



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MATO GROSSO DO SUL**  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS



**LUAN CARLOS MORAIS DUTRA**

**UNIDADE, DIVERSIDADE E CONTINUIDADE CELULAR:  
REPENSANDO O ENSINO DE CÉLULAS NO ENSINO MÉDIO**

Campo Grande, MS  
2016



**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MATO GROSSO DO SUL**  
INSTITUTO DE FÍSICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS



**LUAN CARLOS MORAIS DUTRA**

**UNIDADE, DIVERSIDADE E CONTINUIDADE CELULAR:  
REPENSANDO O ENSINO DE CÉLULAS NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências área de concentração: Ciências Naturais – Formação de conhecimentos, sob a orientação da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lenice Heloísa de Arruda Silva.

Campo Grande, MS  
2016

Dutra, Luan Carlos Morais

Unidade, diversidade e continuidade celular: Repensando o ensino de Células no Ensino Médio / Luan Carlos Morais Dutra – Campo Grande, **134** fls.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2016.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lenice Heloísa de Arruda Silva

Células tronco, Dificuldades de Aprendizagem, Questões sociocientíficas

Nome: DUTRA, Luan Carlos Morais

**UNIDADE, DIVERSIDADE E CONTINUIDADE CELULAR: REPENSANDO O ENSINO DE CÉLULAS NO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Ensino de Ciências do Instituto de Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências área de concentração: Ciências Naturais – Formação de conhecimentos.

Campo Grande, MS, \_\_\_\_ de Agosto de 2016.

**Banca Examinadora:**

Profª Drª Lenice Heloísa de Arruda Silva - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Parecer: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Presidente

Profº Drª Vera de Mattos Machado – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Parecer: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Profº. Drº. Fabiano Antunes – Universidade Federal da Grande Dourados

Parecer: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Profª Drª Maria Celina Piazza Recena – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Parecer: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais Luzia e Carlos*

*A minha irmã Laura*

*A minha família, tios, primos, avós*

*Aos meus queridos amigos*

*A minha orientadora*

## AGRADECIMENTOS

O mais sincero de todos os agradecimentos vai para Ele, Deus, sem ter como agradecer o tanto que tem Se feito presente em minha vida nos pequenos e grandes detalhes e nas pessoas que são parte da minha história. Obrigado primeiramente Senhor por ter me concedido o dom da vida, mesmo quando eu não a sei valorizar como deveria, mas estou aprendendo todo dia como vive-la melhor.

Aos estudantes que participaram desta pesquisa em seu horário de almoço, fazendo um sexto tempo de aula. À toda comunidade escolar que tão atenciosamente permitiu nossa pesquisa.

Aos meus pais, Luzia e Carlos que dedicaram a mim todo amor, carinho, compreensão, atenção, dedicação, preocupações e cuidados e por sempre acreditarem em meus projetos.

À minha irmã que muitas vezes só com um olhar já nos conhecíamos em sofrimento e quando a dor apertava bem forte dividia a cama de solteiro dela comigo, em silêncio, sem falarmos da dor.

À minha família que teve que aprender a conviver um pouco menos comigo e de uma maneira diferente conforme eu fui crescendo e principalmente no período desse mestrado.

Aos meus amigos, que me deram forças, que rezaram por mim, que tiveram paciência em meio aos meus desesperos e preocupações.

Ao meu amigo irmão Sérgio dos Santos Moraes pela amizade que primeiro me ajuda com seus ouvidos para ouvir minhas partilhas e depois pelo auxílio com os equipamentos para o registro audiovisual da aplicação das atividades desta pesquisa.

A minha colega de mestrado, de orientação, de viagens para Campo Grande, de cantorias dentro do seu carro, confidente e dedicada amiga Terezinha Cabral, por ter me ajudado a suportar-me.

Aos meus colegas do mestrado, de graduação e da educação básica que de diferentes formas tem autoridade emocional sobre a minha vida e me permitiram aprender com eles.

À todos os meus professores, todos sem exceções, que me ajudaram a refletir sobre a prática docente e que mediaram diversos conceitos na minha aprendizagem desde o ler às leis de Mendel.

À minha “mãe” orientadora que me aceitou como orientando e eterno aluno, dedicando tanto tempo de sua vida preocupando-se comigo e auxiliando-me a ser uma pessoa melhor.

Ao meu cachorro amigo “Bidu” que em muitas noites e madrugadas de escrita foi meu fiel companheiro, deitado em meus pés.

A todos que confiaram em nosso trabalho e contribuíram direta ou indiretamente para esta Dissertação.

***“Pregue o Evangelho em todo tempo.  
Se necessário, use palavras.”***

*(São Francisco de Assis)*

***“A alteração provocada pelo homem  
sobre a natureza altera a própria  
natureza do homem.”***

*(Lev Semiovich Vigotski)*

***“Jesus, Eu confio em Vós.”***

*(Santa Faustina)*

# RESUMO

Este trabalho teve como objeto de estudo o ensino de célula e os conceitos a ela relacionados, investigando os processos resultantes do uso de um material educacional para trabalhar com este assunto no nível médio. Nesses termos, o objetivo desse estudo foi desenvolver e investigar uma sequência de atividades de ensino centrada nos conceitos de unidade, diversidade e continuidade, articulados com questões sociocientíficas, pela inclusão do tema células tronco, para saber se tais atividades podem promover nos alunos do ensino médio a apropriação do conceito célula, bem como dos conceitos a ela relacionados e o desenvolvimento de uma consciência crítica. Para a coleta de informações, que serviram para a construção dos dados da investigação proposta, foram utilizados para armazenar e registrar os processos de ensino/aprendizagem ocorridos durante o desenvolvimento da sequência de atividades de ensino anotações em diário de bordo e gravações de áudio e de vídeo, além de um questionário aos alunos do ensino médio. Os dados foram transcritos e analisados mediante uma abordagem da Análise Microgenética, que privilegia a análise de processos e não de produtos. Privilegia, também, uma maneira de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos entre os sujeitos participantes da investigação. Durante o desenvolvimento da investigação as atenções se prenderam nas interações entre os sujeitos, nas elaborações e evoluções conceituais constituídas coletivamente, a partir do discurso entre os sujeitos e no desenvolvimento do conhecimento, visando avaliar a sequência de atividades como objeto mediador no processo de ensino/aprendizagem de células. Os resultados analisados apontam que a sequência de atividade de ensino pode contribuir como um material didático para o ensino de célula e os conceitos a ela relacionados, desde que sejam feitas alterações que o adequem para as realidades de cada grupo de pessoas e que o mediador se aproprie dos conceitos metodológicos, pedagógicos e de células propostos nessa sequência, proporcionando melhorias no ensino-aprendizagem deste conteúdo, no nível médio por meio da discussão do como ensinar células.

Palavras Chave: Células tronco, Dificuldades de Aprendizagem, Questões sociocientíficas.

# ABSTRACT

This work was the object of study cell teaching and concepts related to it, investigating the processes resulting from the use of an educational material to work with this subject at the secondary level. In these terms, the aim of this study was to develop and investigate a series of focused educational activities in the concepts of unity, diversity and continuity, linked to socio-scientific issues, the inclusion of the subject stem cells, to see if such activities can promote the teaching of students average ownership of cell concept and the concepts related to it and the development of a critical consciousness. To collect information, which served for the construction of the proposed research data, they were used to store and record the teaching / learning processes that occur during the development of teaching notes sequence of activities in logbook and audio recordings and video, as well as a questionnaire to high school students. Data were transcribed and analyzed using an approach microgenetic analysis, which focuses on analysis of processes and not products. Favors also a way of building data that requires attention to detail and trimming interactive episodes between the subjects participating in the research. During the development of research attention was arrested on interactions between subjects, the elaborations and conceptual developments collectively constituted, from the discourse between the subjects and the development of knowledge, to evaluate the sequence of activities as mediator object in the teaching / learning cells. The results above show that the teaching activity sequence can contribute as a teaching material for the cell teaching and concepts related to it, as long as changes are made that suited to the realities of each group of people and the mediator appropriates the methodological concepts, teaching and proposed cell in this sequence, providing improvements in teaching and learning of this content, the average level through the discussion of how to teach cells.

Keywords: stem cells, Learning Disabilities, socio-scientific issues.

# LISTA DE FIGURAS

**Figura 1** - Primeira imagem das representações de células humanas, vegetais e bacterianas.....**78**

**Figura 2** - Segunda imagem das representações de células humanas, vegetais e bacterianas.....**79**

**Figura 3** - Terceira imagem das representações de células humanas, vegetais e bacterianas.....**80**

**Figura 4** - Quarta imagem das representações de células humanas, vegetais e bacterianas.....**81**

**Figura 5** - Quinta imagem das representações de células humanas, vegetais e bacterianas.....**82**

**Figura 6** - Sexta imagem das representações de células humanas, vegetais e bacterianas.....**83**

**Figura 7** - Sétima imagem das representações de células humanas, vegetais e bacterianas.....**84**

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO 1 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA, PEDAGÓGICA E CONCEITUAL PARA ABORDAGEM DE CÉLULA EM UMA ATIVIDADE DE ENSINO.....</b>	<b>23</b>
1.1 Fundamentação Teórica e Pedagógica da Investigação.....	23
1.2 Conceitos Celulares para Fundamentação Conceitual da Sequências de Atividades de Ensino.....	38
1.3 Sequência de atividades para o ensino de Célula.....	45
<b>CAPÍTULO 2 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E ANÁLISES DA INVESTIGAÇÃO.....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>122</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>128</b>

## APRESENTAÇÃO

O ensino da célula tem suas raízes na própria história de construção e evolução de seu conhecimento. Seu estudo sempre esteve dependente de mecanismos e instrumentos apropriados para sua investigação e visualização. Antes da construção do microscópio no século XVII, não se tem referências na história a respeito da célula. Somente a partir da existência desse instrumento é que pela primeira vez é usado o termo “célula” nas observações de Robert Hooke. Sua descrição ocorreu anos mais tarde e não era vista como unidade que constitui os seres vivos (CERRI et al, 2000).

Observando vários seres vivos, plantas e animais, os cientistas puderam enunciar a Teoria Celular (1839), segundo a qual “Todos os seres vivos são constituídos por parte essencialmente semelhantes chamadas células”, que, por sua vez, “provêm apenas de outras preexistentes” – complementação da Teoria Celular feita por Rudolf Virchow (1858). Essas afirmações impulsionaram os estudos sobre as células (CERRI et al, 2000, p. 103).

Em meados do século XIX, devido às investigações feitas anteriormente, que permitiram uma maior compreensão da complexidade estrutural e organizacional da célula, esta foi definida como “A unidade básica morfológica e funcional dos seres vivos” (CERRI et al, 2000, p. 104; PALMERO, 1997)

O tema “célula”, em termos curriculares, se justifica importante como conhecimento estratégico para o entendimento dos fenômenos vitais. Tal conhecimento tem importância fundamental para a compreensão da estrutura, organização e funcionamento dos organismos.

Importante também é o estudo de célula desde o ensino fundamental, no qual o aluno irá iniciar o processo de apropriação desse conceito, que pode possibilitar-lhe compreender o seu próprio corpo e sobre os outros seres vivos, diferenciando-se e assemelhando-se a eles. Nesse sentido, o aluno poderá compreender como um organismo é diferente do outro por possuir células que, em seus processos, se organizam e se diferenciam naturalmente ou por mutações gênicas, ao longo dos milhares de anos da história do nosso planeta Terra; como uma única célula, chamada de zigoto, ou célula-ovo, pode dar origem a outras células tão diferentes do corpo de um indivíduo. Além disso, a compreensão dos

conceitos celulares permite ao aluno interagir no seu cotidiano. Exemplificando, se ele entende as transformações dos alimentos ou o metabolismo, como o organismo aproveita os alimentos, ele pode a partir disso fazer escolhas mais conscientes para sua alimentação.

Dentro dessa perspectiva, o tema célula e seus conteúdos têm estampado nos currículos da educação básica, como fundamental para serem apropriados pelos alunos nessa educação. No entanto, no contexto escolar, o ensino desse tema e seus conteúdos têm encontrado grandes dificuldades para promover nos estudantes uma aprendizagem efetiva ou uma evolução conceitual sobre aquele tema. Uma dessas dificuldades está em os estudantes entenderem que a célula além de ser uma característica comum a todos os seres vivos, que os constitui, é também o início, meio e o fim de todos os processos vitais de um indivíduo (CERRI et al, 2000).

No processo educacional, o que se verifica, muitas vezes, no estudo de células e seus conceitos é que tal tema é tratado pelos professores como um ensino que se justifica por si mesmo. Sendo assim, quando se estuda esse tema, não há uma articulação deste com os seres vivos e o ambiente em que vivem (FREITAS et al, 2009).

Para Cardona (2007), tais problemáticas advindas, geralmente, da educação básica, comprometem os conteúdos de Biologia Celular e Molecular, quanto estes são abordados no Ensino Superior, como no caso dos cursos das áreas das ciências biológicas, nos quais se busca uma visão integral que envolve os processos celulares, o que exige um conhecimento anterior por parte dos estudantes. Sobre essa situação, Cerri et al. (2000) inferem que grande parte das dificuldades do processo de ensino-aprendizagem em ciências se deve aos conceitos que os alunos trazem sobre os termos científicos. Tais concepções são estáveis, frutíferas e duradouras, por serem construídas pelo sujeito na interação social cotidiana, e podem estar equivocadas ou distantes do conhecimento científico. Todavia, essas concepções são, muitas vezes, ignoradas pelos educadores no processo de ensino.

Segundo ainda Cerri et. al (2000), os alunos até entendem que os seres vivos sejam constituídos por células, mas apresentam grande dificuldade na compreensão de sua fisiologia. Prova disso é que eles geralmente não conseguem estabelecer relação entre estrutura e função ao utilizar-se desse conteúdo. Tal fato pode ser fruto da não compreensão das características que definem o ser vivo.

Das investigações de Palmero (1997) podemos encontrar algumas características marcantes nas dificuldades dos alunos sobre o tema célula e seus conceitos, como:

- dificuldades quanto à estrutura e organização celular dos seres vivos;
- dificuldades na compreensão de que a célula é a base para todos os processos fisiológicos vitais dos organismos e, também, que a estrutura celular está relacionada as várias funções metabólicas, como transporte, nutrição, regeneração, reprodução, respiração;
- dificuldades sobre o conhecimento de alguns princípios químicos, no sentido de entender o corpo como um sistema químico, afetando a compreensão de fenômenos biológicos. A matéria viva é constituída de átomos, elementos químicos.
- Dificuldade na compreensão de que o crescimento do indivíduo, a transmissão das características da espécie e específica dos progenitores aos descendentes e a reprodução são altamente dependentes dos processos celulares, assim como equívocos quanto a como tudo isso está acontecendo dentro do sujeito, no qual todas as suas células constituintes vão possuir as informações herdadas.

Outras dificuldades de compreensão da célula viva ocorrem, muitas vezes, pela sua própria complexidade e que por não ser visível exige dos estudantes o desenvolvimento de um conhecimento mais abstrato (CERRI et al, 2000). E por esse ser um conceito muito abstrato, porque não é visível, leva os professores a acreditarem que ao visualizarem células no microscópio os alunos automaticamente entenderão o conceito célula, apoiando-se na crença de que os alunos vão enxergar com seus próprios olhos a teoria na prática (SILVA e ZANON, 2000).

Nesse contexto, cabe destacar que uma das problemáticas que, geralmente, permeiam o estudo dos conteúdos de células e seus conceitos na educação básica, diz respeito à falta de clareza dos educadores sobre a diferença entre o ensino de ciências e os processos de desenvolvimento da ciência, prendendo-se a uma visão indutivista de ciência, que entende a utilização de aulas práticas/experimentais para o ensino de células, como algo essencial para a melhoria automática da qualidade das suas aulas e, por consequência, a aprendizagem efetiva dos conceitos científicos por parte dos alunos. Apoiadas na literatura que aborda a relação entre concepções de ciência e ensino de ciências, Silva e Zanon (2000) argumentam que a visão indutivista de ciência é considerada como um dos grandes obstáculos ao ensino e a aprendizagem de/em ciências, por ela supor que a interpretação dos

resultados experimentais seja algo trivial e simples, uma consequência natural da realização de aulas práticas/de experimentos, que pode ser feita sem grandes dificuldades ou problemas, e como iniciativa individual de cada estudante, não sendo necessário dispendir um tempo maior para discussão em sala de aula. Tal perspectiva compromete o que seria uma das potencialidades das aulas práticas/de experimentos, que é a de possibilitar aos alunos aprenderem por meio do estabelecimento de inter-relações entre os saberes teóricos e práticos inerentes aos processos do *conhecimento escolar* em ciências. Isso porque as aulas práticas/de experimentos costumam ser restritas no que diz respeito ao tempo para os alunos lidarem com relações entre ‘conceitos abstratos fundamentais’ e ‘efeitos observáveis’. E como diz Silva e Zanon (2000), baseadas em Hodson (1994), mesmo as aulas práticas sendo um momento em que o aluno está ativo, na maioria das vezes, ele não consegue estabelecer relações entre os conceitos estudados na aula prática e as suas ações e nem das suas ações com os procedimentos da própria prática.

Assim, a temática célula e seus conceitos são conteúdos desafiadores para professores e tem levado a inconsistências no ensino-aprendizagem desse tema. Tal situação pode ser reflexo de como os professores concebem e trabalham esse conteúdo (NIGRO et al., 2007). A respeito disso cabe destacar que o livro didático tradicionalmente tem tido, no ensino de Ciências um importante papel, tanto na determinação dos conteúdos quanto na metodologia de ensino usada em sala de aula, sempre no sentido de valorizar um ensino informativo, teórico e memorístico (KRASILCHIK, 1987).

Maldaner (2001) corrobora essas críticas inferindo que o livro didático tem como suas principais características: conteudismo, fragmentação, linearidade, excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, além da descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo.

Especificamente sobre o conteúdo células, Cerri et al (2000) apontam que os livros didáticos analisados por elas apresentavam o histórico sobre o estudo da célula de forma descontextualizada, datando linearmente os acontecimentos e os avanços científicos nesse campo, relacionados geralmente, ao desenvolvimento das tecnologias, como a criação das lentes. As autoras notaram também, que os conteúdos são abordados sem a preocupação com os aspectos vivenciais dos

estudantes e com a inter-relação funcional e mesmo estrutural entre os diversos componentes celulares. Identificaram, ainda, que:

Em relação aos temas, há explicações equivocadas sobre processos e estruturas celulares. Isso é exemplificado quando um dos autores utiliza como ilustração de células macroscópicas, um ovo quebrado e faz a seguinte inferência: algumas delas são macroscópicas, como as gemas de ovos (CERRI et al, 2000, p.19).

Quando os professores utilizam de forma acrítica e sem análise o livro didático o estudante corre o risco de assimilar essa afirmação de forma errada, sem compreender que a gema do ovo, que é o vitelo que vai nutrir o provável embrião a ser formado, não é uma célula macroscópica, e sim que a gema faz parte de uma célula.

Consideramos que, apesar do exposto acima, o livro didático no processo de ensino e aprendizagem é muito importante, pois este material para muitos alunos é sua única fonte de informação e consulta sobre os conceitos celulares, mesmo em tempos modernos de muita informação vinculada na rede, supõem-se que são poucos que utilizam a internet com a finalidade de aprender mais sobre células ou outros temas.

Aqui cabe ressaltar que mesmo o professor tendo em mãos um livro didático considerado muito bom, precisa analisar criticamente esse material e pesquisar outras fontes literárias, de modo a orientar o aluno para utilizar e aproveitar melhor este recurso, inclusive mostrando algumas informações que os alunos necessitam ou não se aprofundar e/ou erros conceituais.

Sobre as analogias e imagens presentes nos livros, Cerri et al (2000) advertem que é necessário se tomar muito cuidado ao se utilizar delas em aula, já que podem ser excelentes no processo de ensino/aprendizagem, principalmente de célula, cujas estruturas não são facilmente observadas. Entretanto, no caso das imagens, precisam ser acompanhadas por explicações que ajudem na compreensão do texto em si. No caso das analogias, podem ter problemas no que diz respeito às ideias que os alunos já possuem, pois podem levá-los a começar a fazer comparações entre o objeto estudado e a analogia de forma que o professor não consiga identificar para confirmar ou corrigir essas comparações.

Assim sendo, entendemos que ao assumir de forma acrítica o que é proposto pelos livros didáticos, o professor pode reforçar erros conceituais

veiculados nos mesmos e, ainda, delegar às editoras, mesmo que de forma indireta, decisões sobre o que e como ensinar, abrindo mão de sua autonomia no processo educacional (WEISSMANN, 1998). Em outros termos, o professor acaba assumindo o que Carvalho e Gil-Pérez (2006) chamam de uma visão simplista de ensino, a de que para ensinar basta conhecer o conteúdo e utilizar atividades práticas e/ou técnicas pedagógicas para transmitir o conteúdo aos alunos, aos quais cabe reproduzi-lo.

O uso do livro didático como única fonte de consulta do professor e sem um olhar crítico sobre ele, ou seja, sobre seus conteúdos, termos utilizados, sequenciamento dos conteúdos, deliberando às editoras desse material a autonomia dentro da sala de aula, como é discutido por Weissmann (1998), interfere negativamente no ensino de células e merece destaque nas discussões. Isso porque, nesse contexto, os conteúdos podem se tornar vazios de significados e inter-relações com contextos da realidade, que parece deixar de resolver problemas cotidianos e de ampliar horizontes cognitivos (SANTOS, 2001).

Assim, no intuito de apontar caminhos para superação de problemáticas relativas ao ensino sobre célula, Cerri et al (2000, p. 106) destacam que as pesquisas nessa área indicam que qualquer proposta alternativa para melhoria desse ensino precisa considerar as seguintes questões:

- 1) Quais são as pré-concepções que os/as estudantes têm apresentado sobre a célula?
- 2) Que conhecimentos são importantes que os/as estudantes aprendam para construir o conceito de célula?

A respeito dos conhecimentos que são importantes para os alunos internalizarem o conceito de célula, Cerri et al (2000) destacam em seu trabalho – assumindo o pensamento de Dreyfus e Junwirth (1998) – a importância do ensino da célula a partir de três categorias: unidade, diversidade e continuidade celular, as quais são apresentadas abaixo, de forma sucinta.

A UNIDADE CELULAR– diz respeito aos processos vitais que acontecem em cada uma das células. As células produzem a energia necessária para se manterem ativas. Cada uma delas precisa de água para se manter viva. São formadas por estruturas adaptadas às suas funções. E possuem um código genético com informações a respeito das suas próprias características e funções.

A DIVERSIDADE CELULAR – se refere ao fato de que as células são especializadas, realizando funções específicas. Em alguns casos, em seres vivos pluricelulares, as funções serão realizadas dentro do organismo pela cooperação entre células, que podem formar tecidos, órgãos e sistemas que trabalham para realização de um mesmo objetivo.

A CONTINUIDADE CELULAR – considera que toda célula se origina de outra célula já pré-existente que se divide garantindo a manutenção da forma, a transmissão do código genético, o crescimento do organismo e/ ou sua reprodução.

Na visão de Cerri et al. (2000) tal proposta pode auxiliar na superação de dificuldades enfrentadas no processo de ensino e aprendizagem de célula e dos conceitos a ela relacionados. Concordando e assumindo a ideia dessas autoras, entendemos que ela pode possibilitar um processo de desenvolvimento cognitivo mais rico por permitir ao estudante a compreensão do que é célula e seus processos para desenvolvimento, manutenção e preservação da vida.

Cabe ressaltar que um dos grandes desafios na educação atualmente, particularmente ao que se refere ao ensino de célula, é tornar este conteúdo escolar significativo para a vida, ou seja, aproximá-lo da realidade, transformá-lo para que não permaneça sendo somente mais um capítulo de livro didático que o aluno vai estudar, decorar para tirar uma boa nota nas provas e depois nem lembrar mais o que é uma mitocôndria, por exemplo. Uma possibilidade de tornar o conteúdo mais significativo é a associação do ensino do tema célula e os conceitos a ele relacionados, com questões sociocientíficas. A abordagem das questões sociocientíficas (QSCs) favorecem a construção de condições pedagógicas e didáticas para que os cidadãos construam conhecimentos e capacidades que lhes permitam participar responsavelmente nas controvérsias científicas e tecnológicas do mundo contemporâneo (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

As QSC podem possibilitar o trabalho no ensino de ciências de aspectos políticos, ideológicos, culturais e éticos da ciência contemporânea. Professores de ciências poderiam trabalhar por meio da estruturação e do desenvolvimento de questões controversas, aspectos como natureza da ciência e da tecnologia, tomada de decisão, raciocínio ético-moral e reconstrução sociocrítica (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

De acordo com KUHN (1993) mais uma vantagem de se trabalhar essas questões sociocientíficas é que os assuntos abordados são assuntos que as

peças se sentem capazes de manter opiniões e fazer julgamentos, permitindo alcançar o objetivo de possibilitar ao estudante o desenvolvimento de significados no conteúdo a ser estudado.

Em face do exposto, justifica-se investigar estratégias para o ensino de célula e os conceitos a ela relacionados que foquem sua articulação com questões sócio-científicas, que possibilitem a apropriação dos conceitos científicos e o desenvolvimento de uma consciência crítica, em uma perspectiva que privilegie as relações destas com a Sociedade, por parte dos alunos.

Assim, assumindo, também, a ideia de que o ensino do tema célula e os conceitos a ele relacionados precisa privilegiar no seu desenvolvimento a associação com questões relativas à Ciência consideramos que um tema como as células tronco, o qual envolve a relação entre conhecimento científico, tecnologia e questões éticas que permeiam a sociedade, como o uso e obtenção dessas células, os casos de clonagem, por exemplo, pode possibilitar trabalhar o conceito de célula a partir de categorias como: unidade, diversidade e continuidade celular, como propõe Cerri et. al (2000).

Vale ressaltar que para entender as células tronco e os mecanismos que as envolvem, é importante que os estudantes saibam os processos de desenvolvimento e diferenciação celular. Tais processos implicam na concepção do zigoto, na formação embrionária do indivíduo, na mudança das células embrionárias a partir da oitava célula criada por processo de divisão celular, da transformação de células indiferenciadas em diferenciadas exercendo funções diferentes no organismo. Nesse sentido, o desenvolvimento desse tema pode possibilitar muitas discussões éticas, mas também dos conceitos de unidade (o zigoto sendo uma única célula consegue se manter viva), diversidade (no processo de diferenciação celular as células tornam-se diferentes umas das outras morfofuncionalmente), e continuidade celular (as várias divisões celulares que o zigoto faz para formar o embrião até o momento do sujeito nascer e, isso continua durante toda a fase de vida do indivíduo).

Considerando a exposição acima, propusemos a seguinte questão de investigação: **como atividades de ensino focadas nos conceitos de unidade, diversidade e continuidade celular, articulados com questões sociocientíficas pela inclusão de discussões do tema células tronco, podem promover a apropriação do conceito célula, bem como dos conceitos a ele relacionados e o**

## **desenvolvimento de uma consciência crítica, por parte de alunos do ensino médio?**

Nestes termos, este trabalho teve como objetivo desenvolver e investigar uma sequência de atividades de ensino focadas nos conceitos de unidade, diversidade e continuidade, articulados com questões sociocientíficas pela inclusão de discussões do tema células tronco, para saber se tais atividades podem promover nos alunos a apropriação do conceito célula, bem como dos conceitos a ele relacionados e o desenvolvimento de uma consciência crítica no que diz respeito à Ciência e suas Tecnologias.

Em termos mais específicos, os principais objetivos do presente trabalho foram:

- identificar quais as principais dificuldades do processo de ensino-aprendizagem sobre célula e os conceitos a ela relacionados, assim como identificar concepções que os alunos têm sobre célula;

- investigar como dificuldades no ensino/aprendizagem de célula podem ser minimizadas/superadas, pela articulação desse conceito com questões sociocientíficas e, também, como o tema **células tronco** pode ajudar nesses processos;

- propor atividades para o processo de ensino de células que possibilite a elaboração por parte dos estudantes de conceitos de unidade, diversidade e continuidade celular.

- desenvolver atividades de ensino que possibilite aos alunos uma evolução conceitual sobre células, bem como o desenvolvimento de uma consciência crítica no que diz respeito a QSC;

- a partir da elaboração, desenvolvimento e análise das atividades de ensino, produzir um material/produto que possa contribuir como uma referência metodológica para o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo células no nível médio.

As atividades de ensino são propostas para serem desenvolvidas com alunos do nível médio. A opção por realizar tais atividades com alunos desse nível de ensino se deu considerando que nos PCNs (BRASIL, 1999) do Ensino Médio as células ocupam lugar de destaque, como nos seguintes objetivos dos PCNs:

- Identificar na estrutura de diferentes seres vivos a organização celular como característica fundamental de todas as formas vivas;
- Comparar a organização e o funcionamento de diferentes tipos de células para estabelecer a identidade entre elas;
- Representar diferentes tipos de células;
- Relacionar a existência de características comuns entre os seres vivos com sua origem única.

Além desses temas, para qualquer um dos outros temas gerais da disciplina de Biologia trazidos nos PCNs do Ensino Médio, como interação entre os seres vivos, qualidade de vida das populações humanas, identidade dos seres vivos, diversidade da vida, transmissão da vida, manipulação gênica e origem e evolução da vida, os conceitos de célula vão estar relacionados.

A sequência de atividades se fundamenta em uma perspectiva histórico cultural do desenvolvimento humano, a partir das ideias de Vigotski (2000), para enfatizar aspectos pedagógicos do processo de construção de signos e formação de conceitos, bem como o caráter social dos fatores que podem interferir/promover nesse processo.

De forma breve destaco que Vigotski observou como o sujeito experimental aplica os signos como meio de orientação das suas operações intelectuais e como, dependendo do meio e do emprego da palavra e da sua explicação funcional, transcorre todo o processo de formação do conceito (VIGOTSKI, 2000a).

Para desenvolver o estudo proposto e fundamentar este trabalho, no primeiro capítulo será tratada a abordagem teórica e pedagógica que fundamenta a sequência de atividades de ensino proposta neste trabalho. Assim, serão trazidas as ideias de Vigotski que tratam do processo de formação de conceitos no contexto escolar, os tipos de conceitos (pré-conceitos, pseudoconceitos, conceitos potenciais e conceitos verdadeiros) desenvolvidos nesse processo e ao longo de três fases, que são a fase do pensamento sincrético, a fase do pensamento por complexos e fase dos verdadeiros conceitos, bem como dos fatores que podem interferir nesse processo. Tais ideias servirão para refletir sobre o processo de interferência da mediação das atividades de ensino propostas neste trabalho na Zona Desenvolvimento Proximal dos estudantes, região da aprendizagem ou do processo de aprendizagem do sujeito em que ele ainda precisa de estímulos externos para solucionar um problema.

Nesse capítulo serão abordados também os conceitos que foram desenvolvidos na sequência de atividades de ensino. Nessa abordagem serão tratados os conceitos necessários para compreensão da célula como a unidade morfofuncional dos organismos celulares, suas características e processos que mantêm a funcionalidade do corpo como um todo, como os metabólicos que ocorrem no interior da célula ou no interior de órgãos e tecidos que são formados por células, permitindo a manutenção e continuidade celular (divisões celulares) e processos de diferenciação celular que possibilitam uma gama de tipos celulares, os quais se associaram para formar os diferentes organismos existentes.

Ainda nesse primeiro capítulo será apresentada a sequência de atividades de ensino, objeto de investigação neste trabalho. No capítulo 2 serão apresentados os procedimentos metodológicos da investigação, que tem como fundamentação a Análise Microgenética apoiada na base teórica e metodológica de uma abordagem da perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano

Já no capítulo 3 será apresentado e analisado os dados obtidos em nossa coleta de dados. Estes dados serão discutidos no conjunto das atividades desenvolvidas. Por fim, concluindo os principais apontamentos apresentados por esta pesquisa, no capítulo 4, apresentamos as considerações finais desta dissertação.

# CAPÍTULO I

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA, PEDAGÓGICA E CONCEITUAL PARA ABORDAGEM DE CÉLULA EM UMA ATIVIDADE DE ENSINO

### 1.1 Fundamentação teórica e pedagógica da investigação

Neste capítulo dissertaremos sobre alguns pensamentos de Vigotski, pautados na perspectiva histórico cultural do desenvolvimento humano, que fundamentaram a investigação proposta nesse trabalho.

