IV, 2003, Bauru. **Anais...** São Paulo: UNESP/ABRAPEC, 2003, p. 1-12.

SOARES, F. C.; FERRAZ, D. F.; JUSTINA, L. A. D. O uso de analogias no ensino de biologia: construção e implementação de estratégia didática seguindo o modelo TWA. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 6, supl.1, p. 37-38, 2008.

SOUZA, R. F. Entre as ciências e as letras: a consolidação do currículo científico no ensino secundário (1950-1971). In: PESSANHA, E. C.; GATTI JUNIOR, D. **Tempo de cidade, lugar de escola. História, ensino e cultura escolar em “escolas exemplares”**. Uberlândia: EDUFU, 2012.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

TARDIF, M.; LESSARD, C.; LAHAYE, L. Os professores face ao saber – esboço de uma problemática do saber docente. **Teoria & Educação**, Porto Alegre, n. 4, 1991.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. **Catálogo analítico de teses e dissertações em ensino de Biologia no Brasil (1972 - 2004)**. UNICAMP, 2008. Disponível em: <<http://www.fae.unicamp.br/cedoc/catalogo-de-teses/>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 7. ed. São Paulo, SP:

Cortez, 1996.

THOMAZINI, M. **Algumas relações de complexidade e racionalidade, em torno do conceito de divisão celular.** 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em Educação. São Paulo: Atlas, 1987.

ULIANA, E. R. Histórico do curso de ciências biológicas no Brasil e em Mato Grosso. In: Colóquio Internacional ‘Educação e Contemporaneidade’, 6, 2012, São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão, SE: 2012, p. 1-14.

USBERCO, J.; MARTINS, J. M.; SCHECHTMANN, E. et al. **Companhia das Ciências:** 7º ano. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

VECHIA. A.: LORENZ. K. M. (Orgs.). **Programa de ensino da escola secundária brasileira:** 1850-1951. Curitiba, PR: Editora do Autor, 1998.

VEIGA-NETO, A. É preciso ir aos porões. **Revista Brasileira de Educação,** Rio de Janeiro, RJ, v. 17, n. 50, 2012.

WALDHELM, M. de C. V. **Como aprendeu ciências na educação básica quem hoje produz ciência?** - o papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional de pesquisadores da área de ciências naturais. 2007. 244f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

WARD, B. A.; TIKUNOFF, W. J. **Collaborative Research.** Washington, National Institut of Education. 1982. Disponível em: <<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED221531.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

WORTMANN, M. L. C. **Programações curriculares em cursos de Ciências Biológicas: um enfoque epistemológico.** 1994. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

_____. Currículo e Ciências – as especificidades pedagógicas do ensino de Ciências. In: COSTA, M. V. (Org.). **O currículo nos limiares do contemporâneo.** 3. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

ZOTTI, S. A. O ensino secundário no império brasileiro: considerações sobre a função social e o currículo do colégio D. Pedro II. **Revista HISTEDBR Online,** Campinas, SP, n. 18, p. 29-44, jun. 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO

INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Concepções de célula dos/as alunos/as de ensino médio

Preencha seus dados:

Idade: _____ anos

Gênero: _____

Série: _____

Horário que estuda: () matutino () vespertino () noturno

1. O que são células? Escreva um conceito com suas palavras.

2. Como as células estão distribuídas no seu corpo?

- a) Somente nos órgãos internos.
 - b) Apenas nos órgãos sexuais.
 - c) Na pele e músculos.
 - d) Em todos os tecidos do corpo.

3. Você já viu uma célula? () sim () não

Onde e que tipo de célula você viu?

4. Sobre as células e seu tipos, marque a alternativa correta:

- a) Todas as células são iguais, em todos os seres vivos.
 - b) As células animais e vegetais apresentam características diferentes.
 - c) Nem todos os animais e plantas possuem estrutura celular.
 - d) Bactérias e vírus não possuem estrutura celular.

5. Como você explicaria o funcionamento de uma célula?

6. Desenhe uma célula no espaço abaixo. Indique o nome das estruturas que você desenhou.



7. Você sabe diferenciar uma célula vegetal de uma célula animal? O que elas têm em comum? E em que são diferentes?

APÊNDICE 2 - TERMO DE ASSENTIMENTO

Prezado/a Aluno/a, você está sendo convidado/a para participar da pesquisa intitulada “**Ensino de biologia celular no ensino médio - a formação de professores em Ciências Biológicas e a realidade no cenário escolar**”⁶⁷, sob a responsabilidade das pesquisadoras **Graça Aparecida Cicillini** e **Ana Flávia Vigário**. Nesta pesquisa buscamos identificar como se desenvolve a prática docente no ensino de Biologia Celular no ensino médio nas escolas públicas de um município do estado de Goiás e outro em Minas Gerais, além de implementar ações de formação continuada de professores regentes para uma prática reflexiva visando aprimorar o ensino desta área da Biologia no ensino médio. Para participar você responderá um questionário semi-estruturado contendo questões abertas e fechadas que solicitarão a descrição do conceito de célula, criação de desenhos que representem células, identificação de função e tipo de organelas celulares. Após a coleta destes dados os resultados serão submetidos à análise de conteúdo das respostas visando identificar a representação de célula de alunos/as de ensino médio, 1º e 3º anos, das escolas públicas de Goiás. E, assim que estes materiais forem transcritos e analisados, os mesmos serão apagados ou destruídos. Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá nenhum gasto e/ou ganho financeiro por participar na pesquisa. Você não é obrigado/a a participar da pesquisa se não desejar. Além disso, poderá deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. O risco consiste na sua identificação como participante da pesquisa. Contudo, todos os dados serão analisados confidencialmente e substituiremos o nome real por nome fictício (pseudônimo). E este procedimento será mantido nas publicações advindas da pesquisa. Os benefícios desta pesquisa estarão relacionados à sua aprendizagem, pois ela será utilizada como fonte de informações para a construção de uma proposta de formação de professores visando o aprimoramento do ensino de Biologia Celular no nível médio da Educação Básica.

Uma via original deste Termo de Esclarecimento ficará com você e, em caso de dúvida, entre em contato com Graça Aparecida Cicillini (telefone: 34-32361254) e Ana Flávia Vigário (telefone: 64-984578112), endereço institucional: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco 1G, Campus Santa Mônica – Uberlândia – MG, CEP: 38408-100. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica; fone: 34-32394131.

Uberlândia, ____ de _____ de _____.

Prof. Dra. Graça Aparecida Cicillini
Orientadora PPGED – UFU

Ana Flávia Vigário
Doutoranda - PPGED - UFU

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido/a.

Assinatura do/a participante da pesquisa: _____

⁶⁷ Mantivemos o título original do projeto que foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa.

