

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

AIRTON JOSÉ VINHOLI JÚNIOR

**MODELAGEM DIDÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO PARA A
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM BIOLOGIA CELULAR**

CAMPO GRANDE/MS

2015

AIRTON JOSÉ VINHOLI JÚNIOR

**MODELAGEM DIDÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO PARA A
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM BIOLOGIA CELULAR**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Educação, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara

CAMPO GRANDE/MS

2015

Ficha Catalográfica

Vinholi-Júnior, Airton José

Modelagem Didática como estratégia de ensino para a Aprendizagem Significativa em Biologia Celular / Airton José Vinholi Júnior. – Campo Grande-MS, 2015.

208f; 30 cm.

Orientadora: Shirley Takeco Gobara

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Centro de Ciências Humanas e Sociais.

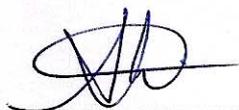
1. Modelagem Didática. 2. Biologia Celular. 3. Mapas Conceituais. 4. Aprendizagem Significativa. 5. Ensino de Biologia. I. Gobara, Shirley Takeco. II. Título.

Airton José Vinholi Júnior

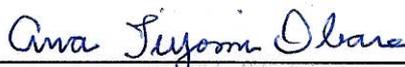
**MODELAGEM DIDÁTICA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO PARA A
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM BIOLOGIA CELULAR**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação,
do Centro de Ciências Humanas e Sociais, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como requisito final para a obtenção do título de Doutor

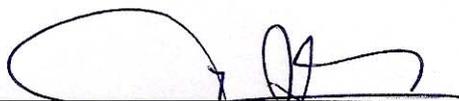
COMISSÃO EXAMINADORA



Profa. Dra. Shirley Takeco Gobara



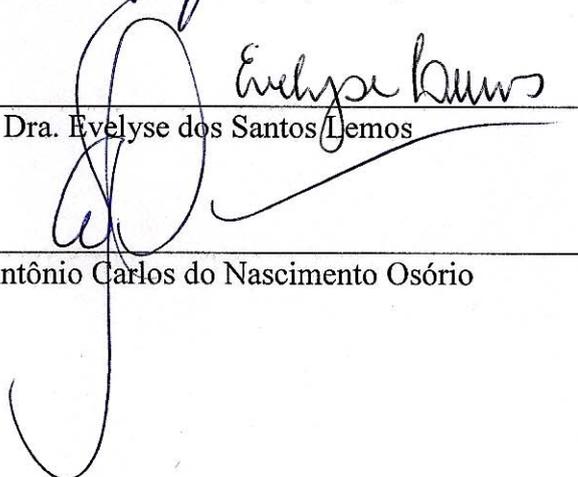
Profa. Dra. Ana Tiyomi Obara



Profa. Dra. Icléia Albuquerque de Vargas



Profa. Dra. Evelyse dos Santos Lemos



Prof. Dr. Antônio Carlos do Nascimento Osório

Campo Grande - MS, 22 de junho de 2015

Dedico este trabalho ao meu pai Airton (*in memoriam*)
que, de onde estiver, certamente, está muito orgulhoso
por minha conquista com este título.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, professora Shirley Takeco Gobara, pelas discussões, orientação, disposição e empenho para a realização de nosso trabalho. Agradeço-lhe por ter despertado meu interesse pela pesquisa no Ensino de Ciências e por todos os ensinamentos que me fizeram crescer como professor e pesquisador. Saliento que seu modelo de orientação é o que pretendo utilizar com meus futuros orientandos.

Aos estudantes do IFMS / Ponta Porã, que se dispuseram a participar desta pesquisa.

Ao Diretor-Geral e ao Diretor de Ensino, Pesquisa e Extensão do IFMS/Ponta Porã, professores Marcel Hastenpflug e Guilherme Cunha Princival, por permitir a realização de minha pesquisa no lócus de ensino, e aos companheiros de trabalho do IFMS, professora Josiane Paula Maltauro Lopes e professor Lesley Soares Bueno, pela harmoniosa convivência e torcida pelo bom desenvolvimento deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, prof^ª Evelyse Lemos, Prof^ª Ana Obara, Prof^ª Icléia Vargas (minha querida orientadora de mestrado) e prof. Antônio Osório, por disponibilizarem parte de seu tempo à leitura minuciosa deste trabalho.

Aos grandes amigos do curso de doutorado, Anelisa Kisielewski Esteves, Care Cristiane Hammes e Rodrigo Claudino Diogo, por toda parceria, contribuições e inestimável amizade que estabelecemos no período de nosso curso.

A Munir Mahmoud, por sempre estar presente nos momentos que mais preciso, por me fornecer o apoio e incentivo para vencer os obstáculos.

A minha ex-aluna Jusley da Silva Miranda, por toda parceria estabelecida durante a realização da pesquisa e por acompanhar com incentivo e preocupação todos os meus passos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGEdu) da UFMS, que contribuíram para minha formação em suas disciplinas e discussões.

Aos secretários do PPGEdu, Liliane Pelzl e Horácio Porto, por toda disposição e auxílio que recebi durante o curso.

A Ana Luiza Cesquin Campos (Cabrita), por toda ajuda de última hora desde o ensino médio, passando pela graduação, pelo mestrado e, agora, pelo doutorado.

A minha mãe Aparecida, por ser o motivo maior de tudo o que faço, penso e sou.

A todos que estiveram presentes nessa caminhada dando apoio e incentivo para o fechamento deste trabalho.

As salas de aula, em vez de serem locais de rotinas enfadonhas pela eterna repetição do tradicional processo de ensino-aprendizagem – ouvir, ler, escrever –, deveriam ser verdadeiros laboratórios e oficinas vivas do “aprender fazendo” e de treinamento das habilidades conceituais, procedimentais e atitudinais dos próprios estudantes, com orientação de professores preparados dentro dos conceitos da metodologia científica e capazes de despertar nos alunos o gosto pela investigação dos fatos e pela descoberta do conhecimento significativo (MARTINS, 2005, p. 02)

RESUMO

Essa pesquisa de tese foi desenvolvida com base na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e realizada em 2013, com 56 estudantes do curso técnico integrado ao ensino médio em Informática do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, município de Ponta Porã. O objetivo desse estudo foi analisar se os modelos concretos construídos pelos estudantes, bem como a sequência elaborada, utilizando instrumentos didáticos fundamentados na TAS, são materiais potencialmente significativos para a aprendizagem de conteúdos de biologia celular. Tradicionalmente, o ensino desses conteúdos é pautado nas informações contidas no livro didático e, diante da ausência de equipamentos de laboratório na maioria das escolas públicas, a utilização de modelos concretos foi proposta como uma alternativa para promover a Aprendizagem Significativa, pois os alunos passam a criar modelos de células que são vistos somente por meio de fotos, desenhos ou animações virtuais. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo intervenção, em que, inicialmente, foi aplicado um questionário semiestruturado e um pré-teste para o levantamento dos *subsunçores* dos alunos e, posteriormente, utilizou-se como estratégia de ensino a modelagem didática para o estudo da biologia celular. Ao final, aplicou-se um pós-teste, foi solicitada a confecção de um mapa conceitual sobre o conteúdo abordado e a resolução de uma situação problemática completamente nova. Subsidiados pelas análises dos questionários e pré-testes, os primeiros resultados evidenciaram a necessidade de se utilizar a estratégia dos organizadores prévios para prover os *subsunçores* que foram necessários, de acordo com os fundamentos da TAS, para o desenvolvimento do estudo realizado. Considerando a natureza dos materiais, que possibilitou a construção de modelos concretos pelos estudantes e a predisposição dos mesmos manifestada pelo envolvimento com o conteúdo a ser aprendido, concluiu-se que os materiais utilizados na sequência didática desenvolvida apresentam os elementos essenciais que os caracterizam como potencialmente significativos. O processo de triangulação compreendido pela análise dos questionários, dos testes e do mapa conceitual, bem como as análises das modelagens didáticas, evidenciaram que a maioria dos estudantes se apropriou significativamente dos conceitos de biologia celular.

Palavras-chave: modelagem didática, biologia celular, mapas conceituais, aprendizagem significativa, ensino de biologia.

ABSTRACT

This thesis research was conducted based on the Theory of Meaningful Learning (TAS) and held in 2013 with 56 students of the integrated technical course to high school in Computer Science from the Federal Institute of Mato Grosso do Sul, municipality of Ponta Porã. The aim of this study was to analyze if the concrete models built by students as well as the elaborate sequence using teaching tools based on TAS, are potentially significant materials for learning cell biology content. Traditionally, education on this topic is grounded on the information contained in the textbook and in the absence of laboratory equipment in most public schools, the use of concrete models was proposed as an alternative to foster meaningful learning, as students spend create models of cells that are seen only through photos, drawings and animations virtual. It is a qualitative research, intervention type, in that initially a semi-structured questionnaire and a pre-test to survey the subsumers student and later was used as a teaching strategy in teaching modeling was applied to the cell biology study. At the end, she applied a post-test, was asked to making a concept map on the content addressed and the resolution of an entirely new problematic situation. Subsidized by the analysis of questionnaires and pre-tests, initial results showed the need to use the strategy of previous organizers to provide the subsumers it took, according to the fundamentals of TAS, for the development of the study performed. Considering the nature of the materials, which enabled the construction of concrete models for the students and the willingness expressed by the same involvement with the content to be learned, it was concluded that the materials used in the developed instructional sequence present the essential elements that characterize them as potentially significant. The process of triangulation understood by analyzing the questionnaires, testing and conceptual map as well as the analysis of didactic modeling, showed that most students were significantly appropriated the cell biology concepts.