#### **Desenvolvimento X(*versus*) Aprendizagem**

Alguns autores afirmam que só existe aprendizagem quando a mente do indivíduo está desenvolvida para essa aprendizagem. Contudo, Vigotski defende a tese de que a aprendizagem precede o desenvolvimento, mas que ambos são interdependentes por meio de processos sociais. Afirma ainda, que a aprendizagem leva o indivíduo a novos níveis de desenvolvimento (VIGOTSKI, 2000b)

Neste sentido, para Vigotski (2000b, p. 130), respeitando-se o limiar mínimo e o limiar máximo,

o único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha à frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia; deve voltar-se não tanto para as funções já maduras, mas principalmente para as funções em amadurecimento.

#### **A Mediação**

Vygotsky destaca a importância da colaboração do professor (ou de algum outro mediador social mais capacitado, que domina mais sobre determinada habilidade ou conceito) para que ocorra esse processo de aprendizagem e dessa aprendizagem seja possível um desenvolvimento do ser humano (VIGOTSKI, 2000b).

O sujeito se constitui como ser humano na medida em que internaliza a cultura na qual está inserido. Observando que para Vygotsky (2000b) este processo

não se dá sem a mediação do outro, cuja cultura já fora internalizada anteriormente. É importante também ressaltar que esta mediação é feita através da linguagem verbal, gestual, escrita e imagética.

Indo na contra mão do modelo de transmissão-recepção, que parece desconsiderar que o aluno possui conhecimentos anteriores e acredita que os conhecimentos científicos são assimilados pelo aluno de forma simplista sem a ação desse indivíduo no que é aprendido, Vigotski entende que ocorra aprendizagem também por imitação, mas que essa imitação não é uma cópia e sim uma reelaboração do que está sendo aprendido, uma releitura do modelo a ser copiado. Imitar para ele é recriar com base em um modelo, fruto das interações do aluno com o professor ou outro mediador. É uma criação nova a partir do que é observado, que vai poder futuramente possibilitar o desenvolvimento da autonomia do indivíduo através de atividades compartilhadas. Nesses termos, a autonomia do sujeito nasce da atividade compartilhada (VIGOTSKI, 2000b).

O professor é o mediador socialmente escolhido para essa interação entre os sujeitos no contexto escolar, que prioriza a aprendizagem de conceitos científicos acumulados ao longo da história da civilização humana. Essa relação é caracterizada como uma relação de ensino, cuja finalidade imediata – ensinar/aprender – é explícita para ambos, os quais ocupam lugares sociais diferenciados e hierarquicamente organizados (FONTANA, 1996 apud SILVA, 2013). Nessa interação entre esses sujeitos podem desenvolver-se as funções psicológicas superiores do aluno com a ajuda e participação do professor. Tal desenvolvimento encontra sua expressão na crescente utilização dos conceitos independente do contexto no qual foram ensinados.

Segundo Vigotski, o desenvolvimento é produto/produção das condições do processo de ensino, cujo aspecto fundamental é a singular interação entre professor e aluno, junto com os conhecimentos que são mediados a este segundo um determinado sistema. Estes fatores, explicam os casos de desenvolvimento precoce de conceitos. Isso envolve os conhecimentos já dominados pelo aluno, as ações e os conhecimentos do professor e as condições sociais reais de produção do processo de ensino (SILVA, 2013).

Nossa sociedade privilegiou a escola como um espaço onde os conhecimentos científicos a serem aprendidos assumem uma sistematização lógica

que deve auxiliar e potencializar a aprendizagem. No panorama escolar a relação entre a construção do conceito e a aprendizagem surge como destaque na discussão sobre a sistematização do conhecimento.

A educação escolar é o lugar próprio da psicologia, ou seja, um lugar de aprendizagem e da origem e desenvolvimento das funções psicológicas (VIGOTSKI, 2000a). O contexto escolar possibilita em alto grau de complexidade e de relações sociais o acesso às formas sistematizadas de organização da atividade cognitiva, permitindo diferentes tipos de investigações sobre os constituintes desse local.

### **Zona de Desenvolvimento Proximal**

Retomando a questão da imitação para aprendizagem e do desenvolvimento do sujeito, Vigotski (2000b) considera que o indivíduo só pode imitar o que se encontra na zona de suas próprias potencialidades intelectuais. Entende também que com a mediação do outro o indivíduo sempre pode fazer mais do que faria sozinho. Mediante todas essas ideias, formulou assim o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definindo-o como a distância entre aquilo que o indivíduo consegue realizar sozinho, no seu nível de desenvolvimento real (Zona de Desenvolvimento Real – ZDR) e aquilo que ele pode aprender a fazer por conta própria, mas por enquanto ainda precisa da ajuda de companheiros mais capazes.

### **Os Instrumentos**

No desenvolvimento do indivíduo e da espécie humana os instrumentos são muito importantes. Para Vigotski, os instrumentos estão intimamente relacionados à sua ligação aos postulados marxistas, buscando compreender as características das pessoas através do estudo da origem e desenvolvimento da espécie, tendo o trabalho e a formação da sociedade humana, como processo básico de diferenciação do homem das outras espécies. É o trabalho que une homem e natureza, pois neste trabalho nasce a coletividade e, portanto, as relações sociais e, também com a necessidade de transformar o meio tem-se a criação e utilização de instrumentos. (VIGOTSKI, 2000b). A própria escola, local propício ao desenvolvimento de conceitos científicos sistematizados, nasceu preocupando-se na qualificação do trabalhador.

O instrumento é um objeto social e mediador da relação entre o indivíduo e o mundo, que foi criado e aperfeiçoado para uma função que facilitaria o trabalho do homem de transformar o espaço. Animais também utilizam instrumentos, mas não são capazes de produzir o seu instrumento para uma função em específico, não guardam os instrumentos para uso futuro e não preservam a função do objeto como conquista a ser repassada para outros do grupo social. Alguns animais são capazes de transformar o meio num momento específico sem construir o íntimo grau de relação que o homem construiu. Por tudo isso é que Vigotski considera essa relação diferente da que o homem tem com o instrumento (VIGOTSKI, 2000b).

## **Os Signos**

Signos são instrumentos que auxiliam no desempenho de atividades psicológicas e podem contribuir na elaboração de novos conceitos, sendo chamados por Vigotski de “instrumentos psicológicos”, pois sua invenção para solucionar problemas psicológicos é parecida (ou até mesmo igual) a invenção dos instrumentos para auxiliar na transformação da natureza e de objetos, a diferença é que uma restringe-se ao campo psicológico (o interior do ser – os signos) e a outra as ações concretas (meio externo – os instrumentos). Mais elementar, o signo é uma marca externa, que auxilia o homem em tarefas que exigem memória ou atenção. Os signos servem como representação da realidade e podem referir-se a elementos ausentes do espaço e do tempo presentes. Para Vigotski a memória mediada por signos é mais poderosa que a memória não mediada (VIGOTSKI, 2000b).

Os signos são instrumentos psicológicos em diversas situações, como na utilização de mapas, de palitos para a contagem de animais, em uma lista de compras.

Na compreensão de Fontana e Cruz (1997, p. 59), “tudo o que é utilizado pelo homem para representar, evocar, ou tornar presente o que está ausente constitui um signo: a palavra, o desenho, os símbolos”. Já para Pino (2000a:, p. 57), “todo signo pressupõe um elemento que é material da ordem do sensível (...) que é justamente o que permite servir de sinal de alguma coisa para alguém”.

## A Palavra

Para Vigotski, a essência do desenvolvimento dos conceitos ou do significado das palavras tem como base a transição de uma estrutura de generalização para outra. Quando o indivíduo apreende uma palavra nova, associada a um determinado significado, o seu desenvolvimento está apenas começando. No início, a palavra é uma generalização do tipo mais elementar, posteriormente, com o desenvolvimento, o sujeito substitui por generalizações cada vez mais elevadas, culminando com o processo que o leva a formar verdadeiros conceitos (SILVA, 2013).

## Os Conceitos

Segundo Silva (2013), fundamentada em Vigotski (2000b), o processo de desenvolvimento dos conceitos requer o desenvolvimento de uma série de funções psicológicas como a atenção voluntária, a memória lógica, a abstração, a síntese, a comparação e a discriminação. Tais funções são altamente complexas e, por isso, os conceitos não podem ser simplesmente memorizados e assimilados.

Esses conceitos para Vigotski (2000b) diferencia-se em conceitos cotidianos, também chamados de conceitos espontâneos, elaborados por meio da experiência diária, e conceitos científicos, não-espontâneos, elaborados por meio da aprendizagem sistematizada na escola. O autor percebe também que apesar das diferenças entre os conceitos cotidianos e os conceitos científicos eles se relacionam e se influenciam constantemente, pois fazem parte de um único processo, no qual os conceitos cotidianos, já dominados pelo aluno, e os conceitos científicos articulam-se em sua mente e, nesta articulação, tanto um quanto o outro se transformam reciprocamente. Segundo Vigotski (2000a, apud SILVA, 2013, p.11),

Os conceitos cotidianos propiciam o confronto dos conceitos científicos/escolares com uma situação concreta, criando “uma série de estruturas necessárias para a evolução dos aspectos mais primitivos e elementares de um conceito”(…). Já os conceitos científicos criam estruturas para o desenvolvimento dos conceitos cotidianos em relação à sistematização, à consciência e ao uso deliberado, que são características de um tipo de percepção generalizante própria da atividade intelectual. Nesse sentido, Vigotski também argumenta que os motivos que levam o indivíduo a desenvolver os dois tipos de conceitos não são os mesmos, vez que ele se depara com diferentes situações quando os assimila na escola e quando é entregue aos seus próprios recursos. O que difere o conceito cotidiano do conceito científico é o tipo de relação com o

objeto e o ato de sua apreensão pelo pensamento. Ao operar com os conceitos cotidianos, o indivíduo não está consciente deles, pois sua atenção está sempre voltada ao objeto ao qual o conceito se refere e não ao próprio pensamento.

Depois dessa breve explanação de alguns pontos e conceitos importantes da teoria de Vigotski e que são também marcantes na minha formação pessoal e profissional, nos aprofundaremos mais a respeito dos processos de formação de conceitos dessa teoria histórico-cultural do desenvolvimento humano, pautada no pensamento de Lev Semenovitch Vygotsky (1896 – 1934). Buscando subsidiar a compreensão de sua elaboração referente ao ensino sobre células, por parte dos alunos e como a mediação pedagógica desenvolvida na sequência de atividades de ensino propicia essa elaboração. Para tal, abordaremos o que (VIGOTSKI, 2000a) apresenta em seus estudos sobre os tipos de conceitos e as três fases de desenvolvimento desses conceitos no indivíduo, no livro *Pensamento e Linguagem*. Neste, ele discorre sobre os pré-conceitos, pseudoconceitos, conceitos potenciais e conceitos verdadeiros e distingue a aprendizagem em pensamento sincrético, pensamento por complexos e fase dos verdadeiros conceitos. Traz, também, uma diferenciação muito importante para o nosso trabalho, entre conceitos cotidianos e científicos, que já foram discutidos de forma resumida anteriormente.

Segundo o referido teórico, para que o processo de significação da palavra e formação conceitual tenha início, existe a necessidade do surgimento de um problema, o qual só poderá ser resolvido apenas pelo desenvolvimento de um novo conceito, e, para isso, é necessário confrontar o sujeito com a tarefa. Quando se introduz gradualmente os meios para a solução do problema é possível observar e estudar o processo total de formação de conceitos em todas as suas fases dinâmicas. A questão principal quanto ao processo de formação de conceitos é a questão dos meios pelos quais essa operação é realizada. A formação do conceito verdadeiro permite ao sujeito que aprende utilizar do termo em outras situações que não as da amostragem (VIGOTSKI, 2000a).

Nesse processo de formação de conceitos, podemos destacar segundo o referido autor os três tipos de pensamentos que podemos ter: o pensamento sincrético, pensamento por complexos e o pensamento por conceitos verdadeiros.

A seguir abordamos de modo um pouco mais pormenorizado cada um dos três tipos.

## **Pensamento Sincrético**

Nesse tipo de pensamento o significado da palavra é um conglomerado vago e sincrético de objetos isolados, que de alguma maneira formaram uma imagem na mente do sujeito. As relações sincréticas e o acúmulo desordenado de objetos agrupados sob o significado de uma palavra também refletem elos objetivos na medida em que estes últimos coincidem com as relações entre as percepções ou impressões do sujeito. Portanto, o pensamento sincrético é caracterizado pela agregação desorganizada ou por amontoados que a mente utiliza para solucionar uma tarefa, sem fundamento algum e deforma ocasional.

A primeira fase da formação de conceitos, chamada de fase do pensamento sincrético, inclui três estágios distintos. No primeiro estágio não há diferenciação dos conceitos. Nesse primeiro estágio o desenvolvimento do significado de uma determinada palavra ocorre por tentativa e erro. Vai se substituindo as respostas, os conceitos, os significados das palavras conforme se prove que a suposição estava errada. Por exemplo, quando a criança dá o nome de “cocó” à galinha e usa o mesmo termo para referir-se aos outros animais também, até o momento que por algum agente social externo ele descobre que nem todos os bichos podem ser agrupados como “cocós”, agregando um novo termo para outros animais, o que ainda é bastante confuso na cabeça dessa criança e não foi abstraído o conceito em si do significado da palavra.

No segundo estágio os amontoados sincréticos são determinados pelo campo visual, são desarticulados e criados ao acaso. O sincretismo forma-se como resultado de relações com o tempo e o espaço com elementos isolados ou por serem inseridos em alguma outra relação mais complexa de forma imediata (VIGOTSKI, 2000a). O sujeito que está nesse nível de sincretismo, consegue apenas articular seu pensamento por imagens no campo real, ainda não há a abstração.

A imagem sincrética tem uma base mais complexa no terceiro nível, pois, tendo passado pelos estágios anteriores, já elabora com mais coerência seus amontoados de imagens, objetos ou conhecimentos. Pode-se dizer que existe uma coerência incoerente, pois ainda não existem, nos elementos recombinaados, elos intrínsecos entre si.

## **Pensamento por complexos**

No pensamento por complexos, os objetos isolados associam-se na mente humana não só por impressões subjetivas, mas também por relações que de fato existem entre esses objetos, superando o egocentrismo a respeito de determinado assunto. Esse tipo de pensamento caracteriza-se pela transitoriedade e variabilidade. O pensamento por complexos já constitui um pensamento coerente e objetivo, contudo não reflete as relações objetivas do mesmo modo que o pensamento conceitual. Organiza-se os objetos isolados pelo fato de tais objetos agruparem-se em “famílias” separadas, mutuamente relacionadas. Não há nos complexos organização hierárquica. Nesse tipo de pensamento predomina relações concretas e factuais (pelos fatos) e não abstratas e lógicas. Portanto, um complexo é um agrupamento concreto de objetos por ligações factuais. Enquanto um conceito agrupa os objetos de acordo com um atributo, em um complexo as ligações podem ser diversas. A principal função dos complexos é estabelecer elos e relações (VIGOTSKI, 2000a). Por exemplo, quando o sujeito agrupa objetos pela cor, forma ou função, ou ainda, no ensino, quando o nosso aluno agrupa termos estudados por fazerem parte do grupo de palavras usadas quando se fala sobre um determinado assunto, mas sem conseguir fazer ligações com situações fora do contexto comum a essas palavras.

O pensamento por complexo pode ser dividido em cinco tipos básicos de complexo. O primeiro tipo de complexo é chamado de associativo, nele as associações podem ocorrer por qualquer tipo de relação percebida pelo sujeito sobre os objetos. Ao se construir um complexo associativo teremos um objeto núcleo no grupo e serão acrescentados outros que se assemelhem ao núcleo por qualquer atributo que lhe chame a atenção. A ligação entre o objeto e o núcleo não precisa ser uma característica comum. Nesse estágio, a palavra deixa de ser o nome individual de um objeto isolado e torna-se o nome do grupo. O complexo associativo apoia-se em semelhanças ou em outras conexões necessárias entre as coisas ao nível da percepção (VIGOTSKI, 2000a).

O segundo tipo de pensamento por complexos é o complexo de coleções. Consiste na combinação de objetos ou das impressões concretas que eles provocam no indivíduo. Os objetos são agrupados com base em alguma característica que os torna diferentes e complementares entre si. Por exemplo,

posso agrupar objetos que tenham a mesma cor. A associação por contraste e não por semelhanças orienta a montagem de uma coleção. Essa é formada por princípios mistos, o que é comum no complexo associativo. O complexo de coleções é um agrupamento de objetos com base em sua cooperação (VIGOTSKI, 2000a).

O terceiro tipo é o complexo em cadeia onde a formação do complexo se dá em uma junção dinâmica e consecutiva de elos isolados em uma única corrente, com a transmissão de significado de um elo para outro e em que o atributo decisivo para agrupar as coisas continua variando ao longo de todo o processo. Não existe coerência quanto ao tipo de conexão e quanto aos elos entre os objetos da cadeia. Não existe grau de prioridade, não existe núcleo do complexo, como no complexo associativo, tudo que é incorporado à cadeia tem o mesmo grau de importância do fator ou objeto inicial e suas características podem tornar-se um novo parâmetro para acrescentarem novas coisas à corrente. O complexo em cadeia pode ser considerado a forma mais pura do pensamento por complexos. Um complexo não se eleva acima de seus elementos acima como o faz um conceito. Já o quarto tipo de complexo é denominado de complexo difuso, sendo caracterizado pela fluidez do próprio atributo que une os seus elementos. Nesse tipo de pensamento, os complexos são tão indefinidos que podem não ter limites. Conseguem ser expandidos ilimitadamente pelo acréscimo de mais e mais indivíduos ao grupo original. Esses complexos ilimitados baseiam-se em conexões com atributos vagos, irrealis e instáveis (VIGOTSKI, 2000a).

O quinto tipo de complexo, visto como uma ponte entre os complexos e o estágio final é o mais elevado da formação de conceitos, denominado de complexo de pseudoconceito. A generalização formada na mente de uma pessoa que se encontra no estágio de complexo de pseudoconceito, embora aparentemente semelhante ao conceito propriamente dito, é psicologicamente muito diferente. As generalizações e os agrupamentos de semelhantes dentro desse complexo não ocorrem baseados em conceitos abstratos. Olhando superficialmente parecem ser o mesmo, a impressão é que o indivíduo conseguiu internalizar os conceitos referentes àquela generalização e com isso agrupar as coisas que tem a mesma definição conceitual. Entretanto, as análises experimentais mostram que, na realidade, a orientação está restrita a semelhança concreta visível, formando apenas um complexo associativo restrito a um determinado tipo de conexão perceptual. A transição do pensamento por complexo para o pensamento por conceitos

geralmente não é percebida pelo indivíduo porque os seus pseudoconceitos já coincidem, em conteúdo, com os conceitos verdadeiros (VIGOTSKI, 2000a).

### **Pensamento por conceitos verdadeiros**

O desenvolvimento de um conceito é um processo que vai além da unificação. É necessário abstrair, isolar elementos, e examinar os elementos abstratos separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte. Somente o domínio da abstração, combinado com o pensamento por complexos em sua fase mais avançada, permite a criança progredir até a formação dos conceitos verdadeiros. Um conceito só aparece quando os traços abstraídos são sintetizados, e a síntese torna-se o principal instrumento do pensamento, tendo papel decisivo nesse processo a palavra. A formação dos verdadeiros conceitos surge no movimento oscilante do pensamento que caminha em duas direções do particular para o geral e do geral para o particular. Os processos que levam a formação dos conceitos evoluem ao longo de duas linhas principais. A primeira é a formação dos complexos e a segunda linha de desenvolvimento é a formação de conceitos potenciais, baseados no isolamento de certos atributos comuns (VIGOTSKI, 2000a).

A respeito dos tipos de conceitos, Vigotski (2000a) infere que existem os pré-conceitos, pseudoconceitos, conceitos potenciais e conceitos verdadeiros e diferencia os conhecimentos em cotidianos e científicos. Os pré-conceitos são aqueles que mal começaram o seu processo de evolução a partir dos complexos no período de desenvolvimento em que se encontra o sujeito. Esse ainda não é consciente deles e também não pode controlá-los.

Os pseudoconceitos servem de elo entre o pensamento por complexos e o pensamento por conceitos. Eles já carregam a semente que fará germinar o conceito. Permite a comunicação verbal entre o adulto e a criança. Mas, o adulto não pode transmitir a criança seu modo de pensar, ele apenas lhe apresenta o significado acabado de uma palavra e a criança vai formar ao redor desta palavra complexos, os conceitos e generalizações presentes em uma palavra, que não são tão facilmente transmitidos. Os adultos também se utilizam dos pseudoconceitos, pois constantemente desviam-se do pensamento conceitual para o pensamento concreto semelhante aos complexos.

Nos conceitos potenciais um traço abstraído não se perde tão facilmente entre outros traços. Nos conceitos potenciais o agrupamento de significados, saberes e generalizações será feito com base em um único atributo.

Por fim, nos conceitos verdadeiros um conceito é mais do que a soma de certas conexões associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental. É um ato real e complexo de pensamento. O desenvolvimento de conceitos verdadeiros é dependente do desenvolvimento de muitas funções intelectuais, como a atenção deliberada, a memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar. Nos conceitos verdadeiros tanto o ato quanto o meio pelo qual é realizado esse ato são ações conscientes. Um nome nunca é um conceito quando aparece pela primeira vez.

Na compreensão de Vigotski (2000a), o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Na escola, quando algum educador tenta fazer isso, geralmente não consegue nada mais do que um verbalismo vazio, fruto de memorização. Isso se deve muitas vezes quando o pensamento não é consciente de si próprio. O sujeito se conscientiza daquilo que está fazendo conforme a dificuldade que enfrenta para se adaptar às situações. A pessoa sofre fracassos e derrotas por causa das deficiências de sua lógica e essas experiências dolorosas criam a necessidade de tomar consciência de seus atos. Conscientizar-se de uma operação mental significa transferi-la do plano da ação para o plano da linguagem, ou seja, recriá-la na imaginação de forma que possa ser expressa em palavras.

Vigotski (2000a) enfatiza que os modelos de pensamentos observados nos primeiros estágios de um processo de desenvolvimento se repetirão nos seus estados mais avançados. Portanto, dizer que a pessoa encontra-se em certo nível de pensamento é muito vago, porque ela pode estar no nível de pensamento verdadeiro para alguns conceitos e no nível de pensamento por complexos para outros.

A respeito dos tipos de conhecimentos, segundo Vigotski (2000a), os conhecimentos espontâneos/cotidianos e científicos se diferem quanto à sua relação com a experiência do indivíduo e quanto a sua atitude para com o objeto. Os primeiros são conceitos não conscientes e assistemáticos com atenção sempre voltada para o objeto e não ao próprio ato de pensamento. No conceito do cotidiano a pessoa não conhece a estrutura, geralmente não está consciente e dominante sobre o conceito. Já os segundos, transmitidos para os membros das comunidades

de espécie humanas, principalmente, no ambiente escolar, o conhecimento científico induz a um tipo de percepção generalizante. Esses conceitos com seu sistema hierárquico de inter-relações desenvolve nos indivíduos uma consciência reflexiva. No conhecimento científico é possível conhecer a estrutura do pensamento primeiro.

A ausência de um sistema é a diferença principal que distingue os conceitos cotidianos dos conceitos científicos. Contudo, os conceitos científicos e cotidianos vão se correlacionar continuamente. Quando se toma consciência sobre um determinado conceito é possível fazer generalizações bem sistematizadas, definindo-se uma hierarquia do conhecimento. E os conceitos não ficam isolados, ressaltado pelo autor que, no contexto escolar um conceito é sempre mediado por outro conceito (Vigotski, 2000a).

Algumas discussões são feitas a respeito da natureza do desenvolvimento da mente e da aprendizagem. Uma corrente de pensadores acredita que o desenvolvimento e a aprendizagem do sujeito são itens isolados. Já a outra acredita que são desenvolvidas juntas e iguais. E uma terceira corrente afirma que é resultante da soma das duas anteriores, pois para eles, desenvolvimento e aprendizagem são diferentes, mas uma influencia a outra e vice-versa. Para Vigotski (2000a) a aprendizagem precede o desenvolvimento, ela projeta-o, ou leva ao desenvolvimento.

A aprendizagem no ambiente escolar tem como base comum para o estudo dos vários conteúdos a consciência e o domínio deliberado, de forma que um conteúdo facilita o aprendizado do outro. Para cada matéria escolar há um período em que sua influência é mais produtiva, porque a criança é mais receptiva a ela (VIGOTSKI, 2000a). Cabe, então, nesse sentido, discutir como esses dois processos são vistos no contexto escolar para o referido autor e não qual matéria é mais importante no desenvolvimento e na aprendizagem.

Diferenciando-se dos pensamentos clássicos, Vigotski (2000b) compreende que, como já mencionado acima, a aprendizagem precede o desenvolvimento, projetando-o de forma que aquilo que o sujeito ainda não tenha capacidade de realizar por conta própria, ele poderá aprender e realizar por meio de uma ação de mediação social, ou seja, por ajuda de outra pessoa mais experiente ou mais capaz que no caso do contexto escolar, é principalmente o professor. Em relação a isso, o autor identifica a Zona de Desenvolvimento Proximal, que é justamente a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da

solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de outras pessoas mais capazes. Assim, essa zona define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação. A Zona de Desenvolvimento Proximal hoje será o nível de desenvolvimento real amanhã – ou seja, aquilo que uma criança pode fazer com assistência hoje, ela será capaz de fazer sozinha amanhã (VIGOTSKI, 2000b).

O aprendizado humano tem um caráter social específico e um processo através do qual os indivíduos entram na vida intelectual daqueles que os cercam. Por isso, podemos afirmar que a instrução escolar é capaz de atuar na Zona de Desenvolvimento Proximal do aluno, de forma que este desenvolva habilidades e conhecimentos socialmente disponíveis que passará a internalizar. Na escola, tanto o conteúdo a ser ensinado quanto a função do adulto preparado que ensina são cuidadosamente planejados e mais precisamente analisados. E é durante o processo de educação escolar que a criança parte de suas próprias generalizações e significados e começa uma análise intelectual, da comparação, da unificação e do estabelecimento de relações lógicas, sem abrir mão dos conceitos que já traz consigo. A criança raciocina, seguindo as explicações recebidas, e então reproduz operações lógicas, novas para ela, de transição de uma generalização para outras generalizações (VIGOTSKI, 2000b).

Compreendendo a Zona de Desenvolvimento Proximal como o lócus do processo de aprendizagem, no qual a pessoa aprende ao resolver problemas com o auxílio de outra pessoa, podemos afirmar que é nessa zona de desenvolvimento proximal dos estudantes do ensino médio que buscamos utilizar da sequência de atividade de ensino proposta neste trabalho, como elemento mediador da aprendizagem sobre células e seus conceitos. De uma forma sistematizada, característica dos conceitos científicos escolares.

A sistematização dos conhecimentos científicos para os alunos permite a eles atingirem uma compreensão maior dos processos de generalização do conceito aprendido, de forma que o conhecimento científico se torna um conceito verdadeiro muito mais rápido que um conhecimento cotidiano, porque lhe são apresentados as regras e níveis hierárquicos do conhecimento. Geralmente é mais fácil de compreender as leis que regem um conceito, uma generalização que foi já lhe apresentada sistematizada do que uma que você aprendeu por observação e

repetição do cotidiano, pois o sujeito está, nesse momento, só buscando uma solução prática para um problema e não se atém a como está se agrupando esses conhecimentos em sua mente e no desenvolvimento de sua aprendizagem (VIGOTSKI, 2000a).

Sistematizar os conceitos implica na formação de generalizações que são intermediadas por outros conceitos menos generalizantes. Assim, podemos compreender que todo conceito é ordenado por outro conceito, de uma mais generalizante para um menos generalizante. Como conhecimento verdadeiro, essas articulações entre conceitos que formam uma generalização são feitas no campo da abstração.

As generalizações e abstrações são realizadas em um processo de aprendizagem e reforçamos aqui o que diz Vigotski (2000a) sobre esse processo. Ele diz que o único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha à frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia, voltando-se mais para as funções em amadurecimento do que as já bem maduras. Comprovou-se para esses estudos a natureza social e cultural do desenvolvimento das funções superiores durante esses períodos, dependendo de outro sujeito mais capacitado no assunto a ser ensinado para ocorrer a aprendizagem. Portanto, quando estimulado de forma promissora, o desenvolvimento dos conceitos científicos ultrapassa o desenvolvimento dos conceitos espontâneos/cotidianos. Entretanto, um desenvolvimento da esfera dos conceitos científicos também eleva o nível dos conceitos espontâneos/cotidianos, visto que o indivíduo que atinge a consciência e controle de um tipo de conceito pode fazer o mesmo com os outros conceitos.

O modo como Vigotski explica o processo de formação dos conceitos pode contribuir para a elaboração de uma sequência de atividades de ensino e para refletir sobre que estratégias possibilitariam abordar conceitos de unidade, diversidade e continuidade, articulados com questões sociocientíficas pela inclusão do tema células tronco, contextualizando-o no nível cognitivo e a realidade na qual os alunos estão inseridos, no sentido de promover neles o aprendizado e a apropriação do conceito célula, de forma, que sejam capazes de transpô-los para o seu contexto social.

## **As questões sociocientíficas no ensino de ciências/biologia**

Esses pensamentos de Vigotski (2000a) relacionados ao pensamento por conceitos, por meio do qual o indivíduo já consegue articular esses conceitos com situações diferentes da que ele aprendeu vem auxiliar nessa percepção do professor em relação a aprendizagem do aluno através da abordagem de questões sociocientíficas (QSCs), nessa atividade de ensino elaborada neste trabalho, pois as QSCs abrem um caminho concreto para alcançar os desafios do ensino de ciências, pois a ciência e a tecnologia passaram a ser compreendidas como atividades humanas inseridas em múltiplas controvérsias e incertezas exigindo dos cidadãos um posicionamento crítico de seus impactos e alcances (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

As QSC apresentam para o ensino de ciências importantes possibilidades para trabalhar aspectos políticos, ideológicos, culturais e éticos relacionados a ela. Assim, aspectos como natureza da ciência e da tecnologia, tomada de decisão, raciocínio ético-moral, reconstrução sociocrítica e ação adjacentes às interações CTSA podem ser trabalhadas pelos professores em suas aulas por meio da estruturação e do desenvolvimento de questões controversas. Tendo como objetivo focar o ensino de ciências na formação para a cidadania dos estudantes no ensino básico e superior (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

Dessa forma, podem ser incluídos discussões, controvérsias ou temas diretamente relacionados aos conhecimentos científicos e/ou tecnológicos que possuem um grande impacto na sociedade. Essas questões abrangem aspectos multidisciplinares que, na maior parte das vezes, estão carregados de valores (ético, moral) e são afetados pela insuficiência dos conhecimentos (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

As questões sociocientíficas abrangem a formação de opiniões e a escolha de juízos pessoais e sociais, implicam valores e aspectos éticos e relacionam-se com problemas sociais de ordem local, nacional e global. Na maior parte das vezes, as discussões que se desenvolvem na sociedade atual e que são divulgadas, principalmente pela mídia, fazem parte desse grupo de questões: energias alternativas, aquecimento global, poluição, transgênicos, armas nucleares e biológicas, produtos de beleza, clonagem, experimentação em animais, desenvolvimento de vacinas e medicamentos, uso de produtos químicos, efeitos

adversos da utilização da telecomunicação, manipulação do genoma de seres vivos, manipulação de células-tronco, fertilização *in vitro*, entre outras (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

Segundo Martínez Pérez (2012), as controvérsias envolvidas nas discussões públicas sobre questões sociocientíficas exigem a formação de cidadãos dotados de conhecimentos e capacidades para avaliar responsabilmente problemas científicos e tecnológicos na sociedade atual. Assim, o futuro do conhecimento científico e tecnológico não pode ser responsabilidade apenas dos cientistas, dos governos, de especialistas ou de qualquer outro ator social.

Acreditando que à abordagem de QSC pode potencializar a participação dos estudantes nas aulas de Ciências, favorecendo o ensino democrático em busca da constituição da cidadania dos estudantes é que fizemos uso dessa linguagem no desenvolvimento de nossa sequência de atividades de ensino.

Diversos autores defendem a inclusão de questões de natureza sociocientífica no dia-a-dia da sala de aula de ciências, centrando no desenvolvimento de cidadãos responsáveis, capazes de aplicar os conhecimentos científicos aos hábitos da vida cotidiana. As questões sociocientíficas permitem aos alunos a construção de argumentação, pois são assuntos que as pessoas se sentem capazes de manter opiniões e julgar (KUHN, 1993).

Para contribuir com a compreensão dos conceitos que serão abordados na sequência de atividades de ensino, a seguir apresentamos uma breve discussão sobre os mesmos e, posteriormente a sequência, objeto de investigação neste trabalho.