APÊNDICE 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Professor(a), você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada **“Ensino de biologia celular no ensino médio - a formação de professores em Ciências Biológicas e a realidade no cenário escolar”**, sob a responsabilidade das pesquisadoras *Graça Aparecida Cicillini* e *Ana Flávia Vigário*. Nesta pesquisa buscamos identificar como se desenvolve a prática docente no ensino de Biologia Celular no ensino médio nas escolas públicas de um município do estado de Goiás e outro em Minas Gerais, além de implementar ações de formação continuada de professores regentes para uma prática reflexiva visando aprimorar o ensino desta área da Biologia no ensino médio. Na primeira parte desta pesquisa foi aplicado um questionário estruturado a alunos de ensino médio de um município de Goiás - contendo questões subjetivas que solicitaram a descrição do conceito de célula, criação de desenhos que representem células, identificação de função e tipo de organelas celulares. Após a coleta destes dados os resultados foram submetidos à análise de conteúdo das respostas visando identificar a representação de célula dos alunos de ensino médio, 1º e 3º anos, das escolas públicas. Após esta etapa e de posse destes dados, você participará de grupo de estudo e formação continuada sobre o ensino de Biologia Celular. Estas etapas serão registradas através de questionários, textos produzidos, fotos, vídeos e áudios. Então, quando findar a pesquisa, a transcrição e análise de todos os registros e dados, e publicação dos resultados estes materiais serão apagados ou destruídos. Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. Você não terá nenhum gasto e/ou ganho financeiro e não é obrigado a participar na pesquisa. Além disso, poderá deixar de colaborar com este trabalho a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. O risco consiste na sua identificação como participante desta, mas atestamos que todos os dados serão analisados confidencialmente e substituiremos o nome real por nome fictício (pseudônimo) e esse procedimento também será mantido nas publicações advindas desta investigação. Os benefícios previstos estarão relacionados ao aprimoramento do ensino de Biologia Celular no nível médio da Educação Básica.

Uma via original deste Termo de Esclarecimento ficará com você e, em caso de dúvida, entre em contato com Graça Aparecida Cicillini (telefone: 34-32361254) e Ana Flávia Vigário (telefone: 64-984578112), endereço institucional: Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco 1G, Campus Santa Mônica – Uberlândia – MG, CEP: 38408-100. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres-Humanos – Universidade Federal de Uberlândia (UFU) - bloco A, sala 224, Campus Santa Mônica; fone: 34-32394131.

Uberlândia, ____ de ____ de ____.

Prof. Dra. Graça Aparecida Cicillini
Orientadora PPGED – UFU

Ana Flávia Vigário
Doutoranda - PPGED - UFU

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido/a.

Assinatura do/a participante da pesquisa: _____

**APÊNDICE 4 – QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO APLICADO AOS/ÀS
PROFESSORES/AS**

1. Sobre você:

NOME: _____

Escola em que trabalha: _____

Tempo de serviço na rede pública de ensino: _____

Com quais séries já trabalhou?

2. Quem são seus(suas) alunos(as)?

3. O que mais o preocupa na dinâmica da sala de aula?

4. Quais são os maiores desafios diários na sala de aula?

5. Quais são os conteúdos mais complexos da Biologia? Justifique.

6. Como a sua prática pedagógica pode auxiliar na resolução de problemas de ensino-aprendizagem durante as aulas de Biologia?

7. Quais são os livros didáticos que você utiliza atualmente? Em que e como eles te auxiliam? Como estes materiais auxiliam os(as) alunos(as)?

8. Na perspectiva de um outro curso de atualização em ensino de Biologia, que conteúdos você gostaria que fossem abordados?

APÊNDICE 5 – ROTEIRO DO GRUPO FOCAL

1º MOMENTO: RÁPIDA RECUPERAÇÃO SOBRE A PESQUISA

Título: “A BIOLOGIA CELULAR NO ENSINO MÉDIO”

Objetivos:

Geral:

- Compreender como o ensino de Biologia Celular no ensino médio é implementado nas escolas públicas de Goiás e Minas Gerais.

Específicos:

- Identificar as concepções de célula de alunos de ensino médio.
- Investigar a prática pedagógica de professores/as regentes de Biologia referente ao ensino de Biologia Celular.

Etapas já realizadas:

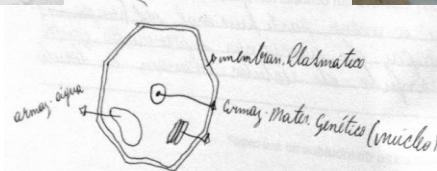
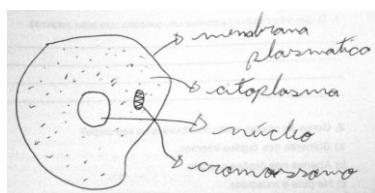
- Questionários: 163 Alunos de ensino médio de 3 escolas públicas de Goiás.
- Tratamento dos dados: análise das representações dos alunos coletadas através dos questionários.
- Curso de Formação de Professores/as em Goiás (n= 04) e Minas Gerais (n= 09).
- Pesquisa sobre a prática de um docente de Biologia em Goiás.

Instruções gerais:

- Identificação dos/as participantes
- Posicionamento na sala
- Falar o nome antes de iniciar os comentários
- Ordem de inscrição
- Tempo de fala/pessoa – 3 minutos/questão

2º MOMENTO: DISCUSSÃO DE SITUAÇÕES DE ENSINO-APRENDIZAGEM
(Duração prevista: 1 hora)

2.1. Os modelos apresentados nas imagens associam-se a modos de ensinar e de aprender o conteúdo de Biologia Celular. É possível pensar a relação entre morfologia, fisiologia e o organismo no momento da organização e realização da aula?



2.2. O que podemos dizer de afirmações como as que se seguem?

“A célula funciona como uma fábrica”.

“A célula se move pelo nosso corpo e vai se regenerando. Quando a célula morre, por exemplo - se alguém te der um beliscão - você não sente pois a célula está morta”.

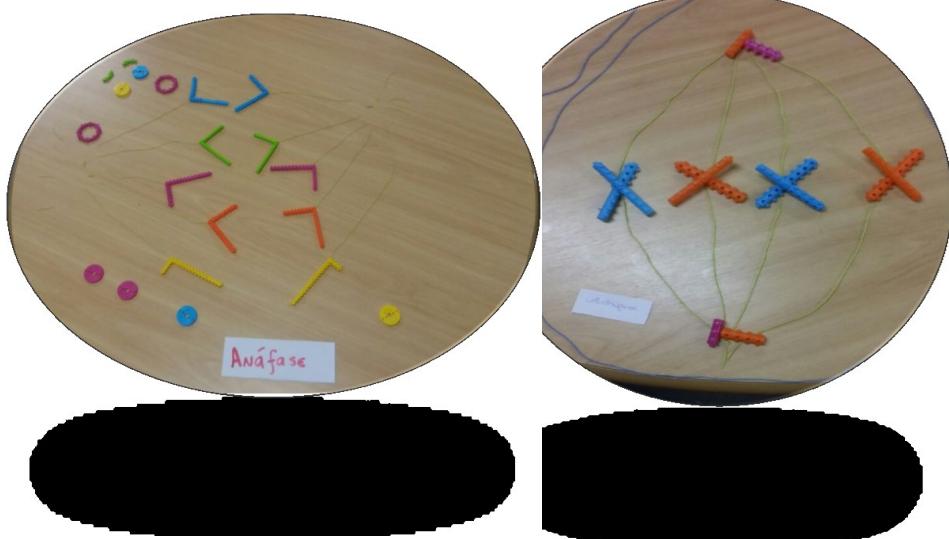
“A célula vive exercendo uma função específica para a qual foi criada. Exemplo: filtrar, pulsar, digerir, etc.”