Keywords: teaching modeling, cell biology, concept maps, meaningful learning, biology education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema para o conceito de Aprendizagem Significativa na teoria de David Ausubel. Fonte: Rosa (2008).	10
Figura 2. Esquema para o conceito de aprendizagem mecânica na teoria de David Ausubel. Fonte: Rosa (2008).	10
Figura 3. <i>Continuum</i> : Aprendizagem Significativa – Aprendizagem Mecânica. Fonte: Novak, 1998.	11
Figura 4. Um mapa conceitual para Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa, destacando características de cada uma.	12
Figura 5. Esquema das aprendizagens na estrutura cognitiva, segundo Ausubel. Fonte: Faria, 1989.	13
Figura 6. Um mapa conceitual para diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, processos centrais da teoria da Aprendizagem Significativa.	15
Figura 7. Diferenças estruturais entre eucariontes e procariontes. I. célula eucarionte; 2. célula procarionte.	33
Figura 8. Um esquema dos níveis de organização em biologia (fonte: autor).	46
Figura 9A. Mapa conceitual de referência sobre a organização e características dos seres vivos.	48
Figura 9B. Mapa conceitual de referência sobre os reinos biológicos e características celulares.	49
Figura 10. Esquema estrutural da Mitocôndria.	58
Figuras 11A a 11E. Imagens caracterizando um perfil estético comum nos desenhos esquematizados pelos estudantes E9, E17, E25, E2 e E40, respectivamente.	65
Figura 12. Desenho de uma célula com preenchimento, na porção citoplasmática, apenas de alguns pontos, apresentando pelo estudante E11.	66
Figura 13. Desenho de uma célula sem preenchimento interno, porém, com nomes de algumas organelas, apresentado pelo estudante E13.	66
Figura 14. Desenho de uma célula com estruturas citoplasmáticas sem denominação, apresentando pelo estudante E50.	66
Figuras 15A a 15D. Desenhos de células com apresentação de DNA na porção intranuclear, apresentados, respectivamente, pelos estudantes E12, E16, E31 e E32.	67
Figura 16. Desenho de célula com morfologia do DNA representada dentro núcleo da célula, apresentado pela estudante E44.	68
Figuras 17A a 17E. Desenhos de células representando posicionamentos equivocados da membrana plasmática e/ou do citoplasma, apresentados, respectivamente, pelos estudantes E10, E27, E42, E46 e E52.	69
Figuras 18A a 18D. Desenhos que apontam o citoplasma como um envoltório mais interno que a membrana plasmática, apresentados, respectivamente, pelos estudantes E14, E20, E24 e E49.	70
Figura 20. Desenho de célula animal e célula vegetal apresentado pelo estudante 37.	71
Figura 21. Desenho de célula vegetal apresentado pelo estudante 39.	71
Figura 22. Desenho de célula em que o estudante E54 confundiu a denominação da carioteca com o retículo endoplasmático.	72
Figuras 23, 24 e 25. Representação de célula animal típica com suas respectivas organelas.	77

Figuras 26, 27 e 28. Representação de célula animal típica com suas respectivas organelas.....	78
Figuras 29, 30 e 31. Representação de célula vegetal típica com suas respectivas organelas.....	79
Figuras 32, 33 e 34. Representação de célula vegetal típica com suas respectivas organelas.....	80
Figuras 35, 36 e 37. Representação do protozoário paramécio com suas respectivas estruturas.....	81
Figuras 38, 39 e 40. Representação do protozoário ameba com suas respectivas estruturas.....	82
Figuras 41, 42 e 43. Representação do vírus HIV com suas respectivas estruturas.....	83
Figuras 44, 45 e 46. Representação do vírus bacteriófago com suas respectivas estruturas.....	84
Figuras 47, 48 e 49. Representação da organela mitocôndria com suas estruturas internas	85
Figuras 50, 51 e 52. Representação da organela retículo endoplasmático (liso e rugoso)	86
Figura 53. Mapa conceitual construído pelo aluno E8	96
Figura 54. Mapa conceitual construído pelo aluno E20	97
Figura 55. Mapa conceitual construído pelo aluno E36	98
Figura 56. Mapa conceitual bom, construído pelo aluno E3.....	100
Figura 57. Mapa conceitual bom, construído pelo aluno E21	101
Figura 58. Mapa conceitual bom, construído pelo aluno E53.....	102
Figura 59. Mapa conceitual insuficiente, construído pelo aluno E25	103
Figura 60. Mapa conceitual insuficiente, construído pelo aluno E42	103
Figura 61. Mapa conceitual insuficiente, construído pelo aluno E50	103
Figura 62. Slide organizado pelo professor-pesquisador para apresentar o processo de exportação de substâncias.....	108
Figuras 63A a 63C. Imagens de modelo representando uma célula com função secretora, com grãos de zimogênio aparentes.....	109
Figuras 64A a 64D. Modelos concretos de centríolos organizados por diferentes grupos de estudantes.....	111
Figura 65. Mapa conceitual construído pela estudante E18.....	112
Figura 66. Mapa conceitual construído pelo estudante E7	115
Figura 67. Mapa conceitual construído pelo estudante E15.....	116
Figura 68. Mapa conceitual construído pelo estudante E30.....	116
Figura 69. Mapa conceitual construído pelo estudante E55.....	117
Figuras 70A a 70C. Imagens da organela cloroplasto construídas por diferentes grupos de estudantes.....	118
Figura 71. Informação da semelhança entre lisossomo e peroxissomo.....	120
Figura 72. Relações estabelecidas entre lisossomos e peroxissomos, de acordo o site yahoo respostas.....	120
Figuras 73A e 73B. Imagens da organela mitocôndria construídas por diferentes grupos de estudantes.....	122
Figura 74. Mapa conceitual construído pelo estudante E4.....	124
Figura 75. Mapa conceitual construído pelo estudante E20.....	125
Figura 76. Mapa conceitual construído pelo estudante E34.....	125
Figura 77. Mapa conceitual construído pelo estudante E52.....	126
Figura 78. Mapa conceitual construído pelo estudante E40.....	127
Figura 79 Representação de um espermatozoide, com destaque para o acrossomo.....	129

Figura 80. Representação de um espermatozoide.	129
Figura 81. Mapa conceitual construído pela estudante E38.	131
Figura 82. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.	131
Figura 83. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.	132
Figura 84. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.	132
Figura 85. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.	132
Figura 86. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.	133
Figura 87. Imagem organizada pelo professor-pesquisador representando o retículo . 135 endoplasmático liso e o retículo endoplasmático rugoso.	135
Figura 88. Imagem organizada pelo professor-pesquisador com informações sobre o complexo golgiense.....	135
Figura 89. Imagem organizada pelo professor-pesquisador representando as relações entre retículo endoplasmático rugoso e complexo golgiense.....	136
Figura 90. Mapa conceitual construído pelo estudante E43.....	137
Figura 91. Mapa conceitual construído pelo estudante E48.....	137
Figura 92. Mapa conceitual construído pelo estudante E56.....	138

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Questões do questionário diagnóstico com respectivas porcentagens respostas para composição das categorias de subsunçores para as duas turmas pesquisadas.....	57
Tabela 2. Questões do questionário diagnóstico e exemplos de respostas para classificação dos subsunçores.....	60
Tabela 3. Escala de avaliação de cada resposta com a interpretação de seu significado nas questões do pré-teste	73
Tabela 4. Escala de avaliação de cada resposta com a interpretação de seu significado nas questões do pós-teste.....	73
Tabela 5. Distribuição da quantidade de estudantes para cada categoria de agrupamentos de análise dos mapas conceituais	95
Tabela 6. Dados de preenchimento da questão 11 do questionário indicando presença ou ausência de estruturas na célula.....	123

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Características e informações relevantes sobre as categorias de agrupamentos de análise dos mapas conceituais, adaptadas de Mendonça (2012)	51
Quadro 2. Distribuição de padrões de respostas em categorias definidas para cada questão e resultados obtidos no questionário diagnóstico.	55

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO	7
1.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	7
1.2 OS MAPAS CONCEITUAIS.....	16
CAPÍTULO 2 MODELO E MODELAGEM E O ENSINO DE BIOLOGIA	20
2.1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA	20
2.2 MODELO E MODELAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS	25
2.3 O CONCEITO DE CÉLULA E SEUS CONTEXTOS NO ENSINO MÉDIO .	31
CAPÍTULO 3 A PESQUISA	38
3.1. OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA	38
3.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	39
3.2.1. A pesquisa bibliográfica	40
3.2.1.1. Relatórios de teses e dissertações	42
3.2.1.2. Artigos em periódicos.....	42
3.2.1.3. Artigos completos em anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências	43
3.2.2. A pesquisa piloto	45
3.2.3. O estudo final de pesquisa	52
CAPÍTULO 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4.1. ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO	54
4.1.1. Análise dos desenhos esquematizados pelos estudantes	64
4. 2. ANÁLISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE	72
4.3. ANÁLISE DAS ATIVIDADES COM MODELAGEM.....	75
4.3.1. Questionamentos sobre o óvulo e o espermatozoide:.....	87
4.4. ANÁLISE DOS DIÁRIOS DE BORDO:	88
4.5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS.....	92
4.6. ANÁLISE DA PROVA APLICADA	105
4.7. ATIVIDADE DE RESOLUÇÃO DE UM NOVO PROBLEMA.....	140
4.7.1. Relação Central elétrica (energética) e Mitocôndrias.....	141
CONSIDERAÇÕES FINAIS	144
REFERÊNCIAS	149

INTRODUÇÃO

Ao final de uma aula de biologia no ano de 2009, quando trabalhava o assunto citoplasma celular, fui procurado por uma estudante que cursava o 1º ano do ensino médio em uma escola estadual do município de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul. Seu questionamento era em torno dos *porquês* algumas estruturas de uma célula podiam ser vistas através de microscópio óptico e outras não. Após minhas explicações, percebi uma postura bastante indignada da estudante, que passou a questionar e a buscar os motivos e as justificativas da escola pública em que estudava não possuir laboratório de ciências.

A atitude dessa estudante fez-me buscar um microscópio óptico emprestado na Universidade em que cursei licenciatura e bacharelado em Ciências Biológicas, para que pudesse demonstrar alguns aspectos observáveis neste tipo de microscopia, porém, eram escassas condições, naquela ocasião, para a preparação do material laminar para visualização das estruturas celulares.

Especificamente relacionado ao conteúdo sobre célula, a partir de minhas vivências anteriores na docência em biologia, tenho a convicção de que a aula prática realizada em laboratório estimula a curiosidade e o interesse pelo estudo, facilitando o processo de apropriação do novo conhecimento pelo aluno ao proporcionar a interação entre conteúdo teórico e a realização de atividades práticas. Além disso, a experiência acumulada e a bagagem constituída ao longo da minha prática cotidiana docente possibilitaram-me perceber o trabalho realizado com a sugestão de atividades práticas, as quais costumam oportunizar momentos de diálogos e situações favoráveis, que nem sempre são perceptíveis na formalidade do ambiente de sala de aula.

Levando em consideração os questionamentos de minha ex-aluna, considero, no entanto, que a falta de laboratórios com equipamentos eficientes não deve ser uma justificativa para a inexistência de aulas práticas, sob o risco de suscitar um ensino baseado apenas na transmissão do conhecimento, sem contar com a participação dos estudantes. É recomendável que o professor de biologia busque alternativas para minimizar esse risco.

Acredito que a sala de aula caracteriza-se como um microsistema pelo qual ocorre uma diversidade de acontecimentos, estreitamente relacionados entre si. Esses acontecimentos estão centrados em um processo relacionado a dois elementos fundamentais: o ensino e a aprendizagem. O primeiro refere-se diretamente ao professor

e o segundo tem o aprendiz como protagonista principal. Entre um e outro aparece um terceiro elemento, o saber, centrado no conhecimento que o professor deve transmitir e que o aluno deve assimilar.

No entanto, a própria natureza da aprendizagem, como experiência vivida de forma individual, constitui um fator que perturba esse esquema ideal dos acontecimentos que se passam dentro de uma sala de aula, pois nenhum aluno é igual ao outro. Valendo-me da afirmativa de Peña et al (2005), defendo, aqui, que a melhor forma de ensino é aquela que delinea a tarefa do professor como um ato no qual ele compartilha seus conhecimentos com seus alunos, tentando vivenciar sua experiência de ensinar de maneira colateral e coletânea com a experiência de aprendizagem que estão vivendo tais alunos.