## **1.2 Conceitos celulares para fundamentação conceitual da sequência de atividades de ensino**

Neste item serão tratados os conceitos que serão desenvolvidos e analisados na sequência de atividades de ensino proposta neste trabalho.

Como abordado na introdução, a respeito dos conhecimentos que são importantes para os alunos internalizarem o conceito de célula, Cerri et al (2000) destacam em seu trabalho – assumindo o pensamento de Dreyfus e Junwirth (1998) – a importância do ensino da célula a partir de três categorias: unidade, diversidade e continuidade celular, as quais são explicitadas abaixo.

A célula é entendida como a unidade morfofuncional dos organismos celulares. Nesse sentido, pode ser concluído que uma única célula, tem as características necessárias para dar forma e possui processos que mantêm a funcionalidade do corpo desses organismos como um todo (CERRI et al, 2000).

Partindo dessas afirmações, e considerando o que Vigotski (2000a) entende por uma formação de conceitos sistematizada, se tem um conceito mais geral que é a Célula. Para a compreensão desse conceito é necessário que o aluno faça uma generalização. Generalização esta que permite a ele concluir que a célula é a unidade morfofuncional dos organismos celulares. Para que isso aconteça, em processo de aprendizagem, buscando a formação de um conceito verdadeiro ou científico sobre o tema em questão o aluno precisa primeiro compreender alguns conceitos menos generalizantes.

A célula é a unidade formadora dos seres vivos. Nela ocorrem processos que propiciam a manutenção da própria célula em si e da vida do indivíduo que a possui, ou seja, processos metabólicos (conceito secundário) que ocorrem no interior da célula ou no interior de órgãos e tecidos que são formados por células, os quais permitem a manutenção e continuidade celular (divisões celulares) e processos de diferenciação celular que possibilitam uma gama de tipos celulares que se associam para formar os diferentes organismos existentes (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Outro conceito secundário é o de estrutura celular. Quando se fala em morfofuncionalidade nos remetemos a processos, por isso, funcional, mas não podemos esquecer que morfo, está relacionado também ao conceito de estrutura, aquela que constitui e dá forma. Nesse caso, as estruturas celulares além de constituírem a célula, dão forma a célula e aos organismos formados por células.

Como Vigotski (2000a), que para estudar o pensamento humano, a fala e a aprendizagem, voltou-se para o desenvolvimento do indivíduo, durante as suas várias fases de vida, inclusive as que antecedem o período no qual se tem a formação de conceitos verdadeiros, para a compreensão do termo célula utilizamos das fases embrionárias de desenvolvimento de um ser humano.

A partir dos conceitos mais generalizantes buscamos chegar aos mais específicos e que a compreensão destes nos remeta a formação de um conceito verdadeiro geral, ou seja, buscamos suporte nos conceitos específicos para a compreensão de que a célula é a unidade morfofuncional dos organismos celulares.

## Conceito Primário – A célula – Unidade celular

O mais mencionado e que abrange todos os outros, já que no conceito mais geral aparece esse termo - a célula como a unidade morfofuncional. Na percepção do caráter unitário da célula, ou seja, o que pode fazer sozinha serão necessários conceitos mais específicos que tratam de processos e estruturas que compõem uma única célula e que a permite manter-se viva por suas próprias funções.

Buscando no desenvolvimento embrionário um apoio nesse processo de desenvolvimento do conceito verdadeiro sobre célula, nos deparamos com a procura de respostas à seguinte pergunta: como a célula zigoto, que é a primeira célula a ser formada pela união do espermatozoide e do óvulo na fecundação, consegue manter-se viva? Uma resposta possível seria graças a suas estruturas e processos que ocorrem em seu interior. Processos estes que sempre buscam a homeostasia celular controlados por ela mesma através de seu material genético que, além de controlar suas atividades, define as características dos organismos como espécie e como um indivíduo único. Na célula, esses processos a livra de corpos estranhos, digerem substâncias em seu interior, permitem ou não a entrada de substâncias e produzem energia para realização de suas atividades. Além disso, sintetizam proteínas e lipídios, codificam e interpretam informações contidas em seu interior que permitem a manifestação de suas características, diferenciando e assemelhando-se a outras células, e de todo o corpo. Outrossim, a célula ainda é capaz de se autoduplicar, de produzir cópias idênticas de si mesma para manter-se viva, para dar continuidade aos seus processos vitais, quando necessário (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Dentro do conceito primário de unidade celular nos deparamos primeiramente com o conceito secundário de processos celulares que vai permitir ao aluno entender como funciona uma célula, como ela se mantém viva e ativa. Como faz a sua automanutenção e como através desses processos mantém um organismo celular vivo.

Os processos metabólicos que ocorrem dentro de uma célula são conjuntos de atividades que ocorrem em seu interior e que quase sempre terão resultados e produtos para o meio extracelular também, dentre os processos que ocorrem em uma célula podemos destacar os processos de síntese - síntese de proteínas, síntese de lipídios, síntese de ácidos nucleicos, síntese de carboidratos (conceitos terciários). Qualquer atividade dentro das células quase sempre vai estar

relacionada a esses processos de síntese, seja fagocitose, exocitose, interdigitações da membrana plasmática, produção de energia, fotossíntese, os processos que envolvem a diferenciação e a divisão celular, a codificação do genoma humano, os transportes ativos e passivos de substâncias pela membrana plasmática entre outros (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Depois nos deparamos com outro conceito secundário de estrutura celular, que é relativo aos componentes que constituem uma célula, a sua estrutura física. Podemos assim dizer que a constituição básica de uma célula é formada por membranas e estruturas que delimitam o conteúdo interior da células os separando do meio extracelular – alguns tipos celulares vão apresentar membrana plasmática, outros parede celular e outros ambas as estruturas. Ainda falando a respeito dessa constituição básica encontramos dentro da célula um material semifluido compostos por líquidos, fibras, íons, outras substâncias, podendo apresentar ou não estruturas internas chamadas de endomembranas, componentes celulares compostos por membranas, também chamado de organelas – mitocôndria, plastos, lisossomos, vacúolos, retículos endoplasmáticos, entre outras estruturas que se encontram mergulhadas neste meio fluído chamado de protoplasma ou citoplasma dependendo do tipo celular a que nos referimos. Mergulhado nesse meio semifluido encontraremos outra estrutura básica de uma célula, o seu material genético que vai poder estar envolto por uma membrana ou disperso pelo protoplasma dessa célula (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Esses dois conceitos secundários, processos e estruturas, se relacionam de modo que todos os processos ocorrem por atividade dessas estruturas básicas que constituem uma célula e a célula só existe estruturalmente diferenciando-se e assemelhando-se uma das outras e mantendo a sua continuidade graças a esses processos metabólicos. A partir daqui as linhas dos dois conceitos intermediários se correlacionam demais em causa e efeito, partindo então após essa compreensão para os frutos desses processos e estruturas que é a compreensão dos conceitos de continuidade celular e a diversidade celular.

### **Conceito Primário – A Célula – Continuidade Celular**

É possível afirmar que sendo a célula a unidade básica formadora dos seres vivos tanto funcionalmente quanto morfológicamente a sua continuidade é

necessária para que se mantenha o organismo vivo e para que se preservem as características da espécie ao longo do tempo.

Partindo do seguinte questionamento: como a célula zigoto consegue dar origem a duas novas células e essas duas a outras quatro e assim sucessivamente? Uma possibilidade é que existem processos internos na célula que a permite fazer cópias de si mesma. Esses processos são denominados de divisão celular, no qual as células vão passar por algumas fases de crescimento em sua vida e, quando necessário, se dividirá para dar origem a novas células. Conforme a necessidade, o processo de divisão celular pode levar a uma divisão, que pode ser mitose ou meiose (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Na divisão mitose, que é a comum de ocorrer com a maioria das células do nosso corpo já formado para manutenção celular, uma célula vai passar por algumas fases do processo de divisão celular e dá origem a duas células-filhas idênticas a célula-mãe (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Na divisão meiose, que ocorre em nosso organismo para formação de gametas reprodutivos, para dar continuidade à espécie, ocorrerá uma divisão celular equacional (meiose I) que dá origem a duas novas células e cada uma dessas duas novas células sem passar por nenhum processo de duplicação de seu material genético irá se dividir novamente no que chamamos de meiose dois e assim sendo, cada divisão celular do tipo meiose, dará origem a quatro novas células-filhas (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Os gametas no processo de fecundação se recombina e, por isso, formam indivíduos novos no processo de reprodução que não são nem cópias da mãe, nem do pai.

### **Conceito Primário – A Célula – Diversidade Celular**

É notório a diversidade de seres que temos no planeta Terra, alguns enormes, outros microscópicos, com colorações diversificadas, constituídos por muitas ou por uma única célula. Também é de nosso conhecimento que existem muitos tipos de células, com formato, constituição, estruturas, cores, e funções diferentes dentro de um organismo e isso já era de se esperar devido às diferentes formas de vida que temos, já que as células formam esses diferentes indivíduos. (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Voltando mais uma vez para a formação embrionária de um ser humano como referência desse processo de aprendizagem nos deparamos com a seguinte situação problema para a sequência de atividades de ensino: até um período de divisão das células embrionárias elas não se diferenciam (consideradas assim células troncos totipotentes). Entretanto, ao longo do desenvolvimento do feto, essas células começam a se diferenciar. Qual o resultado desse processo de diferenciação para o indivíduo em formação. Respondendo a essa pergunta, pode se dizer que essas células se diferenciando formam os diferentes tipos celulares que constituem o nosso organismo humano, desde células sanguíneas, como as hemácias que são anucleadas, não possuem núcleo, até células totalmente ramificadas como os neurônios, que transmitem impulsos nervosos ao longo de todo o corpo (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Como já dito anteriormente no conceito intermediário central, que é o de unidade celular, toda célula realiza processos que as mantém vivas. Porém, é discutido que há exceções, como as próprias hemácias que perdem seu núcleo na fase jovem ainda da célula e por isso, não podem se dividir em novas células, sendo produzidas por células específicas em regiões específicas do corpo. As funções vitais de cada célula para manter-se viva são necessárias a todas as células, pois do contrário morrem. Mas, dentro de um organismo pluricelular as células vão dividir funções, vão se especializar em funções específicas para poder fazer a manutenção da vida, para realizar os processos necessários no organismo como um todo para que ele continue vivo. (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Nisso consiste o processo de diferenciação celular que ocorre com o embrião dentro do útero de sua mãe. Células que até então eram células totipotentes, ou seja, células não especializadas que poderiam dar origem a qualquer outra célula, que começam a se diferenciar em células específicas que darão origem aos diversos tipos de tecidos celulares no corpo humano e posteriormente em células específicas de cada tecido. Em algumas regiões específicas do corpo do indivíduo já formado ou do adulto ainda podem ser encontradas esse tipo de células não diferenciadas, e estas são as chamadas células tronco, que podem ser totalmente indiferenciadas ou parcialmente indiferenciadas (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

A diferenciação celular não permite apenas a formação de diferentes tecidos celulares em organismos pluricelulares, mas, permite, também, os processos

evolutivos que ocorrem ao longo de milhares e milhares de ano nos seres vivos, devido a influências do meio externo. Por isso, é que temos essa diversidade de seres vivos e de organismos da mesma espécie tão diferentes uns dos outros. Tudo isso ocorre em nível celular e mais específico ainda, em nível nuclear ou no núcleo da célula, pois é por mudanças no material genético da célula ou por respostas desta a estímulos do ambiente é que ocorrem as transformações (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

É importante também para esse trabalho a compreensão de um tipo de célula chamado de célula tronco no processo embrionário de desenvolvimento de um ser humano.

As células troncos podem ser definidas segundo três propriedades, auto renovação - capacidade de originar outra célula tronco com características idênticas, habilidade de se diferenciar em mais de uma linhagem celular e capacidade de dar origem a células funcionais nos tecidos derivados da mesma linhagem (SCHWINDT et al, 2005).

As células tronco podem ser classificadas segundo sua potencialidade em totipotentes, pluripotentes ou multipotentes. Totipotentes são as células capazes de gerar todos os tipos celulares embrionários e extra-embrionários, como o zigoto e o blastômero. Células tronco pluripotentes podem originar todas as células que formam um embrião e são provenientes da massa interna do blastocisto, ou seja, de células tronco embrionárias. São classificadas como multipotentes as células que originam apenas um subgrupo de linhagens celulares, por exemplo, as células tronco mesenquimais e neurais (SCHWINDT et al, 2005).

As fontes de células tronco podem ser divididas em três classes: embrionária, fetal e adulta. As células tronco embrionárias são derivadas da massa interna do blastocisto cinco dias após a fertilização em humanos.

As células tronco adultas não são capazes de manter suas propriedades por longos períodos em cultura e podem ser induzidas à diferenciação com a administração de fatores de crescimento apropriados ou outros sinais externos. Uma das fontes mais utilizadas para extração de células tronco adultas é a medula óssea, amplamente estudada face ao uso clínico em transplantes. Além da medula óssea, podemos encontrar células tronco adultas no sangue periférico, tecido adiposo e sangue de cordão umbilical, entre outros (SCHWINDT et al, 2005).

As células tronco fetais estão presentes em abundância por todo o organismo em desenvolvimento e possuem maior potencial de auto renovação. Teoricamente, pode-se isolar células tronco fetais de qualquer tecido, desde que a extração ocorra durante a formação destes tecidos no período fetal. No entanto, há importantes questões éticas envolvidas na extração de tais células de humanos (SCHWINDT et al, 2005).

A partir dessas ideias é que estruturamos a sequência de atividades para o ensino de Célula, focada nos conceitos de unidade, diversidade e continuidade, articulados com questões sociocientíficas, pela inclusão do tema células tronco, para saber como tais atividades podem promover nos alunos a apropriação do conceito célula, bem como dos conceitos a ele relacionados e o desenvolvimento de uma consciência crítica no que diz respeito a questões sociocientíficas. Segue abaixo a apresentação da sequência de atividades.

Consideramos que o desenvolvimento e internalização dos conceitos apresentados acima pelos alunos podem contribuir para superar dificuldades, como as apresentadas na introdução deste trabalho, no processo de aprendizagem sobre célula, bem como para promover o estudo deste tema e as questões sociocientíficas. Por isso, neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de uma sequência de atividades de ensino focadas nos conceitos de unidade, diversidade e continuidade, articulados com questões sociocientíficas pela inclusão do tema células tronco, fundamentada na teoria histórico-cultural do desenvolvimento humano. A fundamentação teórica e pedagógica da sequência de atividades de ensino na perspectiva histórico-cultural se pauta no fato de que ela permite o enfoque no aspecto pedagógico da sequência, assim como os fatores sociais que podem interferir na apropriação de conceitos sobre célula.

A seguir apresentamos a sequência de atividades elaboradas para a investigação proposta neste trabalho.

### **1.3 Sequência de atividades para o ensino de Célula**

Os conceitos de biologia celular são transmitidos durante o ensino fundamental, na disciplina de ciências, no ensino médio na disciplina de biologia, até o ensino superior, quando o estudante opta por algum curso que tenha este tema

em sua grade curricular. Apesar disso os equívocos conceituais, a falta de clareza a respeito dos constituintes das células, suas diferenciações e funções é algo muito corriqueiro entre os estudantes de todos os níveis de ensino (CERRI et al, 2000). Além disso, tais conceitos são vazios de significados e inter-relações com contextos da realidade, não permitindo aos estudantes ampliar seus horizontes cognitivos e desenvolver uma consciência crítica em relação à ciência e suas tecnologias.

Nesse sentido, Cerri et al (2000) propõem o ensino de célula e os conceitos a ela relacionados a partir de três categorias: unidade, diversidade e continuidade celular. Na compreensão dessas autoras, tal proposta pode possibilitar um processo de desenvolvimento cognitivo mais rico por permitir ao estudante a compreensão do que é célula e seus processos para desenvolvimento, manutenção e preservação da vida.

Cabe destacar, que também é proposto ao ensino de conceitos científicos, que seja possibilitado aos alunos relacionarem o conhecimento científico com a tecnologia, a sociedade onde vivem e as coisas do cotidiano (HOFSTEIN, AIKENHEAD e RIQUEARTS,1988). Nesses termos, propõe-se, nesse ensino, uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos a eles relacionados são estudados em conjunto com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos (LÓPEZ e CERREZO, 1996).

Atentando para essas ideias é que propusemos uma sequência de atividades de ensino, que possam contribuir para a apropriação do conceito de célula e os conceitos a ele relacionados, bem como o desenvolvimento de uma consciência crítica no que diz respeito à Ciência e suas Tecnologias, por parte de alunos do ensino médio. Tal sequência, produto da dissertação, é o objeto de estudo da investigação proposta neste trabalho com alunos do terceiro ano do ensino médio.

A proposta do produto então é se pautar nos estudos feitos por Cerri et al (2000) que vão apontar alguns caminhos, que segundo suas investigações, vão ser necessários para qualquer proposta alternativa ou atividades pedagógicas no ensino de células e construir um grupo de atividades de ensino que possibilitem atender a essas ideias que as autoras trazem. Se pautar, também, na ideia de que o ensino do tema célula e os conceitos a ele relacionados, precisa privilegiar no seu desenvolvimento a associação com questões sociocientíficas. Nesse sentido, consideramos que um tema como células tronco, o qual envolve questões éticas, como o uso e obtenção dessas células, os casos de clonagem, por exemplo, podem

possibilitar trabalhar o conceito de célula a partir dos conceitos mais específicos unidade, diversidade e continuidade celular, como propõe Cerri et. al (2000).

Um fator de muita importância apontado por Cerri et al (2000) são as pré-concepções que os estudantes têm sobre a célula, ou os conhecimentos que os alunos possuem sobre esse conceito. E o outro fator são os conhecimentos que são necessários que os alunos aprendam para construir o conceito de célula (Unidade, Diversidade e Continuidade Celular).

Para fundamentar os aspectos pedagógicos, bem como o caráter social dos fatores que podem interferir/promover na formação de conceitos da sequência de atividades de ensino, pautamos este trabalho em uma perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano, a partir das ideias de Vigotski e autores que compartilham de seu pensamento.

A seguir, apresentamos de forma sucinta a sequência de atividades de ensino elaboradas para a investigação proposta.

### **Proposta de uma sequência de atividades de ensino para abordagem do tema célula e conceitos a ela relacionados**

A sequência de atividades de ensino é constituída de quatro momentos, distribuídos em 7 horas/aulas (350 minutos), com duração de 50 minutos cada (das 11:30hs até as 12:20hs). Para conclusão das atividades foi necessário sete dias. Dessa forma, e sendo no contra turno das aulas, foi concluído a aplicação do produto em duas semanas. A opção pelo contra turno das aulas é porque esse conteúdo de células não faz parte do referencial curricular de biologia do terceiro ano do ensino médio, turma escolhida pelo professor/pesquisador principalmente por possibilitar a percepção de como os alunos que estão concluindo o ensino médio articulam e concebem os conceitos celulares. Portanto, para não atrapalhar as aulas e atendendo aos pedidos dos alunos preferiu-se esse horário das 11:30hs as 12:20hs.

## **Sequência de atividades de ensino.**

**1º Momento: Levantamento das concepções dos alunos sobre célula e seus conceitos.** (tempo total estimado da atividade 35 a 50 min- uma hora/aula)

**Objetivo:** Identificar os conhecimentos e os conceitos que os alunos têm sobre células e sobre células tronco.

**1º Passo:** *Os alunos responderão um questionário sobre unidade, diversidade, continuidade celular e sobre células tronco (**Anexo 1**) – (Tempo da atividade: 20 min);*

Os alunos responderão por escrito e individualmente em sala a um questionário formulado pelo professor, com perguntas estruturadas a respeito do que eles lembram, compreendem ou já ouviram falar sobre a importância da célula, sobre continuidade, diversidade e unidade celular e sobre células tronco. Essas perguntas servirão para que o professor possa ter um primeiro contato com o que os alunos entendem ao se depararem com esses tipos de questionamentos e do ponto de vista pedagógico, que ele ensine levando em consideração o conhecimento que os alunos possuem. Se os estudantes começarem a fazer perguntas ao professor a respeito das respostas, serão orientados por ele a responderem sozinhos e que depois as respostas virão ao longo das explicações.

**2º Passo:** *Desenhar a célula como a reconhece, identificando e nomeando suas estruturas.* (Tempo da atividade: 10 a 20min);

Dando continuidade a esse primeiro momento de levantar as concepções dos alunos a respeito de célula, o segundo passo é o aluno desenhar como ele concebe a célula. Os estudantes receberão uma folha de sulfite em branco dividida em quatro partes iguais. Em seguida o professor pedirá que os alunos façam em uma das partes da folha o desenho de uma célula do corpo que conheça, identifique e nomeie as partes da célula desenhadas por ele. Posteriormente, o professor orientará que os alunos tentem se lembrar de outra célula do nosso corpo humano diferente dessa que eles já desenharam e que a desenhem, identifiquem e nomeiem suas estruturas na segunda parte da folha sulfite. Depois disso, o professor solicitará que o aluno tente lembrar-se de uma célula vegetal e faça o mesmo e depois com uma célula bacteriana.

Apesar de a sequência articular os conceitos celulares com o desenvolvimento embrionário de uma pessoa e com as questões sociocientíficas que envolvem as células tronco do corpo humano, entendemos que é importante o professor pedir a eles que representem em seus desenhos células vegetais e bacterianas também. Isso porque se queremos nos aproximar dos conhecimentos cotidianos dos estudantes, provavelmente a célula vegetal e a célula bacteriana apareçam na escrita dos alunos por causa de suas experiências passadas em sala de aula.

**3º Passo:** Definições que os estudantes trazem sobre alguns termos referentes ao conteúdo de células e seus conceitos (**Anexo 2**) – (Tempo da atividade: 5 a 10 min);

Ainda na busca por conhecer o melhor possível o que os alunos sabem sobre célula, o professor entregará a eles uma lista de termos relacionados à célula. O aluno será orientado pelo professor a escrever o que ele entende, lembra, sabe, relação que faz, ou o que vem à cabeça quando se depara, escuta, cada uma daquelas palavras (termos). Essas perguntas servirão para que o professor possa diagnosticar as concepções dos alunos sobre o tema e ensine levando em consideração o conhecimento que os alunos possuem. Assim como no primeiro passo, se os estudantes começarem a fazer perguntas ao professor a respeito das respostas, serão orientados por este a responderem sozinhos e que depois as respostas virão ao longo de suas explicações.

Apoiando-nos no referencial teórico apresentado anteriormente, justificamos essa sequência de ações, neste primeiro momento dividido em três passos, na necessidade de confrontar os conhecimentos cotidianos dos estudantes com os conhecimentos científicos. Observando no pensamento de Vigotski (2000a) o que ele traz de contribuições sobre essas questões.

Diferenciando os conhecimentos cotidianos dos científicos pela ausência de um sistema, esse teórico infere que esses dois conhecimentos vão se relacionar continuamente. Quando ocorre uma conscientização sobre um determinado conceito é possível fazer generalizações bem sistematizadas, definindo-se uma hierarquia do conhecimento. E os conceitos não ficam isolados, ressaltado pelo autor que, no contexto escolar, um conceito é sempre mediado por outro conceito.

Compreendendo esse pensamento o professor precisa buscar identificar e aproximar-se o máximo possível dos conhecimentos cotidianos dos alunos e de suas possíveis abstrações, para que o conhecimento científico sistematizado nessa

sequência de atividade de ensino tenha possibilidades de se relacionar com os outros conhecimentos, mas de forma a elevar o processo mental dos outros conceitos.

**2º Momento: O conhecimento cotidiano do aluno, vídeos de células tronco e sobre o desenvolvimento embrionário, situações-problema e a concepção de unidade, diversidade e continuidade celular.** (tempo total estimado 3 horas e 20 minutos – 4 hora/aulas)

**Objetivo:** Utilizando-se de vídeos e da mediação do professor por meio de interferências e da criação de situações problemas, buscar-se-á articular os conhecimentos do cotidiano do aluno com os conhecimentos científicos sobre células e seus conceitos de forma sistematizada. Essa sistematização será possível por meio da compreensão de unidade, diversidade e continuidade celular, que poderão permitir aos alunos entender que a célula é a menor unidade morfofuncional dos organismos vivos.

Para compreensão de unidade, diversidade e continuidade pretendemos estruturar nesse segundo momento junto com os estudantes os conceitos de estruturas celulares e de processos metabólicos celulares. Também pode se fazer necessário explicações a respeito das células tronco sobre o que são, quais os tipos de células tronco existentes e/ou em que lugar do corpo podemos encontrá-las.

**1º Passo:** Assistir aos dois vídeos, um que aborda sobre o desenvolvimento embrionário do indivíduo até seu nascimento, com o título Gravidez – Fecundação ao Nascimento (Disponível: [https://www.youtube.com/watch?v=duMT\\_YcekDI](https://www.youtube.com/watch?v=duMT_YcekDI). Acesso em 20 de dezembro de 2015) e o outro vídeo que explica com alguns esquemas o que são células tronco e seus tipos, com o título Diferentes Tipos de Células Tronco (Disponível: <https://www.youtube.com/watch?v=pwQU2MeZUQA>. Acesso em 20 de dezembro de 2015). Antes, durante e depois dos vídeos alguns comentários e explicações foram feitos pelo professor a respeito dos próprios vídeos que estavam sendo assistidos (Tempo da atividade: 40 a 50 min – equivalente a uma hora/aula);

**2º Passo:** Em conjunto com toda a turma o professor trabalhará resoluções de três situações problemas, para promover discussões sobre o conceito de célula a partir da unidade, continuidade e diversidade celular. Para resolver cada uma das três

situações-problema, o professor irá explicar aos alunos os conceitos celulares que podem permitir-lhes compreender a célula, a partir daqueles três termos. (Tempo da atividade: aproximadamente 2 horas e meia - o equivalente a três horas/aula).

Cada situação problema foi discutida em um dia de aula.

Os conceitos que podem não estar internalizados ainda pelos alunos e que acreditamos ser de total importância para a compreensão da célula como a unidade morfofuncional dos organismos vivos são os processos e as estruturas celulares. Dentro dos processos celulares podemos destacar os de síntese - de proteínas, de lipídios, de ácidos nucleicos, de carboidratos. Entendendo que qualquer atividade dentro das células quase sempre vai estar relacionada a esses processos de síntese, seja fagocitose, exocitose, interdigitações da membrana plasmática, produção de energia, os processos que envolvem a diferenciação e a divisão celular, a codificação do genoma humano, os transportes ativos e passivos de substâncias pela membrana plasmática entre outros (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Agora, a respeito das estruturas celulares, é necessário que os estudantes entendam que a célula tem uma estrutura básica que pode ser formada e organizada de várias formas. A estrutura básica é formada por um material mais externo que vai delimitar o conteúdo intracelular diferenciando-o do material extracelular. É formada também por um material intracelular e neste poderemos encontrar o material genético que controlará as funções celulares. Dentro dessa estrutura básica poderemos ter diversas diferenciações de formas, combinações e organização.

**1ª Situação Problema: UNIDADE** – Discutir a partir da pergunta: Como a célula zigoto consegue se manter viva? O professor irá utilizar-se dessa situação para trazer também definições sobre a estrutura da célula e os processos metabólicos que nela ocorrem. Enfatizando os processos de síntese mencionados anteriormente, os quais permitem à célula produzir sua própria energia, fazer trocas com o meio externo, fazer a digestão celular, sintetizar e armazenar proteínas, lipídios e carboidratos. (Tempo da atividade: 50 min)

**2ª Situação Problema: CONTINUIDADE** – Discutir a partir da pergunta: Como a célula zigoto consegue dar origem a duas novas células e essas duas a outras quatro e assim sucessivamente? Essa situação será utilizada pelo professor para

trazer também definições sobre os processos que ocorrem na célula que a levam a se dividir de duas formas diferentes (meiose e mitose). (Tempo da atividade: 50 min)

**3ª Situação Problema: DIVERSIDADE** – Discutir a partir da pergunta: Até um período de divisão das células embrionárias elas não se diferenciam (consideradas assim células troncos totipotentes), mas ao longo do desenvolvimento do feto, essas células começam a se diferenciar. Qual o resultado desse processo de diferenciação celular para o indivíduo em formação? Nesse momento o professor aborda definições sobre os diferentes tipos de células existentes. Isso ocorre, por diferenciações na organização da estrutura básica da célula, relacionando-se com as funções que irá realizar em um organismo. Buscar-se-á também nessas discussões falar sobre o trabalho em conjunto em tecidos, órgãos, sistemas e no organismo, diferenciação genética. (Tempo da atividade: 50 min)

No final da aula é necessário retomar a questão inicial (situação problema), como forma também de avaliar e identificar o processo de formação de novos conceitos pelos estudantes.

As questões acima servem como proposta para promover discussões, que possibilitem o desenvolvimento dos conceitos científicos e evolução dos conceitos cotidianos dos estudantes. Vigotski (2000a) afirma em sua teoria que para que o processo de significação da palavra e formação conceitual tenha início, existe a necessidade do surgimento de um problema, o qual só poderá ser resolvido apenas pelo desenvolvimento de um novo conceito, e para isso é necessário confrontar o sujeito com a tarefa. Quando se introduz gradualmente os meios para a solução do problema é possível observar e estudar o processo total de formação de conceitos em todas as suas fases dinâmicas. A questão principal quanto ao processo de formação de conceitos é a questão dos meios pelos quais essa operação é realizada. Assim, para que o confronto ocorra, à medida que as situações problemas são apresentadas aos estudantes para que eles resolvam verbalmente, como forma de abstração de conceitos, outros conceitos científicos vão sendo articulados em grau de sistematização ao conceito de célula, já mencionados anteriormente.

**3º Momento: Articulação entre as questões sociocientíficas e os conteúdos sobre célula e seus conceitos.** (tempo total estimado da atividade: 1 hora e 40 min)

**Objetivo:** Promover um momento de debate entre os alunos sobre as questões éticas que envolvem o assunto sobre células tronco, observando se nos argumentos dos alunos já começam a aparecer indícios de iniciação do processo de apropriação dos conceitos científicos. Objetiva-se também incitar os alunos a usarem em seus argumentos alguns termos que eles não tenham utilizado, fazendo essa articulação com as questões sociocientíficas.

**1º Passo:** Organizar os alunos em três grupos, sendo quatro alunos para serem os juízes, e o restante da turma vai ser organizada em duas partes, nas quais uma parte vão ser os advogados de defesa a favor do uso de células tronco na medicina e na pesquisa e a outra parte serão os advogados de acusação que irão encontrar argumentos para a não utilização de células tronco na medicina (5 min);

**2º Passo:** O professor entregará aos alunos textos que tragam discussões sobre o uso ou não de células tronco para clonagem de indivíduos e para clonagem terapêutica (tratamento de doenças). Os textos são “Clonagem e células tronco” (ZATZ, 2004), “A importância do uso das células tronco para a saúde pública” (PEREIRA, 2008) e “Proliferar ou diferenciar? Perspectivas de destino das células-tronco” (SCHWINDT et al, 2005).

Esses textos servirão para os alunos se prepararem para as discussões e defesas dos pontos de vista no debate. (Tempo da atividade: 45 min em sala de aula e poderá ser preparado em casa também).

**3º Passo:** O professor organizará a sala para o debate entre os alunos e realizar as discussões em defesa e contra o uso das células tronco para fins médicos e científicos em forma de tribunal. (Tempo da atividade: 50 min)

Essa atividade se pauta no pensamento de Vigotski (2000a), o qual considera que a formação do conceito verdadeiro permite o sujeito que aprende a utilizar do termo em outras situações diferentes daquela na qual ocorreu o processo de aprendizagem. Por isso, é que se busca com a discussão de um tema de caráter social e ético como células tronco, que não é a situação na qual o estudante aprendeu o conceito de células, uma forma para esse aluno poder verbalizar os conceitos celulares com suas generalizações e abstrações possíveis com essa

proposta de ensino. É no confronto que se busca ajudar o aluno em seu processo de aprendizagem para que ele consiga articular melhor suas ideias.

Portanto, com este momento espera-se que os estudantes no intuito de buscar argumentos para defender ou não o uso de células tronco pela ciência, principalmente pela ciência médica, utilizem-se dos conceitos que eles tenham se apropriado durante os outros momentos da sequência de atividades de ensino. Espera-se também que no confronto entre os conhecimentos cotidianos que o aluno tenha e a respeito desse tema células tronco, muito comentado em nossa sociedade, com os conceitos científicos a respeito da célula, possa ajudá-lo na generalização e sistematização dos conceitos celulares.