A célula é uma unidade composta por membrana, citoplasma e núcleo

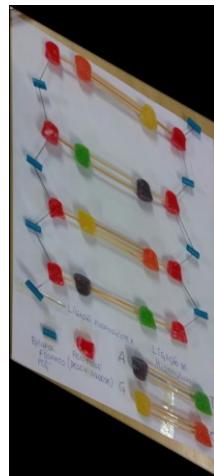
2.3. O uso de analogias e reducionismos são ferramentas utilizadas para tornar os conceitos de Biologia Celular?

2.4. De que maneira as práticas que construímos no curso podem superar a

compreensão e formação de conceitos sobre a interação entre estrutura e função, para além dos processos fisiológicos dinâmicos dos seres vivos, como metabolismo?



2.5. De que maneira as práticas que construímos no curso podem superar o distanciamento entre a “célula real” - estrutura dinâmica, funcional e ativa, e a célula ideal - estática, colorida, achatada, com inúmeras organelas?



3º MOMENTO: PROPOSTA PARA DISCUSSÃO FINAL

(Duração prevista: 30 minutos)

- 3.1. Por que seria importante para os/as alunos/as aprenderem Biologia Celular?

APÊNDICE 6 – PLANO DO CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES/AS

DATAS	Horário	DESCRIÇÃO POR ENCONTRO
		DESCRIÇÃO POR ENCONTRO
		<p>Início das atividades - apresentação da proposta do curso.</p> <p>Roda de apresentações dos(as) participantes do curso - nome, escola, tempo de serviço, com quais séries já trabalhou? Quais são os desafios diários? Quais são os conteúdos mais complexos?</p>
1º encontro	08H – 09H45 MIN 10H – 12H 13H30MIN – 15H30MIN 15H45MIN – 17H20MIN	<p>Discussão: Como ensino Biologia? Por que ensino Biologia Celular do jeito que ensino? - Discussão em grupos menores e, em seguida, apresentação e reflexão sobre os modos de ser e ensinar de cada professor com o grupo todo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leitura e discussão do texto de apoio de Moro - Por que um docente ensina do jeito que ensina? - Grupo de discussão para analisar as concepções de célula dos alunos (obtidas nos questionários – respostas escritas e desenhos) <p>Da célula ao organismo: Origem e evolução, formas, tipos e constituição das células; Estudo da biologia celular das partes ao todo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como você trabalha este conteúdo na sala de aula? Relate uma experiência. - Slides / discussão - O ovo é uma célula gigante? Como você discute esta questão com os(as) alunos(as)? <p>ESTEVES, Francisco. FIGUEIREDO, Francisco; RUMJANEK, Franklin David; IGLESIAS, Ricardo; ARAÚJO-JORGE, Tania C. de; SILVA, Wilmar Dias da. Grandes temas em biologia. Vol 1. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.</p> <p>PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Teoria celular: de Hooke a Schwann. São Paulo: Scipione, 1997.</p> <p>SILVA, Elda Cristina Carneiro da; AIRES, Joanez Aparecida. Panorama histórico da Teoria Celular. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces. Vol. 14, 2016, pp. 1-18.</p> <p>Atividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Microscópio de telefone celular - Microscópio de laser <p>Discussão dos textos – apresentação por grupo</p>

	<p><u>Textos de apoio:</u></p> <p>MORO, L. S. Por que um docente ensina do jeito que ensina? Revista Profissão Docente, Uberaba, v.11, n. 24, p. 68-76, jul/dez. 2011.</p> <p>LEAL, Luiz Henrique M. O mundo visto pelo microscópio. Revista Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, n. 150, p. 6 - 12, 2004.</p> <p>MENDES, C.LS.; COUTINHO, C.M.L.M.; PAIVA, M.M; ARAÚJO-JORGE, T.C.; CARDONA, T.S. Microscopia I: descobrindo um mundo invisível. Rio de Janeiro: Fiocruz. Disponível em: < http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=86>. Acesso em 20/02/2015.</p> <p>MENDES, C.LS.; COUTINHO, C.M.L.M.; ARAÚJO-JORGE, T.C. Microscopia II: experimentando com o microscópio. Rio de Janeiro: Fiocruz. Disponível em: < http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=86>. Acesso em 20/02/2015.</p>
--	--

		Problematização e discussão: Como as células se mantêm vivas? Jogo "Célula Adentro" – Fiocruz
	08H - 09H45 MIN	<ul style="list-style-type: none"> - Propor a discussão e execução do jogo como 'atividade competitiva'; - Os dois grupos deverão explorar todas as possibilidades do jogo; - Discussão com todos/as: quais foram as limitações encontradas? Como utilizar este jogo em sala de aula? - O jogo passa por várias organelas celulares – como discutir isso com os/as estudantes?
2º encontro	10H - 12H	<p>O dinamismo das funções celulares – metabolismo, respiração, fotossíntese, fermentação e quimiossíntese, síntese proteica, comunicação e transportes ativo e passivo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Slides - Apresentação da história da ciência que revela estas funções celulares. - Vídeo do Projeto Embrião – UNICAMP – fotossíntese/ osmose; Discutir sobre a Radionovela “Minha vida de organela”. - Animações: http://www.johnkyrk.com/index.pt.html
	13H30MIN - 15H20MIN	<p>Atividades:</p> <p>Prática da mexerica – com Maria Aparecida Lage</p> <p>Processo de fermentação – visualização com câmara de Neubauer</p> <p>Ciclose, plasmólise e desplasmólise – com folhas de Elodea.</p>
	15H45MIN - 17H20MIN	<p>Modelos e analogias na sala de aula - síntese proteica</p> <p>Discussão dos textos CHC – painel</p>