Neste sentido, a gênese desta proposta de investigação foi influenciada e motivada pelas percepções vivenciadas ao longo de minha prática pedagógica como professor de biologia, em escolas públicas e privadas, urbanas e do campo nos municípios de Campo Grande, Jaraguari e Ponta Porã, em Mato Grosso do Sul. As percepções das dificuldades dos estudantes em entender a célula, que ocorre, muitas vezes, de forma memorística, carente de significado e muito recorrente no ensino da biologia, conduziram-me a diversos questionamentos que, aliados às possibilidades de criação de materiais alternativos e viáveis para facilitar o ensino dessa disciplina, em detrimento, especialmente, da falta de laboratórios e equipamentos adequados, incentivaram-me a partir para esta investigação.

De início, realizei uma ampla pesquisa em livros, artigos científicos, dissertações e teses, objetivando coletar informações relacionadas ao meu objeto de pesquisa. As noções oriundas dessa revisão de literatura foram utilizadas para a construção de um estado do conhecimento, que me reforçaram a perspectiva em, de fato, realizar um trabalho no âmbito da biologia celular, com proposta diferenciada e agregando diferentes metodologias.

Após essa revisão bibliográfica, percebi que minhas angústias sobre o ensino e a aprendizagem relacionadas aos conteúdos de biologia celular vão ao encontro de muitos resultados analisados por pesquisadores que concluíram suas pesquisas abordando essa mesma área do conhecimento biológico, evidenciando que o ensino e a aprendizagem desse conteúdo ainda continuam sendo um problema na área da biologia. Dessa forma, a convergência de diversas informações possibilitou-me elaborar uma proposta de

pesquisa, aliando as informações visualizadas no material bibliográfico com as experiências vivenciadas em minha trajetória profissional.

São diversas e heterogêneas as dificuldades peculiares que variam com a profundidade e o nível de abstração exigido para a compreensão da biologia, dificuldades relacionadas, por exemplo, à forma variável como os conteúdos encontram-se subdivididos nos currículos das séries do ensino médio e, ainda, as dificuldades que abrangem o campo motivacional – aquelas que se evidenciam quando os alunos questionam sobre os *porquês* terem que aprender tantos conteúdos que não lhes parecem ter a mínima importância; ou que não utilizarão em seu propósito profissional. A especificidade do conteúdo que aborda a célula pode ser um fator a ser observado como um empecilho nesse sentido, especialmente pela minuciosidade de detalhes e terminologias empregadas em seu estudo.

Esses fatores, entre outros, tendem a criar obstáculos ao aprendizado da biologia celular, reconhecida como a mais elementar e fundamental para a construção do conhecimento sobre a importância e complexidade dos seres vivos. Além disso, as estratégias de ensino que são fornecidas ao estudante, muitas vezes desenvolvidas por meio de aulas e sequências didáticas organizadas de forma desagregada, priorizando uma mera transmissão dos conteúdos em detrimento das estratégias que valorizem a participação e a reflexão também são um fator primordial a não contribuir com a assimilação dos conceitos a partir das situações-problema vivenciadas pelo alunado.

Baseando-se em minha trajetória como docente e pesquisador, desenvolvi uma experiência anterior relacionada ao meu trabalho de mestrado, intitulado “Contribuições dos saberes sobre plantas medicinais para o ensino de botânica na escola da Comunidade Quilombola Furnas do Dionísio, Jaraguari, MS”. Nessa ocasião, realizei uma pesquisa que enfocava os saberes populares sobre as plantas na comunidade para dinamizar o papel da botânica e fortalecer o ensino dessa área da biologia com meus alunos. Após uma longa intervenção sobre os conhecimentos da comunidade e o diálogo com o ensino de botânica na escola, pude observar resultados que evidenciaram avanços consideráveis de aprendizagem, atendendo meus propósitos iniciais.

Assim, estratégias didáticas que têm o potencial de favorecer a aprendizagem de conteúdos de forma satisfatória são o que também pretendo obter como resultado esperado ao aprendizado dos meus alunos nesta pesquisa de doutorado e, a partir disso, apresento uma proposta de intervenção por meio da construção de modelos concretos

(modelagem didática) na intenção de promover no estudante uma Aprendizagem Significativa sobre o tema célula.

O ensino por meio de modelagem pode propiciar uma aprendizagem com significado, na medida em que os alunos podem interagir com o material de aprendizagem e, ao proporcionar um envolvimento com a produção dos mesmos, costuma possibilitar frutíferas oportunidades de diálogos em sala de aula. Neste sentido, a aprendizagem dos alunos pode ser favorecida, uma vez que eles participam de processos fundamentais da construção do conhecimento científico, caracterizando uma aprendizagem por descoberta de acordo com a teoria de Ausubel.

Após a realização de análises do referencial teórico a ser utilizado na pesquisa, um estudo preliminar sobre a viabilidade do uso da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) evidenciou que a mesma possuía considerável potencial para sustentar as abordagens que pretendíamos conduzir.

Nesta pesquisa, defendo a tese de que o processo de modelagem é mais importante que o modelo em si e que, ao utilizar modelos concretos sobre células, os estudantes poderão relacionar de forma não arbitrária e substantiva os novos conhecimentos com os seus conhecimentos prévios, favorecendo a aprendizagem significativa de conteúdos da biologia celular em que, de forma geral, o conhecimento anatômico e morfológico da unidade básica da vida é fundamental para o entendimento dos processos metabólicos e fisiológicos que garantem a manutenção da sobrevivência.

No entanto, considerando o tempo razoavelmente curto para o desenvolvimento da pesquisa, foi dada ênfase a assuntos da biologia celular que considero mais relevantes e que estavam inseridos na ementa a ser ensinada pelo professor no Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (IFMS). Entre esses assuntos, destacam-se as características dos seres vivos, níveis de organização em biologia (tendo a célula como o nível de discussão fundamental), base molecular da vida, membrana plasmática, citoplasma e suas organelas, metabolismo energético, núcleo e divisão celular.

Não tendo encontrado na literatura pesquisas semelhantes, que aliassem o referencial teórico ao objeto de estudo, o propósito de utilizar os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) em uma investigação com atividades de modelagem didática sobre conteúdos específicos de biologia celular é uma perspectiva inédita.

O objetivo da pesquisa foi verificar a viabilidade da utilização de modelagem didática, por meio da construção de modelos concretos pelos estudantes pesquisados, bem como a realização de instrumentos didáticos fundamentados na TAS, como

materiais potencialmente significativos para a aprendizagem de conceitos de biologia celular.

Com efeito, é válido ressaltar que a proposta de pesquisa partiu das seguintes hipóteses:

- alunos de ensino médio, ao atuarem na construção e aplicarem experimentalmente os modelos concretos sobre célula, poderão desenvolver habilidades que contribuirão para a aprendizagem de biologia celular;
- atividades com modelos concretos no Ensino de Biologia Celular constituem-se como ferramenta pedagógica capaz de motivar os estudantes na construção do conhecimento sobre célula;
- uma abordagem metodológica baseada nos conhecimentos iniciais dos estudantes e na aplicação de uma sequência didática fundamentada na Teoria de Ausubel e na utilização de mapas conceituais pode favorecer uma Aprendizagem Significativa sobre o conteúdo proposto.

Enfatizo, ainda, que a minha intenção em trabalhar com modelos concretos em uma perspectiva ausubeliana foi que, ao realizar as atividades com modelos em outras oportunidades (e inclusive no estudo piloto), e por já ter feito pesquisa de mestrado utilizando a Teoria da Aprendizagem Significativa, pude perceber que aspectos sobre o conteúdo proposto merecem ser investigados e trabalhados em um projeto de pesquisa de forma mais aprofundada. O princípio é que essa associação entre a escolha do material de pesquisa e o referencial escolhido pudesse apontar reflexões e situações consideráveis para a melhoria do ensino de ciências, em particular, para o ensino da biologia celular.

O conteúdo de biologia celular é trabalhado em diferentes fases da educação básica, sendo apresentado aos alunos gradativamente de forma mais complexa de uma etapa para outra. A realização de uma análise oriunda de um nivelamento sobre o conhecimento que os alunos detêm, no início do ensino médio, é fundamental para o processo de condução nessa etapa. Por isso, considero que a opção pela escolha do referencial ausubeliano, que leva em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, poderia contribuir para facilitar a aprendizagem desses conceitos e conteúdos. Minha pretensão é que, ao final do ensino médio, os alunos possam contextualizar a estrutura e o metabolismo celular, bem como conectar conhecimentos que abarcam a compreensão da célula em um sistema organizado desde os aspectos bioquímicos até a formação dos seres vivos em células, tecidos, órgãos e sistemas.

Levando-se em consideração as particularidades do currículo empregado a esse conteúdo nas ementas para um curso técnico integrado ao ensino médio em Informática do IFMS, assevero que as temáticas escolhidas para a pesquisa foram coerentes, uma vez que não existe tempo hábil para a transmissão de toda biologia celular aos alunos.

Visando favorecer a compreensão do leitor, a tese está organizada da seguinte forma: No capítulo 1 (Marco Teórico), discutimos a Teoria da Aprendizagem Significativa, tecemos considerações sobre seus pressupostos centrais e as formas como esse referencial pode orientar a prática educativa. Ainda neste capítulo, são apresentados os mapas conceituais, seus diversos usos em sala de aula e suas contribuições para os processos de ensino e de aprendizagem.

O capítulo 2 está dividido em três seções. Na primeira, intitulada “Atividades experimentais na disciplina de biologia”, realizamos um breve apanhado sobre as atividades experimentais, concepções pedagógicas defendidas por vários autores, uso didático da experimentação com seus fundamentos didáticos, especialmente aplicados no Ensino de Biologia. Na segunda, definida como: “Modelo e modelagem no ensino de ciências”, é apresentada uma revisão bibliográfica sobre essa temática, apontando o potencial das atividades de construção de modelos concretos em um ambiente em que os alunos possam ter uma participação ativa no processo de construção do conhecimento. A terceira discussão enfoca o conceito de célula e seus contextos no ensino médio, realizado por meio de um levantamento sobre as abordagens e correntes mais inovadoras do Ensino de Biologia Celular na literatura.

O capítulo 3 é destinado à explicação dos objetivos e questões de pesquisa, ao detalhamento metodológico utilizado no trabalho piloto e no estudo final de pesquisa.

No capítulo 4, Resultados e Discussão, é apresentada, de forma detalhada, a proposta de análise de dados dos vários instrumentos utilizados na metodologia. O capítulo também aponta a discussão dos dados e os possíveis caminhos para favorecer a Aprendizagem Significativa sobre os vários aspectos da biologia celular envolvidos na pesquisa com os alunos do IFMS.

O último capítulo encerra a tese apresentando as considerações finais por meio de uma apreciação geral dos dados obtidos, contrapondo e relacionando os dados observados nas questões de pesquisa, as contribuições teóricas e metodológicas desse trabalho e suas implicações educacionais para o ensino à luz da teoria da Aprendizagem Significativa.

CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO

1.1 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) proposta por Ausubel está relacionada entre as teorias consideradas construtivistas e, como tal, busca explicar teoricamente o processo de aprendizagem segundo a ótica do cognitivismo. A psicologia da cognição procura descrever, em linhas gerais, o que sucede quando o indivíduo situa-se e organiza seu mundo (MOREIRA e MASINI, 2006). A TAS preocupa-se com o processo de compreensão, transformação, armazenamento e o uso das informações envolvidas na cognição (MOREIRA, 1983).