**4º Momento: Verificação da apropriação do conhecimento.** (tempo total estimado da atividade: durante todo o processo de desenvolvimento da sequência de atividade de ensino)

**Objetivo:** Verificar se os alunos se apropriam dos conceitos científicos desenvolvidos, se evoluíram conceitualmente e se conseguem articular os conceitos científicos com as questões sociocientíficas.

**1º Passo:** Verificar se houve apropriação do conhecimento durante as aulas e durante o desenvolvimento de todas as atividades por meio da fala e das interações dos alunos.

A primeira coisa que precisamos lembrar nessa avaliação é que o nosso produtos para análise são os processos possíveis com a sequência de atividades de ensino. Nesse sentido, entendemos que precisamos observar as possibilidades de interação e de promoção a um nível mais alto da hierarquia do conhecimento com maior possibilidade de abstração evoluindo em alguns aspectos do pensamento por complexo e dos pseudoconceitos, para um pensamento formado por conceitos verdadeiros. Isso tudo a partir do confronto dos conhecimentos cotidianos com os conhecimentos científicos, pois na compreensão da estruturação destes últimos, os conhecimentos cotidianos também podem se sistematizar.

Essa Sequência de atividades de ensino será objeto da investigação proposta neste trabalho, por meio da qual procuramos alcançar o objetivo deste estudo que é desenvolver e investigar uma sequência de atividades de ensino focadas nos

conceitos de unidade, diversidade e continuidade, articulados com questões sociocientíficas pela inclusão do tema células tronco, para saber se tais atividades podem promover nos alunos a apropriação do conceito célula, bem como dos conceitos a ele relacionados e o desenvolvimento de uma consciência crítica no que diz respeito à Ciência e suas Tecnologias. Para tal, apresentamos a seguir os procedimentos metodológicos utilizados neste estudo.

## **CAPÍTULO II**

### **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA INVESTIGAÇÃO**

No intuito de atender aos objetivos da investigação proposta neste projeto, se faz necessário uma análise das contribuições do material proposto, a sequência de atividades de ensino, e dos processos pelos quais esse material poderá contribuir no processo de desenvolvimento cognitivo dos estudantes a respeito dos conceitos celulares. Para tal, nos apoiamos nas ideias de Vigotski (2000b), o qual entende que a investigação do desenvolvimento cognitivo deve focar o estudo de processos e não de produtos ou objetos, observando como é feito o emprego funcional do signo e/ou da palavra pelo aluno para subordinar ao seu poder as suas próprias operações psicológicas no desenvolvimento de conceitos, assim como buscar a história/origem ou como se deu esse desenvolvimento, considerando as condições sociais reais do contexto onde o processo ocorre. Nesse sentido, a investigação foi desenvolvida com alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública, localizada em um município do Estado de Mato Grosso do Sul. A sequência de atividades de ensino é constituída de quatro momentos, distribuídos em 7 horas/aulas (350 minutos), com duração de 50 minutos cada. Dessa forma, e sendo no contra turno das aulas, foi concluída a aplicação do produto em duas semanas.

Para o desenvolvimento desse estudo optamos por iniciá-lo aplicando um questionário estruturado para levantar os conhecimentos que aqueles alunos já possuem sobre célula, com objetivo diagnóstico e pedagógico, ensinar considerando esses conhecimentos no processo de elaboração dos conceitos científicos/sistematizados sobre células. Nesse questionário também foi solicitado que os alunos fizessem desenhos de células, conforme seus entendimentos e que definissem alguns conceitos relacionados a células (questionário – Anexo1 e definições – Anexo 2).

O levantamento do conhecimento que os alunos possuem sobre células, por meio do questionário, além de fazer parte dos procedimentos metodológicos da investigação, por permitir que análises sejam feitas sobre o material didático, a sequência de atividades de ensino (produto educacional), também faz parte dele, pois entendemos que é de grande importância que o mediador (professor) entre o conhecimento e o indivíduo que aprende este novo conceito, identifique quais são os limites e equívocos conceituais deste sujeito, aluno, para qualquer iniciativa pedagógica. Além disso, a importância desse levantamento reside no fato de que

toda situação de aprendizagem com a qual o sujeito se defronta no contexto escolar tem sempre uma história prévia (VIGOTSKI 2000b) e, por isso, para que ocorra uma evolução conceitual é necessário que o conhecimento que os alunos possuem seja considerado no processo de ensino.

Com o produto deste mestrado profissionalizante pronto, que é a sequência de atividades de ensino, o projeto de pesquisa já submetido aos órgãos competentes e devidamente aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, o encaminhamento foi levar este material a uma escola pública e trabalhar no contra turno das aulas, com os estudantes do terceiro ano do ensino médio da escola, no seu espaço de estudo, nas suas condições sociais, culturais e históricas reais os conteúdos de célula e os conceitos a ela relacionados do Ensino Médio utilizando o sequenciamento de temas, assuntos, termos, conceitos, atividades e metodologias propostas no material didático. E respeitando a mesma carga horária que os professores de biologia teriam em sala de aula regular para este componente curricular. Nesses termos, mesmo a investigação ocorrendo no contra turno, foram preservadas as características que encontraríamos dentro da sala de aula normal para que a pesquisa não seja em cima de algo utópico.

Optamos pelo horário de contra turno das aulas, porque consideramos que assim é possível trabalhar com qualquer uma das turmas do ensino médio que seja disponível ao pesquisador, visando um melhor aproveitamento da investigação, sem atrapalhar o cronograma de aula e planejamento de professor de biologia do ensino médio. Se a sequência de atividades de ensino fosse desenvolvida durante os horários de aulas de biologia dos alunos, teríamos quase que obrigatoriedade de realizar a pesquisa com o primeiro ano do ensino médio, que de acordo com o referencial curricular é neste ano escolar que se estuda sobre células mais a fundo. Cabe destacar que os conteúdos de célula e os conceitos a ela relacionados têm sua importância para todos os alunos do ensino médio (de modo geral para todo ser humano), que começaram a incorporar alguns conceitos celulares durante o ensino fundamental e que agora, espera-se, com maior capacidade de abstração do que tinham no ensino fundamental, consigam sair do concreto dos desenhos de células, no modelo de ovo e concebam a célula como a unidade morfofuncional de um ser vivo. Isso porque quando os alunos entendem a célula como a unidade morfofuncional de um ser vivo, podem compreender que todos os processos biológicos têm início e finalizam-se nas células e que o que dá forma ao corpo

também são as células. Em suma, sem célula não existe respiração, não existe digestão, excreção, circulação, evolução, pensamentos superiores, plantas, bactérias, animais, fungos, protistas, não existe vida. Compreendendo célula é possível uma maior compreensão dos outros conteúdos estudados ao longo do ensino médio em biologia.

Escolhemos o terceiro ano do ensino médio para aplicar o produto objeto de nossa pesquisa, pois dessa forma, conseguimos observar como esse sujeito que está saindo da educação básica concebe esse termo célula.

Desse modo, para a pesquisa na escola, buscamos uma escola em um município do Estado do Mato Grosso do Sul, em que a realidade da escola e o contexto social onde está inserida permitiram que esta seja feita no contra turno das aulas, visto que, os alunos apesar das dificuldades que possam vir a apresentar quanto aos conceitos celulares, tem possibilidade de vir à escola em outros horários e possuem um interesse muito grande em vestibulares com alta concorrência, enxergando nesses encontros uma ótima oportunidade de estudos extras.

Como instrumentos para coleta de informações que serviram para a construção dos dados da investigação proposta neste trabalho, foram utilizados para armazenar e registrar os processos de ensino/aprendizagem ocorridos durante o desenvolvimento das atividades de ensino anotações em diário de campo e gravações de áudio e de vídeo, além de um questionário aos alunos do ensino médio que já faz parte do produto, como forma de ver o que o sujeito sabe sobre o assunto.

Para investigar e identificar as interações entre os sujeitos (professor/pesquisador e alunos) durante a realização da sequência de atividades de ensino e os processos de elaboração e reelaboração de conceitos foram feitos primeiramente transcrições das videograções, depois recortes de todos os registros e, então as informações foram submetidas a várias leituras e releituras para melhor interpretação dos dados da investigação para responder à questão de investigação e atender aos objetivos gerais e específicos propostos nessa pesquisa.

Para investigar se a sequência de atividades de ensino proporcionou aprendizagem, elaboração, evolução e/ou desenvolvimento conceitual, todos os eventos foram filmados. Posteriormente, os dados obtidos foram transcritos e avaliados qualitativamente mediante a Análise Microgenética. Tal análise, fundamentada em uma perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano,

privilegia a análise de processos e não de produtos. Privilegia, também, uma maneira de construção de dados que requer a atenção a detalhes e o recorte de episódios interativos entre os sujeitos participantes da investigação. Assim, nessa análise busca-se pistas, indícios de processos de desenvolvimento nos sujeitos, em episódios em que possam ser seguidos durante um curto intervalo de tempo e também engloba fatores sociais, além do psicológico (SILVA, 2013).

Segundo Góes (2000), este tipo de análise privilegia as relações intersubjetivas, enfocando as interações verbais entre os sujeitos. Nesses termos, a Análise Microgenética implica a investigação de sujeitos em interação, numa perspectiva dialógica. Por isso, os registros das interações foram feitos por meio de filmagem, para que se registre não apenas as interações verbais, mas, também, toda a linguagem não verbal que envolve as complexas interações entre sujeitos e também as formas de interação com o conteúdo, por mediação do professor no desenvolvimento da sequência de atividades de ensino.

A análise é baseada em detalhes relacionados ao funcionamento humano e as metodologias utilizadas, analisando detalhadamente o processo e seu curso, sentido e direção, como afirma Góes (2000).

Então, durante o desenvolvimento da sequência de atividades de ensino, fundamentada em uma abordagem da análise microgenética, as nossas atenções se prendem nas interações entre os sujeitos, professor-alunos e aluno-aluno, nas elaborações e evoluções conceituais constituídas coletivamente a partir do discurso entre os sujeitos e no desenvolvimento do conhecimento, visando avaliar a sequência de atividades de ensino como objeto mediador no processo de ensino/aprendizagem de células.

Assim, todas as ocorrências em sala de aula e as etapas desenvolvidas na sequência didática foram observadas e filmadas/gravadas em vídeo e áudio. Para tentar identificar nas interações professor-aluno e aluno-aluno, nas expressões faladas e gestuais, se as ações propostas estão contribuindo para o processo de elaboração conceitual. Com isso afirmamos que a linguagem é de extrema importância e também precisa ser observada, estudada e considerada na análise.

As gravações em vídeo podem possibilitar, ainda, perceber se haverá a necessidade de se reelaborar a abordagem dos conceitos, além de observar as

peculiaridades de cada um, permitindo uma intervenção pedagógica do professor mais efetiva.

Além da análise das interações gravadas em vídeo e áudio, também foram analisadas a produção escrita dos alunos (como o questionário) sobre o tema célula e seus conceitos e sobre células tronco, a fim de tentar identificar os conhecimentos do cotidiano dos alunos, a elaboração que já tem sobre o tema e suas novas articulações com o conhecimento (a reelaboração do conhecimento). As anotações feitas pelo pesquisador em caderno de campo ajudaram a detectar coisas que, por muitas vezes, a lente das câmeras deixam passar.

Com base no referencial metodológico que embasa a investigação proposta, afirmamos que não estamos atrás de produtos que podem ser distorcidos a fim de uma resposta positiva, mas, sim de processos de interações de sujeitos sociais, historicamente e culturalmente formados e incluídos em uma realidade social e que precisam de um mediador com mais informações que possa agir na área de desenvolvimento proximal dos estudantes.

Cabe destacar que foram tomados os devidos cuidados éticos, de responsabilidade e de preservação do nome, da imagem dos participantes da pesquisa. Foi entregue à escola, aos estudantes maiores de idade, aos responsáveis legais dos estudantes menores idade um termo de livre esclarecimento, com informações sobre a investigação, pedindo a permissão para serem feitos questionários, filmagens e análises para fins acadêmicos de mestrado. Não houve qualquer prejuízo aos participantes da investigação, pois tanto a escola quanto os alunos tiveram suas imagens e nomes preservados e sob total sigilo do professor/pesquisador. No TCLE, além das informações sobre a investigação a ser realizada, também consta a informação de que se trata de uma atividade optativa, e que os sujeitos não são obrigados a participar e poderiam desistir de participar da investigação em qualquer momento e sem qualquer prejuízo. Para os estudantes menores de idade, foi informado no termo que nem a escola e nem o professor/pesquisador se responsabilizam pela vinda dos estudantes até a escola e o que eles vão fazer depois que saírem das aulas. Além disso, todo material produzido para investigação, como vídeo com as gravações, ficam sob a guarda do pesquisador e não serão utilizadas para qualquer outro fim que não seja a apresentada no termo.

Como foram utilizados vários instrumentos para coleta de informações, os dados obtidos foram analisados separadamente e apenas no final foram agrupados. Assim, para os dados obtidos a partir das respostas dos alunos ao questionário aplicado para levantar os conhecimentos que já possuíam sobre célula, com objetivo diagnóstico e pedagógico, o registro de tais respostas foram transcritas e recortadas. Nesse sentido, foram recortados e selecionados os depoimentos e desenhos dos alunos que se referiam a tais conhecimentos, bem como os limites e equívocos conceituais que eles apresentavam. Já os dados coletados a partir das gravações em áudio e vídeo foram diferenciados em episódios para a análise. Nos episódios foram selecionadas falas e, também, as ações que evidenciam indícios, pistas, signos de aspectos relevantes do processo de desenvolvimento de conceitos sobre célula.

Os episódios selecionados para análise foram organizados da seguinte maneira:

- Episódio 1: **Elaboração e sistematização do conceito de unidade.**
- Episódio 2: **Elaboração e sistematização do conceito de diversidade.**
- Episódio 3: **Elaboração e sistematização do conceito de continuidade.**
- Episódio 4: **Organização dos grupos para debate sobre o uso de células tronco.**
- Episódio 5: **Células tronco – O confronto final entre os conceitos.**

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS E ANÁLISES DA INVESTIGAÇÃO**

Neste capítulo, procuramos focalizar, a partir da análise dos dados obtidos pela aplicação do questionário aos alunos, quais conhecimentos, bem como os limites e equívocos conceituais que eles apresentavam sobre Célula. Procuramos focalizar, também nos episódios que são apresentados e analisados, pistas, indícios de como a sequência de atividades de ensino focadas nos conceitos de unidade, diversidade e continuidade, articulados com questões sociocientíficas, pela inclusão de discussões do tema células tronco, podem promover nos alunos a apropriação do conceito célula, bem como dos conceitos a ele relacionados e o desenvolvimento de uma consciência crítica, por parte de alunos do ensino médio.

A sequência de atividades foi desenvolvida em quatro momentos, conforme apresentado anteriormente. As análises abaixo foram organizadas pelos momentos dessa sequência. Assim, iniciamos a apresentação dos resultados e análises dos dados, primeiramente do questionário e posteriormente dos episódios selecionados do desenvolvimento da sequência de atividades de ensino, conforme segue abaixo.

#### **1º Momento: Levantamento das concepções dos alunos sobre célula e seus conceitos.**

Neste item apresentamos os dados relativos ao levantamento dos conhecimentos ou das concepções dos estudantes acerca dos conceitos celulares e de células tronco. Tais estudantes responderam por escrito e individualmente em sala a um questionário formulado pelo professor/pesquisador, com perguntas estruturadas a respeito do que eles lembram, compreendem ou já ouviram falar sobre a importância da célula, sobre continuidade, diversidade e unidade celular e sobre células tronco. Nesse questionário também foi solicitado que os alunos fizessem desenhos de células, conforme seus entendimentos. Tal atividade serviu para que o professor/pesquisador pudesse ter um primeiro contato com o que os alunos entendem ao se depararem com esses tipos de questionamentos, e do ponto de vista pedagógico, que ele ensinasse levando em consideração o conhecimento que os alunos possuem. Assim, o objetivo era identificar os conhecimentos e os conceitos que os alunos têm sobre células e células tronco. A análise das respostas

e dos desenhos dos alunos indica alguns aspectos importantes para compreensão dessas questões. Para essa análise escolhemos as respostas de alguns alunos que representam alguns pensamentos do grupo participante da investigação.

Abaixo transcrevemos as perguntas do questionário com as repostas dos alunos, seguida de suas análises. Os alunos foram identificados por números em suas respostas, pois optando pelo sigilo na identificação desses alunos, eles não colocaram nome nas questões entregue por eles, para terem sua imagem preservada e para que não ficassem constrangidos em demonstrar suas respostas e opiniões sobre os assuntos questionados.

**Questão 1** – Você já estudou ou ouviu falar sobre a importância das células? Escreva por que ela é importante.

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Sim, pois elas são compostas de funções variadas que nos fornecem a vida, são formadas pelo núcleo, citoplasma, parede celular da célula, DNA, enfim uma cadeia, organelas, lisossomos, ribossomos, uma infinidade, para as defesas do nosso corpo”.*

**Aluno 2:** *“Sim, porque elas nos dão proteção e ajudam no funcionamento dos órgãos”.*

**Aluno 3:** *“Sim elas que formam nosso corpo”.*

**Aluno 4:** *“As células são estruturas muito bem organizadas que formam os seres vivos e nos ajudam a realizar inúmeras atividades e a manter nosso organismo”.*

**Aluno 5:** *“A célula nos ajuda no funcionamento do organismo, o que nos faz manter vivos”.*

**Aluno 6:** *“Sim, ela é importante pois garante nossa vida, pois sem células não viveríamos”.*

**Aluno 7:** *“Pois ela tem funções importantes para nós, tais como regular a temperatura, entre outras... Por isso ela é tão importante para nós”.*

**Aluno 8:** *“Ela é importante para a formação do corpo humano, para a formação da nossa pele etc”.*

**Aluno 9:** *“Sim, porque as células dão vida”.*

**Aluno 10:** *“Sim, porque a professora disse, mas eu não me lembro muito mais, deve ser por causa dos sistemas”.*

**Aluno 11:** *“Sim. Ela é importante para várias funções para o ser vivo, como no tecido, órgãos do ser humano e para fortalecer a imunidade do ser vivo, entre várias outras funções”.*

Podemos reconhecer nas respostas desses alunos à questão 1 vários termos celulares e do funcionamento e dos processos que ocorrem no organismo humano como “*regular a temperatura*” – aluno 10 - e “*fortalecer a imunidade*” – aluno 11. A resposta desse aluno 11 parece evidenciar que ele pode estar fazendo uma articulação confusa de que a célula fortalece o sistema imune, excluindo, talvez de seu entendimento a compreensão de que o sistema imune é formado por células. Com base em Palmero (1997), é possível considerar que este aluno 11 esteja tendo dificuldades na compreensão de que a célula é a base para todos os processos fisiológicos vitais dos organismos e, também, que a estrutura celular está relacionada as várias funções metabólicas, como transporte, nutrição, regeneração, reprodução, respiração e também ao sistema de defesa.

Nas respostas dos alunos à questão acima ainda é possível perceber alguns termos como “*elas que formam nosso corpo*” – aluno 3 – e “*nos ajudam a realizar inúmeras atividades*” – aluno 4 - que constam como conceitos mais específicos utilizados na sequência de atividades de ensino para a formação do conceito generalizante de célula como a unidade morfofuncional de todos os organismos vivos, o que poderia representar um avanço conceitual muito grande a respeito do conceito a ser trabalhado. Contudo, apesar de aparecer, a palavra “*estrutura*” e “*realizar inúmeras atividades*” – aluno 4 - e “*formam*” – aluno 3 - em algumas respostas, acreditamos que esses não sejam ainda conceitos verdadeiros, sistêmicos e organizados.

Os alunos apresentaram vários conceitos e informações muito interessantes sobre a importância da célula. Tais conceitos pode se dizer que estavam divididos em dois grupos de respostas: os que associavam essa importância às funções celulares, como no caso dos alunos 1 “*defesas do nosso corpo*”, 2 “*nos dão proteção*”, 4 “*realizar atividades*”, 5 “*ajuda no funcionamento do organismo*”, 7 “*funções importantes para nós... regular a temperatura*” e 11 “*importante para várias funções... fortalecer a imunidade*”; e os que associavam com a formação de estruturas do organismo, como os alunos 2 “*funcionamento dos órgãos*”, sendo possível que isso signifique para o aluno que as células formam os órgãos, 3 “*formam nosso corpo*”, 4 “*formam os seres vivos*”, 8 “*importante para a formação do corpo humano, para a formação de nossa pele etc*”, 11 “*tecido, órgãos*”. A respeito das estruturas celulares que foram apresentadas pelo aluno 1, nos parece que ele

não diferencia que existem diferentes tipos celulares e que não são em todas as células que vão aparecer todas essas estruturas.

**Questão 2** - Quais são as funções das células que as tornam importantes para os seres vivos?

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Não lembro”.*

**Aluno 2:** *“Elas formam o nosso organismo”.*

**Aluno 3:** *“As funções dela é proteger quando uma pessoa pega gripe ela ajuda a combater a gripe ou qualquer outra doença se ela se multiplica”.*

**Aluno 4:** *“Regular a temperatura do corpo, algumas dão proteção contra vírus, etc...”.*

**Aluno 5:** *“A produção de energia, respiração celular”.*

**Aluno 6:** *“Cada parte do corpo tem uma função e as células também”.*

**Aluno 7:** *“As células em si tem inúmeras funções, elas nos auxiliam a manter vivo no organismo, ou seja, nós somos formados completamente por células”.*

**Aluno 8:** *“Diversas funções: síntese de proteínas, proteção e revestimento, abrigam material genético”.*

**Aluno 9:** *“Regeneração, funcionamento de todos os órgãos”.*

**Aluno 10:** *“Produzir energia, respiração, defesas do organismo, manter regulado a entrada e saída de proteína”.*

**Aluno 11:** *“Ela é importante para o organismo de um ser sobreviver e tem diversas funções, como cobrir o ser humano pelo tecido (acredito que seja no sentido de revestir) e para o organismo funcionar”.*

Nessa pergunta sobre as funções das células que as tornam importantes para os seres vivos retomamos em partes a questão número um, buscando encontrar mais informações a respeito do que foi afirmado por Palmero (1997), de que é necessário relacionar a célula a vários processos metabólicos, e o que Cerri et al. (2000) apontam que muitas vezes não é compreendido pelo sujeito e torna-se uma das barreiras na compreensão da célula como unidade morfofuncional de todos os seres vivos.

Quando observamos as respostas dos alunos na questão dois, os alunos apresentam várias respostas que indicam ter a concepção de que as células participam dos processos metabólicos dos organismos vivos, dizem *“proteger quando uma pessoa pega gripe”* – aluno 3, *“Regular a temperatura do corpo, ...*

*proteção contra vírus*” – aluno 4, *“A produção de energia, respiração celular”* – aluno 5, *“Cada parte do corpo tem uma função e as células também”* – aluno 6, *“... síntese de proteínas, proteção e revestimento, abrigam material genético”* – aluno 8, *“Regeneração, funcionamento de todos os órgãos”* – aluno 9. O que também pode ser percebido em algumas das respostas desses alunos é que apesar de eles associarem a célula aos processos metabólicos, muitas vezes não compreendem como isso ocorre e que as células não ajudam na função dos órgãos, dos sistemas e dos organismos, mas que elas são as menores unidades e que vão formar esses tecidos, órgãos, sistemas e, conseqüentemente, o próprio organismo, realizando em conjuntos celulares as funções dos órgãos, sistemas, etc.

O aluno 2 que respondeu a primeira questão afirmando que as células *“ajudam no funcionamento dos órgãos”* demonstrando essa possível falta de compreensão mencionada no último parágrafo, já na resposta a questão dois diz que as células *“formam o nosso organismo”*. Poderíamos desconsiderar essa nossa dúvida se olhássemos somente para a sua resposta na questão dois, acreditando que ele compreende que as células formam os tecidos, órgãos, sistemas e organismos vivos. No entanto, comparando as duas respostas podemos ver que ele ainda não está na fase dos pensamentos por conceitos verdadeiros, pois suas respostas ainda oscilam, o que pode demonstrar que ele está na fase dos pensamentos por complexos difuso, pois não reflete as relações objetivas do mesmo modo que o pensamento conceitual, não predominando nos pensamentos deste aluno e de alguns outros alunos também (por exemplo a fala do aluno 5, que diz na resposta a questão um que *“A célula nos ajuda no funcionamento do organismo”*) relações hierárquicas, generalizações e abstrações permanentes (VIGOTSKI, 2000a).

**Questão 3** – Você consegue identificar onde essas funções ocorrem na célula?

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Com certeza não”*.

**Aluno 2:** *“Não”*.

**Aluno 3:** *(Não respondeu - deixou a questão em branco)*.

**Aluno 4:** *“No seu núcleo”*.

**Aluno 5:** “*A produção de energia*”.

**Aluno 6:** “*Acho que no citoplasma*”.

**Aluno 7:** “*Ocorrem no seu citoplasma, onde estão localizadas todas as funções das células*”.

**Aluno 8:** “*Sim, a maioria no meio interno geralmente no citoplasma ou no núcleo*”.

**Aluno 9:** “*Através do seu núcleo*”.

**Aluno 10:** “*Ao ver no microscópio*”.

**Aluno 11:** “*No DNA da célula*”.

Quando perguntamos aos alunos nesse questionário se eles conseguem identificar onde essas funções ocorrem na célula, eles poderiam responder somente sim ou não, o que nos deixaria sem muitas possibilidades de análise sobre suas respostas. Por isso, analisando também o produto seria bom completar a pergunta com: Se sabe, diga onde ocorre essas funções.

Para melhor aproveitamento das nossas análises, como as questões já estavam impressas, o professor/pesquisador orientou os alunos na hora que estavam realizando as atividades que se soubessem explicassem onde ocorriam essas funções.

Os alunos 1 e 2 disseram que não sabiam, o aluno 3 deixou em branco, o que pode significar que também não sabia, ou que estava cansado e que não quis responder mesmo, admitindo-se aqui que eram vários conceitos exigidos em cada uma das atividades propostas.

Os alunos 5 e 10 deram respostas que demonstram não ter entendido a pergunta, confundiram a pergunta, pois suas respostas foram respectivamente “*A produção de energia*” e “*Ao ver no microscópio*”. O aluno 5 disse uma das funções celulares, mas não falou sobre onde essa função ocorre e o aluno 10 respondeu como ver onde ocorrem as funções e não onde elas ocorrem.

Os que mencionaram que as funções celulares ocorrem no citoplasma, provavelmente relacionando essas funções celulares apenas a ações das organelas foram os alunos 6 e 7. Os alunos 4, 9 e 11 acreditam que ocorram no núcleo e material genético. Entretanto, o aluno 8 trouxe em sua resposta que “*a maioria no meio interno, geralmente no citoplasma e no núcleo*”.

Essas respostas dos alunos demonstram certa contrariedade em relação a compreensão de onde ocorrem processos metabólicos na célula que mantém o organismo vivo, e em nenhuma das respostas fez-se menção aos processos que ocorrem na membrana plasmática. Mesmo o aluno 8 que se aproximou disso, respondeu que ocorrem no núcleo e no citoplasma, mas não falou da membrana e também como os demais alunos não fez diferença entre células animais, vegetais, procariontes, de fungos e de protozoários. Isso evidencia dois dos problemas conceituais apontados por Palmero (1997), que dificultam a compreensão do conceito célula. O primeiro é a dificuldade de compreender a organização celular dos seres vivos, porque, por muitas vezes, o aluno só entende o ser humano e os demais animais como organismos vivos e celulares, não identificando assim, outros tipos de células sem organelas, sem membrana, sem membrana nuclear. O outro problema está relacionado a própria base celular dos processos fisiológicos, não compreendendo de forma clara e objetiva os lugares na célula em que esses processos ocorrem.

**Questão 4** – Como surgem as células que constituem você? Esforçando-se para refletir sobre a primeira célula que te constituiu, como ela se formou? E também, como surgem novas células no nosso corpo?

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Surgem com algo vivo, não sei”.*

**Aluno 2:** *“A partir da reprodução”.*

**Aluno 3:** *“As células, elas se formam com a multiplicação delas e vai se espalhando pelo nosso corpo, as novas células elas acontecem com a multiplicação das células”.*

**Aluno 4:** **(Não respondeu - deixou a questão em branco).**

**Aluno 5:** *“Através da mitose da primeira célula (célula ovo). Se formou a partir do encontro do espermatozoide com o óvulo. Surgem através da mitose de uma célula já existente”.*

**Aluno 6:** *“Não lembro”.*

**Aluno 7:** **(Não respondeu – pergunta deixada em branco).**

**Aluno 8:** *“A primeira célula é o zigoto que é formado pelo espermatozoide do pai e o óvulo da mãe”.*

**Aluno 9:** *“É o encontro do espermatozoide com o óvulo, gerando o zigoto. Elas vão se fazendo de acordo com a necessidade”.*

**Aluno 10:** *“Através de outras, que vão deixando seus herdeiros ao morrerem ao transitarem para o organismo”.* (É possível que esse termo herdeiros esteja sendo empregado por causa da expressão “célula mãe”, utilizada por nós professores em sala de aula ao explicarmos sobre os processos de divisão celular. Esses termos podem ter levado esse aluno a associar o conceito de célula a pequenos homenzinhos e esteja atribuindo a célula, funções humanas)

**Aluno 11:** *“Pela divisão celular podemos aumentar o número de células em nosso organismo, recompondo as células que foram mortas. Ela se formou em uma troca de gametas que assim se origina um ser vivo com células”.*

Pergunta a respeito do processo de divisão celular, que tinha como objetivo ver o que os alunos entendiam sobre o conceito de continuidade celular. O aluno 1 disse que as células surgem a partir de algo vivo e depois disse que não sabia, o aluno 6 escreveu que não lembrava e os alunos 4 e 7 não responderam. Como já falamos anteriormente a respeito dessas respostas em branco, acreditamos que um dos fatores para isso ter ocorrido é o número grande de elaborações conceituais que esses sujeitos tiveram que relembrar e transcrevê-las.

O aluno 2 explicou somente como a primeira célula surgiu, através do processo de reprodução. Aconteceu também do aluno 3 explicar que as novas células se formam *“com a multiplicação delas”*, e na verdade ocorreu uma multiplicação das células por um processo de divisão. Já o aluno 8 falou da formação do zigoto, que é a primeira célula que vai formar um organismo, mas não falou dos processos de divisões celulares para aumentar o número de células desse organismo, para o seu crescimento e para manter-se vivo.

Na resposta do aluno 10 ele escreveu que *“Através de outras, que vão deixando seus herdeiros ao morrerem ao transitarem para o organismo”*. É possível que esse termo herdeiros esteja sendo empregado por causa da expressão “célula mãe”, utilizada por nós professores em sala de aula ao explicarmos sobre os processos de divisão celular. Esses termos podem ter levado esse aluno a associar o conceito de célula a pequenos homenzinhos e esteja atribuindo a célula, funções humanas.

Os alunos 5 e 11, foram os que responderam mais satisfatoriamente a todas as perguntas feitas nessa questão, pois do ponto de vista conceitual trouxeram as seguintes afirmações: *“Através da mitose da primeira célula (célula ovo). Se formou a partir do encontro do espermatozoide com o óvulo. Surgem através da mitose de uma célula já existente”* – Aluno 5, e *“Pela divisão celular podemos aumentar o número de células em nosso organismo, recompondo as células que foram mortas.*

*Ela se formou em uma troca de gametas que assim se origina um ser vivo com células” – aluno 11.*

Como reiteram Cerri et al (2000) geralmente, estuda-se como ocorre cada fase da divisão celular de forma isolada, sem articular esse processo celular com os diferentes tipos de organismos vivos, com as consequências da divisão celular em organismos pluricelulares e em organismos unicelulares, sem a compreensão das funções de continuidade celular desse processo, não diferenciando que células realizam a divisão do tipo mitose e do tipo meiose, e isso pode ser percebido nas respostas dos alunos para essa questão quatro em que nenhum dos alunos mencionaram a formação dos gametas no ser humano pela meiose

**Questão 5** – Cada diferente tipo de célula realiza atividades em seu interior para sua existência. Isso é possível?

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Acho que ela precisa de outras”.*

**Aluno 2:** *“Várias células juntas são mais fortes”.*

**Aluno 3:** *“Sim ela consegue realizar as funções próprias para sua existência”.*

**Aluno 4:** *“Sim”.*

**Aluno 5:** *“Ela requer nutrientes do meio externo como oxigênio, que através do seu metabolismo consegue manter suas atividades celulares”.*

**Aluno 6:** *“Sempre vai ser necessário outra célula para se manter em atividade”.*

**Aluno 7:** *“As células trabalham em conjunto, uma sempre vai necessitar de outra, por exemplo, as células do nosso organismo necessitam de oxigênio fornecido pelo glóbulos vermelhos”.*

**Aluno 8:** *“Sim, ela realiza funções para sua própria existência”.*

**Aluno 9:** *“Ela não consegue realizar suas próprias atividades, quanto mais células melhor o trabalho, não sobrevive sozinha”.*

**Aluno 10:** **(Não respondeu - deixou a questão em branco).**

**Aluno 11:** *“Com a morte das células – ela precisa ser recomposta através da divisão celular”.*

A questão cinco tinha por objetivo identificar se os alunos participantes da pesquisa compreendiam o conceito de unidade celular, que afirma que cada célula tem estruturas que as permitem realizar processos em seu interior, entendendo que

existem organismos unicelulares, nos quais essa única célula é um organismo que pode viver formando colônias ou não e organismos pluricelulares que vão sobreviver pelo conjunto de atividades celulares.