	<p>Textos de apoio:</p> <p>CHIKUCHI, Helika Amemiva; SANTOS, Erica Rodrigues; ROSSI-RODRIGUES, Bianca Caroline; HELENO, Maurício Gomes; LIMA, Daniela; GALEMBECK, Eduardo. A organização celular da vida. Campinas: UNICAMP, 2011. Disponível em: <http://www2.ib.unicamp.br/lte/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=1443&nL=723#.WKh1gvkrLIU> Acesso em 13/02/2017.</p> <p>Departamento de Bioquímica. Instituto de Biologia. UNICAMP. Roteiro de aulas práticas. Campinas: UNICAMP. Disponível em: <http://www2.ib.unicamp.br/lte/bdc/visualizarMaterial.php?idMaterial=461&nL=723#.WKh0oPkrLIV> Acesso em 13/02/2017.</p> <p>FARIA, Gisele Pinto de; FRÓES, Marília Monteiro. As células conversam. Revista Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, nº 150, p. 6 - 12, 2004.</p> <p>REINERT, Fernanda. Fotossíntese: dúvida de um sabiá. Revista Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, nº 153, p. 20 - 21, 2004.</p> <p>ROSSI-RODRIGUES, Bianca Caroline; GALEMBECK, Eduardo (orgs.). Biologia: aulas práticas. Campinas: Editora Eduardo Galembeck, 2012.</p>
--	---

3º encontro	08H - 09H45 MIN	<p>Problematização e discussão: No núcleo das nossas células existem quantas moléculas de DNA?</p> <p>Conversa com Viviane – DNA, RNA, CROMOSSOMOS, GENES – Discussão e sanar dúvidas dos/as participantes do curso</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cursistas utilizam outros modelos? Quais?
	10H - 12H	<p>- Composição Material genético - DNA / RNA - características, funções, processos celulares em que estas moléculas estão envolvidas</p> <p>Modelos e analogias na sala de aula – DNA com jujuba – como representar o DNA com jujubas?</p>
	13H30MIN - 15H30MIN	<p>Reprodução, Genética e Diversidade - produção de gametas - divisão celular</p> <ul style="list-style-type: none"> - Como ensino a divisão celular? - Quais foram os exemplos de atividades/aulas que os/as cursistas trouxeram? - Mitose e Meiose – por que é difícil ensinar a divisão celular? <p>Modelo de divisão celular com pinos coloridos – registro fotográfico e técnica de produção de animação com 'stop motion' – Monkey Jam</p>
	15H45MIN - 17H30MIN	<p>Atividade prática – limites e possibilidades</p> <p>Como extrair DNA humano – qual é o papel de cada substância utilizada na atividade? E se não conseguir visualizar o DNA?</p> <p>Discussão dos textos – painel</p>

	<p><u>Textos de apoio:</u></p> <p>DESEN, Eliana Maria Beluzzo; OYAKAWA, Jorge. Observação de mitose em raiz de cebola. São Paulo: USP. Disponível em: <http://genoma.ib.usp.br/educacao/Observacao_Mitose_Cebola_web.pdf>. Acesso em 20/02/2015.</p> <p>FERRARI, Nadir. Cópia Fiel. Revista Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, nº 122, p. 2 - 6, 2002.</p> <p>MORAES, Milton O. E se houver falha no DNA? Revista Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, nº 248, p. 6 - 9, 2013.</p> <p>ROSA, Vivian Leiser da. Tal pai, tal filho. Revista Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, nº 85, p. 4 - 7, 1998.</p> <p>RUMJANEK, Franklin. DNA: 60 anos de uma super descoberta. Revista Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, nº 248, p. 2 - 5, 2013.</p> <p>SERFATY, Claudio A.; CAMPELLO-COSTA, Paula; OLIVEIRA-SILVA, Priscilla. À procura de uma boa conversa. Revista Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, nº 167, p. 7 - 9, 2006.</p> <p>ZALIS, Mariano Gustavo. DNA, nosso código secreto. Revista Ciência Hoje das Crianças. Rio de Janeiro, nº 122, p. 2 - 6, 2002.</p>
--	---

4º encontro	08H – 09H45 MIN	<p>Que tipo de Ciência apresento aos(as) estudantes?</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que é Ciência? Cientista? Onde trabalha? O que estuda? - CICILLINI, Graça Aparecida. A história da ciência e o ensino da biologia. Ensino em Re-vista. Uberlândia, v. 1, n.1, p. 7 - 17, 1992.
	10H – 12H	<p>Avanços na Biologia - Biotecnologia e Engenharia Genética</p> <p>Grupo 1 – Primeiras células-tronco clonadas a partir da pele humana / 20 anos da ovelha Dolly</p> <p>Grupo 2 – Comissão francesa rejeita estudo que vincula milho transgênico a câncer/ Organismos geneticamente modificados</p> <p>Grupo 3 – Terapia gênica ajuda jovem francês com anemia falciforme/ Teste identifica genes culpados por doenças raras na retina</p> <p>Grupo 4 – Terapia não comprovada com células-tronco deixa 3 mulheres cegas/ Descobrimos um jeito rápido e barato de manipular o DNA humano. Até onde devemos ir?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discussão dos temas em painel - Como tratar esses assuntos em sala de aula?
	13H30MIN – 15H20MIN	<p>Como os(as) alunos(as) aprendem – caminhos para uma aprendizagem significativa e formação de conceitos</p>
	15H45MIN - 17H30MIN	<p>A internet como ferramenta no ensino de Biologia Celular - sites e materiais de auxílio aos(as) docentes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Biblioteca Digital de Ciências – UNICAMP - textos, animações, softwares, vídeos de diversas áreas da Biologia: http://www2.ib.unicamp.br/lte/bdc/index.php?&nL=723 - Site John Kyrk – animações de Biologia Celular: http://www.johnkyrk.com/index.pt.html - Microscópio Virtual USP – simula um microscópio interativo - http://cbme.usp.br/files/flash/micro_digital.swf - Microscopia Online USP – trata de cortes, corantes e tecidos- http://www.icb.usp.br/mol/ - Corpo Humano – Visible Human Project https://www.nlm.nih.gov/research/visible/visible_human.html - Microscópio simulado em realidade virtual aumentada - MiRAV CIAR/ UFG.

	<p><u>Textos de apoio:</u></p> <p>CICILLINI, Graça Aparecida. A história da ciência e o ensino da biologia. Ensino em Re-vista. Uberlândia, v. 1, n.1, p. 7 - 17, 1992.</p> <p>MORAN, José. Aprendizagem significativa. 2008. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/educacao_inovadora/significativa.pdf>. Acesso em 18/04/2017.</p> <p>SANTOS, Júlio César Furtado dos. O papel do professor na promoção da aprendizagem significativa. [s.d.]. Disponível em: < http://www.famema.br/ensino/capacdoc/docs/papelprofessorpromocaoaprendizagemsignificativa.pdf >. Acesso em 23/02/2015.</p>
--	--

5º encontro	Apresentação e discussão das propostas metodológicas de cada participante			
	15H45MIN - 13H30MIN - 11H - 12H	15H20MIN	08H - 10H45 MIN	
Conclusão do curso				

ANEXOS

ANEXO 1

Levantamento de dissertações e teses sobre o ensino de Biologia Celular no Banco de Teses e Dissertações da Capes – período de 2000 a 2016.

ALENCAR, Lucas Almeida. Filosofia para crianças como modelo para ensinar conceitos básicos de biologia celular e genética para alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. 2014. 97f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

ALVES, Railda Sales da Silva. Pedagogia de projetos na aprendizagem significativa do conteúdo de biologia celular no ensino médio. 2014. 167f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, 2014.