Contrastando com a posição behaviorista de que somente o estímulo e o comprometimento observável resultante são objetos de estudo, a teoria de Ausubel, assim como as demais outras teorias cognitivistas, preocupa-se com mecanismos internos da mente e com processos tais como a formação e a assimilação de conceitos.

Para Ausubel, aprendizagem significa organização e integração do novo conhecimento na estrutura cognitiva. Ele baseia-se na premissa de que existe uma estrutura na qual a organização e a integração processam-se. Assim, novas ideias e informações podem ser aprendidas e retidas na medida em que conceitos mais relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e sirvam, dessa forma, de alicerce a novas ideias e conceitos (MOREIRA e MASINI, 2006).

Ausubel considera o sujeito como agente dinâmico na construção do conhecimento e busca elucidar os processos mentais que estão associados à organização do conhecimento no processo de aprendizagem. Segundo Moreira (2006, p. 8),

o conceito central da teoria de Ausubel é o de Aprendizagem Significativa, um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz.

De acordo com Ausubel et al (1980), esse processo está intimamente relacionado aos princípios de organização e integração de novas ideias à estrutura cognitiva, que estará apta a incorporar novos significados por meio da apropriação de habilidades que torna possível a aquisição, a retenção e o surgimento de outros conceitos. Isso gera um

processo de interação pelo qual conceitos mais relevantes e inclusivos interagem com o novo conceito a ser aprendido, funcionando como uma âncora, contudo, também, modificando-se em função dessa ancoragem.

Essencialmente, são duas as condições para que a aprendizagem seja significativa: o estudante deve apresentar uma predisposição para aprender significativamente e o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo.

Na primeira condição, o estudante deve querer relacionar os novos conhecimentos a seus conhecimentos prévios, de forma substantiva, não ao “pé da letra”, e não de forma arbitrária, em que a interação não ocorre com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente em sua estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011). O autor ainda comenta que não se trata de motivação ou gostar do conteúdo. O aprendiz deve predispor-se a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos.

Ainda, Moreira (2011) afirma que, na segunda condição, o material potencialmente significativo (que implica a logicidade intrínseca ao material e disponibilidade de conhecimentos especificamente relevantes) deve ter significado lógico e, assim, ser relacionável a certos conhecimentos e o estudante deve possuir esses conhecimentos prévios para que possa ser feita essa relação de forma não literal e não arbitrária.

O pressuposto central da TAS é a de que o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquele que o aprendiz já sabe. Na perspectiva de Ausubel (2002), qualquer estudante pode aprender de forma significativa um determinado conteúdo se apresentar uma predisposição para o aprendizado. Ademais, também é fundamental que o aprendiz possua ideias estabelecidas e relevantes em sua estrutura cognitiva, que sejam capazes de servir como âncora a uma nova informação de modo que esta adquira significado para o indivíduo. Essas ideias são denominadas subsunçores.

Pode-se dizer, então, que a Aprendizagem Significativa ocorre quando a nova informação “ancora-se” em conceitos relevantes (os subsunçores) preexistentes na estrutura cognitiva. Ou seja, novas ideias, conceitos, proposições podem ser aprendidas

significativamente na medida em que outras ideias, conceitos, proposições relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo e funcionem, dessa forma, como ponto de ancoragem às primeiras (MOREIRA, 1983).

No entanto, para Moreira (1990, p. 68)

o termo ancorar, apesar de útil como uma primeira ideia do que é Aprendizagem Significativa, não dá uma imagem da dinamicidade do processo. Na Aprendizagem Significativa há uma interação entre o novo conhecimento e o já existente na qual ambos se modificam. À medida que o conhecimento prévio serve de base para a atribuição de significados à nova informação ele também se modifica, os subsunçores vão adquirindo novos significados, se tornando mais diferenciados, mais estáveis. Novos subsunçores vão se formando e interagindo entre si. A estrutura cognitiva está constantemente se reestruturando durante a Aprendizagem Significativa. O processo é dinâmico, o conhecimento vai sendo construído.

À Aprendizagem Significativa Ausubel contrapõe a Aprendizagem Mecânica como aquela em que não existe, ou existe pouca interação entre as novas informações com os subsunçores específicos. Com isso, as novas informações são aprendidas de forma literal e arbitrária, pois seus resultados não indicam possibilidades de outras elaborações e diferenciações. A Aprendizagem Significativa acontece quando se tenta dar sentido ou estabelecer relações entre os novos conceitos ou a nova informação e os conceitos e conhecimentos já existentes, ou com alguma experiência anterior.

Visando a complementar os aspectos apontados anteriormente, estão apresentados esquemas que ilustram os conceitos de Aprendizagem Significativa e Aprendizagem Mecânica, respectivamente, nas figuras 1 e 2, em que os círculos com letra C representam os conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo e ligam-se como numa verdadeira “rede de informações” enquanto S1 e S2 representam os conceitos subsunçores.

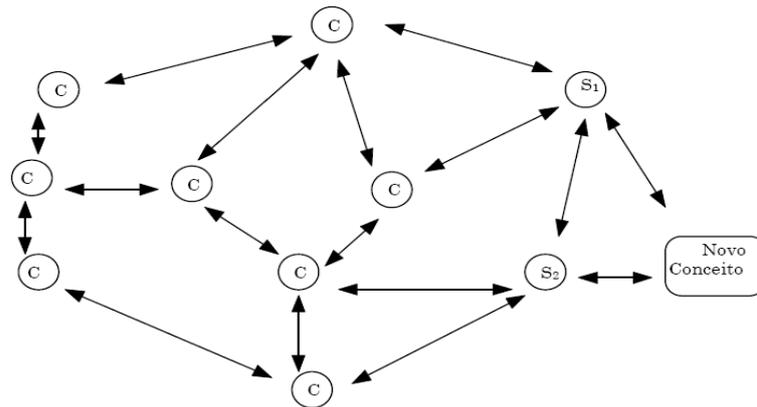


Figura 1. Esquema para o conceito de Aprendizagem Significativa na teoria de David Ausubel. Fonte: Rosa (2008).

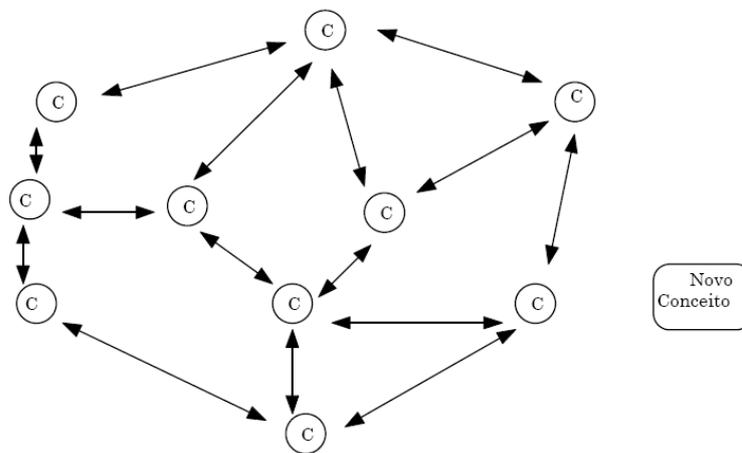


Figura 2. Esquema para o conceito de aprendizagem mecânica na teoria de David Ausubel. Fonte: Rosa (2008).

A aprendizagem mecânica não se processa em um “vácuo cognitivo”, pois algum tipo de associação pode existir, porém não no sentido de interação como na Aprendizagem Significativa. Na verdade, ele não estabelece a distinção entre elas como uma dicotomia, e sim como um *continuum* (Figura 3).

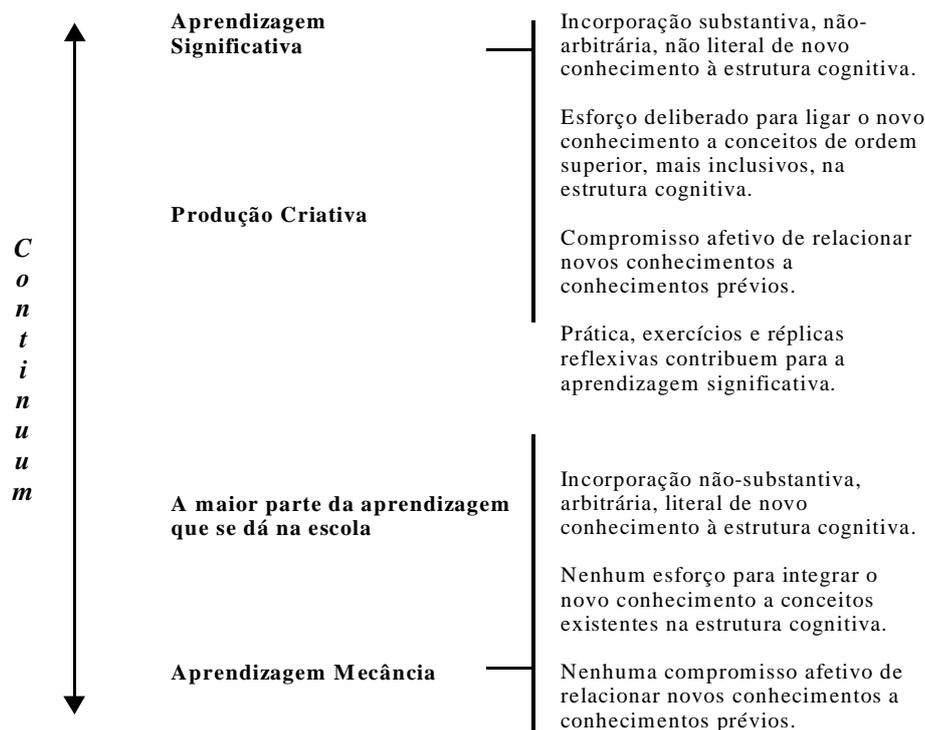


Figura 3. *Continuum*: Aprendizagem Significativa – Aprendizagem Mecânica. Fonte: Novak, 1998.

Não se trata de uma dicotomia, mas sim de um contínuo permeado por uma zona “cinza” de progressividade, conforme denomina Moreira (2013). Para esse autor, isso significa que é possível que uma aprendizagem mecânica possa chegar a ser significativa, sem que com isso se esteja estimulando a aprendizagem mecânica, pois essa passagem não é fácil e o mais comum é ficar na mecânica. Um ensino potencialmente significativo pode ajudar muito o estudante nessa zona, facilitando o seu caminho rumo a uma aprendizagem mais significativa. No mapa conceitual abaixo (Figura 4), as características destacadas para a aprendizagem mecânica e significativa correspondem aos extremos do contínuo que existe entre elas. Na prática, geralmente, a aprendizagem não é totalmente mecânica ou totalmente significativa, mas pode estar mais perto de um desses extremos.