Nas respostas dos alunos, entretanto não apareceram os organismos unicelulares, e alguns deles ainda enfatizaram que as células não realizam funções próprias sozinhas, pois nesse aspecto precisam sim de outras células. O aluno 1 escreveu “*Acho que precisa de outras*”, o aluno 2 afirmou que “*Várias células juntas são mais fortes*”, para o aluno 6 “*Sempre vai ser necessário outra célula...*”, já para o aluno 9 “*Quanto mais células melhor o trabalho, não sobrevive sozinha*”.

Talvez nas respostas acima, a pergunta não tenha sido entendida pelos alunos com o objetivo para o qual foi escrita, pois a pergunta queria identificar se os alunos sabem que as células realizam processos em seu interior, se elas são capazes de fazer sua digestão, respiração e sínteses celulares, para a compreensão de que ocorrem vários processos na célula e que o organismo como um todo consegue sobreviver por meio desses processos celulares, que só ocorrem na célula.

Acreditamos que os alunos possam ter entendido com a pergunta que estávamos excluindo a compreensão de que para realizar esses processos são necessários componentes advindos de fora da célula tanto em organismos pluricelulares, nos quais esses componentes podem vir do ambiente através de outra célula, como em organismos unicelulares que pode ter vindo diretamente do ambiente.

A pergunta era apenas para compreender se eles concebiam a célula como uma estrutura funcional, com atividades internas. Talvez na aplicação desse questionário fosse bom enfatizar essa explicação sobre a pergunta, pois a nosso ver é isso que a pergunta fala.

Faz-se necessário ressaltar a resposta da aluna 5, “*Ela requer nutrientes do meio externo como oxigênio, que através do seu metabolismo consegue manter suas atividades celulares*”, que falou sobre os componentes externos, contudo demonstrou compreensão de que a célula realiza atividades internas.

**Questão 6** – Existem uma imensa variedade de tipos de célula, com cor, tamanhos, formatos, composição e estruturas diferentes tanto de um indivíduo para outro como no mesmo ser. Por que isso ocorre? Por que não somos todos formados pelo mesmo tipo de célula?

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Pois como elas se constituem muda essas coisas, porque não somos iguais”.*

**Aluno 2:** *“Porque cada célula tem uma função diferente”.*

**Aluno 3:** *“Porque se elas fossem iguais os seres vivos seriam tudo parecidos e elas são diferentes para os seres humanos serem diferentes”.*

**Aluno 4:** **(Não respondeu - deixou a questão em branco).**

**Aluno 5:** *“Para formar os diferentes órgãos e sistemas do nosso organismo. Se fossemos formados por uma célula não haveria diferentes sistemas”.*

**Aluno 6:** *“Porque possuímos as características genéticas de nossos pais, e cada um é diferente, sei lá”.*

**Aluno 7:** *“Porque as células tem funções diferentes e por isso necessitam de estruturas diferentes”.*

**Aluno 8:** *“Porque cada célula desempenha sua função”.*

**Aluno 9:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 10:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 11:** *“Porque cada tipo de célula tem uma função diferente em nosso organismo”.*

Para Cerri et al. (2000) um dos conceitos importantes para o entendimento da célula como a unidade morfofuncional de todos os organismos vivos, é o conceito mais específico de diversidade celular, ou seja, a capacidade de diferenciação celular e de apresentarem diferentes funções.

Os alunos 2, 7, 8 e 11, relacionaram a variedade de tipos celulares às funções que cada célula realiza, o que está correto para as autoras acima citadas. Mas, em nenhum momento e em nenhuma resposta dessa questão 6, alguém utilizou o termo diferenciação celular, modificou-se, transformou-se, ou até mesmo sofreu mutação. Nenhum dos alunos tentou explicar como ocorreu esse processo. Somente associou as diferentes células aos diversos tipos de atividades que cada uma realiza em um organismo pluricelular.

**Questão 7** – Tudo que existe em nosso planeta é formado por célula?

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** “Não”.

**Aluno 2:** “Sim”.

**Aluno 3:** “Nem tudo, uma mesa não é formada por células, mas o ser humano sim”.

**Aluno 4:** “Não, a maioria dos seres vivos são formados por células, outros não”.

**Aluno 5:** “Não, só os seres vivos”.

**Aluno 6:** “Acho que nem tudo”.

**Aluno 7:** “Nem tudo, mas os seres vivos sim”.

**Aluno 8:** “Não”.

**Aluno 9:** “Não, é formada por partículas”.

**Aluno 10:** “Sim, células mortas e vivas”.

**Aluno 11:** “Não”.

Nessa pergunta, queríamos analisar a concepção dos alunos a respeito de uma característica exclusiva dos seres vivos que é possuir células. Considerando que nem tudo é formado por célula, por exemplo, uma pedra não é formada por célula, a água não é formada por célula, pode até existir organismos celulares vivendo na água, mas a água em si não é constituída por células. Pensando dessa forma, responderam de forma equivocada os alunos 2 e 10 dizendo que “Sim”, que tudo é constituído por célula. O aluno 3 respondeu que “*Nem tudo, uma mesa não é formada por células, mas o ser humano sim*”. Parece que esse aluno tem a compreensão de que seres vivos possuem células, mas não sabemos se o entendimento dele sobre seres vivos não está muito ligado a apenas seres humanos serem seres vivos ou como afirma Palmero (1997), apenas os animais.

Para o aluno 4 “*a maioria dos seres vivos são formados por células, outros não*”. Outro problema na aprendizagem pode estar destacado aqui, pois todos os seres vivos são constituídos de células e o aluno diz que a “*maioria*” dos seres vivos. O estudante pode estar pensando na questão dos vírus, que não são constituídos por células e também não são considerados seres vivos, apesar de alguns cientistas defenderem a ideia de que vírus é ser vivo.

Os outros alunos (alunos 5, 6, 7, 8, 9 e 11) responderam todos que não, que nem tudo é formado por células e os alunos 5 e 7 ainda confirmaram dizendo que nem tudo, mas os seres vivos sempre.

**Questão 8** – Você já ouviu falar sobre células tronco? O que são células tronco? Onde você acha que podemos encontrar esse tipo de células no organismo? Como tem sido tratado a importância dos estudos sobre esse tipo de célula na sociedade em geral, internet, tv, jornal, escola, igreja, etc?

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Sim, um líquido da coluna, nas coluna vertebral, cura várias doenças”.*

**Aluno 2:** *“Células tronco são as que formam a coluna vertebral”.*

**Aluno 3:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 4:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 5:** *“Sim, são as células da vida, na medula espinhal, é muito importante”.*

**Aluno 6:** *“Sim. Elas são encontradas na medula óssea. Hoje em dia estão investindo em transplante de medula óssea para aqueles que tem leucemia, para a produção de novas células”.*

**Aluno 7:** *“São células do nosso organismo que se localizam na medula óssea e são importantes para o tratamento de algumas doenças”.*

**Aluno 8:** *“Células tronco se encontra no indivíduo quando está se formando, no feto”.*

**Aluno 9:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 10:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 11:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

As duas últimas perguntas desse questionário buscam compreender os conceitos cotidianos e científicos que os estudantes têm a respeito de células tronco, que são células não especializadas, capazes se diferenciar em outros tipos celulares. O aluno 1 respondeu que a célula tronco é um líquido da coluna vertebral que cura várias doenças, o aluno 2 também acha que são as células que formam a coluna vertebral e o aluno 5 compartilha dessa ideia de ser encontrado na coluna vertebral *“na medula espinhal”*.

Os estudantes 6 e 7 associaram célula tronco com medula óssea. Possivelmente esses dois grupos de respostas estão associados à mídia, que

usualmente trata desse assunto, vinculando-o a alguma cura. Neste caso, os alunos devem ter escutado a respeito do tratamento com células tronco para a Leucemia e para casos de tetraplegia e paraplegia.

Quatro alunos deixaram essa questão em branco, isso pode ter ocorrido porque cansaram de todas as questões anteriores, sendo essas as últimas, desistiram e deixaram em branco. Pode ser que os alunos não soubessem mesmo o que responder sobre célula tronco, pois mesmo aqueles que responderam, em sua maioria, não definiram esse termo, não abordaram a sua principal definição que é uma célula que ainda não se diferenciou, todas as respostas estavam voltadas para tratamentos de doenças e curas. Entretanto, mesmo o aluno 8 que disse que as células tronco são encontradas no zigoto, até ele que lembrou das células tronco embrionárias, não trouxe a definição do que é uma célula tronco.

**Questão 9** - O que você já estudou sobre células pode te ajudar a entender e explicar o que são células tronco e seu papel para a saúde?

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Elas melhoram o organismo”.*

**Aluno 2:** *“Não sei, não gosto de estudar isso, não gosto de biologia”.*

**Aluno 3:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 4:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 5:** *“Não”.*

**Aluno 6:** *“Se eu não me engano é quando a célula ainda não tem função e recebe esse nome”.*

**Aluno 7:** *“Sim, pois elas ajudam muitas pessoas que tem inúmeras doenças”.*

**Aluno 8:** *“Certa parte, não lembro bem”.*

**Aluno 9:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 10:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 11:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

Dando continuidade as análises a respeito dos conceitos dos alunos sobre células tronco, nessa última questão seis alunos não responderam nada. Já o aluno número 1 escreveu que “elas melhoram o organismo”, o que pode-se dizer que não

respondeu a questão se o que ele tinha aprendido sobre célula o ajudava a compreender o que era uma célula tronco.

O aluno 7 disse que sim, ajudava, mas ao continuar se justificando relatou sobre a importância dos tratamentos com células tronco e não de como as aulas dele de ciências e biologia o haviam ajudado a compreender célula-tronco. A aluna 5 disse que não ajudava nessa compreensão e o aluno 6 escreveu “*Se eu não me engano é quando a célula ainda não tem função e recebe esse nome*”, sendo o único que tentou definir o que são células tronco e foi bem próximo de uma construção conceitual científica.

Analisando as respostas dos alunos para as questões da primeira atividade já foi possível perceber o que Palmero (1997) dizia serem características marcantes nas dificuldades dos alunos sobre o tema célula e seus conceitos, como:

- dificuldades quanto à estrutura e organização celular dos seres vivos; Apareceu de forma confusa a compreensão do que é um ser vivo e de sua organização celular em várias respostas, não considerando a existência de seres vivos unicelulares e apresentando uma excessiva articulação dos conceitos celulares ao ser humano como se não tivessem outros seres vivos ou outros tipos de células.

- Dificuldades na compreensão de que a célula é a base para todos os processos fisiológicos vitais dos organismos e, também, que a estrutura celular está relacionada às várias funções metabólicas, como transporte, nutrição, regeneração, reprodução, respiração; Nas primeiras perguntas que falavam a respeito das funções celulares alguns estudantes falavam dessas funções realizadas pelas células expressando que “*a célula ajuda o órgão*”, “*a célula ajuda o sistema nas suas funções*”, “*a célula ajuda nos processos do organismo*”. Isso demonstra uma possível falta de compreensão no que diz respeito aos níveis de organização celular, célula, que formam tecidos, que formam os órgãos, os sistema e o organismo. Mesmo tendo respostas que falaram sobre vários processos metabólicos, o que aparentemente acontece é que os alunos conhecem vários processos celulares e metabólicos, mas não compreendem de forma clara como eles ocorrem e onde ocorrem.

- Dificuldades sobre o conhecimento de alguns princípios químicos, no sentido de entender o corpo como um sistema químico, afetando a compreensão de fenômenos biológicos. A matéria viva é constituída de átomos, elementos

químicos. Quando os conceitos biológicos, o conceito de célula, não está bem desenvolvido e provavelmente o mesmo deve ocorrer com os conceitos químicos, como o de átomo, se torna ainda mais difícil a compreensão de conceitos advindos da associação dessas duas generalizações, como pode ser percebido na resposta do aluno 9 na questão 7 em que ele responde a pergunta se tudo é constituído por células dizendo que “*Não, é formada por partículas*”, ou seja, tem grandes chances dele acreditar que não é possível ser constituído de células, porque as coisas são constituídas de átomos, partículas menores, sem perceber que a célula que forma os organismo vivos, também é formada por moléculas e conseqüentemente por átomos, por “*partículas*”.

- Dificuldade na compreensão de que o crescimento do indivíduo, a transmissão das características da espécie e específica dos progenitores aos descendentes e a reprodução são altamente dependentes dos processos celulares, assim como equívocos quanto a como tudo isso está acontecendo dentro do sujeito, no qual todas as suas células constituintes vão possuir as informações herdadas. Foram poucos os alunos que responderam na questão quatro, que falava sobre a continuidade celular, como ocorria a formação do zigoto, união dos gametas – processo de reprodução, e explicaram também sobre a continuidade das células nos seres vivos ao longo de toda a sua existência. Geralmente ou falavam de uma coisa ou de outra. Teve alunos que até trouxeram o termo mitose, mas nenhum falou da meiose para a formação dos gametas e nem lembraram da mitose nas bactérias que vai ser um processo de reprodução já que elas são unicelulares.

O que podemos observar nessa primeira atividade é que provavelmente:

- as explicações celulares estão voltadas para o ser humano;
- que os processos de formação do conceito, de divisão celular e de formação do embrião não estão desenvolvidos em conceitos verdadeiros.
- Existe algumas memorizações nas respostas dos alunos, mas sem compreensão do significado do conceito atribuído por eles em suas respostas.
- Alguns alunos lembraram de alguns nomes de estruturas celulares, mas não conseguiam articular a estrutura celular a sua respectiva função.

- A maioria dos alunos em suas respostas não conseguia relacionar os processos de divisão celular com dar continuidade as células de um organismo.
- Os poucos alunos que ariscaram falar sobre células tronco geralmente mantinham noções equivocadas sobre esse conceito ou ainda muito simples, nada articulado a conceitos mais específicos, como por exemplo, os tipos de células tronco.
- Alguns alunos apresentaram ideias confusas a respeito do que é um ser vivo.
- Existiam, mas poucos estudantes que conseguiam ter explicações um pouco mais complexas e corretas a respeito de células tronco.
- Teve alunos que demonstraram conhecimento sobre as funções de algumas estruturas celulares.

Dando continuidade a esse primeiro momento de levantar as concepções dos alunos a respeito de célula, o segundo passo foi o aluno desenhar como ele concebe a célula. Os estudantes receberam uma folha de sulfite em branco dividida em quatro partes iguais. Em seguida o professor pediu que os alunos fizessem em uma das partes da folha o desenho de uma célula do corpo que conheciam, identificassem e nomeassem as partes da célula desenhadas por ele. Posteriormente, o professor orientou que os alunos tentassem se lembrar de outra célula do nosso corpo humano diferente da que eles já desenharam e que a desenhem, identifiquem e nomeiem suas estruturas na segunda parte da folha sulfite. Depois disso, o professor solicitou que o aluno tentasse lembrar-se de uma célula vegetal e fizesse o mesmo e depois com uma célula bacteriana.

Os desenhos elaborados pelos alunos apresentamos a seguir.

Figura 1: Desenhos de células humanas, vegetais e bacterianas feitos por aluno do terceiro do ensino médio.

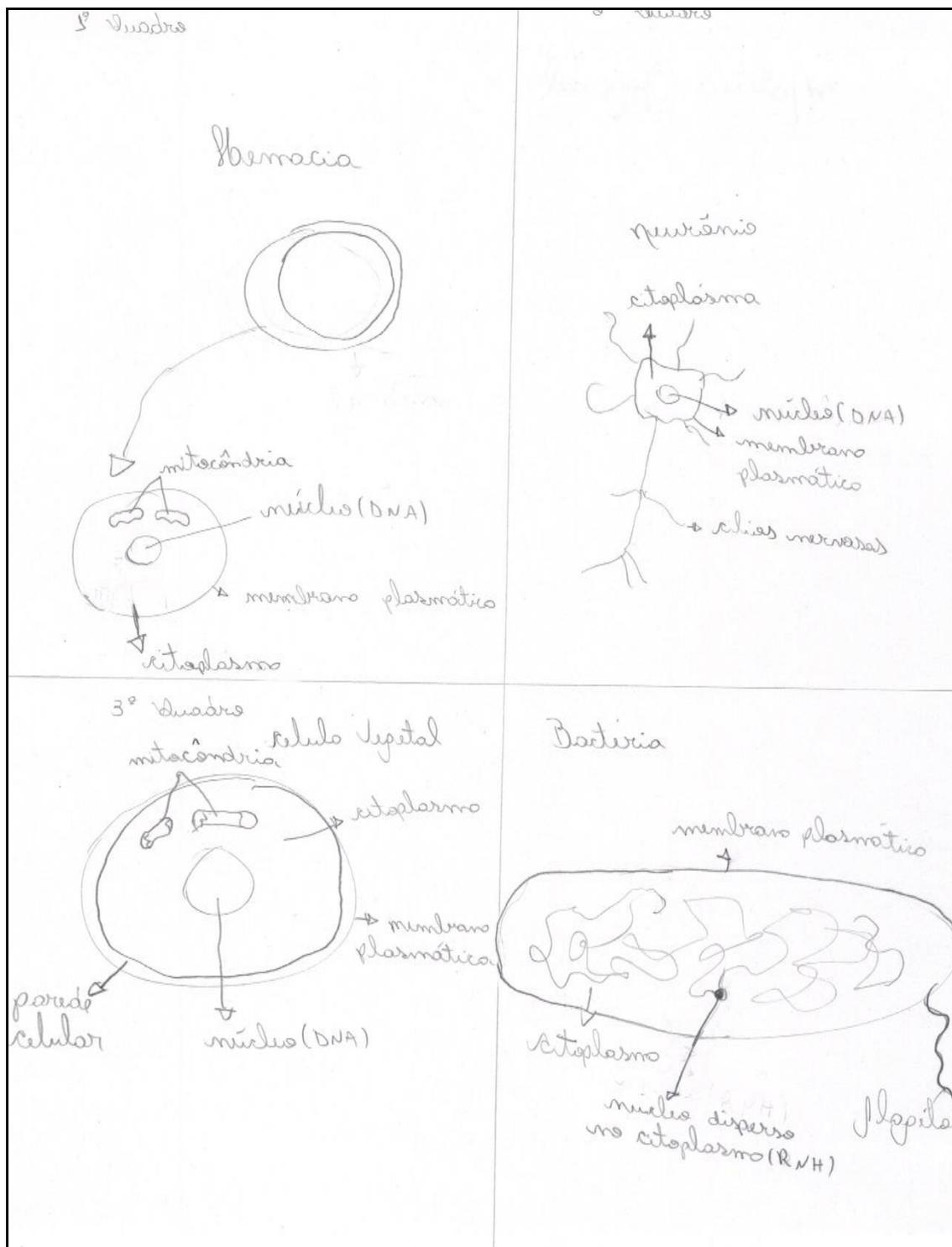


Figura 2: Desenhos de células humanas, vegetais e bacterianas feitos por aluno do terceiro do ensino médio.

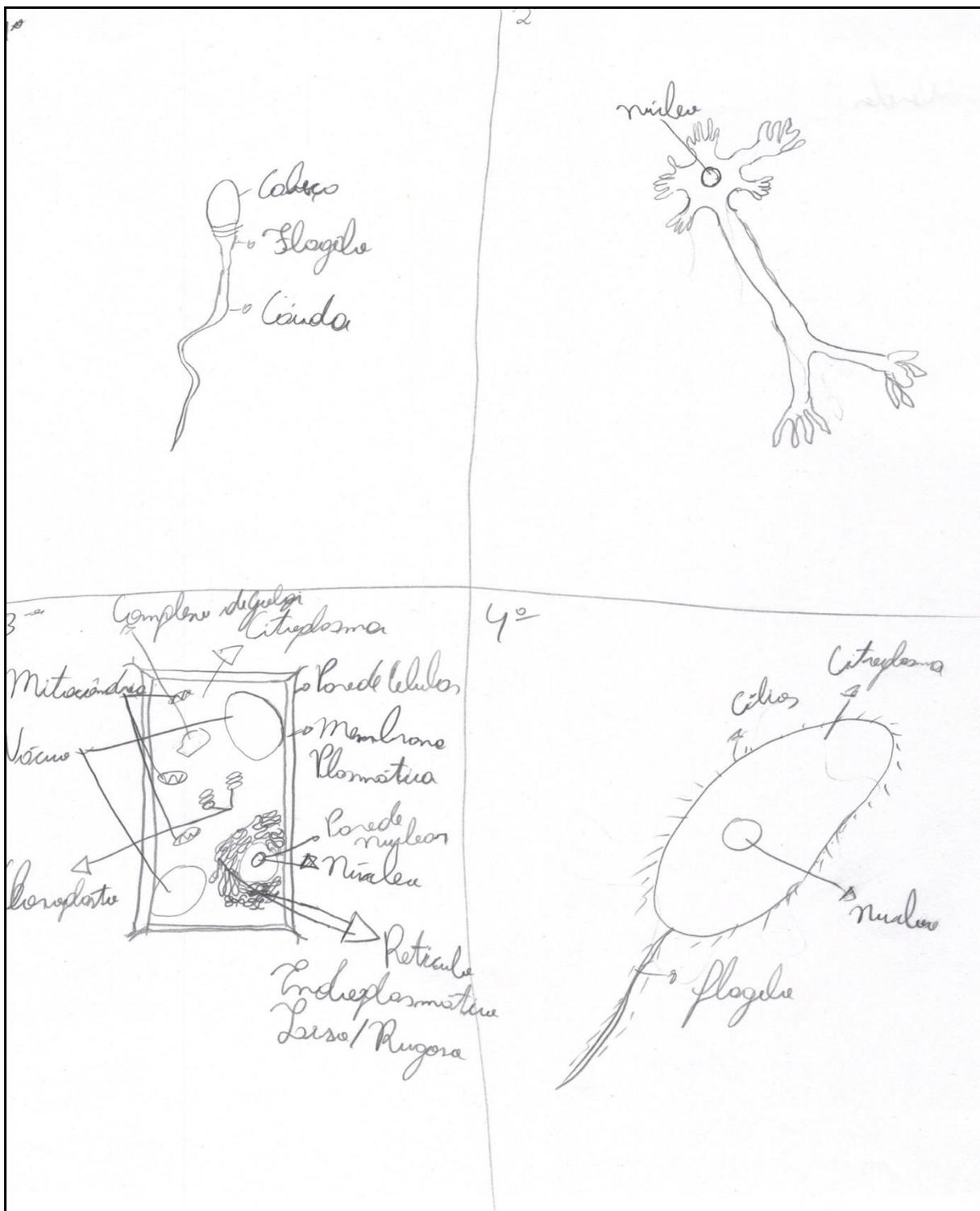


Figura 3: Desenhos de células humanas, vegetais e bacterianas feitos por aluno do terceiro do ensino médio.



Figura 4: Desenhos de células humanas, vegetais e bacterianas feitos por aluno do terceiro do ensino médio.

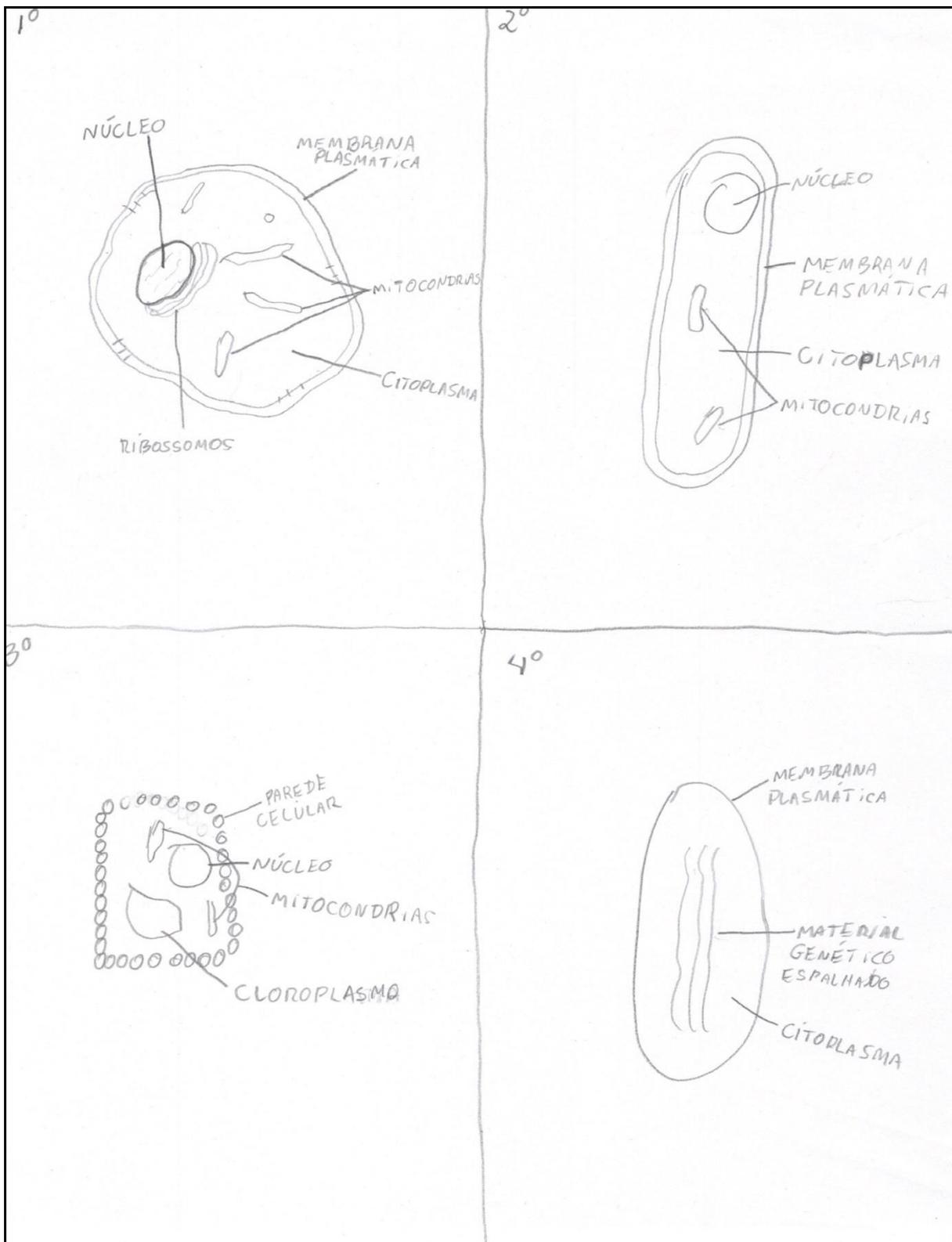


Figura 5: Desenhos de células humanas, vegetais e bacterianas feitos por aluno do terceiro do ensino médio.

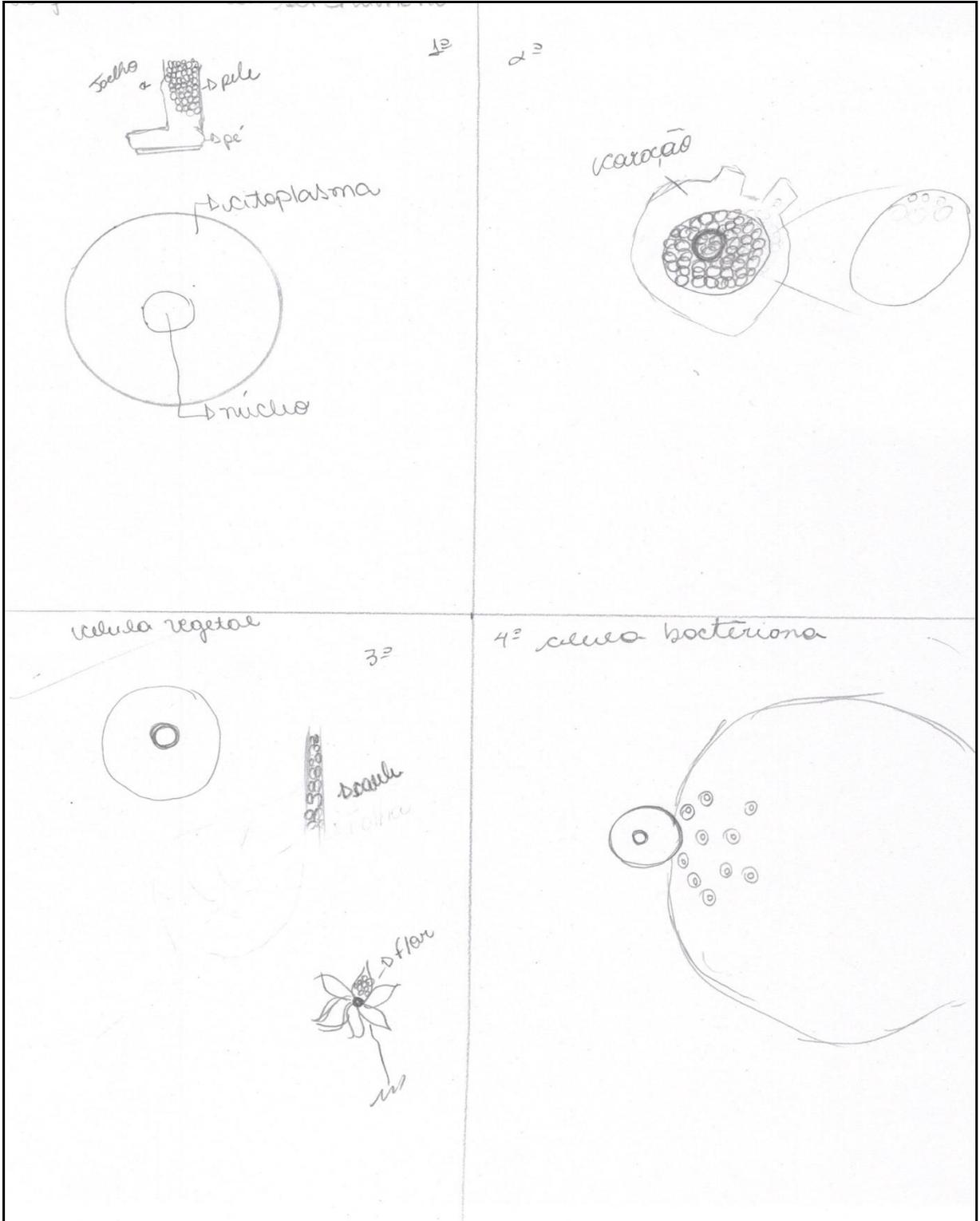


Figura 6: Desenhos de células humanas, vegetais e bacterianas feitos por aluno do terceiro do ensino médio.