BALLERINI, Julia Katzaroff. Características da base de conhecimentos de professores no ensino de biologia celular a partir de um curso de formação continuada. 2014. 255f. **Dissertação** (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2014.

BARBOSA, Tercio Augusto Penteado. Historicidade e atualidade do estudo da célula nos livros didáticos de ciências do ensino fundamental. 2014. 159f. **Dissertação** (Mestrado Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

BARBOSA, Viviane Alves. O ensino de biologia na educação de jovens e adultos: a concepção dos alunos sobre atividades investigativas e a percepção destes alunos a respeito das contribuições das atividades investigativas na aprendizagem da mitose e da meiose. 2015. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

BARROS, Mara Matilde Vieira. O papel da imagem no ensino e aprendizagem do processo de divisão celular. 2005. **Dissertação** (Mestrado em Educação) – Universidade de Brasília, Brasília, 2005.

CARDINALI, Sandra Mara Mourão. 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, 2008.

CARDONA, Tania da Silveira. Inovação no ensino de biologia celular: desenvolvimento e avaliação de estratégias educativas. 2007. **Tese** (Doutorado em Biologia Celular e Molecular) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2007.

CARLAN, Franciele de Abreu. Diferentes recursos didático-pedagógicos no ensino de Biologia: aproximando os conhecimentos científicos do cotidiano dos estudantes. 2013. **Tese** (Doutorado em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

CIRNE, Adriana Damasceno Pereira Pinto. Dificuldades de aprendizagem sobre conceitos de genética no ensino fundamental. 2013. 269 f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.

CUNHA, Karla Maria Castello Branco. O ensino e a aprendizagem significativa da célula no contexto da disciplina biologia do primeiro ano do ensino médio em uma escola pública do Rio de Janeiro. 2011. 218f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2011.

DURAES JUNIOR, Ataliba. A construção significativa dos conceitos e suas relações por meio dos mapas conceituais: uma experiência no ensino de respiração celular. 2015. 102f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2015.

FERREIRA, Marilane de Jesus. A história da ciência como subsídio para a construção do conhecimento do conceito da dupla hélice. 2015. 117f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2015.

FRANÇA, Jaqueline Alves Araújo. Ensino-aprendizagem do conceito de ‘célula viva’: proposta de estratégia para o ensino fundamental. 2015. 136f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

GAMA, Adriana Ferreira. A célula no divã: representações de imagens de células entre estudantes do ensino médio a partir de uma perspectiva cultural. 2012. 156f. **Dissertação** (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

GARCIA, Janisse Viero. Apropriação do conceito de célula por estudantes de escolas públicas de Santa Maria, RS, a partir de uma ferramenta pedagógica. 2013. **Tese** (Doutorado em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande, Santa Maria, 2013.

HOLANDA, Deborah Ximenes Torres. A abordagem de temas contemporâneos de biologia no ensino médio: um estudo exploratório. 2013. 166f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

KLEPKA, Veronica. História da ciência como instrumento de reflexão metodológica no ensino de biologia. 2014. 195f. **Dissertação** (Mestrado em

Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

LOPES, Rogerio Mendes. A concepção do ensino de clonagem nos livros didáticos de biologia do ensino médio numa perspectiva histórica. 2015. 122f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

MACHADO, Estefania Ferreira Costa. Corpo máquina ou corpos vivos? O corpo que a escola afirma por meio dos livros didáticos. 2014. 90f. **Dissertação** (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Campus Jataí, GO, 2014.

MARIZ, Genselena Fernandes. O uso de modelos tridimensionais como ferramenta pedagógica no ensino de biologia para estudantes com deficiência visual. 2014. 95f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

MENDES, Cláudia Lúcia Silva. Com ciência na escola: a pesquisa científica gerando material para motivação ao ensino de Biologia Celular. 2000. **Dissertação** (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2000.

OLEQUES, Luciane Carvalho. A evolução biológica em diferentes contextos de ensino. 2014. **Tese** (Doutorado em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

PICCININI, Cláudia Lino. Análise da comunicação multimodal na sala de aula de Ciências: um estudo envolvendo o conceito de célula. 2003. **Dissertação** (Mestrado em Educação em Ciências e Saúde) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

SANTOS, Samantha Suyanni. Transposição didática do processo de respiração celular dos vegetais presente em manuais didáticos. 2013. **Dissertação** (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.

SILVA, Elda Cristina Carneiro. A teoria celular em livros didáticos de biologia: uma análise a partir da abordagem histórico-filosófica da ciência. 2014. 292f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Londrina, 2014.

SILVA, Iara da Glória Marcos. A construção do conceito de energia: do sol à célula, numa perspectiva transdisciplinar. 2007. **Dissertação** (Mestrado em Educação das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

SILVEIRA, Rodrigo Mendes. Como os estudantes do ensino médio relacionam os conceitos de localização e organização do material genético? 2003. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

STEFANELLO, Solange Rosa Riconi. A contribuição do jogo didático para o ensino de biologia celular. 2010. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2010

TEMP, Daiana Sonego. Genética e suas aplicações: identificando o tema em diferentes contextos de ensino. 2014. **Tese** (Doutorado em Educação em Ciências, Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

VENTURA, Ana Clara S. S. Brunow. Aplicação de resultados de pesquisa em fagocitose no ensino de biologia celular: da prática à construção de mídias educacionais. 2012. 66f. **Dissertação** (Mestrado em Biologia Celular e Molecular) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

VINHOLI JUNIOR, Airton Jose. Modelagem didática como estratégia de ensino para a aprendizagem significativa em biologia celular. 2015. 208f. **Tese** (Doutorado em Educação) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Ponta Porã, 2015.

ANEXO 2

Levantamento de dissertações e teses sobre o ensino de Biologia Celular na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações do IBICT – período de 2005 a 2014⁶⁸.

BONZANINI, Tatiâny Kárita. Avanços recentes em biologia celular e molecular, questões éticas implicadas e sua abordagem em aulas de biologia no ensino médio: um estudo de caso. 2005. **Dissertação** (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2005.

LOPES, Fernanda Muniz Brayner. Ciclo celular: estudando a formação de conceitos no ensino médio. 2007. 101f. **Dissertação** (Mestrado em Educação das Ciências) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

MENDES, Maximiliano Augusto de Araújo. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para a 1ª série do ensino médio**. 2010. 103f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

NASCIMENTO JUNIOR, Antônio Fernandes. Construção de estatutos de ciência para a biologia numa perspectiva histórico-filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino. 2010. 439f. **Tese** (Doutorado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2010.