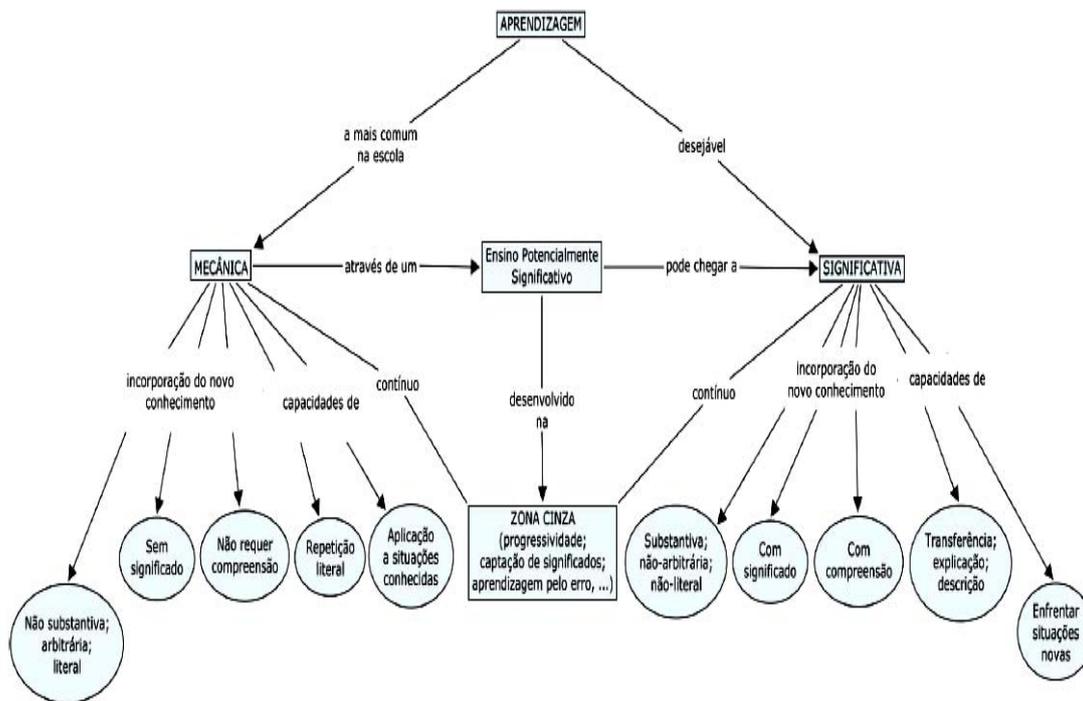


Figura 4. Um mapa conceitual para Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa, destacando características de cada uma. Fonte: Moreira, 2013.

Além disso, a distinção estabelecida entre Aprendizagem Significativa e mecânica não deve ser confundida com a distinção entre aprendizagem por descoberta e por recepção. Segundo Ausubel, na aprendizagem por recepção, o que deve ser aprendido é apresentado ao estudante em sua forma final, enquanto que, na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, após a descoberta em si, a aprendizagem só é significativa se o conteúdo descoberto ligar-se a conceitos subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva. Isto é, quer por recepção ou por descoberta, a aprendizagem é significativa, segundo a concepção ausubeliana, se o novo conteúdo incorporar-se de forma não arbitrária à estrutura cognitiva (MOREIRA, 1983). Um esquema representando os aspectos supracitados está apresentado na Figura 5.

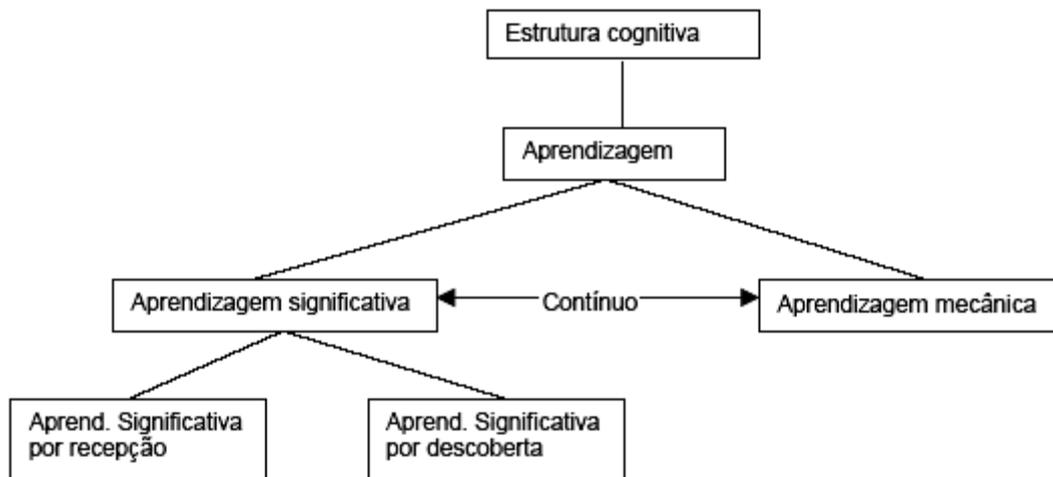


Figura 5. Esquema das aprendizagens na estrutura cognitiva, segundo Ausubel. Fonte: Faria, 1989.

Já na visão de Mendonça (2012), a Aprendizagem Significativa pressupõe que o aluno, no grau de instrução em que estiver, traz consigo muitos conhecimentos, que podem ter sido adquiridos na escola ou no dia-a-dia de sua vida. Essas concepções existentes em sua mente, sobre os mais variados assuntos, com maior ou menor grau de generalidade e em diferentes estados evolutivos, formam a sua estrutura cognitiva. Esta, por sua vez, organiza-se de forma diferenciada para dar significado aos novos materiais de aprendizagem que se relacionam aos conhecimentos preexistentes, tornando significativa a aprendizagem. Cabe assinalar que Aprendizagem Significativa não é sinônimo de aprendizagem de material significativo. Em primeiro lugar, o material de aprendizagem é apenas potencialmente significativo; em segundo lugar, é necessário que haja uma atitude de Aprendizagem Significativa. É possível aprender de maneira memorística um material logicamente significativo, se o estudante não tem uma atitude de Aprendizagem Significativa (MENDONÇA, 2012).

A TAS, como destaca Lemos (2005), é um referencial teórico com amplo potencial para orientar a prática educativa que esteja, de fato, comprometida com a facilitação da aprendizagem, visto que estabelece o significado de aprendizagem e situa a Aprendizagem Significativa como finalidade do processo educativo. Além do mais, apresenta as condições para a sua ocorrência e propõe princípios programáticos que auxiliam a organização do ensino e o seu desenvolvimento.

Concordando neste sentido, Mendonça (2012) comenta:

A teoria da Aprendizagem Significativa é uma teoria com grande potencial para fundamentar a prática educativa, em sala de aula, e que privilegia a aquisição e a retenção do significado que é gerado na escola. Essa teoria se ocupa de averiguar o que ocorre quando o aluno aprende, a natureza do significado aprendido, as condições necessárias para que ocorra essa aprendizagem, os resultados e a avaliação dessa aprendizagem. Diretamente ligada ao ensino e à aprendizagem de corpos organizados do conhecimento de disciplinas científicas do currículo escolar, a aplicação dessa teoria tem como objetivo investigar a aprendizagem que acontece na aula, suas características, os traços psicológicos, a disciplina como objeto de ensino e a organização do conteúdo. Pode-se concluir que os conhecimentos provenientes da psicologia associados aos princípios e às premissas das teorias de aprendizagem deram origem à teoria da Aprendizagem Significativa. (MENDONÇA, 2012, p.45).

De acordo com a teoria de Ausubel, são dois os princípios programáticos essenciais para o planejamento do ensino na TAS: a diferenciação progressiva, em que os conceitos são ordenados de forma hierárquica, de maneira que os conceitos mais gerais de um determinado conteúdo estão conectados a conceitos subordinados e estes a conceitos mais específicos; e a reconciliação integrativa, caracterizada pelo processo de reorganizar os conceitos já aprendidos a partir de novas relações conceituais.

Ao propor isso, Ausubel et al (1978, p. 190) baseiam-se em duas hipóteses:

- 1) É menos difícil para os indivíduos captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas previamente aprendidas;
- 2) A organização do conteúdo de uma certa disciplina na mente de um indivíduo é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas estão no topo da estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados.

Portanto, uma vez que a estrutura cognitiva é, por hipótese, organizada hierarquicamente e a aquisição de conhecimento é facilitada se ocorrer de acordo com a diferenciação progressiva, esse autor sugere programar a apresentação do conteúdo de ensino de maneira a explorar essa estrutura, a fim de contribuir para a aprendizagem.

De outro modo, a programação do conteúdo deve não apenas propiciar a diferenciação progressiva, mas também explorar, de forma explícita, relações entre conceitos e proposições, chamar atenção para distinções e semelhanças relevantes e reconciliar inconsistências reais ou aparentes. Isso deve ser feito para atingir-se o que Ausubel chama de reconciliação integrativa, e que ele descreve como uma contradição à prática usual de muitos livros de texto em separar ideias e tópicos em capítulos e sessões não relacionados entre si. A imagem a seguir, figura 6, representa um mapa

conceitual para a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, conceitos centrais da teoria da Aprendizagem Significativa. As setas para baixo sugerem a diferenciação progressiva e as para cima, a reconciliação integrativa. Isto é, para atingir-se a diferenciação progressiva é preciso “descer” dos conceitos e proposições mais gerais para os mais específicos e para a reconciliação integrativa é preciso “subir” nas hierarquias conceituais e proposicionais (MOREIRA, 2013).

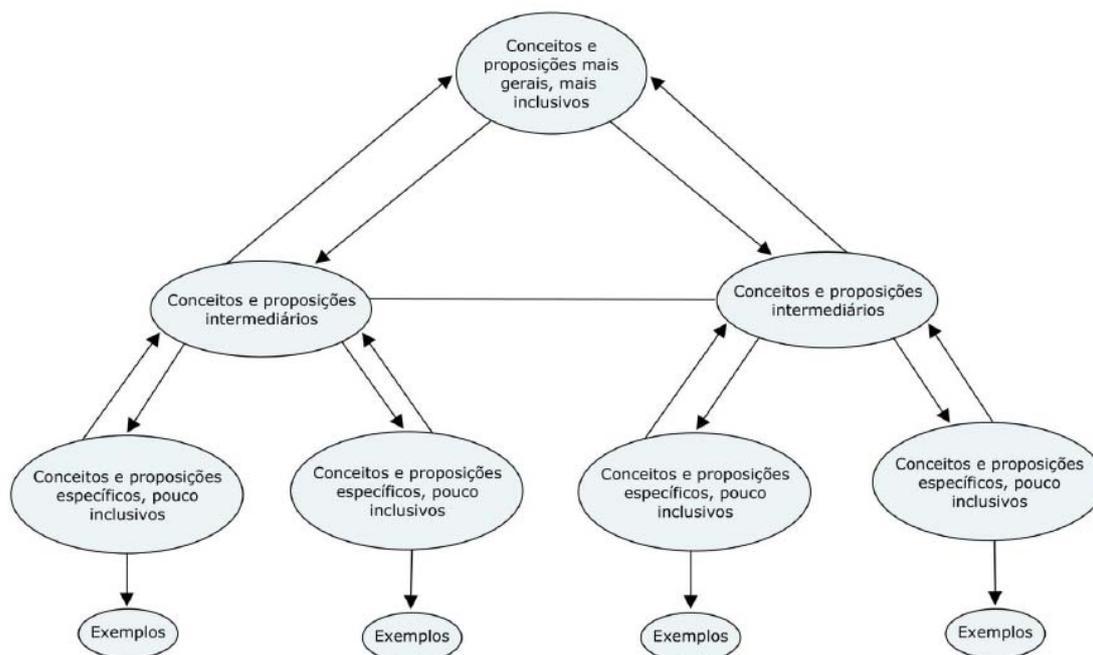


Figura 6. Um mapa conceitual para diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, processos centrais da teoria da Aprendizagem Significativa. Fonte: Moreira, 2013.