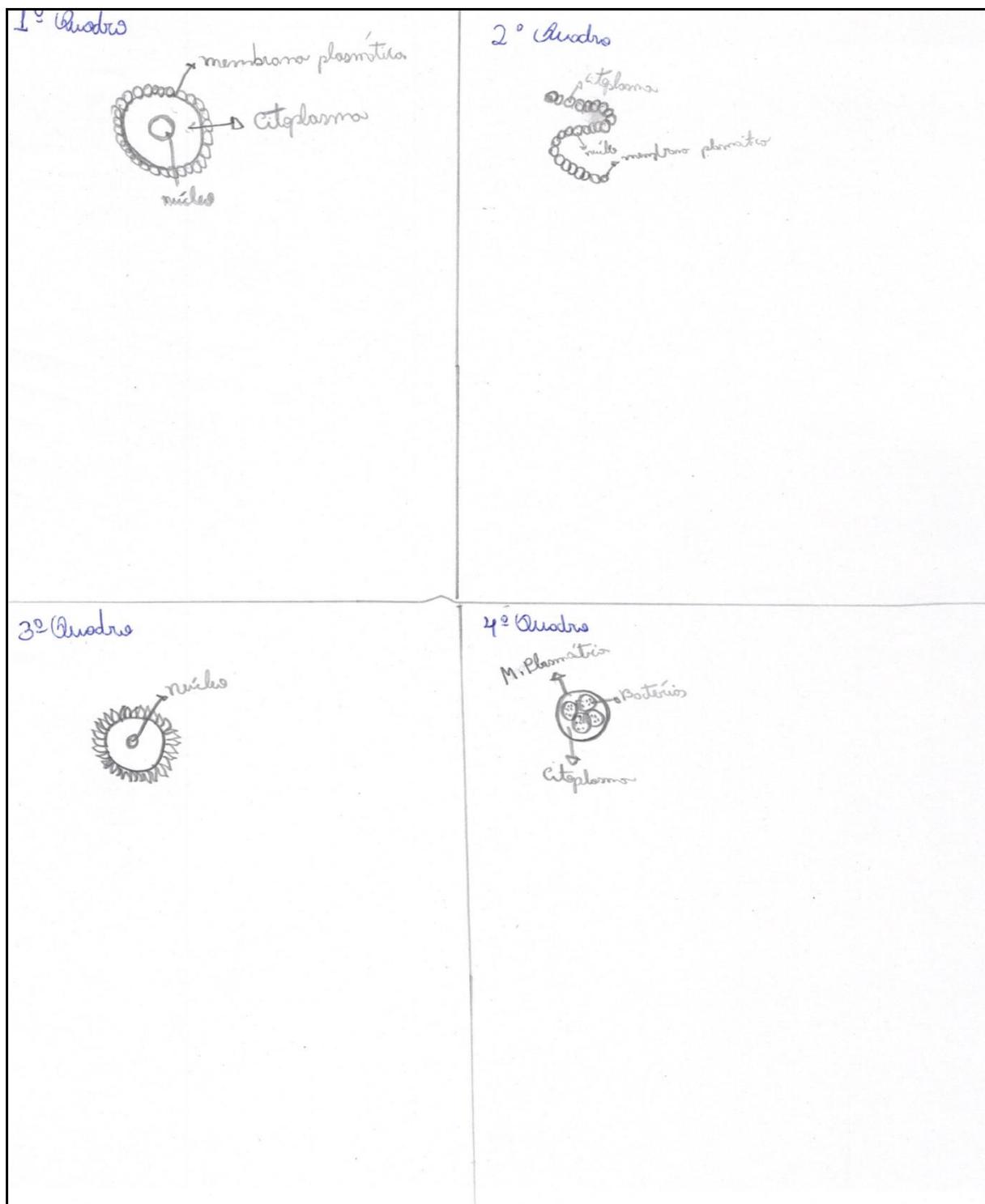
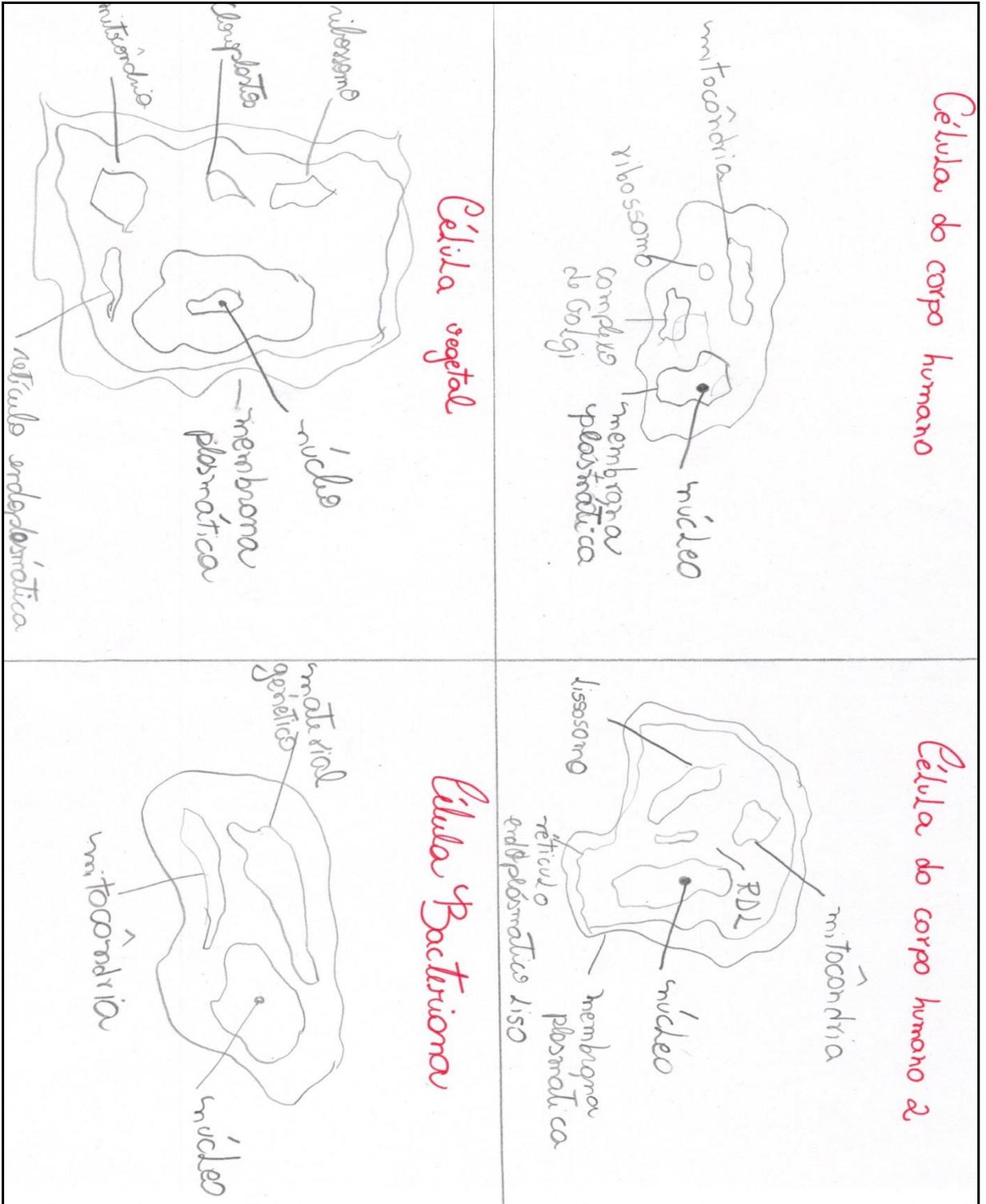


Figura 7: Desenhos de células humanas, vegetais e bacterianas feitos por aluno do terceiro do ensino médio.



Analisando as imagens que representam na forma de desenho aquilo que os alunos concebem como células, agrupamos as atividades de todos os alunos nessas sete imagens que resumem em partes o que a maioria dos alunos apresentou em suas esquematizações. Isso foi feito por questão de tempo para análise e também para não ficar muito repetitiva as análises.

Na primeira figura o aluno fez em seu primeiro desenho uma hemácia com núcleo. Aqui já existe um equívoco conceitual, pois as hemácias se tornam anucleadas para realizar o transporte de substâncias. Essa situação pode ser um indicador de como estamos, enquanto professores, muitas vezes, ensinando os conteúdos sem articulação com outros fatores, por exemplo, sem comentar quando estamos explicando sobre núcleo celular essas situações diferentes em que algumas células, mesmo sendo células animais são anucleadas. No processo educacional, o que se verifica, muitas vezes, no estudo de células e seus conceitos é que tal tema é tratado pelos professores como um ensino que se justifica por si mesmo. Sendo assim, quando se estuda esse tema, não há uma articulação deste com os seres vivos e o ambiente em que vivem (FREITAS et al, 2009).

No segundo desenho dessa primeira figura o aluno desenhou um neurônio com cílios nervosos que ele provavelmente confundiu com as terminações do axônio pela posição errônea também no desenho, mas o mais próximo disso, do axônio. Também identificou que núcleo, membrana plasmática e citoplasma estão apenas na região que conhecemos cientificamente como corpo celular de um neurônio e ele não identificou o corpo celular, o axônio e os dendritos. A célula vegetal foi desenhada e identificada o núcleo com DNA, citoplasma com mitocôndria, membrana plasmática e parede celular. Já a célula procarionte foi desenhada na forma de bastonete com flagelo, citoplasma, membrana plasmática e núcleo disperso no citoplasma “(RNH)”, referindo-se provavelmente ao RNA, desconsiderando provavelmente que a bactéria tenha DNA, visto que em seus outros desenhos ele identificou que todas possuíam DNA.

Na figura 2 o aluno fez em seu primeiro desenho que era para demonstrar uma célula humana um desenho simples de um espermatozoide, identificando uma “*cabeça, flagelo e cauda*” para essa célula. Além de não utilizar os termos corretos para essas estruturas específicas do espermatozoide, também não identificou as estruturas celulares como núcleo, citoplasma, a membrana, as organelas. Quase em

todos os desenhos que o aluno tentou representar uma célula específica, como o espermatozoide, uma hemácia ou um neurônio, ou seja, qualquer célula com forma diferente do modelo de células animais dos livros didáticos ou do modelo ovo, dificilmente o aluno identificou as estruturas específicas celulares, organelas por exemplo. Isso se deve em parte, ao que Freitas et al (2009) trouxe sobre o ensino desvinculado do cotidiano e de outros conhecimentos. As explicações dos professores dificilmente ao falarem sobre as estruturas celulares demonstram onde encontramos essas estruturas em um neurônio, em uma hemácia, em uma célula muscular. Geralmente só falamos no modelo da célula ovo e o aluno nem sabe onde ele encontra uma célula arredondada dessa no organismo, pois sempre vai ver células bem diferentes dessa quando estuda o corpo humano. Desenhou também um neurônio no segundo desenho estilo “célula couve-flor”, “célula árvore”, só demonstrando o núcleo.

No desenho da célula vegetal, além de identificar o núcleo, o citoplasma e a membrana, identificou as organelas mitocôndria (que é a endomembrana que a maioria dos alunos conseguiu lembrar), Complexo de Golgi, Retículo endoplasmático liso e rugoso. Além dessas estruturas apresentou estruturas como o vacúolo, a parede celular e os cloroplastos que diferenciam essa célula de uma célula animal. Entretanto, ocorreu um equívoco quanto a presença de dois vacúolos e nas células vegetais existe apenas um vacúolo bem grande. E a célula procarionte ele desenhou com núcleo, cílios, flagelo e citoplasma.

Na terceira figura vamos nos ater a características nos desenhos que ainda não foram mencionadas, visto que a intenção dessas atividades é identificar o grupo ao qual iríamos trabalhar. A primeira célula que era para ser a célula de nosso corpo está parecendo muito com as representações que são feitas para tratar de uma célula bacteriana e a segunda célula do corpo também está condizendo com o velho modelo ovo. A célula vegetal foi representada bem no esquema de células tijolinhas, um paralelepípedo, o que tem seus avanços, pois ela desenhou a célula com noções de profundidade, saindo do modelo da célula plana. A respeito do quarto desenho desse aluno que era para trazer a representação de uma célula bacteriana o aluno desenhou nessa célula várias bolinhas que ele identificou como sendo organelas e utilizou a seguinte expressão “*núcleo disperso no citoplasma*”. Contudo sabemos que esse tipo celular não apresenta organelas e nem membrana nuclear (núcleo), seu material genético vai estar espalhado com os demais materiais internos da

célula. O que o aluno pode ter feito é representado os ribossomos com essas bolinhas e ter identificado como organelas, pois daí sim a situação é outra, ele saberia que existem ribossomos nas bactérias, o que é correto, mas ainda não conseguiu entender o que traz Junqueira e Carneiro (2015), que os ribossomos não são considerados organelas. E a respeito do núcleo celular o aluno conseguiu entender que vai ter algo diferente em relação às outras células. Mas, ao usar o termo “núcleo” ele demonstra que ainda não tem total compreensão do termo que ele está utilizando.

Os desenhos do aluno apresentados na figura 4 indicam células humanas no modelo redondinho e quadrado de células animais apresentadas nos esquemas dos livros didáticos, que até poderiam representar células da epiderme, mas dificilmente o aluno teria essa compreensão, com base no ensino tradicional que as escolas ainda estão utilizando para ensinar células. A célula vegetal ele representou de forma quadrada, com parede celular, núcleo, mitocôndria, e cloroplasto e a célula procarionte com material genético espalhado pelo citoplasma. Os desenhos das estruturas não têm traços bem definidos que lembrem as estruturas, em sua maior parte são apenas bolinhas e quadrados.

Na figura 5 o aluno fez em todos os desenhos a parte do corpo ou da planta para representar que aquelas células formavam aquela estrutura, mas as células em si, todas foram desenhadas de forma igual parecendo um ovo. Este aluno pode até compreender que a célula forma as estruturas, mas ainda não conseguiu articular esse seu conhecimento de forma correta e ainda não tem a compreensão entre os diferentes tipos celulares.

Os desenhos do aluno que estão na figura 6 demonstraram a primeira célula humana no modelo comum do ovo, identificando suas três partes fundamentais, depois a segunda célula parecendo uma colônia de bactérias na forma de cocos, identificando em três bolinhas dessa cadeia três partes da célula, em uma o núcleo, o citoplasma e a membrana plasmática. Fez a terceira célula, célula vegetal, parecendo uma flor com pétalas e no meio da flor fez um círculo e identificou como sendo o núcleo da célula. A quarta célula, esse aluno desenhou um círculo com quatro círculos dentro cheio de pontinhos, os quais ele identificou como sendo as bactérias. Isso nos leva a compreender que ele tentou representar bactérias

parasitando outras células. Porém, esse aluno ainda não consegue identificar que existem diferentes tipos de células com estruturas específicas em cada tipo.

A última figura, a figura 7, do grupo de desenhos dos alunos, escolhidas para serem analisadas apresenta todas as células desenhadas como amebas, sem forma regular, com denominação de várias organelas, algumas identificadas de forma errada quanto a sua localização, como o Retículo Endoplasmático Liso sem o rugoso e distante do núcleo. As estruturas internas também são representadas na forma de pequenas amebas. Na célula vegetal lembrou de identificar a presença do cloroplasto e na bacteriana lembrou de identificar como material genético e não mais como núcleo, porque nesta célula não há membrana nuclear e o seu material genético, como já falamos antes, fica disperso junto aos demais materiais internos dessa célula.

As dificuldades dos alunos nessa atividade demonstraram problemas conceituais na compreensão das diferenças entre células animais, vegetais e procariontes, pois foram poucos os alunos que identificaram as estruturas desenhadas demonstrando essa diferença e ainda os que tentaram representar as fizeram com alguns problemas, como o aluno que tentou falar que na célula procarionte o núcleo estava disperso pelo citoplasma.

Os alunos demonstraram também dificuldade na concepção que tem da célula e suas estruturas, como estão organizadas essas estruturas e suas formas. Dificuldades relativas ao rompimento com a concepção da célula como um círculo dentro do outro, que é apenas um esquema para representar as estruturas celulares, pois a célula não é assim, ela tem profundidade como foi representado por um aluno na figura 3. Ela tem diferentes formas e estruturas. Pode ser bem visível a dificuldade desses alunos para transpor os conceitos para atividades do cotidiano, para identificarem o que aprenderam no modelo da célula ovo, para as outras células do nosso organismo.

Grande parte dessas representações de célula dos alunos traduzem o que Cerri et al (2000) mencionam, o que os livros didáticos, suas imagens e analogias podem fazer na cabeça do sujeito quando se tornam os ditadores da metodologia e dos conceitos que devem ser ensinados. , Esse poder dos livros didáticos é praticamente autorizado pelos próprios professores, quando estes deliberam as

editoras esse direito utilizando os livros didáticos sem analisá-lo e assumindo-o como sua única fonte de informação (WEISSMANN, 1998).

Definições que os estudantes trazem sobre alguns termos referentes ao conteúdo de células e seus conceitos (**Anexo 2**).

Ainda na busca por conhecer o melhor possível o que os alunos sabem sobre célula, o professor/pesquisador entregou a eles uma lista de termos relacionados à célula. O aluno foi orientado pelo professor/pesquisador a escrever o que ele entende, lembra, sabe, relação que faz, ou o que vem à cabeça quando se depara, escuta, cada uma daquelas palavras (termos). Essas perguntas serviram para que o professor pudesse diagnosticar as concepções dos alunos sobre o tema, considerando tais concepções em sua ação pedagógica.

Identificação dos conhecimentos dos alunos sobre membrana plasmática, citoplasma, núcleo, mitocôndria, cílios, flagelos, complexo golgiense, retículo endoplasmático, plastos, cloroplastos, parede celular, vacúolo, centríolos, ribossomos, lisossomos, DNA, RNA, meiose, mitose, cromossomos, crossin over. As respostas dos alunos sobre esses conceitos foram as seguintes:

a) Membrana Plasmática:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“É o que envolve o material celular”.*

**Aluno 2:** *“Parede que separa a célula do meio externo”.*

**Aluno 3:** *“Responsável pelo reforçamento da célula”.*

**Aluno 4:** *“Listrinha que envolve a membrana plasmática”.*

**Aluno 5:** *“Parede da célula”.*

**Aluno 6:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

b) Citoplasma:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Se encontra entre o núcleo e a membrana plasmática”.*

**Aluno 2:** *“Meio em que ficam as organelas”.*

**Aluno 3:** *“Tem haver com a membrana plasmática”.*

**Aluno 4:** *“Ordem de vários”.*

**Aluno 5:** *“Composta de material gelatinoso, entre o núcleo e a membrana plasmática”.*

**Aluno 6:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

c) Núcleo:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Se encontra no centro da célula contendo as maiores informações da célula”.*

**Aluno 2:** *“Parte da célula onde fica contido o material genético”.*

**Aluno 3:** *“Parte interior da célula”.*

**Aluno 4:** *“Meio em que fica toda a organização da célula”.*

**Aluno 5:** *“Principal e onde o DNA fica”.*

**Aluno 6:** *“É o meio da célula”.*

d) Mitocôndria:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 2:** *“Parte da célula que produz energia”.*

**Aluno 3:** *“Responsável pela respiração”.*

**Aluno 4:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 5:** *“Produz energia”.*

**Aluno 6:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

e) Cílios:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Serve para espalhar o material celular”.*

**Aluno 2:** *“Auxilia na locomoção de algumas células”.*

**Aluno 3:** *“Protege a célula”.*

**Aluno 4:** *“Pêlinhos que ficam ao redor, que dão sensibilidade”.*

**Aluno 5:** *“Locomoção”.*

**Aluno 6:** *“Proteção”.*

f) Flagelos:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Material gelatinoso que se encontra na célula”.*

**Aluno 2:** *“Cauda presente em algumas células como o espermatozoide e algumas bactérias”.*

**Aluno 3:** *“Locomoção do espermatozoide”.*

**Aluno 4:** *“Dão assistência à alimentação”.*

**Aluno 5:** *“Locomoção”.*

**Aluno 6:** *“Locomoção”.*

g) Complexo Golgiense:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 2:** *“Faz parte da comunicação celular”.*

**Aluno 3:** *“Reprodução da célula”.*

**Aluno 4:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 5:** *“Controla a entrada e saída de partículas da célula”.*

**Aluno 6:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

h) Retículo Endoplasmático:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Retículo que envolve a célula”.*

**Aluno 2:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 3:** *“Parte do Crossin Over”.*

**Aluno 4:** *“Cutícula que fica envolta do endoplasma”.*

**Aluno 5:** *“Digestão”.*

**Aluno 6:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

i) Plastos:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 2:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 3:** *“Parte da célula”.*

**Aluno 4:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 5:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 6:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

j) Cloroplasto:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 2:** *“Pertence à célula vegetal, é quem produz a clorofila”.*

**Aluno 3:** *“Parte da célula”.*

**Aluno 4:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 5:** *“Produz clorofila nas células vegetais”.*

**Aluno 6:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

k) Parede Celular:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Protege a célula”.*

**Aluno 2:** *“Parede que separa a célula vegetal do meio externo, ela é mais resistente que a membrana plasmática”.*

**Aluno 3:** *“Proteção da célula”.*

**Aluno 4:** *“Barreira que separa o núcleo do restante”.*

**Aluno 5:** *“Aumenta a resistência e elasticidade das células vegetais”.*

**Aluno 6:** *“É tipo uma parede para proteção”.*

l) Vacúolo:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Espaços na membrana plasmática para entrada de coisas do meio externo”.*

**Aluno 2:** *“Célula vegetal”.*

**Aluno 3:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 4:** *“Armazenamento de água na célula vegetal”.*

**Aluno 5:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 6:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

m) Centríolos:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 2:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 3:** *“Tem haver com os cílios”.*

**Aluno 4:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 5:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 6:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

n) Ribossomos:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 2:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 3:** *“Produção de proteína”.*

**Aluno 4:** *“Parede rugosas que cuidam dos lisossomos”.*

**Aluno 5:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 6:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

o) Lisossomos:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 2:** *“Faz a digestão celular, fagocitose”.*

**Aluno 3:** *“Produção de algo também”.*

**Aluno 4:** *“Paredes lisas que realizam também alguns processos”.*

**Aluno 5:** *“Fagocitam partículas estranhas”.*

**Aluno 6:** **(Não respondeu – deixou a questão em branco).**

p) DNA:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Material genético que serve para determinar as características do animal”.*

**Aluno 2:** *“Composto de genes, mas não lembro a diferença entre DNA e RNA”.*

**Aluno 3:** *“Características e identificação na genética”.*

**Aluno 4:** *“Mostra características físicas, comportamentais, etc”.*

**Aluno 5:** *“Dois filamentos protéicos”.*

**Aluno 6:** *“Carrega o gene”.*

q) RNA:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“É composto pela metade da quantia de material genético”.*

**Aluno 2:** *“Composto de genes, massa não lembro a diferença entre o DNA e o RNA”.*

**Aluno 3:** *“Proteínas do sangue”.*

**Aluno 4:** *“Herdada dos pais e/ou familiares passados”.*

**Aluno 5:** *“Um filamento protéico”.*

**Aluno 6:** *“Metade do DNA”.*

r) Meiose:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Uma célula haploide da origem à outra célula diplóide”.*

**Aluno 2:** *“É a reprodução da célula dividida em duas partes iguais”.*

**Aluno 3:** *“Precisava apenas de um para a reprodução de algo”.*

**Aluno 4:** *“Mãe se divide por dois e depois por quatro”.*

**Aluno 5:** *“n, haplóide”.*

**Aluno 6: (Não respondeu – deixou a questão em branco).**

s) Mitose:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“É a reprodução da célula que se divide em quatro partes iguais”.*

**Aluno 2:** *“Uma célula diploide da origem a uma outra célula diploide”.*

**Aluno 3:** *“Precisa de um ou mais alguma coisa para a reprodução”.*

**Aluno 4:** *“Células filhas separando as cromátides”.*

**Aluno 5:** *“2n, diploide”.*

**Aluno 6: (Não respondeu – deixou a questão em branco).**

t) Cromossomos:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1: (Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 2:** *“Compostos de material genético que possui todas as características do indivíduo”.*

**Aluno 3:** *“No interior da célula”.*

**Aluno 4: (Não respondeu – deixou a questão em branco).**

**Aluno 5:** *“Formados por DNA”.*

**Aluno 6:** *“DNA condensado”.*

u) Crossin Over:

**Respostas dos alunos:**

**Aluno 1:** *“Troca de alguma coisa”.*

**Aluno 2:** *“Processo em que se mistura os materiais genéticos para a divisão dos cromossomos, ocorre no óvulo e no espermatozoide”.*

**Aluno 3:** *“Reprodução da célula”.*

**Aluno 4:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 5:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

**Aluno 6:** (Não respondeu – deixou a questão em branco).

Os alunos apresentaram em suas respostas termos para definir a membrana plasmática criados por eles para substituir os conceitos verdadeiros como *“reforçamento”*, *“listrinha que envolve a célula”* e *“Parede”*, trazendo algumas funções celulares como *“envolve o material celular”*.

A respeito do citoplasma, os alunos 2 e 5 definiram essa parte da célula pela sua composição e constituintes *“Meio em que ficam as organelas”*, *“composto de material gelatinoso, entre o núcleo e a membrana plasmática”*.

Relacionado ao núcleo o aluno 1 e 6 referem-se a ele como uma estrutura que se encontra no centro da célula. No entanto, isso não é sempre o que ocorre, existem núcleos periféricos por exemplo, ou células com mais de um núcleo. Os alunos 2 e 5 se definiram o núcleo por sua função de armazenar o material genético, o DNA.

Os alunos que responderam o que é uma mitocôndria tentaram definir relacionando-a à sua função celular. Alguns alunos utilizaram para definir essa função o termo *“respiração celular”* e outros utilizaram o termo *“produção de energia”*.

As definições para o termo cílios foram relacionadas à função de locomoção, sensibilidade e proteção. Teve um aluno que utilizou em sua explicação o termo *“pelinhos”*.

O aluno 1 afirma que o flagelo é um “*Material gelatinoso que se encontra na célula*”. Talvez ele possa estar se confundido pela proximidade da pronúncia com a palavra fluído, muito utilizada para definir as características do citoplasma. O aluno 4 escreve que “*elas dão assistência à alimentação*”. Ele pode estar compreendendo que as microvilosidades no nosso sistema digestório são flagelos, quando na verdade são estruturas formadas por um conjunto de células com evaginações da membrana (dobras). O restante dos alunos relacionou com locomoção. Desses, dois alunos escreveram apenas locomoção e outros dois a locomoção dos espermatozoides.

A respeito do complexo de Golgi e do Retículo Endoplasmático os estudantes foram por tentativa e erro. Foram lançando as funções que eles sabiam que ocorriam na célula para tentarem acertar qual das funções celulares ocorrem nessas duas estruturas.

Quase nenhum dos alunos respondeu o que são plastos. Mas, esses mesmos alunos sabiam o que era cloroplasto, pois responderam que os cloroplastos faziam parte das células vegetais e que são responsáveis pela produção de clorofila. Podemos dizer que tais alunos ainda não desenvolveu completamente esses conceitos como conceitos verdadeiros, pois não compreende que o cloroplasto é um dos tipos de plastos existentes nos vegetais.

A parede celular foi relacionada à proteção e alguns equívocos também surgiram como, “*separa o núcleo do restante*” – resposta do aluno 6, pois ela não separa o núcleo do restante da célula, ela está mais externa que a membrana plasmática e, o aluno 5 disse ela “*Aumenta a resistência e a elasticidade*”. Porém, ela não aumenta a elasticidade, ela não permite que a célula vegetal se rompa facilmente como a animal em meio hipotônico, com baixa concentração de solutos, no qual a água vai entrar na célula, mas ela não dá maior elasticidade, bem pelo contrário dá rigidez a forma da célula, mantém essa forma.

Os alunos que responderam o que era um vacúolo relacionaram o conceito de vacúolo a reserva de substâncias ou algo parecido com isso.

O único aluno que respondeu a questão sobre o que é um centríolo, disse que tem a ver com o cílios. Ele pode estar relacionando os centríolos à base interna dos cílios e flagelos. Mas, nenhum dos alunos relacionou essa estrutura aos processo de divisão celular nas células animais e nem escreveu que essa é uma estrutura que as

células vegetais não tem, e, portanto, que diferencia as células animais das vegetais também.

Os ribossomos foram definidos por um aluno como responsável pela produção de proteínas, recordando assim, da síntese de proteínas que essa estrutura participa e como “*Parede rugosa que cuidam dos lisossomos*”. Já os lisossomos, dois alunos responderam que fazem a fagocitose e um até utilizou o termo digestão celular.

A estrutura DNA não foi deixada com resposta em branco pelos alunos. Eles relacionaram à genética, genes, às suas funções, a sua estrutura composta por “*dois filamentos*”. Isso pode ter ocorrido porque o conteúdo de biologia que eles estão estudando este ano é genética. Entendemos que todos esses conceitos podem ter sido apropriados recentemente pelos alunos, o que pode ter ajudado em uma resposta por simples imitação ou por memorização.

Em relação ao RNA, demonstraram que não diferenciam com clareza DNA de RNA e todas as explicações geralmente se voltavam para as diferenças da molécula de DNA e de RNA, quanto a Dupla hélice ou uma única hélice (filamento). Contudo, nenhum aluno demonstrou compreender quais as funções do RNA na célula, pois ninguém escreveu nada sobre isso em suas respostas e nas demais estruturas quase sempre foi utilizado a sua própria função para defini-la.

O aluno 5 resume o processo de divisão celular em meiose, “*n, haploide*” e mitose em “*2n, diploide*”. Os alunos voltam a usar na definição dos tipos de divisão celular atribuições e ações humanas para explicarem a célula. Isso fica evidente nas expressões “*Mãe se divide*” e “*É a reprodução das células*”. Ao nosso ver, existe coerência no pensamento de alguns alunos, mas em grande parte há uma confusão entre a diferença entre mitose e meiose. Têm alunos que não conseguem identificar qual é a mitose e qual é a meiose, podem até ter decorado que existe uma das divisões celulares que é reducional e outra que é equacional, mas confundem qual é qual.

A respeito do conceito do que é cromossomo, o aluno 6, aparentemente, fez uma síntese muito grande, ele escreveu que cromossomo é o “*DNA condensado*”, alguns alunos até conseguiram relacionar cromossomo com DNA, o que nos parece importante. É uma generalização, mas pode ter vários equívocos nessa compreensão de como o cromossomo também é DNA? Então, são a mesma coisa?

O aluno pode estar expressando coisas que decorou, mas não significa que entendeu o processo e nem essa estrutura.

Os alunos que responderam a questão do Crossing Over, surpreenderam positivamente o professor/pesquisador, apresentando definições muito interessantes, como por exemplo, dizer que nesse processo ocorre a “*Troca de alguma coisa*”, ou o que escreveu o aluno 2 assumindo que o “*Processo em que se mistura os materiais genéticos para a divisão dos cromossomos, ocorre no óvulo e no espermatozoide*”. Tivemos sinais de problemas conceituais, como na resposta do aluno 3, “*Reprodução da célula*”. Aqui não dá para saber se ele consegue diferenciar que esse processo vai ocorrer apenas na formação de gametas, pois não é em toda divisão celular que ocorre isso.

Tiveram muitas respostas em branco, assumimos enquanto pesquisadores as falhas na pesquisa, provavelmente muitas dessas respostas em branco tenham ocorrido por causa do número enorme de definições de conceitos que esses alunos tiveram que responder. Eles foram mais do que participativos, provavelmente em outro lugar ou com outros alunos eles deixariam bem mais respostas em branco.

Apareceram nas falas dos alunos vários conceitos das estruturas celulares e de suas funções, mas muitas vezes, estavam desarticulados um do outro, ou do ser vivo, ou da compreensão de que existem células diferentes dos esquemas que aparecem nos livros.

Existe muita troca de funções e significados entre uma estrutura e outra, pois esses conceitos celulares são aprendidos em um curto espaço de tempo, por causa da enorme quantidade de conteúdo ensinados em um ano ou bimestre, por exigência dos referenciais altamente conteudistas. O que ocorreu também em muitas respostas foi a “humanização” dos termos celulares, usando expressões humanas, atividades humanas na formação do conceito de célula e suas atividades, empregando a essas células ações humanas como de escolha, de sentimento, de decisão, de reprodução, entre outras.

Uma análise geral dos resultados das atividades propostas no primeiro momento dessa sequência de atividades de ensino, que tem como objetivo conhecer quais as pré-concepções que os/as estudantes têm apresentado sobre a célula (CERRI et al, 2000), foi que muitas das dificuldades indicadas por Palmero (1997) nesse ensino há muitos anos atrás continuam os mesmos, ainda não foram

superados nos dias atuais, mesmo depois de tanta tecnologia, microscópio e aulas práticas, não permitindo a compreensão do conceito célula como unidade morfofuncional dos organismos vivos, a partir dos conceitos de unidade, diversidade e continuidade celular.

Nos desenhos e nas respostas dos alunos, por várias vezes, era perceptível a influência de forma acrítica dos modelos e imagens dos livros didático, sem nenhuma articulação com o cotidiano do aluno e sem demonstrar as exceções à regra (como o caso das hemácias que são células que perdem seu núcleo).

Esses alunos do terceiro ano do ensino médio retratam, se comparado a realidade de outras escolas, o que geralmente encontraremos de dificuldades de compreensão desses conceitos celulares em todos os sujeitos, alunos ou não, pois estes estudantes que participaram da pesquisa, já estudaram sobre células no 7º e 8º ano do ensino fundamental e estudaram também no 1º ano do ensino médio e mesmo assim, ainda apresentavam grandes dificuldades na compreensão do que é célula.