OLIVEIRA, Mayara Lustosa. Desenvolvimento e avaliação de uma interface adaptativa para ensino de ciências e biologia celular. 2013. 124f. **Dissertação** (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

PAULA, Sabrina Ribeiro. Ensino e aprendizagem dos processos de divisão celular no ensino fundamental. 2007. 113f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RANDI, Marco Antônio Ferreira. Criação, aplicação e avaliação de aulas com jogos cooperativos do tipo RPG para o ensino de biologia celular. 2011. 147f. **Tese** (Doutorado em Biologia Celular e Estrutural) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

SANTOS, Júlio Sérgio. Avaliação dos conteúdos de biologia celular no ensino médio: estudo de caso sobre a prática. 2008. 153f. **Dissertação** (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

⁶⁸Identificamos apenas os trabalhos que não estavam duplicados com o levantamento do BTD da Capes. Por isso apareceram apenas as publicações a partir de 2005 a 2014.

THOMAZINI, Mauricio. Algumas relações de complexidade e racionalidade, em torno do conceito de divisão celular. 2013. 83 f. **Dissertação** (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

ANEXO 3
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Pesquisador: Graça Aparecida Cicillini

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 32920314.6.0000.5152

Instituição Proponente: Universidade Federal de Uberlândia/ UFU/ MG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 907.152

Data da Relatoria: 27/11/2014

Apresentação do Projeto:

Conforme Apresenta o protocolo: A presente pesquisa qualitativa consistirá em uma pesquisa-ação com 170 alunos de ensino médio e 20 professores de Biologia de escolas públicas de Catalão, Goiás, além de 10 licenciandos em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão. Objetiva-se identificar a representação de células que estes alunos possuem, delinear e executar um curso de formação para os professores visando aprimorar a prática do ensino de Biologia. Os alunos de 1º e 3º anos do ensino médio de três escolas responderão questionários para se obter a representação de célula, suas estruturas, funções, localização. Os professores de Biologia das escolas públicas da cidade em questão participarão, a convite, do curso de formação continuada. Neste curso os professores serão entrevistados. Espera-se que esta pesquisa contribua significativamente para o ensino da Biologia, tornando mais eficaz o processo de ensino-aprendizagem.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Pesquisar sobre o ensino de Biologia Celular no ensino médio nas escolas públicas de Catalão - Goiás e implementar ações de formação inicial de licenciandos e capacitação de professores regentes para

uma prática reflexiva com vistas ao ensino de Biologia Celular.

Secundário: -Identificar as representações de célula de alunos de ensino médio de escolas públicas.

-Desenvolver proposta de formação dos licenciandos em Ciências Biológicas sobre o ensino de Biologia Celular no ensino médio das escolas públicas.

-Criar e aplicar proposta de formação continuada para os professores regentes de Biologia referente ao ensino de Biologia Celular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores:

Riscos: Nesta pesquisa de ordem qualitativa o risco consiste na identificação dos participantes da pesquisa.

Contudo, todos os dados serão analisados confidencialmente e substituiremos o nome real por nome fictício (pseudônimo). Este procedimento será mantido nas publicações advindas deste trabalho, preservando a identidade dos participantes. Além disso, todos os participantes deverão autorizar, ou ser autorizados em caso de adolescentes, sua participação firmando o 'Termo de Consentimento Livre e Esclarecido' (TCLE) ou 'Termo de Assentimento'. As instituições integrantes também deverão autorizar a realização da pesquisa através do 'Termo de Aceite Institucional'. Após o término desta pesquisa todos os registros de imagem, som e questionários serão apagados ou destruídos.

Benefícios: Este trabalho prevê que os sujeitos da pesquisa serão beneficiados direta ou indiretamente, uma vez que as análises contribuirão para a formação de professores de Biologia, de forma reflexiva, propondo alternativas para aprimorar a prática pedagógica dos professores, promover a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de conteúdos da disciplina Biologia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências apontadas no parecer 862.819 foram atendidas.

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Data para entrega de Relatório Parcial ao CEP/UFU: Dezembro de 2015.

Data para entrega de Relatório Final ao CEP/UFU: Dezembro de 2016.

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

O CEP/UFU lembra que: a- segundo a Resolução 466/12, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.

b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.

c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução CNS 466/12, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Orientações ao pesquisador:

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12) e deve receber uma

via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.

- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS 466/12), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 466/12). É papel de o pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res.251/97, item III.2.e).

UBERLANDIA, 10 de Dezembro de 2014

Assinado por:
Sandra Terezinha de Farias Furtado
(Coordenador)

ANEXO 4**PARECER CONSUBSTANIADO DO CEP - EMENDA****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES **Pesquisador:** Graça Aparecida Cicillini

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 32920314.6.0000.5152

Instituição Proponente: Universidade Federal de Uberlândia/ UFU/ MG

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 907.152

Data da Relatoria: 27/11/2014

Apresentação do Projeto:

Conforme Apresenta o protocolo: A presente pesquisa qualitativa consistirá em uma pesquisa-ação com 170 alunos de ensino médio e 20 professores de Biologia de escolas públicas de Catalão, Goiás, além de 10 licenciandos em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, Regional Catalão. Objetiva-se identificar a representação de células que estes alunos possuem, delinear e executar um curso de formação para os professores visando aprimorar a prática do ensino de Biologia. Os alunos de 1º e 3º anos do ensino médio de três escolas responderão questionários para se obter a representação de célula, suas estruturas, funções, localização. Os professores de Biologia das escolas públicas da cidade em questão participarão, a convite, do curso de formação continuada. Neste curso os professores serão entrevistados. Espera-se que esta pesquisa contribua significativamente para o ensino da Biologia, tornando mais eficaz o processo de ensino-aprendizagem.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Pesquisar sobre o ensino de Biologia Celular no ensino médio nas escolas públicas de Catalão - Goiás e implementar ações de formação inicial de licenciandos e capacitação de professores regentes para

uma prática reflexiva com vistas ao ensino de Biologia Celular.

Secundário: -Identificar as representações de célula de alunos de ensino médio de escolas públicas.

- Desenvolver proposta de formação dos licenciandos em Ciências Biológicas sobre o ensino de Biologia Celular no ensino médio das escolas públicas.
- Criar e aplicar proposta de formação continuada para os professores regentes de Biologia referente ao ensino de Biologia Celular.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo os pesquisadores:

Riscos: Nesta pesquisa de ordem qualitativa o risco consiste na identificação dos participantes da pesquisa.

Contudo, todos os dados serão analisados confidencialmente e substituiremos o nome real por nome fictício (pseudônimo). Este procedimento será mantido nas publicações advindas deste trabalho, preservando a identidade dos participantes. Além disso, todos os participantes deverão autorizar, ou ser autorizados em caso de adolescentes, sua participação firmando o 'Termo de Consentimento Livre e Esclarecido' (TCLE) ou 'Termo de Assentimento'. As instituições integrantes também deverão autorizar a realização da pesquisa através do 'Termo de Aceite Institucional'. Após o término desta pesquisa todos os registros de imagem, som e questionários serão apagados ou destruídos.