Na ausência dos subsunçores sugeridos para estabelecer a ligação com a nova ideia, Ausubel propõe uma estratégia instrucional para auxiliar o sujeito a criar condições para que a Aprendizagem Significativa ocorra, os organizadores prévios. Utilizados como materiais introdutórios, eles servem de ponte cognitiva entre aquilo que o aprendiz já sabe e aquilo que deve saber para aprender de forma significativa a nova informação. Assim, a principal função dos organizadores prévios é a de preencher a lacuna entre o que o aprendiz já sabe e o que ele precisa saber, a fim de que o novo conhecimento possa ser aprendido de forma significativa.

Outro fator essencial, segunda condição para Aprendizagem Significativa, enfatizado na teoria de Ausubel é a organização de um material educativo potencialmente significativo, que seja capaz de relacionar-se à estrutura cognitiva do

aprendiz de maneira não literal e não arbitrária. Nesse processo, é considerável tanto a natureza do próprio material como a natureza da estrutura cognitiva do estudante, em que devem estar presentes os conceitos subsunçores. Dessa forma, à luz da teoria ausubeliana, o conhecimento prévio é a variável fundamental para o processo de Aprendizagem Significativa. É de responsabilidade do docente a organização desse material, fundamentada naquilo que o estudante já conhece relacionado aos conceitos centrais que devem ser aprendidos sobre um certo conteúdo, que, no caso deste estudo, é biologia celular. Os estudantes, no entanto, têm a tarefa de predispor-se a relacionar o que já existia em sua estrutura cognitiva com os novos conhecimentos que foram ensinados.

A Aprendizagem Significativa engloba significados e responsabilidades que devem ser compartilhados e, conforme afirma Gowin (1981, p. 81), para que o ensino atinja os seus objetivos “o significado do material que o aluno capta é o significado que o professor pretende que esse material tenha para o aluno”.

Para Peña et al (2005), o fundamental da Aprendizagem Significativa como processo é o fato de que os pensamentos, expressos simbolicamente de modo não arbitrário e objetivo, unem-se aos conhecimentos já existentes no sujeito. Esse processo é, pois, ativo e pessoal. É ativo, porque depende da assimilação deliberada da tarefa de aprendizagem por parte do aluno e pessoal porque a significação de toda tarefa de aprendizagem depende dos recursos significativos utilizados por cada aluno.

1.2 OS MAPAS CONCEITUAIS

Um aspecto diferencial da TAS apoia-se no fato dela priorizar o conhecimento das estruturas cognitivas dos educandos, e como elas desenvolvem-se durante o processo de ensino e de aprendizagem. A estrutura cognitiva de um indivíduo é caracterizada principalmente pelos aspectos implícito e pessoal e por estar sujeita às modificações ao longo do processo. Partindo desse pressuposto e considerando o desenvolvimento de um mecanismo que pudesse auxiliar seus discentes a explicitarem suas estruturas cognitivas, Novak desenvolveu, em meados da década de 70 do século passado, os mapas conceituais.

Desenvolvidos no sentido de possibilitar uma organização do conhecimento por meio de diagramas que indicam relações de hierarquias entre os conceitos, os mapas

conceituais são considerados como importante ferramenta para os processos de ordenação e representação do conhecimento de determinado conteúdo, uma vez que favorecem a visualização de ligações estabelecidas entre ideias-chave (NOVAK e GOWIN, 1996) Compreendidos como diagramas hierárquicos que indicam relações entre conceitos, podem ser interpretados como diagramas que refletem a organização conceitual de uma disciplina ou parte dela. Como instrumento de avaliação qualitativa, um aspecto elementar é que um mapa conceitual deve ser sempre entendido como *um* mapa e não *o* mapa de um certo conjunto de conceitos. Assim, não devemos julgá-lo como um mapa certo ou errado. Ele deve ser sempre entendido como uma imagem, uma fotografia instantânea da estrutura cognitiva do aprendiz; a forma como os conceitos estão organizados em sua estrutura cognitiva em um determinado momento.

Os mapas conceituais permitem ao estudante representar a forma como é construída a sua aprendizagem em um determinado momento, além de propiciar-lhe a reorganização e/ou reelaboração do próprio conhecimento. Na visão de Moreira (2006, p. 19),

se entendermos a estrutura cognitiva de um indivíduo, em uma certa área de conhecimento, como o conteúdo e organização conceitual de suas ideias nessa área, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aprendiz.

Com o aspecto de um diagrama esquemático, os mapas conceituais representam o modo como o aluno relaciona e incorpora os conceitos que aparecem destacados, bem como as relações entre eles, também denominados conectores.

Em princípio, esses diagramas podem ter uma ou mais dimensões. Mapas unidimensionais são apenas listas de conceitos que tendem a apresentar uma organização linear vertical. Embora simples, tais diagramas são apenas uma visão superficial da organização conceitual de uma disciplina ou subdisciplina. Mapas bidimensionais, por outro lado, tiram partido não apenas da dimensão vertical, mas também da horizontal e, portanto, permitem uma representação mais completa das relações entre conceitos de uma disciplina. Obviamente, mapas com maior número de dimensões permitiriam uma representação ainda melhor dessas relações e possibilitariam a inclusão de outros fatores que afetam a estrutura conceitual da disciplina. No entanto, mapas bidimensionais são mais simples e familiares. Além disso, mapas com três dimensões não mais seriam representações concretas de estruturas

conceituais e sim abstrações matemáticas de limitada utilidade para fins instrucionais (MOREIRA e MASINI, 2006).

Enquanto recurso didático, os mapas conceituais podem ser utilizados como instrumento viável para introduzir, desenvolver ou concluir conteúdos em uma única aula, um tópico de estudo, uma disciplina ou até de um curso (MOREIRA, 2006). De forma análoga a outros materiais de instrução, os mapas conceituais não isentam as explicações do professor. Ao propor-se a realização de atividades com mapeamento conceitual, é aconselhável que o professor oriente sobre os objetivos pretendidos. Um mapa conceitual deve ser um instrumento flexível e, para tanto, existem diversas formas de utilizá-lo de acordo com a compreensão de cada professor. Ademais, a natureza idiossincrática de um mapa, dada por quem o elaborou, torna necessário que o mesmo direcione o aprendiz através do mapa, se utiliza-o como recurso instrucional.

Existem aspectos da teoria de Ausubel que são elementares na construção de mapas conceituais. No primeiro, Ausubel idealiza o desenvolvimento de novas aprendizagens como construções com base em conceitos relevantes e proposições já existentes em uma estrutura de conhecimentos do indivíduo (ALEGRO, 2008). No segundo aspecto, avalia a estrutura cognitiva como organização hierárquica, com os conceitos mais inclusivos ocupando os níveis superiores na hierarquia, e os conceitos mais específicos, incorporados pelos conceitos mais gerais. Em um terceiro aspecto, quando se configura a Aprendizagem Significativa, as relações entre os conceitos tornam-se mais evidentes, precisas e integradas com outros conceitos e proposições (NOVAK e CAÑAS, 2006).

Segundo Moreira e Masini (2006), algumas vantagens e desvantagens são apontadas na utilização de mapas que podem interferir ou facilitar o processo de ensino aprendizagem na perspectiva significativa, tais como:

a) Vantagens na construção de mapas conceituais no ensino:

- Enfatizar a estrutura conceitual de uma disciplina e o papel dos sistemas conceituais no seu desenvolvimento;
- Mostrar que os conceitos de uma certa disciplina diferem quanto ao grau de inclusividade e generalidade, e apresentar esses conceitos numa ordem hierárquica de inclusividade que facilite a aprendizagem e a retenção dos mesmos;
- Promover uma visão integrada do assunto e uma espécie de “listagem” daquilo que foi abordado nos materiais instrucionais (MOREIRA e MASINI, 2006, p. 56-57).

b) Desvantagens que precisam de atenção na execução:

- se o mapa não tiver significado para o aluno, eles poderão encará-lo apenas como algo mais a ser memorizado;

- se os mapas forem muito complexos ou confusos, dificultando a aprendizagem e a retenção, ao invés de facilitá-la.
- a habilidade dos alunos para construir suas próprias hierarquias conceituais pode ficar inibida, em função do fato de que já recebem prontas as estruturas propostas pelo professor, segundo sua própria percepção e preferência (MOREIRA e MASINI, 2006, p.57).

Considera-se que o mapa conceitual apresenta condições favoráveis para a externalização do conhecimento pessoal dos estudantes porque expressa sínteses contendo o conteúdo mais significativo das suas ideias, enfatizando não apenas a descrição mecânica do conceito memorizado, mas, por meio dos conectivos e proposições geradas, transmitindo pensamentos, isto é, expressando o fato e a sua interpretação. Na visão de Alegro (2008), a elaboração de um mapa conceitual requer orientação e acompanhamento dos alunos, visto tratar-se de procedimento complexo, cujo conteúdo é expresso por conceitos, conectivos, proposições e exemplos, e pelo próprio desenho que resulta da sua organização.

CAPÍTULO 2 MODELO E MODELAGEM E O ENSINO DE BIOLOGIA

2.1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA DISCIPLINA DE BIOLOGIA

A disciplina de biologia costuma despertar grande interesse nos alunos, a começar pelo próprio conceito de vida, tal qual ainda não existe uma concordância no meio científico. Segundo Oliveira (2010), a extrema organização que rege a vida no planeta Terra instiga a curiosidade de quem busca o conhecimento dos fenômenos biológicos. A vida compreende desde minúsculos seres como as bactérias até a enorme baleia que habita os oceanos. Como restringir o espaço no qual os professores compartilham esses saberes apenas à sala de aula? Neste sentido, o autor ainda afirma:

[...] As atividades experimentais surgem como uma alternativa complementar para as aulas de biologia que podem utilizar, além de sala de aula, o campo com visitas a estações ecológicas, museus, praças, mercados, entre outros. No entanto, o laboratório didático de biologia aparece como uma opção mais acessível aos professores e estudantes, tendo em vista que esse ambiente está, na maioria das vezes, na própria escola, minimizando o custeio com o transporte dos alunos (OLIVEIRA, 2010, p. 16).

Krasilchick (2004) aponta que o ensino sem aulas práticas pode gerar um conhecimento descontextualizado com relação à produção do conhecimento científico, desfavorecendo o entendimento das questões éticas e sociais. A autora também afirma que as aulas de laboratório têm um lugar imprescindível no ensino da biologia, pois desempenham funções únicas: permitem, por exemplo, que os alunos tenham maior contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos. Corroborando neste sentido, com enfoque na biologia celular, Smith (1998) preconiza que o ensino deve ser dinâmico e eficaz, originado em vivências concretas, em que o desenvolvimento de aulas práticas é uma necessidade.