Segundo Vigostki (2000b) o desenvolvimento de um determinado conceito pode estar em três graus de desenvolvimento do pensamento, no pensamento sincrético e suas subdivisões, no pensamento por complexos e suas subdivisões e no pensamento por conceitos. Acredito que como são vários conceitos celulares, os alunos oscilam entre um e outro dependendo do conceito mais específico escolhido em alguma resposta dos alunos. Teve respostas nos questionários que eram muito características do pensamento por sincréticos, eram exclusivamente por tentativa e erro.

Contudo, entendo pelas análises, que na maioria das vezes as respostas dos alunos eram caracterizadas pela transitoriedade e variabilidade do pensamento e das conexões, característico dos pensamentos por complexos, variando entre o que Vigotski (2000b) chama de complexo difuso, em que as conexões dos conhecimentos e das coisas ocorrem de forma difusa, indeterminada e instáveis, como os momentos que o aluno faz uma afirmação e na mesma pergunta ou em outras atitudes demonstra que confunde ainda o conceito que ele aprendeu e que, às vezes, ainda está utilizando por imitação de um outro sujeito mais capaz.

Esses casos em que o indivíduo está utilizando de imitações de alguém que sabe mais já é característico de outro tipo de pensamento mais próximo do

pensamento por conceitos verdadeiros, que é o conceito por complexo de pseudoconceitos, em que as palavras designam complexos de objetos concretos estabelecendo conexões com lógicas próprias.

Depois dessa análise do primeiro momento, apresentamos os momentos que se seguiram no desenvolvimento da sequência de atividades de ensino. Nos próximos itens, como anunciado anteriormente, procuramos focalizar nos episódios que são apresentados e analisados, pistas, indícios de como a sequência de atividades de ensino focadas nos conceitos de unidade, diversidade e continuidade, articulados com questões sociocientíficas, pela inclusão de discussões do tema células tronco, podem promover nos alunos a apropriação do conceito célula, bem como dos conceitos a ele relacionados e o desenvolvimento de uma consciência crítica, por parte de alunos do ensino médio.

Para facilitar a análise dos episódios numeramos os turnos e falas do professor/pesquisador e dos alunos participantes.

**2º Momento: O conhecimento cotidiano do aluno, vídeos de células tronco, desenvolvimento embrionário, situações-problema e a concepção de unidade, diversidade e continuidade celular.**

Nesse momento o professor/pesquisador tinha por objetivo buscar articular os conhecimentos cotidianos dos alunos com os conhecimentos científicos sobre células e seus conceitos de forma sistematizada. Para tal ele utilizou-se de vídeos e da criação de situações-problema. Essa sistematização se torna possível por meio da compreensão de unidade, diversidade e continuidade celular, que podem permitir aos alunos entender que a célula é a menor unidade morfofuncional dos organismos vivos.

Então como já foi falado acima, para a compreensão de unidade, diversidade e continuidade o professor/pesquisador estruturou junto com os estudantes os conceitos de estruturas celulares e de processos metabólicos celulares utilizando de três situações problemas, são elas: a primeira situação-problema era como a célula zigoto consegue se manter viva? Tal situação-problema tinha como objetivo iniciar a elaboração e a sistematização do conceito de continuidade celular; A segunda situação problema era qual o resultado desse processo de diferenciação celular para o indivíduo em formação? Tal situação-problema tinha como objetivo iniciar a elaboração e a sistematização do conceito de diversidade celular; Já a terceira

situação-problema era como a célula zigoto consegue dar origem a duas novas células e essas duas a outras quatro e assim sucessivamente? Tal situação-problema tinha como objetivo iniciar a elaboração e a sistematização do conceito de continuidade celular.

É importante lembrar que antes das situações-problema foi exibido dois vídeos, um que tratava dos processos embriológicos que levam a formação de uma criança, desde a formação do zigoto até o nascimento do bebê, demonstrando as divisões celulares que ocorreram no zigoto para dar origem a todas as nossas células tão diferenciadas entre si, tecidos, órgãos e sistemas. O outro vídeo era uma animação em que desenhos animados de células tronco explicavam a diferença entre os tipos de células tronco existentes e comentavam alguns temas polêmicos e do uso dessas células.

Após o vídeo os episódios decorrentes dessas situações-problema são os apresentados a seguir:

### **Episódio 1: Elaboração e sistematização do conceito de unidade.**

Nesse episódio a partir dos vídeos e das questões-problema ocorreu o seguinte diálogo:

**[01] Professor/Pesquisador:** Tá bom! Pra não quebrar a ideia! O primeiro vídeo que foi trazido pra vocês, ele traz a questão do desenvolvimento embrionário, do feto, daquelas células embrionárias. Daquelas duas células, gameta masculino e o gameta feminino que formaram uma única célula que a gente chama de célula ovo, ou zigoto. Esse zigoto, essa primeira célula é uma única célula e vai ir pro útero, da mãe no caso, vai pro útero da mulher pra se desenvolver um indivíduo. Primeira coisa, agora começando a falar de célula. O que é célula pra vocês? Se eu pedisse pra você definir o que é célula, o que vocês definiriam?

**[02] Aluno Paulo:** Ah! A célula é o que faz a gente.

**[03] Professor/Pesquisador:** Constitui vocês?

**[04] Aluno Paulo:** É.

**[05] Professor/Pesquisador:** Ela faz vocês.

**(Relacionam célula por enquanto apenas com o ser humano. E o professor continua estimulando que os alunos falem o que é célula).**

**[06] Aluno Paulo:** Ele aqui (se referindo a outro aluno) falou que célula é vida.

**[07] Professor/Pesquisador:** Então, célula é vida. Se não tem célula não tem vida.

**[08] Professor/Pesquisador:** [...] Quantas vezes vocês já trabalharam célula na vida de vocês? Quantas vezes ouviram, viram na tv? Escutaram sobre célula que está falando a todo o momento? Mas o que é célula? [...] Às vezes a gente decora que a célula tem mitocôndria, que a mitocôndria faz, é responsável pela produção de energia. Decoramos que a célula tem... Mas tá! Esse monte de nome que é passado pra nós. [...] E eu nem sei a definição do que é célula. Nem consigo dizer o que é uma célula. E por isso que eu queria partir com vocês pra entender o que é uma célula de três conceitos que vão ser o tripé dessa nossa formação do conceito de célula. Célula como unidade morfofuncional de todos os organismos. A minha sugestão é nós partirmos da compreensão de unidade celular, continuidade celular e diversidade celular para nós entendermos que a célula é a unidade morfofuncional dos organismos.

**[09] Professor/Pesquisador:** [...] Formou uma única célula, o zigoto, a célula ovo. Essa única célula ovo que tá ali, ela não morre, porque ela é que vai dar origem a todo o organismo como um todo. Já pararam pra pensar nisso, que essa única célula que se formou vai dar origem ao que nós estamos vendo agora? O que eu to vendo de vocês hoje foi a partir daquela única célula. Então a minha pergunta é: Como que essa única célula consegue sobreviver se ela é só uma célula?

**[10] Aluno João:** Por causa de todas as estruturas que tem na célula.

**[11] Professor/Pesquisador:** O que que essas estruturas fazem que permitem ela se manter viva, ativa, realizando suas funções vitais?

**[12] Aluno João:** É, pelo metabolismo [...]

**[13] Professor/Pesquisador:** Pelo metabolismo. Metabolismo é o que? O que é esse metabolismo? É uma atividade celular, são processos celulares. O Aluno João trouxe que é por causa das estruturas que ele tem lá dentro, as estruturas que as células tem dentro dela que ela vai conseguir manter-se viva. Então lembra do primeiro termo? Unidade morfofuncional. Morfo, forma, então estrutura. Então o primeiro conceito pra esse entendimento de unidade, é que a célula, ela da estrutura. Além de dar a estrutura ao nosso corpo, ela tem uma estrutura que a forma. Que daí vem bem no que o Aluno 6 falou. Ah, mitocôndria. Ah, o complexo golgiense. Dentro de uma única célula que é esse zigoto tem uma série de estruturas [...] Então, além dessa parte estrutural que permite às células se manter viva durante todo esse tempo é esse ponto de ser a unidade morfofuncional dos processos também. Não só de dar forma, não só estrutura, mas os processos que estão ocorrendo graças a essas estruturas. Que processos que vocês lembram que ocorre dentro da célula?

[Os alunos são estimulados e vão trazendo vários fatores como respiração celular, digestão celular e outros processos].

**[14] Professor/Pesquisador:** [...] Então, dentro desse conceito de célula como unidade morfofuncional, pra vocês chegarem nesse conceito mais generalizante eu preciso entender primeiro conceito de unidade celular, continuidade celular e diversidade celular.

[15] **Professor/Pesquisador:** Como uma única célula consegue sobreviver? Isso (um aluno falou baixo, pelas estruturas), [...] é graças as estruturas que existem ali dentro.

[16] **Professor/Pesquisador:** Mas, o que essas estruturas fazem que conseguem com que uma única célula se mantenha viva?

[17] **Aluno João:** Metabolismo?

[18] **Professor/Pesquisador:** Metabolismo. Metabolismo são?

[19] **Aluno Lucas:** Processos.

[20] **Professor/Pesquisador:** Então, vamos lá, como que uma célula consegue sobreviver?

[21] **Aluno Marcos:** Através dos processos que ela faz.

[22] **Professor/Pesquisador:** Processos que ela faz através de quem?

[23] **Alunos:** Das organelas.

[24] **Professor/Pesquisador:** Das estruturas, já que nem todas as células possuem organelas [...] Olha o conceito de unidade surgindo aqui pra vocês.

Nesse episódio o primeiro termo mais específico a ser trabalhado foi a célula como a unidade morfofuncional. Na percepção do caráter unitário da célula, ou seja, o que pode fazer sozinha, serão necessários conceitos mais específicos que tratam de processos e estruturas que compõem uma única célula e que a permite manter-se viva por suas próprias funções.

Buscando no desenvolvimento embrionário um apoio nesse processo de desenvolvimento do conceito verdadeiro sobre célula, nos deparamos com a busca de respostas à seguinte pergunta: como a célula zigoto, que é a primeira célula a ser formada pela união do espermatozoide e do óvulo na fecundação, consegue manter-se viva? Uma resposta possível seria graças a suas estruturas e processos que ocorrem em seu interior. Processos esses que sempre buscam a homeostasia celular controlados por ela mesma através de seu material genético que, além de controlar suas atividades, define as características dos organismos como espécie e como um indivíduo único. Na célula, esses processos a livra de corpos estranhos, digerem substâncias em seu interior, permitem ou não a entrada de substâncias e produzem energia para realização de suas atividades. Além disso, sintetizam proteínas e lipídios, codificam e interpretam informações contidas em seu interior que permitem a manifestação de suas características, diferenciando e assemelhando-se a outras células, e de todo o corpo. Outrossim, a célula ainda é

capaz de se autoduplicar, de produzir cópias idênticas de si mesma para manter-se viva, para dar continuidade ao seus processos vitais, quando necessário (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Dentro do conceito primário de unidade celular nos deparamos primeiramente com o conceito secundário de processos celulares que vai permitir ao aluno entender como funciona uma célula, como ela se mantém viva e ativa. Como faz a sua automanutenção e como através desses processos mantém um organismo celular vivo.

Os processos metabólicos que ocorrem dentro de uma célula são conjuntos de atividades que ocorrem em seu interior e que quase sempre terão resultados e produtos para o meio extracelular também, dentre os processos que ocorrem em uma célula podemos destacar os processos de síntese - síntese de proteínas, síntese de lipídios, síntese de ácidos nucleicos, síntese de carboidratos (conceitos terciários). Qualquer atividade dentro das células quase sempre vai estar relacionada a esses processos de síntese, seja fagocitose, exocitose, interdigitações da membrana plasmática, produção de energia, fotossíntese, os processos que envolvem a diferenciação e a divisão celular, a codificação do genoma humano, os transportes ativos e passivos de substâncias pela membrana plasmática entre outros (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Depois nos deparamos com outro conceito secundário de estrutura celular, que é relativo aos componentes que constituem uma célula, a sua estrutura física. Podemos assim dizer que a constituição básica de uma célula é formada por membranas e estruturas que delimitam o conteúdo interior da células os separando do meio extracelular – alguns tipos celulares vão apresentar membrana plasmática, outros parede celular e outros ambas as estruturas. Ainda falando a respeito dessa constituição básica encontramos dentro da célula um material semifluido compostos por líquidos, fibras, íons, outras substâncias, podendo apresentar ou não estruturas internas chamadas de endomembranas, componentes celulares compostos por membranas, também chamado de organelas – mitocôndria, plastos, lisossomos, vacúolos, retículos endoplasmáticos, entre outras estruturas que se encontram mergulhadas neste meio líquido chamado de protoplasma ou citoplasma dependendo do tipo celular a que nos referimos. Mergulhado nesse meio semifluido encontraremos outra estrutura básica de uma célula, o seu material genético que vai poder estar

envolto por uma membrana ou disperso pelo protoplasma dessa célula (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Esses dois conceitos secundários, processos e estruturas, se relacionam de modo que todos os processos ocorrem por atividade dessas estruturas básicas que constituem uma célula e a célula só existe estruturalmente diferenciando-se e assemelhando-se uma das outras e mantendo a sua continuidade graças a esses processos metabólicos. A partir daqui as linhas dos dois conceitos intermediários se correlacionam demais em causa e efeito, partindo então após essa compreensão para os frutos desses processos e estruturas que é a compreensão dos conceitos de continuidade celular e a diversidade celular.

O professor/pesquisador foi trabalhando com a situação-problema de forma a estimular os alunos a responderem, utilizou-se da repetição da pergunta para memorização dos alunos dos termos por ele utilizado, para que primeiro o aluno utiliza-se da imitação. Contudo sempre foi trazendo situações diferentes para que esse aluno utiliza-se desse conceito para resolver outras situações do cotidiano do aluno ou situações que eram apresentadas para eles pelo professor.

Vygotsky destaca a importância da colaboração do professor (ou de algum outro mediador social mais capacitado, que domina mais sobre determinada habilidade ou conceito) para que ocorra esse processo de aprendizagem e dessa aprendizagem seja possível um desenvolvimento do ser humano (VIGOTSKI, 2000b).

O sujeito se constitui como ser humano na medida em que internaliza a cultura na qual está inserido. Observando que para Vygotsky (2000b) este processo não se dá sem a mediação do outro, cuja cultura já fora internalizada anteriormente. É importante também ressaltar que esta mediação é feita através da linguagem verbal, gestual, escrita e imagética.

Indo na contra mão do modelo de transmissão-recepção, que parece desconsiderar que o aluno possui conhecimentos anteriores e acredita que os conhecimentos científicos são assimilados pelo aluno de forma simplista sem a ação desse indivíduo no que é aprendido, Vigotski entende que ocorra aprendizagem também por imitação, mas que essa imitação não é uma cópia e sim uma reelaboração do que está sendo aprendido, uma releitura do modelo a ser copiado. Imitar para ele é recriar com base em um modelo, fruto das interação do aluno com

o professor ou outro mediador. É uma criação nova a partir do que é observado, que vai poder futuramente possibilitar o desenvolvimento da autonomia do indivíduo através de atividades compartilhadas como a imitação (VIGOTSKI, 2000b).

O professor é o mediador socialmente escolhido para essa interação entre os sujeitos no contexto escolar que prioriza a aprendizagem de conceitos científicos acumulados ao longo da história da civilização humana. Essa relação é caracterizada como uma relação de ensino, cuja finalidade imediata – ensinar/aprender – é explícita para ambos, os quais ocupam lugares sociais diferenciados e hierarquicamente organizados (SILVA, 2013). Nessa interação entre esses sujeitos pode desenvolvem-se as funções psicológicas superiores do aluno com a ajuda e participação do professor. Esse desenvolvimento encontra sua expressão na crescente utilização dos conceitos independente do contexto no qual foram ensinados.

Segundo Vigotski, o desenvolvimento é produto/produção das condições do processo de ensino, cujo aspecto fundamental é a singular interação entre professor e aluno, junto com os conhecimentos que são mediados a este segundo um determinado sistema. Estes fatores, explicam os casos de desenvolvimento precoce de conceitos. Isso envolve os conhecimentos já dominados pelo aluno, as ações e os conhecimentos do professor e as condições sociais reais de produção do processo de ensino (SILVA, 2013).

Nossa sociedade privilegiou a escola como um espaço onde os conhecimentos científicos a serem aprendidos assumem uma sistematização lógica que deve auxiliar e potencializar a aprendizagem. No panorama escolar a relação entre a construção do conceito e a aprendizagem surge como destaque na discussão sobre a sistematização do conhecimento.

E a escola é o lugar próprio da psicologia, ou seja, um lugar de aprendizagem e da origem e desenvolvimento das funções psicológicas (VIGOTSKI, 2000a). O contexto escolar possibilita em alto grau de complexidade e de relações sociais o acesso às formas sistematizadas de organização da atividade cognitiva, permitindo diferentes tipos de investigações sobre os constituintes desse local.

## **Episódio 2: Elaboração e sistematização do conceito de diversidade.**

Na segunda situação-problema a discussão ocorreu a partir da seguinte pergunta: Até um período de divisão das células embrionárias elas não se diferenciam (consideradas assim células troncos totipotentes), mas ao longo do desenvolvimento do feto, essas células começam a se diferenciar. Qual o resultado desse processo de diferenciação celular para o indivíduo em formação?

No final da aula retomamos a questão inicial (situação-problema), como forma também de avaliar e identificar o processo de formação de novos conceitos pelos estudantes.

Acompanhamos a baixo o episódio que se segue a respeito do conceito de diversidade celular. Entretanto antes de dar início a resolução de uma nova situação-problema o professor/pesquisador recapitulou os conceitos das aulas anteriores.

[25] **Professor/Pesquisador:** Só pra nós retomarmos de onde paramos, qual é o conceito geral de célula?

[26] **Aluno Maria:** Morfo...

[27] **Professor/Pesquisador:** Morfofuncional dos seres vivos, dos organismos vivos. O que significa esse morfo.?

[28] **Alunos:** Forma.

[29] **Professor/Pesquisador:** Forma, estrutura, é o que dá forma aos organismos, aos seres vivos pelas suas estruturas. E funcional, são as funções que acontecem dentro do corpo. As atividades, os processos metabólicos. Lembra o tripé que a gente precisa entender pra levar esse conceito de unidade morfofuncional?

[30] **Alunos:** Unidade.

[31] **Professor/Pesquisador:** Unidade celular.

[32] **Alunos:** Continuidade.

[33] **Professor/Pesquisador:** Continuidade celular.

[34] **Alunos:** Diversidade.

[35] **Professor/Pesquisador:** E diversidade celular. [...] Nós trabalhamos na aula passada. Qual foi a pergunta que eu lancei pra vocês? Vocês lembram? Na aula passada?

[36] **Aluno Paulo:** Como é que uma célula conseguia sobreviver sozinha?

[37] **Professor/Pesquisador:** E como é então que a célula se mantém viva?

[38] **Alunos:** Pelos processos que ocorrem em suas estruturas.

[39] **Professor/Pesquisador:** Pelos processos que ocorrem dentro das estruturas dessas células. Que estruturas são essas?

[40] **Alunos:** Organelas.

[41] **Professor/Pesquisador:** Organelas somente nos organismos eucariontes e podemos acrescentar aí a membrana plasmática e o material genético.

Trabalhando o conceito de diversidade celular:

[42] **Professor/Pesquisador:** Agora o conceito de diversidade celular. O que vem à cabeça de vocês quando escutam essa palavra diversidade celular?

[43] **Alunos:** Vários.

[44] **Professor/Pesquisador:** Vários. O que é algo diversificado pra vocês?

[45] **Aluna Ana:** Diferente.

[46] **Professor/Pesquisador:** Diferente.

[47] **Professor/Pesquisador:** Nós temos um único tipo de célula?  
Não! Que tipos de células que você tem no seu corpo que você lembra? Que você consegue até formular a estrutura na tua cabeça como é ela?

[48] **Alunos:** Muscular.

[49] **Professor/Pesquisador:** Muscular! Como seria uma célula muscular?

[50] **Aluno Paulo:** Ela é mais ou menos... (então ele faz o gesto com as mãos mostrando a forma da célula).

[51] **Professor/Pesquisador:** Isso. [...] Uma célula muscular. [...] Porque que ela é assim? Já pararam pra pensar porque que essa célula muscular é desse jeito?

Nesse episódio, e então, o professor/pesquisador explica para os alunos que as características de cada tipo de célula e suas funções no organismos estão altamente interligadas. Existe uma relação de dependência muito grande entre as características das células e suas funções no organismo. A respeito dessas relações, o mediador em sala de aula discutiu a respeito da grande quantidade de mitocôndrias em células musculares que tem um gaste grande de energia devida as suas funções, das ramificações das células nervosas e suas funções no organismo, das hemácias, células sanguíneas anucleadas (sem núcleo), que transportam substâncias no corpo.

**[52] Professor/Pesquisador:** Então, a hemácia, o neurônio, a célula muscular que vocês me trouxeram, por exemplo, são todas diferentes uma das outras tanto estruturalmente, quanto nas atividades que estão realizando. [...] Pensando lá no vídeo. O vídeo traz toda essa diferenciação que teve para a formação do corpo. Como que a célula conseguiu de uma única célula eu tive várias outras células diferentes no meu organismo? Elas se multiplicaram. Foi ao longo do processo de divisão. Mas, o que ocorreu nesse processo de divisão? Ela poderia se dividir e se tornar igualzinha à outra. O que ocorreu nesse processo de divisão? Qual que é o segundo tripé? Diversificação. Então, pararam pra ver que a célula era uma só, zigoto. [...] Elas (as células embrionárias) começam a se diferenciar, se diversificar, se tornar diferentes por processos que começam a ocorrer dentro das células. Então, a resposta da pergunta que eu fiz pra vocês! Pense aqui de novo. Vocês já deram a resposta, mas eu quero fazer vocês tomarem consciência dessa resposta que vocês deram. Porque ou como, a célula, uma única célula que é o zigoto, consegue dar origem a diferentes tipos celulares? O que ocorre nessa única célula zigoto pra dar origem a diferentes tipos celulares? O que ocorreu? Vocês já trouxeram.

**[53] Professor/Pesquisador:** As célula todas iguaizinhas. A partir de um ponto elas começam a fazer o quê?

**[54] Aluno Paulo:** Se diferenciar da outra.

**[55] Professor/Pesquisador:** Se diferenciar, diversificar. Então, perceberam que vocês já deram a resposta e as vezes a gente não para pra ouvir o que nós mesmos estamos falando? Olha essa capacidade (de diversidade) que a célula tem.

**[56] Professor/Pesquisador:** O vídeo, o que o vídeo trazia para nós das explicações das células tronco? O que é uma célula tronco? Alguém sabe dizer o que é uma célula tronco? A característica principal? Não precisa formular uma grande teoria. O que vem na sua cabeça quando escuta falar de células tronco?

**[57] Aluno Paulo:** Uma célula que pode se diversificar e formar qualquer outra célula.

**[58] Professor/Pesquisador:** Só que, qual é a situação do câncer que eu expliquei ontem pra vocês? O que é o câncer? Alguém lembra?

**[59] Aluno Paulo:** Ela se divide errado.

**[60] Professor/Pesquisador:** São células que se dividem errado. A hora que ela se dividiu errado ela virou o que? Outra célula. O que aconteceu com ela?

**[61] Aluno Pedro:** Se diversificou.

**[62] Professor/Pesquisador:** Se diversificou. Então, mesmo as nossas células adultas tem essa capacidade no processo de divisão se diversificar. Só que tem vezes que ela se diversifica e não é bom pro organismo como um todo, como é a situação do câncer. Ok?

Os alunos demonstraram que conseguem responder a pergunta proposta. Parece ter ocorrido o começo de uma internalização dos conceitos celulares.

O aluno Paulo já conseguiu utilizar os conceitos celulares aprendidos em outras situações no turno 57, onde ele responde que é uma célula que pode se diversificar, demonstrando que ele já pode estar começando a pensar os conceitos celulares por pensamentos por conceitos e formando conceitos verdadeiros.

É notório a diversidade de seres que temos no planeta Terra, alguns enormes, outros microscópicos, com colorações diversificadas, constituídos por muitas ou por uma única célula. Também é de nosso conhecimento que existem muitos tipos de células, com formato, constituição, estruturas, cores, e funções diferentes dentro de um organismo e isso já era de se esperar devido às diferentes formas de vida que temos, já que as células formam esses diferentes indivíduos. (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Voltando mais uma vez para a formação embrionária de um ser humano como referência desse processo de aprendizagem nos deparamos com a seguinte situação problema: até um período de divisão das células embrionárias elas não se diferenciam (consideradas assim células troncos totipotentes). Entretanto, ao longo do desenvolvimento do feto, essas células começam a se diferenciar. Qual o resultado desse processo de diferenciação para o indivíduo em formação. Respondendo a essa pergunta, pode se dizer que essas células se diferenciando formam os diferentes tipos celulares que constituem o nosso organismo humano, desde células sanguíneas, como as hemácias que são anucleadas, não possuem núcleo, até células totalmente ramificadas como os neurônios, que transmitem impulsos nervosos ao longo de todo o corpo (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Como já dito anteriormente no conceito intermediário central, que é o de unidade celular, toda célula realiza processos que as mantém vivas. Porém, é discutido que há exceções, como as próprias hemácias que perdem seu núcleo na fase jovem ainda da célula e por isso, não podem se dividir em novas células, sendo produzidas por células específicas em regiões específicas do corpo. As funções vitais de cada célula para manter-se viva são necessárias a todas as células, pois do contrário morrem. Mas, dentro de um organismo pluricelular as células vão dividir funções, vão se especializar em funções específicas para poder fazer a manutenção da vida, para realizar os processos necessários no organismo como um todo para que ele continue vivo. (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Nisso consiste o processo de diferenciação celular que ocorre com o embrião dentro do útero de sua mãe. Células que até então eram células

totipotentes, ou seja, células não especializadas que poderiam dar origem a qualquer outra célula, que começam a se diferenciar em células específicas que darão origem aos diversos tipos de tecidos celulares no corpo humano e posteriormente em células específicas de cada tecido. Em algumas regiões específicas do corpo do indivíduo já formado ou do adulto ainda podem ser encontradas esse tipo de células não diferenciadas, e estas são as chamadas células tronco, que podem ser totalmente indiferenciadas ou parcialmente indiferenciadas (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

A diferenciação celular não permite apenas a formação de diferentes tecidos celulares em organismos pluricelulares, mas, permite, também, os processos evolutivos que ocorrem ao longo de milhares e milhares de ano nos seres vivos, devido a influências do meio externo. Por isso, é que temos essa diversidade de seres vivos e de organismos da mesma espécie tão diferentes uns dos outros. Tudo isso ocorre em nível celular e mais específico ainda, em nível nuclear ou no núcleo da célula, pois é por mudanças no material genético da célula ou por respostas desta a estímulos do ambiente é que ocorrem as transformações (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Nesse episódio os alunos também estão participando provavelmente fazendo uso ainda da internalização por imitação, mas eles são instigados a responderem as perguntas de forma que vão construindo o conceito de diversidade, assim, como construíram também o conceito de unidade que toda hora é retomado pelo professor, junto com o conceito mais geral de célula como unidade morfofuncional dos organismos vivos, para que ao longo de tantos conceitos os alunos não esqueçam quais são os nossos objetivos e onde queremos chegar conceitualmente. Esses alunos foram instigados a organizar os conhecimentos que eles já traziam a respeito da células, seus processos e de suas estruturas, que eram bem rico, apesar de existirem equívocos nesses conceitos também, sistematizando todas as informações que eles já tinham adquirido ao longo dos anos escolares em torno desses três conceitos. Agrupando as informações que eles já possuíam e novos conceitos de forma sistematizada e objetiva. Possibilitando assim que os estudantes consigam avançar dos pensamentos por complexos que caracteriza-se já em seus diversos estágios pela transitoriedade, instabilidade e variabilidade do pensamento e suas conexões, o que foi observado no pensamento desses alunos no primeiro passo dessa sequência de atividades de ensino, avançando para o

pensamento por conceitos, onde predomina a abstração, generalizações e sínteses segundo Vigotski (2000b).

### **Episódio 3: Elaboração e sistematização do conceito de continuidade.**

Como a célula zigoto consegue dar origem a duas novas células e essas duas a outras quatro e assim sucessivamente? É refletindo sobre essa questão problema que o episódio 3 descreve uma parte desse processo de ensino/aprendizagem.

No final da aula sempre retomamos a questão inicial (situação problema), como forma também de avaliar e identificar o processo de formação de novos conceitos pelos estudantes.

Alguns pensamentos por complexos aparecem bem destacados aqui nos alunos, atribuir a célula características humanas, vendo, possivelmente essa estrutura como uma miniatura de homem que forma todos os humanos. A célula raciocina, a célula se reproduz, provavelmente pela afirmação de algumas funções celulares que recebem nomes de atividades realizadas pelo organismo humano, como respiração celular e respiração, digestão celular e a digestão do organismo.

Trabalhamos a continuidade celular nessa mesma linha de desencadeamento de ideias. Sempre lembrando no início da aula os conceitos menos ou mais generalizantes aprendidos sobre células. Depois de rever o que já aprendemos através de questionamentos, o que serve como avaliação de cada um dos momentos da sequência, começamos a desenvolver argumentos para a solução de uma situação problema. Nesse caso da continuidade celular a questão-problema era como o zigoto consegue dar origem a duas novas células e essas duas a outras quatro e assim sucessivamente?

**[67] Professor/Pesquisador:** Como que o zigoto, que era também uma única célula, deu origem a outras células? [...] O nosso organismo é formado por uma quantidade muito grande de células. E começou com quantas células?

**[68] Aluno Marcos:** Uma.

**[69] Professor/Pesquisador:** Uma. O zigoto. E agora adulto nós adultos temos muitas células. Como que ocorreu isso? Por que processo?

**[70] Alunos:** Divisão?

[71] **Professor/Pesquisador:** Divisão celular. Todo mundo consegue enxergar isso? Que a célula tem essa capacidade de continuidade celular, através do processo de divisão celular? Então, como que essa célula vai se dividir? E daí que vai entrar nos conceitos biológicos que a gente tem que vocês já viram no primeiro ano do ensino médio, viram também um pouquinho lá no oitavo ano, que são os processos de divisão celular. A célula vai passar por dois tipos de divisão celular, vocês lembram disso também?

[72] **Aluno Marcos:** Mitose e meiose.

Discutimos sobre essas questões relacionados a divisão celular. A meios e a mitose, suas principais diferenças. E o diálogo continuou:

[73] **Professor/Pesquisador:** [...] Vocês sabem quantas células tem uma bactéria?

[74] **Aluno Tiago:** Sim.

[75] **Professor/Pesquisador:** Quantas?

[76] **Aluno Tiago:** Uma.

[77] **Professor/Pesquisador:** Uma. As bactérias são indivíduos unicelulares [...] formados por uma única célula. Então, quando eu falo em duas células de bactéria eu estou falando em duas bactérias. Quando eu falo em três células de bactérias eu estou falando em três bactérias. O que ocorre então numa bactéria que se dividiu e deu origem a duas células de bactéria? Eu tenho duas bactérias. Então, o que ocorreu aí? Reprodução de bactéria. Então, as bactérias são unicelulares. O processo de reprodução delas tá relacionado a divisão celular.

Lembrando primeiramente dos conceitos celulares é possível afirmar que sendo a célula a unidade básica formadora dos seres vivos tanto funcionalmente quanto morfológicamente a sua continuidade é necessária para que se mantenha o organismo vivo e para que se preservem as características da espécie ao longo do tempo.

Partindo do seguinte questionamento: como a célula zigoto consegue dar origem a duas novas células e essas duas a outras quatro e assim sucessivamente? Uma possibilidade é que existem processos internos na célula que a permite fazer cópias de si mesma. Esses processos são denominados de divisão celular, no qual as células vão passar por algumas fases de crescimento em sua vida e, quando necessário, se dividirá para dar origem a novas células. Conforme a necessidade, o processo de divisão celular pode levar a uma divisão, que pode ser mitose ou meiose (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Na divisão mitose, que é a comum de ocorrer com a maioria das células do nosso corpo já formado para manutenção celular, uma célula vai passar por algumas

fases do processo de divisão celular e dá origem a duas células-filhas idênticas a célula-mãe (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Na divisão meiose, que ocorre em nosso organismo para formação de gametas reprodutivos, para dar continuidade à espécie, ocorrerá uma divisão celular equacional (meiose I) que dá origem a duas novas células e cada uma dessas duas novas células sem passar por nenhum processo de duplicação de seu material genético irá se dividir novamente no que chamamos de meiose dois e assim sendo, cada divisão celular do tipo meiose, dará origem a quatro novas células-filhas (JUNQUEIRA e CARNEIRO, 2015).