Benefícios: Este trabalho prevê que os sujeitos da pesquisa serão beneficiados direta ou indiretamente, uma vez que as análises contribuirão para a formação de professores de Biologia, de forma reflexiva, propondo alternativas para aprimorar a prática pedagógica dos professores, promover a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem de conteúdos da disciplina Biologia.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto relevante.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados.

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

As pendências apontadas no parecer 862.819 foram atendidas.

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Data para entrega de Relatório Parcial ao CEP/UFU: Dezembro de 2015.

Data para entrega de Relatório Final ao CEP/UFU: Dezembro de 2016.

OBS.: O CEP/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEP PARA FINS DE ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.

O CEP/UFU lembra que: a- segundo a Resolução 466/12, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.

b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.

c- a aprovação do protocolo de pesquisa pelo CEP/UFU dá-se em decorrência do atendimento a Resolução CNS 466/12, não implicando na qualidade científica do mesmo.

Orientações ao pesquisador :

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 466/12) e deve receber uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS 466/12),

aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.

- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS 466/12). É papel de o pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res.251/97, item III.2.e).

UBERLANDIA, 10 de Dezembro de 2014

Assinado por:

Sandra Terezinha de Farias Furtado
(Coordenador)

**ANEXO 5 - Roteiros de atividades práticas utilizados no curso de
formação**

5.1. ROTEIRO DE ATIVIDADE PRÁTICA - MICROSCÓPIO DE LASER

Materiais utilizados:

- ✓ Seringa (sem agulha)
- ✓ Água (deverá ser de um local sujo ou água não tratada, como por exemplo: bebedouro de animais domésticos, beira de rio ou lago)
- ✓ Caneta laser de luz verde
- ✓ Dois copos de mesmo tamanho
- ✓ Apoio para laser
- ✓ Fita adesiva e tesoura

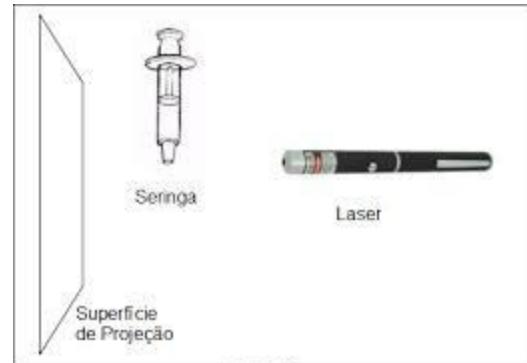


Figura 6

Como montar o microscópio de laser:

1. Pegue uma amostra de água. Em seguida, coloque um pouco da água na seringa. Pressione o êmbolo vagarosamente até que consiga ficar uma gota de água suspensa na ponta da seringa.
2. Posicione a seringa entre dois copos ou outro tipo de apoio que a segure na posição vertical.
3. Coloque o laser sobre um apoio e use a fita adesiva para manter o botão de luz do laser pressionado.
4. Posicione o conjunto seringa - laser próximo a uma parede ou tela clara.
5. Coloque a luz do laser próximo à gota para que o conteúdo da gota de água seja projetado na parede. Verifique a melhor posição do laser, pois a luz dele deve atravessar a gota.

Dicas importantes:

- O ambiente deve estar escuro ou com pouca luminosidade para auxiliar na projeção e melhorar a visualização do material no microscópio.
- O aumento estimado do microscópio de laser pode ser estimado a partir das seguintes informações: gota com diâmetro de 2 milímetros e distância da seringa até a parede de 2 metros, o aumento será de 1000 vezes (Planinsic, 2001).

Fontes:

MATEUS, Alfredo Luis; THENÓRIO, Iberê. **Manual do mundo: 50 experimentos para fazer em casa.** Rio de Janeiro: Sextante, 2014.

Microscópio caseiro com laser. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2011/11/microscopio-caseiro-com-laser-experiencia-de-fisica-e-biologia/>>. Acesso em 23 fev. 2015.

Microscópio projetor caseiro. Disponível em: <<https://microscopioprojetorcaseiro.wordpress.com/como-fazer/>>. Acesso em 23 fev. 2015.

PLANINSIC, Gorazd. Water-drop projector. **The Physics Teacher**, v.39, p.18-21, 2001.

5.2. ROTEIRO DE ATIVIDADE PRÁTICA - MICROSCÓPIO DE CELULAR

Materiais utilizados:

- ✓ Celular com câmera
- ✓ Uma caixa de CD
- ✓ Apontador a laser vermelho
- ✓ Baralho de cartas
- ✓ Livros
- ✓ Corantes alimentícios
- ✓ Espuma EVA
- ✓ Faca
- ✓ Fita adesiva e tesoura
- ✓ Cebola
- ✓ Chave de fenda
- ✓ Guardanapo

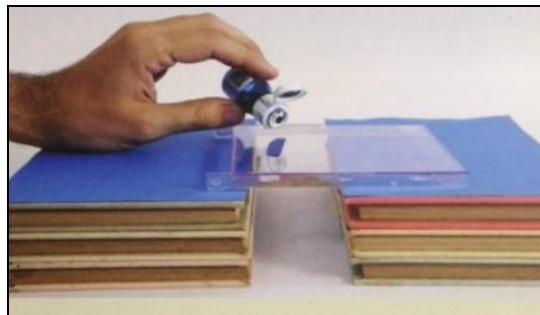
Como montar o microscópio de celular:

1. Retire a ponta do laser. Aparecerá uma peça preta, que deverá ser girada com a chave de fenda até sair. Abaixo dessa peça estará a lente que utilizaremos. Evite sujá-la ou deixar marcar de digitais.
2. Corte um pedaço de EVA, quadrado de 4 centímetros. Faça um furo no meio do EVA e encaixe a lente.
3. Posicione a lente exatamente sobre a câmera do celular e prenda o EVA com fita adesiva.



4. Monte um suporte para observar o material no microscópio. Faça duas pilhas de livros com a mesma altura. Coloque a parte transparente da caixa de CD (ou uma placa de vidro ou acrílico) sobre elas. A ideia é deixar passar luz por baixo do material observado. Para isto deixe um espaço de cerca de 8

centímetros. Este será o espaço de visualização do microscópio.



5. Corte a cebola ao meio e observe os círculos concêntricos das suas camadas. Puxe a película fina que fica entre as camadas. Coloque a película esticada sobre o espaço de visualização do suporte e pingue uma gota de corante alimentício. Aguarde alguns segundos e retire o excesso do corante colocando um pedaço de guardanapo ao lado da película e onde tenha corante sobrando. O guardanapo irá absorver o excesso do corante.
6. Posicione a lente da câmera do celular sobre a película de cebola. A lente deve ficar muito próxima do objeto para focalizá-lo. Então, use cartas do baralho para fazer um suporte para o celular e coloque-as sobre um lado da pilha de livros. Uma mudança considerável do foco poderá ser observada quando adicionar ou retirar uma ou duas cartas da pilha. Quando a imagem estiver boa, tire a foto ou faça um vídeo.