No entendimento de Araújo et al (2011), as aulas práticas/experimentais devem fazer com que o aluno construa um conhecimento não só memorístico, o que constituiria apenas a reprodução de um conceito. Em uma perspectiva construtivista de ensino, a participação dos alunos na elaboração do conhecimento é imprescindível, exigindo uma proposta de experimentação, que não se apresente como uma receita pronta que o aluno apenas tenha que seguir. Ao contrário, é fundamental que se parta de

uma situação-problema que permita a construção de hipóteses, levando a processos de investigações. Segundo esses autores, deve-se criar um conflito, uma proposta que leve o aluno a pensar, causando-lhe uma situação de desequilíbrio cognitivo e que questione as posições já formadas sobre um determinado tema.

O estudo sobre as diferentes práticas pedagógicas vem sendo bastante discutido recentemente. Dentre elas, destaca-se o uso das atividades experimentais, consideradas por muitos docentes e/ou pesquisadores como imprescindível para um satisfatório desenvolvimento do ensino (REGINALDO et al, 2012, ATAIDE e SILVA, 2011, BEREZUK e INADA, 2010, SILVA e ARAUJO, 2011).

Pedroso (2009) caracteriza as atividades experimentais como “eventos planejados e controlados, que vão além da mera observação e proporcionam a compreensão do funcionamento e organização do objeto ou fenômeno observado”. Na visão do autor, essas atividades de ensino possibilitam a reconstrução e a construção de conceitos, estabelecendo relações entre teoria e prática.

A literatura que aborda pesquisas em Ensino de Biologia Celular tem mostrado que atividades experimentais e a utilização de laboratórios representam dificuldades ao ensino, seja pela falta de experiência dos docentes da área ou em detrimento da grande quantidade de conteúdo que consta no currículo biológico, impossibilitando as conexões entre teoria e prática em tempo hábil. Contudo, mesmo com os obstáculos apontados, existem alguns mecanismos alternativos que podem ser eficazes no processo de ensino e de aprendizagem.

Diante das diversas modificações que se sucederam ultimamente no currículo biológico, as habilidades e técnicas que possam favorecer a prática pedagógica tornam-se cada vez mais primordiais. Assim, é fundamental que ocorra uma reavaliação sobre as atribuições das atividades práticas que possam subsidiar os conteúdos teóricos, visando promover maior estímulo ao alunado e tornando-o mais ativo no processo de aprendizagem.

Acreditamos, porém, que deva haver uma apreciação mais aprofundada do que, de fato, representa uma atividade prática. Essa concepção não necessariamente deve estar totalmente limitada aos procedimentos realizados em laboratório. Para Cruz (2009, p. 26),

[...] o trabalho realizado na bancada de um laboratório é apenas um subconjunto da categoria mais ampla que é o trabalho prático, como, por exemplo, os filmes/vídeos, os trabalhos de pesquisa em bibliotecas ou os

sites, a construção de hortas, as visitas a fazendas, aos zoológicos, ao jardim botânico, o estudo de caso com tarefas escritas, entre outros.

Neste sentido,

[...] os professores ao afirmarem, por exemplo, que não desenvolvem experimentos, porque não existem laboratórios, explicitam uma visão constituinte de uma consciência real (efetiva)/consciência ingênua acerca das atividades experimentais. Já, os docentes que percebem a possibilidade de inserir a experimentação no ensino de Ciências, mesmo na ausência de laboratórios, parecem avançar no processo de alcance de uma consciência máxima possível/consciência crítica. Ou seja, esses profissionais, provavelmente perceberam de forma crítica a “situação-limite” e, por isso, agem para superá-la e concretizar o inédito viável (GONÇALVES, 2009, p. 40).

Um problema que é observado com bastante frequência, nesses tipos de atividades, é a proposição de roteiros organizados com instruções que levam a uma resposta determinada, atribuindo à atividade experimental um cunho meramente mecânico, desfavorecendo as associações entre teoria e prática, restringindo-se somente o que está explicitado no livro texto ou o que foi dito em sala de aula.

As finalidades que podem ser favorecidas pelo ensino experimental estão associadas, por exemplo, com o ponto de vista de educação de quem conduz esse ensino. Em uma ótica tradicional, os experimentos são percebidos como forma de oportunizar a transmissão passiva de conhecimentos teóricos e práticos. De forma antagônica, é possível realizar atividades experimentais, estabelecendo-se um viés questionador, que provoca discussões, debates e diálogos, em que a construção do conhecimento predomina, facilitando o processo de ensino e aprendizagem (FREIRE, 2006) tão valorizado na Teoria da Aprendizagem Significativa. Gowin (1981) estabelece uma relação triádica entre professor, aluno e materiais educativos. Na visão do autor, uma situação de ensino e aprendizagem caracteriza-se pelo ato de compartilhar significados entre professor e aluno a respeito dos conhecimentos veiculados pelos materiais educativos do currículo.

Na visão de Gonçalves e Galiuzzi (2004), as atividades experimentais levam em consideração a observação, a sondagem de questionamentos e a construção de argumentos de forma a problematizar o conhecimento dos estudantes sobre um determinado conteúdo.

Nesse caminho, Oliveira (2012) explica que propostas experimentais com caráter construtivista privilegiam a análise, a reflexão e a interação entre os estudantes,

também, propiciam condições favoráveis para a elaboração, o teste de hipóteses, o estímulo à criatividade, o debate de ideias, o pensamento crítico, a realização de sínteses e conclusões, possibilitando que os estudantes busquem por si mesmos as respostas e as soluções para os problemas apresentados.

Nas atividades experimentais, a essência do processo de aprendizagem não é o docente, mas o experimento em si. Desse modo, a realização de uma proposta didática diferenciada, que valorize as simbioses entre a tríade estudantes – conhecimento - professor, pode ser bastante favorável ao processo. Usando materiais educativos do currículo, professor e aluno devem buscar congruência de significados.

Com esse direcionamento, o papel do professor é de orientador e mediador do processo e, considerando os modelos concretos como atividades experimentais, ele acompanha e orienta o desenvolvimento de situações em que o aluno aprende a fazer conjecturas e a interagir com os colegas, com o professor, expondo seus pontos de vista oriundos da construção do material, suas suposições, confrontando seus erros e acertos. Dessa forma, a experimentação na perspectiva da construção do modelo auxilia os alunos a atingirem níveis mais elevados de cognição, o que facilita a aprendizagem de conceitos científicos e seus fins sociais (KOVALICZN, 1999)

Andrade e Massabini (2011) advogam que as possibilidades de aprendizagem proporcionadas pelas atividades práticas dependem da forma como são desenvolvidas com os estudantes. Pode haver favorecimento na construção de conceitos, caso as ideias iniciais dos estudantes sobre certos conceitos científicos sejam investigadas e questionadas para uma atividade prática. Os autores ainda afirmam que

[...] As atividades práticas devem estar situadas em um contexto de ensino e aprendizagem em que se desenvolvem tarefas de compreensão, interpretação e reflexão. Quando em um ensino menos diretivo, as atividades práticas podem envolver os alunos em todas as fases, até no planejamento experimental, tendo um caráter investigativo ao incentivar a elaboração e criação de hipóteses, de estratégias e de soluções para problemas. Esta forma de utilizar e compreender as atividades práticas questiona o uso da prática descontextualizada e reprodutiva, tornando-se momento de aprendizagem repleto de raciocínio e criação (ANDRADE e MASSABINI, 2011, p. 837).

No tocante ao espaço físico para a realização de atividades experimentais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998, p. 122) consideram que os experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala

de aula com materiais do dia-a-dia, podem levar a aprendizagens importantes. O mesmo documento ainda aponta que

É fundamental que as atividades práticas tenham garantido o espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias, ao lado de conhecimentos de procedimentos e atitudes. Como nos demais modos de busca de informações, sua interpretação e proposição são dependentes do referencial teórico previamente conhecido pelo professor e que está em processo de construção pelo aluno. Portanto, também durante a experimentação, a problematização é essencial para que os estudantes sejam guiados em suas observações (BRASIL, 1998, p. 122).

Também, de acordo com as diretrizes curriculares nacionais para a educação básica (BRASIL, 2013), é fundamental a necessidade de estimularem-se novas formas de organização dos componentes curriculares, dispondo-os em eixos temáticos, que são considerados relevantes ao currículo. Desse modo, no projeto político-pedagógico da escola, a comunidade educacional deve engendrar o entrelaçamento entre trabalho, ciência, tecnologia, cultura e arte, por meio de atividades próprias às características da etapa de desenvolvimento humano do escolar a que se destinarem, prevendo, entre outros, a articulação entre teoria e prática, vinculando o trabalho intelectual com atividades práticas experimentais.

Sendo assim, podemos inferir que a necessidade de realização de atividades experimentais é mecanismo pedagógico que pode ser utilizado para favorecer a exploração conceitual no campo do ensino de Ciências. Além disso, podem ser utilizadas para promover a interpretação e o entendimento de conceitos científicos através da relação entre esses conceitos e as noções iniciais que cada aluno apresenta (SILVA, 2013).

Nesse caminho, Gilbert e Boulter (1998) sugerem o uso de modelos didáticos que podem ser considerados como um elemento intermediário entre as abstrações da teoria e as ações concretas do experimento, contribuindo para fazer previsões, guiar a pesquisa, justificar resultados e facilitar a comunicação. Já para Cavalcante & Silva (2008), os modelos didáticos permitem a experimentação, o que, por sua vez, conduz os estudantes a relacionar a teoria (leis, princípios, etc.) e a prática (trabalhos experimentais). Isto lhes propiciará condições para a compreensão dos conceitos, do desenvolvimento de habilidades, competências e atitudes.

Partimos do pressuposto que, na falta de laboratórios na maioria das escolas públicas brasileiras, em que as atividades experimentais poderiam ser desenvolvidas, a

modelagem pode ser uma proposta que favorece as atividades práticas e constitui-se em uma alternativa, pois a falta de laboratórios representa uma das dificuldades ao ensino da biologia celular. Consideramos, ainda, que a utilização de modelos concretos sobre a célula representa uma prática experimental que atua como método que pode desenvolver não somente as habilidades cognitivas, mas também psicomotoras para o desenvolvimento dos protótipos concretos de células que são observadas somente com o microscópio. Neste sentido, a proposta de modelagem didática enquadra-se em uma das abordagens do ensino experimental.

Do ponto de vista da TAS, considera-se o sujeito como agente dinâmico na construção do conhecimento, bem como, busca-se a elucidação dos processos mentais que estão relacionados à organização do conhecimento no processo de aprendizagem. Construir e manipular os experimentos, bem como a resolução de problemas, originados pelo trabalho de investigação, são fatores que estimulam a negociação e o compartilhamento de significados entre docente e estudantes.

O valor educativo com o qual contribui o compartilhar significados é alto, porque desenvolve a capacidade participativa dos estudantes no campo de seus próprios conhecimentos e obriga-os a envolverem-se de maneira ativa em sua própria aprendizagem (PEÑA et al, 2005). Neste sentido, a negociação de significados é o processo e o compartilhamento o objetivo de tal processo.

Na próxima seção, serão abordadas algumas características dos modelos e modelagem no ensino de ciências, em seus contextos teóricos e características gerais.