Os gametas no processo de fecundação se recombinam e, por isso, formam indivíduos novos no processo de reprodução que não são nem cópias da mãe, nem do pai.

A elaboração dos conceitos se deu da mesma forma que nos últimos três episódios, sempre lembrando as organizações conceituais feitas anteriormente e assim, elaborando as novas generalizações por meio do pensamento ordenado e sequenciado, elaborado pelo professor em uma ação intencional, o que diferencia os conceitos cotidianos dos conceitos científicos, pois os primeiros desenvolvem-se sem uma intencionalidade e uma sistematização, diferentes desses últimos, reiterando para essa ideia os pensamentos de Vigotski (2000b).

### **3º Momento: Articulação entre as questões sociocientíficas e os conteúdos sobre célula e seus conceitos.**

Esse momento tinha como objetivo promover um momento de debate entre os alunos sobre as questões éticas que envolvem o assunto sobre células tronco, observando se nos argumentos dos alunos já começava a aparecer indícios de iniciação do processo de apropriação dos conceitos científicos. Também era objetivo desse terceiro momento incitar os alunos a usarem em seus argumentos alguns termos que eles não tenham utilizado, fazendo essa articulação com as questões sociocientíficas.

Os estudantes foram organizados em três grupos, sendo quatro alunos para serem os juízes, e o restante da turma foi organizada em duas partes, nas quais uma parte foram os advogados de defesa a favor do uso de células tronco na

medicina e na pesquisa e a outra parte foram os advogados de acusação que irão encontrar argumentos para a não utilização de células tronco na medicina;

O professor entregou aos alunos textos que discutem sobre o uso ou não de células tronco para clonagem de indivíduos e para clonagem terapêutica (tratamento de doenças). Os textos foram “Clonagem e células tronco” (ZATZ, 2004), “A importância do uso das células tronco para a saúde pública” (PEREIRA, 2008) e “Proliferar ou diferenciar? Perspectivas de destino das células-tronco” (SCHWINDT et al, 2005).

Esses textos serviram para os alunos se prepararem para as discussões e defesas dos pontos de vista no debate.

#### **Episódio 4: Organização dos grupos para debate sobre o uso de células tronco.**

Os alunos se dividiram por afinidade em 2 grupos, fora os juízes e começaram a ler e a estudar os artigos que foi disponibilizado a eles. Durante a organização do trabalho ocorreu uma revisão da aprendizagem sobre alguns conceitos. As interações e diálogos ocorridos nesse episódio transcrevemos a seguir.

[78] **Professor/Pesquisador:** O que me interessa é o conceito. Falando em conceito, vocês lembram qual é o conceito geral do que é uma célula? O que é uma célula?

[79] **Alunos:** Unidade morfofuncional.

[80] **Professor/Pesquisador:** Uma unidade morfofuncional do que? Tudo que é uma unidade é unidade de alguma coisa. A célula é unidade do que? Dos seres vivos. Lembram?

[81] **Professor/Pesquisador** [...] Lembram o conceito de unidade? O que é eu falar que a célula tem essa característica de unidade celular?

[82] **Aluno Marcos:** Que uma célula consegue sobreviver sozinha.

[83] **Professor/Pesquisador:** Que uma célula consegue sobreviver sozinha. Como?

[84] **Alunos:** Através dos processos que ocorrem na sua estrutura.

[85] **Professor/Pesquisador:** Através dos processos que ocorrem dentro das estruturas. Que processos são esses? Por exemplo, quais processos?

**[86] Aluno Marcos:** Respiração.

**[87] Professor/Pesquisador:** Respiração celular que ocorre ali dentro da célula. Oi? (um aluno fala digestão celular) - Digestão celular que ocorre aqui dentro da célula. O sistema nervoso, pra esse sistema nervoso tá funcionando são esses processos que tão ocorrendo dentro da célula nervosa.

Em conversas não gravadas, pois os alunos esperaram para perguntar ao final da aula, eles trouxeram várias dúvidas a respeito das situações de continuidade, diversidade e unidade que para a elaboração daquelas perguntas precisava-se ter entendido o que foi proposto na sequência. Eles fizeram perguntas que o professor anotou em diário de bordo do tipo, as células ósseas perdem essa capacidade de continuidade? – relacionam com elas serem calcificadas, as células nervosas também perdem essa capacidade de continuidade? Ou ainda, Então, não é possível pegar uma célula do meu corpo qualquer e fazer ela se tornar outras células? – questionando a respeito da compreensão de diversidade celular, a capacidade que a célula possui de se diferenciar uma da outra.

### **Episódio 5: Células tronco – O confronto final entre os conceitos.**

Nesse confronto o professor/pesquisador aproveitou mais para finalizar esses conceitos de células tronco também, entender a compreensão de seu uso e permitir que essas questões sociocientífica oportunizassem aos alunos a possibilidade de argumentar sobre algo que todos podem falar, manifestar opinião, exercer sua cidadania e desenvolver essa atividade cidadã de se tornar responsável por suas escolhas que interferem no mundo socialmente, culturalmente, fisicamente, etc.

Em todos os encontros o professor/pesquisador fazia uma investigação da aprendizagem retomando situações problemas e questões diferentes do contexto aprendido.

**[88] Aluna Marta:** Ela não só acaba assim como os testes, como um rato ele falaram, ou a ovelha Dóli. Tipo, tem os testes dos animais e você também tem que envolver aquelas questão do zigoto lá. Que você vai acabar com uma vida. Então, como que eles acham tipo, vou salvar uma vida, mas eu vou estar destruindo algumas também.

**[89] Professor/Pesquisador:** Por que que vai matar uma vida? Explique melhor.

**[90] Aluna Marta:** Por causa daquelas questão do, do embrião. Porque você vai usar as células tronco do embrião que é uma célula tronco.

[91] **Professor/Pesquisador:** Tronco. De que tipo? Alguém lembra que tipo é a célula tronco? Totipotentes. Embrionárias.

[92] **Aluna Marta:** Totipotentes, embrionárias. Ainda não se diferenciou em nenhuma célula específica do organismo, mas já tem capacidade de realizar processos dentro das suas estruturas celulares e por divisões vai poder dar origem as novas células.

[93] **Aluno Marcos:** Falando um pouquinho do que o Aluno Tiago falou sobre transplante. O que a gente precisa no caso pra fazer uma célula tronco é o óvulo e o espermatozoide formando o embrião. Então é muito mais fácil a gente pedir doação talvez um, do óvulo ou do pulmão? O que é mais fácil de se conseguir? O óvulo ou o pulmão.

[94] **Aluno Paulo:** Só comentando aqui a fala deles de dados, cerca de 5 a 10 por cento das pessoas que estão na lista conseguem transplante. Tá algo postado no meu texto.

[95] **Aluno Marcos:** Que o óvulo talvez seja produzido ao mesmo instante, assim como o espermatozoide.

[96] **Professor/Pesquisador:** E jogado fora algumas vezes. Acusação. Ah, desculpa. Pera aí.

[97] **Aluno Marcos:** Sobre a vida, tem uma lei já que autoriza ao uso de embriões que estão a três anos ou mais congelados. Então, o embrião que está a três anos e talvez o, o endereço dele seja...talvez o endereço dele seja o lixo, não é uma vida que tá sendo gerada, talvez é algo que pode salvar uma vida.

Os estudantes nessa parte de discussões sociocientíficas, falam mais, discutem mais, manifestam suas opiniões, prova disso é que os alunos tiveram um papel maior no discurso.

Incluindo discussões, controvérsias ou temas diretamente relacionados aos conhecimentos científicos e/ou tecnológicos que possuem um grande impacto na sociedade e que abrangem aspectos multidisciplinares que, na maior parte das vezes, estão carregados de valores (ético, moral) e são afetados pela insuficiência dos conhecimentos (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012), podem auxiliar na formação de opiniões e a escolha de juízos pessoais e sociais, que implicam valores e aspectos éticos que relacionam-se com problemas sociais de ordem local, nacional e global (MARTÍNEZ PÉREZ, 2012).

Segundo Martínez Pérez (2012), as controvérsias envolvidas nas discussões públicas sobre questões sociocientíficas exigem a formação de cidadãos dotados de conhecimentos e capacidades para avaliar responsavelmente problemas científicos e tecnológicos na sociedade atual. Portanto, para poder manifestar suas opiniões a

respeito do uso das células tronco, os alunos primeiro tinham que dominar os conceitos de células tronco e células.

Para confirmar essa ideia, no turno 92, a aluna Marta diz *“Totipotentes, embrionárias. Ainda não se diferenciou em nenhuma célula específica do organismo, mas já tem capacidade de realizar processos dentro das suas estruturas celulares e por divisões vai poder dar origem as novas células”*. Esta aluna demonstrou que é bem possível que seu nível conceitual esteja no nível dos conceitos verdadeiros no pensamento por conceitos, no qual já consegue utilizar dos termos aprendidos em situações diferentes. Ela apresentou os três conceitos de unidade, diversidade e continuidade celular em sua fala, organizada de forma clara e coerente, não parecendo ser mera imitação das palavras, signos (VIGOTSKI, 2000a).

Podemos perceber que o conhecimento dos alunos estava muito no nível dos pensamentos por complexos, os objetos isolados associam-se na mente humana não só por impressões subjetivas, mas também por relações que de fato existem entre esses objetos, superando o egocentrismo a respeito de determinado assunto. O pensamento por complexos já constitui um pensamento coerente e objetivo, contudo não reflete as relações objetivas do mesmo modo que o pensamento conceitual. Organiza-se os objetos isolados pelo fato de tais objetos agruparem-se em “famílias” separadas, mutuamente relacionadas. Não há nos complexos organização hierárquica. Nesse tipo de pensamento predomina relações concretas e factuais (pelos fatos) e não abstratas e lógicas. Portanto, um complexo é um agrupamento concreto de objetos por ligações factuais. Enquanto um conceito agrupa os objetos de acordo com um atributo, em um complexo as ligações podem ser diversas. A principal função dos complexos é estabelecer elos e relações (VIGOTSKI, 2000a). Por exemplo, quando o sujeito agrupa objetos pela cor, forma ou função, ou ainda, no ensino, quando o nosso aluno agrupa termos estudados por fazerem parte do grupo de palavras usadas quando se fala sobre um determinado assunto, mas sem conseguir fazer ligações com situações fora do contexto comum a essas palavras.

Ao final da análise pela fala dos estudantes acreditamos sim que a maioria dos alunos conseguiram chegar a conhecimentos por conceitos, em que o desenvolvimento de um conceito é um processo que vai além da unificação. É necessário abstrair, isolar elementos, e examinar os elementos abstratos separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte. Somente

o domínio da abstração, combinado com o pensamento por complexos em sua fase mais avançada, permite a criança progredir até a formação dos conceitos verdadeiros. Um conceito só aparece quando os traços abstraídos são sintetizados, e a síntese torna-se o principal instrumento do pensamento, tendo papel decisivo nesse processo a palavra. A formação dos verdadeiros conceitos surge no movimento oscilante do pensamento que caminha em duas direções do particular para o geral e do geral para o particular. Os processos que levam a formação dos conceitos evoluem ao longo de duas linhas principais. A primeira é a formação dos complexos e a segunda linha de desenvolvimento é a formação de conceitos potenciais, baseados no isolamento de certos atributos comuns (VIGOTSKI, 2000a).

## **CAPÍTULO IV**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do processo de desenvolvimento conceitual, da sequência de atividades de ensino, que envolveu a elaboração desta dissertação, como professor, pesquisador, estudante e um ser social, a primeira e uma das únicas coisas que podemos concluir é que o processo não é fácil, que ser professor não é algo simples. Por isso, nossa intenção nunca foi deixar aqui uma receita de bolo, mas discutir sobre esse ensino de ciências e questionar o processo de ensino aprendizagem de células, desvinculado de uma prática, na qual o livro didático, muitas vezes é o sujeito com maior autonomia dentro de sala de aula.

Os alunos do terceiro ano do ensino médio apresentaram compreensões e utilizavam bem em seu vocabulário alguns termos celulares. Contudo, percebemos confusões quanto a estruturas e suas funções na célula, quanto a existência de outros tipos de células que não só as humanas, ou só as animais, ou só as pluricelulares. Evidenciamos também os problemas no ensino de células que já eram apontados por Palmero (1997) relacionados a compreensão da estrutura e organização celular dos seres vivos, da base celular dos processos fisiológicos, aos princípios químicos das células e da reprodução, hereditariedade e desenvolvimento, como processos celulares. Muitas vezes o que faltava para esses alunos era a organização dos seus conhecimentos de forma sistematizada e obedecendo uma sequência objetiva de conceitos mais específicos para a compreensão dos mais generalizantes.

A respeito da sequência de atividades de ensino a nossa questão de investigação buscava entender como atividades de ensino focadas nos conceitos de unidade, diversidade e continuidade celular, articulados com questões sociocientíficas pela inclusão de discussões do tema células tronco, podem promover a apropriação do conceito célula, bem como dos conceitos a ele relacionados e o desenvolvimento de uma consciência crítica, por parte de alunos do ensino médio?

Respondendo à pergunta que moveu esta pesquisa, é possível sim desenvolver o conceito de célula como unidade morfofuncional de todos os organismos vivos, através da articulação do pensamento das questões

sociocientíficas, no caso dessa sequência, fazendo uso do entendimento do que são as células tronco e suas utilidades tecnológicas para o homem, junto com as questões-problema, que permitissem a compreensão dos conceitos mais específicos de unidade, diversidade e continuidade celular para a estruturação sistêmica do conceito mais generalizante de célula.

Consideramos que, reiterando o que trazem Cerri et al (2000), qualquer proposta para o ensino de células que não considere quais as pré-concepções que os/as estudantes têm apresentado sobre a célula e quais os conhecimentos são importantes que os estudantes aprendam para construir o conceito de célula, provavelmente tende ao fracasso no processo de ensino-aprendizagem.

De forma mais específica, podemos concluir através da análise microgenética, que é possível a ruptura dos pensamentos que ainda não estão na fase dos verdadeiros conceitos através dessa proposta. É possível a aprendizagem de células a partir dos conceitos de unidade, diversidade e continuidade celular. E as questões sociocientíficas demonstraram que o seu uso permite uma melhor qualidade nas interações dentro de sala de aula, com a participação mais significativa dos alunos.

Acreditamos também que na utilização desse produto talvez seja melhor, dependendo da realidade de cada sala ou diminuir as questões das atividades do primeiro momento ou utiliza-las de forma fragmentada. A respeito dos vídeos, existem outros vídeos de fácil acesso na internet que podem substituir os que utilizamos sem perder a ideia do trabalho.

Quando utilizado em sala de aula pelos professores da educação básica, como não existe mais o objetivo de nossa pesquisa de investigar a sequência didática, entendemos que o professor de biologia pode conforme ache necessário, começar com as discussões sobre o uso ou não de células tronco em terapias médicas, começar com o debate e a partir do dele discutir as questões celulares de unidade, continuidade e diversidade celular.

Não tivemos como analisar o processo de forma individual, por sujeito, ao longo de todo o processo, do que ele fez nos testes diagnósticos e o que ele demonstrou nas filmagens, pois o pesquisador teve a compreensão de que era necessário ocultar o nome dos alunos nas atividades diagnósticas, inclusive

garantindo aos alunos que nem o professor/pesquisador saberia de quem era cada atividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

CARDONA, T. S. Modelos pedagógicos e novas tecnologias: jogos e imagens. **Terceiro colóquio Internacional sobre epistemologia e pedagogia das ciências**. 2007. Disponível em: <http://www.dctc.puc-rio.br/prof.com.ciencia/CIEPAC/2007/TaniaSilveiraJogoselImagens.pdf>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2015.

CARVALHO, A. M.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo, Cortez, 2006.

CERRI, Yara Ligia N. S.; NADALINI, Margarete F. C.; SILVA, Lenice H. A. Modelo de Ensino: Célula. In: ARAGÃO, Rosália M. R.; SCHNETZLER, Roseli Pacheco; CERRI, Yara L. Nogueira S. (Org.). **Modelos de Ensino: Corpo Humano, Célula e Reações de Combustão**. Piracicaba: UNIMEP/CAPES/PROIN, 2000. p. 103-140.

FONTANA, R. A. e CRUZ, N. **Psicologia e Trabalho Pedagógico**. São Paulo: Atual, 1997.

FREITAS, M. E. M; MIRANDA, M; FERNANDES, H. L; CINQUETTI, H. C. S; BENEDITTI, R; COSTA, E. **Desenvolvimento e aplicação de kits educativos tridimensionais de célula animal e vegetal**. 2009. Disponível em <https://www.fe.unicamp.br/revistas/ged/cef/article/view/4475>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2015.

GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: Uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos CEDES**, Campinas, nº 50, pp. 21-29, 2000.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUEARTS, K. (1988). **Discussions over STS at the fourth.IOSTE symposium**. International Journal af. **Science Education**, v.10, n.4, p. 357 – 366.

JUNQUEIRA, Luíz C.; CARNEIRO, José. **Biologia Celular e Molecular**. 9ª ed. São Paulo: Guanabara.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: E. P. U.,1987. 80p.

KUHN, D. (1993). **Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking**. Science Education, vol. 77, n. 3, p. 319-337.

LÓPEZ, J.L.L., CEREZO, J.A.L. (1996). **Educación CTS em acción: enseñanza secundaria y universidad**. In: GARCÍA, M.I.G., CEREZO, J.A.L., LÓPEZ, J.L.L. **Ciencia, tecnología y sociedade: uma introducciónal estudio social de la ciência y la tecnologia**. Madrid: Editorial Tecnos S.A.

MALDANER, Otávio Aloisio; ZANON, Lenir Basso. **Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinarem ciências**. Revista Espaço da Escola, n. 41, p.44. Ed Unijuí, 2001.

MARTÍNEZ PÉREZ, Leonardo Fabio. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

NIGRO, R. G.; CAMPOS, M. C. C.; DESSEN, E. M. B. A célula vai até a escola. 2007. **Genética na Escola**. Disponível em:<[www.geneticanaescola.com.br/ano2vol2/02.pdf](http://www.geneticanaescola.com.br/ano2vol2/02.pdf)>. Acesso em 10 de Junho de 2015.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. Vygotsky: **Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio histórico**. 3ª ed. São Paulo, 1995. 111p.

PALMERO, R. L. M. Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/apredizaje de la estructura y del funcionamiento celular. In: **Investigações em Ensino de Ciências**. Rio Grande do Sul: Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, vol. 2, p. 123-152, 1997.

PEREIRA, L. V. A importancia do uso das células tronco para a saúde publica. **SciELO Brasil**. 2008; vol. 13 no.1, Rio de Janeiro. Disponível [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142004000200016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142004000200016). Acesso em 27 de dezembro de 2015.

PINO, A. O social e o cultural na obra de Vigotski. **Educação & Sociedade**, Campinas: CEDES, nº 71, pp. 45-78, 2000a.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. Porto: Edições Afrontamento, 2001.

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

SILVA, L. H. de A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. In: SCHNETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

SCHWINDT T.T., BARNABÉ G.F., MELLO L. Proliferar ou diferenciar? perspectivas de destino das células-tronco. **J Bras Neurocirurg**. 2005;16(1):13-9. Disponível em

[https://evz.ufg.br/up/66/o/celulas\\_tronco\\_revisao.pdf](https://evz.ufg.br/up/66/o/celulas_tronco_revisao.pdf). Acesso em 27 de dezembro de 2015.

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

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000a.

WEISSMANN, H. **Didática das ciências naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998.244p.

ZATZ, M. Clonagem e células-tronco. **Scielo Brasil**, 2004; Vol. 18, no 51, São Paulo. Disponível [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142004000200016](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142004000200016). Acesso em 27 de dezembro de 2015.

## **Anexos**

**ANEXO 1**

**SÉRIE:** \_\_\_\_\_ Ano do Ensino Médio. **IDADE:** \_\_\_\_\_ anos.  
**SEXO:** \_\_\_\_\_

**DURANTE A SUA VIDA ESCOLAR VOCÊ JÁ ESTUDOU, OU OUVIU FALAR SOBRE CÉLULAS. A PARTIR DISSO RESPONDA:**

**1** – Você já estudou ou ouviu falar sobre a importância das células? Escreva por que ela é importante.

**2** - Quais são as funções das células que as tornam importante para os seres vivos?

**3** – Você consegue identificar onde essas funções ocorrem na célula?

**4** – Como surgem as células que constituem você? Esforçando-se para refletir sobre a primeira célula que te constituiu, como ela se formou? E também, como surgem novas células no nosso corpo?

**5** - Uma única célula consegue realizar funções próprias para sua existência ou sempre vai ser necessário outra célula para se manter em atividade?

**6** – Existem infinitos tipos de célula, com cor, tamanhos, formatos, composição e estruturas diferentes tanto de um indivíduo para outro como no mesmo ser. Por que isso ocorre? Por que não somos todos formados pelo mesmo tipo de célula?

**7** – Tudo que existe em nosso planeta é formado por célula?

**8** – Você já ouviu falar sobre células tronco? O que são células tronco? Onde você acha que podemos encontrar esse tipo de células no organismo? Como tem sido tratado a importância dos estudos sobre esse tipo de célula na sociedade em geral, internet, tv, jornal, escola, igreja, etc?

**9** - O que você já estudou sobre células pode te ajudar a entender e explicar o que são células tronco e seu papel para a saúde?

## ANEXO 2

**SÉRIE:** \_\_\_\_\_ Ano do Ensino Médio. **IDADE:** \_\_\_\_\_ anos.  
**SEXO:** \_\_\_\_\_

Identificação dos conhecimentos do cotidiano

DEFINA:

a) Membrana Plasmática: \_\_\_\_\_

b) Citoplasma: \_\_\_\_\_

c) Núcleo: \_\_\_\_\_

d) Mitocôndria: \_\_\_\_\_

e) Cílios: \_\_\_\_\_

f) Flagelos: \_\_\_\_\_

g) Complexo Golgiense: \_\_\_\_\_

h) Retículo Endoplasmático: \_\_\_\_\_

i) Plastos: \_\_\_\_\_

j) Cloroplasto: \_\_\_\_\_

k) Parede Celular: \_\_\_\_\_

l) Vacúolo: \_\_\_\_\_

m) Centríolos: \_\_\_\_\_

n) Ribossomos: \_\_\_\_\_

o) Lisossomos: \_\_\_\_\_

p) DNA: \_\_\_\_\_

q) RNA: \_\_\_\_\_

r) Meiose: \_\_\_\_\_

s) Mitose: \_\_\_\_\_

t) Cromossomos: \_\_\_\_\_

u) Crossin Over: \_\_\_\_\_

### ANEXO 3

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (PAIS OU RESPONSÁVEIS PELOS ALUNOS)**

Prezado(a) senhor(a),

O seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar de um estudo intitulado: Unidade, Diversidade e Continuidade Celular: Repensando o Ensino de Células no Ensino Médio. Leia cuidadosamente o que se segue e esclareça qualquer dúvida com o responsável pela pesquisa. Este estudo será conduzido pelo mestrando **Luan Carlos Morais Dutra**, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), tendo como orientadora a professora Dr<sup>a</sup> Lenice Heloisa de Arruda Silva.

O intuito no desenvolvimento deste estudo será avaliar uma sequência didática fundamentada em uma abordagem Vigostkiana, tendo como mediadores o professor/pesquisador (o mestrando Luan Carlos Morais Dutra) e a sequência de atividades educacionais, visando propiciar aos alunos do Ensino Médio, que estejam dispostos a participar desta pesquisa, à aprendizagem, por meio da formação de conceitos e/ou reconstrução do conhecimento.

A pesquisa será organizada em três momentos, visando avaliar o produto educacional propiciada pelo pesquisador. Primeiramente, os alunos serão submetidos a uma investigação dos seus conhecimentos cotidianos a partir de questionário sobre células e células tronco, de uma lista de definições de termos celulares e de desenhos sobre os diferentes tipos de células. Depois, os estudantes irão assistir a dois vídeos curtos sobre o processo de desenvolvimento embrionário do ser humano e sobre células tronco e serão submetidos a resolução de situações problemas (de questionamentos). Ao término desta fase, os alunos se reunirão em grupos para leitura de textos a respeito de clonagem de indivíduos e clonagem terapêutica para discussão em aula na forma de debate. Durante esses processos, os eventos serão registrados por meio de vídeo e de um gravador digital. As aulas serão todas gravadas. Todos os dados serão transcritos na íntegra, para posterior análise.

O período para o desenvolvimento deste estudo é de aproximadamente duas a três semanas. Os alunos serão solicitados a se apresentarem na escola no contra turno de suas aulas, avisados previamente.

Informo que será garantido o seu anonimato e assegurada sua privacidade, assim como o direito de desistir de participar deste estudo em qualquer momento da pesquisa, sem nenhum prejuízo ao tratamento de seu filho. O critério de esclarecimento, não há riscos

previsíveis na realização deste estudo e, ressalto que não será efetuada nenhuma forma de gratificação por sua participação. Os dados coletados farão parte do nosso trabalho podendo ser divulgados em eventos científicos e publicados em revistas nacionais ou internacionais. Todo material produzido para a pesquisa, como vídeo com as gravações, ficarão sob a guarda do pesquisador e não serão utilizadas para qualquer outro fim que não seja o apresentado no termo.

O pesquisador estará à disposição para qualquer esclarecimento durante todo o processo de desenvolvimento deste estudo.

Após todas essas informações, agradeço antecipadamente por sua atenção e colaboração.

Eu, \_\_\_\_\_, concordo em participar desta pesquisa, declarando para os devidos fins, que cedo os direitos das informações coletadas pelo pesquisador, estando ciente dos objetivos da pesquisa e aceito participar da mesma com a liberdade de retirar o meu consentimento, sem que isso me traga prejuízo.

Amambai, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Pais ou responsáveis

\_\_\_\_\_  
Pesquisador

\_\_\_\_\_  
**Endereço:**

**Endereço:**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Campo Grande – MS

E-mail: [Luan\\_carlos16@hotmail.com](mailto:Luan_carlos16@hotmail.com) – TEL: (67)99955856

#### ANEXO 4

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (Para alunos maiores de 18 anos)**

Prezado(a) aluno(a),

Você está sendo convidado(a) a participar de um estudo intitulado: Unidade, Diversidade e Continuidade Celular: Repensando o Ensino de Células no Ensino Médio. Leia cuidadosamente o que se segue e esclareça qualquer dúvida com o responsável pela pesquisa. Este estudo será conduzido pelo mestrando **Luan Carlos Morais Dutra**, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), tendo como orientadora a professora Dr<sup>a</sup> Lenice Heloisa de Arruda Silva.

O intuito no desenvolvimento deste estudo será avaliar uma sequência didática fundamentada em uma abordagem Vigostkiana, tendo como mediadores o professor/pesquisador (o mestrando Luan Carlos Morais Dutra) e a sequência de atividades educacionais, visando propiciar aos alunos do Ensino Médio, que estejam dispostos a participar desta pesquisa, à aprendizagem, por meio da formação de conceitos e/ou reconstrução do conhecimento.

A pesquisa será organizada em três momentos, visando avaliar o produto educacional propiciada pelo pesquisador. Primeiramente, os alunos serão submetidos a uma investigação dos seus conhecimentos cotidianos a partir de questionário sobre células e células tronco, de uma lista de definições de termos celulares e de desenhos sobre os diferentes tipos de células. Depois, os estudantes irão assistir a dois vídeos curtos sobre o processo de desenvolvimento embrionário do ser humano e sobre células tronco e serão submetidos a resolução de situações problemas (de questionamentos). Ao término desta fase, os alunos se reunirão em grupos para leitura de textos a respeito de clonagem de indivíduos e clonagem terapêutica para discussão em aula na forma de debate. Durante esses processos, os eventos serão registrados por meio de vídeo e de um gravador digital. As aulas serão todas gravadas. Todos os dados serão transcritos na íntegra, para posterior análise.

O período para o desenvolvimento deste estudo é de aproximadamente duas a três semanas. Os alunos serão solicitados a se apresentarem na escola no contra turno de suas aulas, avisados previamente.

Informo que será garantido o seu anonimato e assegurada sua privacidade, assim como o direito de desistir de participar deste estudo em qualquer momento da pesquisa, sem nenhum prejuízo ao seu tratamento. O critério de esclarecimento, não há riscos previsíveis na

realização deste estudo e, ressalto que não será efetuada nenhuma forma de gratificação por sua participação. Os dados coletados farão parte do nosso trabalho podendo ser divulgados em eventos científicos e publicados em revistas nacionais ou internacionais. Todo material produzido para a pesquisa, como vídeo com as gravações, ficarão sob a guarda do pesquisador e não serão utilizadas para qualquer outro fim que não seja o apresentado no termo.

O pesquisador estará à disposição para qualquer esclarecimento durante todo o processo de desenvolvimento deste estudo.

Após todas essas informações, agradeço antecipadamente por sua atenção e colaboração.

Eu, \_\_\_\_\_, concordo em participar desta pesquisa, declarando para os devidos fins, que cedo os direitos das informações coletadas pelo pesquisador, estando ciente dos objetivos da pesquisa e aceito participar da mesma com a liberdade de retirar o meu consentimento, sem que isso me traga prejuízo.

Amambai, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_.

Estudante

\_\_\_\_\_

Pesquisador

\_\_\_\_\_

**Endereço:**

**Endereço:**

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Campo Grande – MS

E-mail: [Luan\\_carlos16@hotmail.com](mailto:Luan_carlos16@hotmail.com) – TEL: (67)99955856

## ANEXO 5

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esta instituição de Ensino, está sendo convidada a participar de uma pesquisa na área de Ensino de Ciências. A direção ou coordenação desta instituição precisa decidir se a pesquisa poderá ou não ser realizada, com os alunos do Ensino Médio desta Escola. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que apresentar. Este estudo será conduzido pelo mestrando **Luan Carlos Morais Dutra**, da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS).

O intuito no desenvolvimento deste estudo será avaliar uma sequência didática fundamentada em uma abordagem Vygostkiana, tendo como mediadores o professor/pesquisador (o mestrando Luan Carlos Morais Dutra) e a sequência de atividades educacionais, visando propiciar aos alunos do Ensino Médio, que estejam dispostos a participar desta pesquisa, à aprendizagem, por meio da formação de conceitos e/ou reelaboração do conhecimento sobre célula e os conceitos a ela relacionados, articulados com questões de Ciência/Tecnologia/Sociedade (CTS).

A pesquisa será organizada em três momentos, visando avaliar o produto educacional propiciada pelo pesquisador. Primeiramente, os alunos serão submetidos a uma investigação dos seus conhecimentos cotidianos a partir de questionário sobre células e células tronco, de uma lista de definições de termos celulares e de desenhos sobre os diferentes tipos de células. Depois, os estudantes irão assistir a dois vídeos curtos sobre o processo de desenvolvimento embrionário do ser humano e sobre células tronco e serão submetidos a resolução de situações problemas (de questionamentos). Ao término desta fase, os alunos se reunirão em grupos para leitura de textos a respeito de clonagem de indivíduos e clonagem terapêutica para discussão em aula na forma de debate. Durante esses processos, os eventos serão registrados por meio de vídeo e um gravador digital. As aulas serão todas gravadas. Todos os dados serão transcritos na íntegra, para posterior análise.

O período para o desenvolvimento deste estudo é de aproximadamente duas a três semanas. Os alunos serão solicitados a se apresentarem na escola no contra turno de suas aulas, avisados previamente.

A escola será notificada dos aspectos mais importantes e dos resultados da pesquisa que se dispôs a participar, bem como será informada, periodicamente, de qualquer nova

informação que possa modificar a sua vontade em continuar permitindo a participação dos alunos neste estudo.

Ressalta-se que os nomes e identidades tanto da escola quanto dos alunos serão mantidos em sigilo. Todo material produzido para a pesquisa, como vídeo com as gravações, ficarão sob a guarda do pesquisador e não serão utilizadas para qualquer outro fim que não seja a apresentada no termo.

A menos que requerido por lei, somente o pesquisador e a equipe do estudo terão acesso às informações para verificar as informações do estudo.

Enfim, para perguntas e/ou problemas referentes ao estudo ligue para **Luan Carlos Moraes Dutra**, número **(67) 99955856** ou **(67) 34812240**, e para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo, chame o **Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS**, no telefone **(067) 33457187**.

Esta instituição receberá uma via, deste termo de consentimento devidamente assinada.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas. E que esta instituição, se faz voluntária a tomar parte neste estudo.

Assinatura \_\_\_\_\_ da  
direção/coordenação \_\_\_\_\_ data \_\_\_\_\_

Se possível disponibilize um número de telefone, para que o pesquisador possa manter contato \_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador \_\_\_\_\_