Dicas importantes:

- O ambiente deve estar bem iluminado para auxiliar na visualização do material no microscópio.
- Outros materiais poderão ser visualizados, como: fio de cabelo, planta de aquário (*Elodea*), musgos, células da mucosa oral, sal, areia.
- Se tiver um leitor de DVD estragado, poderá aproveitar a lente que ele tem em seu interior como lente do microscópio.

Fontes:

Aprenda como transformar seu smartphone em um microscópio caseiro.

Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Tecnologia/Inovacao/noticia/2014/10/aprenda-como-transformar-seu-smartphone-em-um-microscopio-caseiro.html>>. Acesso em 21 fev. 2015.

MATEUS, Alfredo Luis; THENÓRIO, Iberê. **Manual do mundo: 50**

experimentos para fazer em casa. Rio de Janeiro: Sextante, 2014.

Microscópio caseiro com celular. Disponível em: <<http://www.manualdomundo.com.br/2014/10/como-fazer-microscopio-com-celular/>>. Acesso em 21 fev. 2015.

5.3. ROTEIRO DE ATIVIDADE PRÁTICA - Compreendendo diversos conceitos e inter-relações com a atividade de observação de uma mexerica⁶⁹.

- ❖ Tema: Da célula vegetal ao organismo
- ❖ Objetivo: entender a importância da observação na compreensão da natureza
- ❖ Material: mexerica, papel toalha, cordão, régua, alfinete, estilete, lupa, jornal e saco para lixo.
- ❖ Problematização:

Procedimentos: observe a mexerica e faça suas anotações, seguindo o roteiro a seguir.

A- Meça a mexerica, com o auxílio de cordão e régua, tomando as medidas de: altura (A), circunferência (C) e diâmetro (D).

A: _____ cm - C: _____ cm - D: _____ cm.

B- Observe a casca da mexerica, comece a descascar a mesma e descreva o que tem nela.

C- Descasque a mexerica, divida a mesma ao meio, no sentido longitudinal, sem estragar os gomos. Responda o que se pede:

1) Quantos gomos tem a mexerica? _____.

2) Todos os gomos são iguais? Descreva.

3) Abra um gomo e observe os alvéolos. Todos eles possuem o mesmo tamanho e formato? Explique.

⁶⁹ Atividade criada e desenvolvida pela professora Maria Aparecida Lage, MG.

- 4) Desenhe um gomo, destacando alguns alvéolos. Todos eles são iguais?
Identifique cada parte desse pedaço.

Desenho:



- 5) Desenhe um alvéolo. Do que ele é formado?

Desenho:



Descreva a morfologia dos alvéolos em geral.

- 6) Retire um gomo inteiro da mexerica, divida-o em 5 partes iguais, transversalmente; pegue 1/5 do gomo e conte o número de alvéolos dele e multiplique por 5. Siga as fórmulas abaixo para fazer os cálculos:

A) N° de alvéolos no gomo (W): $W = \text{Nº de alvéolos} \times 5 =$ W=

B) N° de alvéolos na mexerica = $W^{70} \times \text{Nº de gomos} =$ Nº alvéolos=

B.1) Então, o número de alvéolos na mexerica é: _____

⁷⁰ Valor encontrado no item 6.A.

7) Anote seus resultados e de outros colegas na tabela abaixo:

Grupo ou Aluno/a	Grau de semelhança dos alvéolos e dos gomos	Nº de gomos	Nº de alvéolos em 1/5 do gomo	Nº de alvéolos no gomo (Fórmula 6.A)	Nº de alvéolos na mexerica (Fórmula 6.B)
1-					
2-					
3-					
4-					
5-					
6-					
7-					
8-					
9-					
10-					
11-					
12-					

D) Discussão:

- 1) O que é cada gomo da mexerica?
- 2)) O que é cada alvéolo da mexerica? Onde está e o que é suco dentro do alvéolo?
- 2) Quantos alvéolos são necessários para formar um gomo? E quantos são necessários para formar uma mexerica inteira?
- 3) O que corresponde ao conjunto de alvéolos no gomo? E o espaço entre um e outro alvéolo?

E) Conclusão:

OBSERVAÇÃO: Responda, no verso de sua folha, a Discussão e a Conclusão. Anote toda a “discussão feita em sala” e faça a sua própria “Conclusão”.

ANEXO 6

Imagens do Site Escola Kids

Site da internet contendo afirmação errada sobre a respiração das plantas.

www.escolakids.com/respiracao-e-transpiracao-nos-vegetais.htm



Todos os animais respiram para sobreviver. Ao respirarem, inspiram oxigênio e expiram gás carbônico. As plantas também realizam esse processo de respiração.

Na fotossíntese, a planta absorve gás carbônico (CO_2) e libera oxigênio (O_2) para o ambiente. Na respiração ocorre o contrário: a planta absorve oxigênio e libera gás carbônico, assim como ocorre com os animais.

A respiração ocorre em todas as partes do vegetal, mas principalmente nas folhas, pois é nessa parte que há uma maior quantidade de estômatos, estruturas responsáveis pelas trocas gasosas. Os vegetais realizam a respiração quando há ausência de luz;

Fonte: Site Escola Kids em 28/06/2016.

Site da internet contendo afirmação correta sobre a respiração das plantas.

The screenshot shows a web browser window with the title "Respiração e transpiração" and the URL "escolakids.uol.com.br/respiracao-e-transpiracao-nos-vegetais.htm". The page content is titled "Respiração e transpiração nos vegetais". It features a diagram of a tree with arrows indicating oxygen entering and carbon dioxide leaving. Below the diagram, the text reads: "Processo de respiração das plantas". The main text on the page discusses animal respiration and photosynthesis, mentioning that plants also breathe. A red box highlights the sentence: "A respiração ocorre em todas as partes do vegetal, mas principalmente nas folhas, pois é nessa parte que há uma maior quantidade de estômatos, estruturas responsáveis pelas trocas gasosas. Esse processo, diferentemente do que muitos pensam, acontece todo o tempo." At the bottom right, there is a sidebar for "Escola Kids" with social media links and a "ÚLTIMAS MATERIAS" section.

Respiração e transpiração nos vegetais

Por Paula Loureiro

PARCERIA

Todos os animais respiram para sobreviver. Ao respirarem, inspiram oxigênio e expiram gás carbônico. As plantas também realizam esse processo de respiração.

Na fotossíntese, a planta absorve gás carbônico (CO_2) e libera oxigênio (O_2) para o ambiente. Na respiração ocorre o contrário: a planta absorve oxigênio e libera gás carbônico, assim como ocorre com os animais.

A respiração ocorre em todas as partes do vegetal, mas principalmente nas folhas, pois é nessa parte que há uma maior quantidade de estômatos, estruturas responsáveis pelas trocas gasosas. Esse processo, diferentemente do que muitos pensam, acontece todo o tempo.

ÚLTIMAS MATERIAS

Fonte: Site Escola Kids em 10/07/2017.