2.2 MODELO E MODELAGEM NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Considerando-se que a proposta a ser desenvolvida nesta tese trata-se do estudo de modelagem, envolvendo os processos de elaboração, desenvolvimento e de uma dinâmica de ensino que aborda aspectos do conteúdo de biologia celular, buscamos analisar os estudos sobre modelos e modelizações, que têm sido, com frequente regularidade, apresentados na literatura do ensino de ciências.

Perante as várias reflexões que abordam o ensino de ciências, destacamos, aqui, o papel dos modelos, sua elaboração e socialização como suporte nos processos de ensino e de aprendizagem para a construção do conhecimento. Sua influência na educação básica tem sido evidenciada em várias pesquisas, como as apresentadas por

Ferreira e Justi (2008); Gilbert (2004); Justi (2006); Lima e Nuñez (2013); Machado (2009); Mendonça e Justi (2014); Setúval (2011); Souza e Justi (2012), Vries et al (2014).

Nesses estudos, os resultados satisfatórios da utilização de modelos e modelagem dão-se, principalmente, pelo fato de os estudantes participarem como sujeitos ativos no processo de construção do conhecimento das temáticas abordadas e por seus conhecimentos prévios serem levados em consideração, uma vez que, a partir dessa premissa, os modelos são organizados ou revisados.

Um modelo pode apresentar um tamanho mais reduzido do que o objeto que representa (exemplificado por um avião) ou maior do que ele (por exemplo, uma célula). Podem ser representações de abstrações, entidades criadas para que possam ser tratadas como objetos (como nos fluxos de energia como linhas). De forma imprescindível, um modelo inclui representações tanto de abstrações de objetos materiais que atuam no mesmo tempo (como exemplo, o fluxo de energia no ciclo de Krebs), como pode ser um sistema, uma série de entidades numa relação fixa, exemplificado por átomos de carbono de um cristal de diamante, por órgãos do corpo humano ou por um motor elétrico (GILBERT, 2004).

De acordo com Souza e Aguiar Júnior (2013), o processo de construção de modelos inicia-se pela consideração do fenômeno que se deseja estudar, limitando-se os aspectos que serão contemplados na representação. A partir daí, o estudante elabora e discute com os demais colegas e o professor um modelo para seu objeto de estudo, levando em conta as observações sobre o fenômeno com o qual vai trabalhar ou os dados teóricos/empíricos que possivelmente subsidiarão a construção do modelo inicial.

Os autores ressaltam que os modelos, mesmo com possíveis limitações, são essenciais para o processo de construção e legitimação do conhecimento científico, considerando que, além de fazerem parte da estrutura fundamental da ciência, favorecem articulações que extrapolam os saberes dessa área.

Mozzer (2013) elencou algumas razões acerca da modelagem e sua importância no processo de construção de conhecimento científico em ciências:

- Modelagem é uma atividade essencialmente construtivista, na qual são elaboradas relações pessoais para os fenômenos experimentados;
- Modelagem apoia o teste de hipóteses e outras habilidades cognitivas;
- Modelagem requer dos alunos um raciocínio causal, o qual também fundamenta as explicações científicas;

- Modelagem está entre os processos cognitivos mais engajados, o qual pode levar os alunos à reestruturação de seus conhecimentos;
- Modelagem resulta da construção de artefatos cognitivos (modelos expressos);
- Modelagem pode permitir que os alunos sintam-se atores no processo de construção do conhecimento e “proprietários” desse conhecimento. Isso facilita a atribuição de significados por eles;
- Modelagem pode contribuir para aprendizagem sobre epistemologia da ciência. Por exemplo, a comparação e a avaliação de múltiplos modelos pode possibilitar a compreensão pelo aluno de que a modelagem pode ser usada para testar modelos rivais e que podem existir modelos múltiplos para representar uma mesma entidade, os quais diferem nos aspectos considerados. Ainda preconiza:

Outro aspecto importante e mais geral das atividades de modelagem é que elas conjugam processos individuais e sociais na construção do conhecimento de Ciências. Ao serem confrontados com a entidade alvo, os alunos elaboram modelos mentais a partir de seu conhecimento atual que lhes permitem propor explicações. Face a dissonância e, na medida em que se engajam em discussões e negociações com seus pares e com o professor – as quais permeiam todo o processo – o conhecimento dos alunos passa por estruturas e reorganizações progressivas. Isso também possibilita que o sentimento dos alunos de pertencimento a uma comunidade de investigação aumente. Características como essas, fazem das atividades de modelagem práticas autênticas de ensino e aprendizagem de ciências (MOZZER, 2013, p. 56).

Gilbert (2004) infere que modelos e modelagem podem formar uma base para um currículo mais autêntico no ensino de ciências e comenta que os modelos podem representar idealizações de uma realidade possível, com base nas abstrações da teoria, produzido de forma com que as comparações com a realidade possam ser estabelecidas.

Neste sentido, Vries et al (2014) corroboram que os modelos são escolhidos para auxiliar a formação de visualizações (percepção visual) no nível macro. Modelos científicos terão uma importância ainda maior quando a sua construção é feita com o intuito de explicar fenômenos microscópicos.

A proposta de ensino baseada em modelos vai ao encontro do que preconizam as diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, em que está destacado que uma das competências gerais a serem desenvolvidas pelos estudantes diz respeito ao uso de ideias, conceitos, leis, modelos e procedimentos científicos (BRASIL, 2002).

O ensino baseado em modelo é qualquer aplicação que reúne informações, recursos, atividades de aprendizagem e estratégias de ensino destinados a facilitar a construção de modelos mentais, tanto de forma individual ou entre os grupos de alunos. Neste sentido, este estudo caracteriza-se em estabelecer associação do processo de modelagem com princípios da Aprendizagem Significativa. Em alguns dos trabalhos apresentados, especialmente aqueles publicados por Gilbert e Boulter (2000), Justi (2006), Morrison e Morgan (1999) e Vosniadou (2002), procuram caracterizar os diferentes tipos de modelos pedagógicos expressos que existem em salas de aula, a fim de desenvolver trabalhos com definições e métodos para estudar os elementos de ensino baseado em modelo. Questões apresentadas nesses estudos preocupam-se com as epistemologias de modelos da ciência e como a educação científica pode ser alterada positivamente, influenciando os alunos nos entendimentos de modelos e seu papel na ciência (GOBERT e BUCKLEY, 2000).

Modelar, na visão de Maia (2009), corresponde ao ato de criar, testar e reformular modelos para um fenômeno, evento ou ideia por meio da seleção, interpretação e interação de aspectos relevantes para descrever e explicar o comportamento do mesmo. O envolvimento de modelagem em atividades de ensino possibilita a condição de aprimorar o conhecimento não somente de alguns conteúdos, mas na capacidade de aquisição de condições pelos alunos para aproximar, explicar e prever os fenômenos do mundo real.

Para Duso et al (2013), diferentes atividades que podem ser desenvolvidas durante o processo de modelização propiciam uma clara relação entre o teórico e o real. Essa relação, na visão dos autores, é também significativa no contexto educacional, pois permite que os estudantes utilizem, em outras situações, os conhecimentos produzidos na escola. Isso maximiza-se quando a atividade é organizada e mediada pelo professor de forma a permitir uma participação ativa do estudante e um espaço para reflexão e tomada de decisão.

Para Astolfi (2001), o processo de modelização em Ciências possibilita que o estudante perceba e conceba o caráter arbitrário do modelo. Como modelizador, o aprendiz pode diferenciar dois aspectos complementares do modelo que, necessariamente, encontram-se presentes no processo de modelização: o modelo teórico e o modelo empírico. O modelo teórico está relacionado ao caráter hipotético. O modelo empírico é resultado de um tratamento de dados, tendo por base o modelo teórico (PAZ et al, 2006).

Gilbert e Boulter (1998, p. 55) propõem que modelos sejam definidos como "a representação de uma ideia, um objeto, um evento ou um sistema" e distinguem vários modelos:

o modelo mental (uma representação pessoal, privada de um alvo), o modelo expresso (aquela versão de um modelo mental que é expressa por um indivíduo através da ação, fala ou escrita), o modelo consensual (um modelo expresso que foi submetido a teste por um grupo social, por exemplo a comunidade científica, e que é visto, pelo menos por alguns, como tendo mérito), e o modelo pedagógico (um modelo especialmente construído para auxiliar na compreensão de um modelo consensual).

Já para Nuñez e Lima (2008), uma das categorias de modelos destacada para essa discussão é a dos modelos didáticos, construídos como subsídio ao ensino do conhecimento científico em sala de aula, sendo elaborados por docentes ou presentes nos livros-texto. Estão comumente associados aos objetos concretos, além de outras formas em que podem aprimorar na aprendizagem dos estudantes, como esquemas, gráficos, objetos, entre outros.

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

Assim, uma alternativa viável é o processo de modelização que, conforme preconiza Machado (2009), refere-se à técnica de idealização de modelos ou à apropriação de modelos já estruturados pelo aprendiz. Sobre os modelos na educação científica, a autora ainda aponta que:

Parece haver certa concordância na concepção de diversos autores na área de Ensino de Ciências, que entendem a modelização como a construção de um caminho que conduza o estudante desde suas representações (modelos mentais) até aos modelos científicos. Entre esses extremos deve existir a intermediação de um modelo didático (MACHADO, 2009, p. 38).

Duso et al (2013) ressaltam a importância que a tradição da modelização no ensino de ciências está fortemente pautada na construção de modelos teóricos (matematizáveis e sintetizados em expressões matemáticas), no entanto, a construção de

modelos representacionais assume uma grande importância para o desenvolvimento da aprendizagem em disciplinas como a Biologia. Dessa maneira, acreditamos que os modelos representacionais são tão significativos para o ensino da Biologia e da Química como os modelos teóricos são para as disciplinas de Física e Matemática.

Uma problemática importante que concerne aos estudos sobre modelização é a natureza de seus objetivos. Não tem sido apresentada de forma concisa nas pesquisas mais recentes se a mesma deve ser compreendida como um método ou um objeto para o ensino, fato que tem ofuscado as investigações dos pesquisadores que têm tratado sobre o assunto. Além disso, como aponta Machado (2009), faltam discussões acerca da dimensão operacional da modelização, ou seja, as compreensões sobre os processos de condução desse tipo de atividades em sala de aula.

Justi (2006) propõe três aplicações da modelização. Primeiro, a modelização pode favorecer ao estudante aprender ciência, ou seja, apropriar-se de modelos científicos; segundo, aprender sobre ciências, isto é, compreender de forma adequada a natureza dos modelos e seu papel na investigação científica; terceiro, aprender a fazer ciência, no sentido de ser capaz de criar, expressar e comprovar seus próprios modelos. Assim, enquanto a primeira finalidade mencionada pela autora refere-se à função de método, as outras duas dizem respeito à modelização como objeto.

Para que ocorra assimilação de diversos processos relacionados aos fenômenos biológicos, sugere-se a utilização de modelos científicos, que podem ser auxiliares à compreensão de aspectos dessa disciplina. Levando-se em conta que o ensino pautado em atividades com modelagem possibilita ao estudante apropriar-se dos processos de construção da ciência, uma vez que uma das mais importantes atividades dos cientistas é construir, elaborar, testar e validar modelos (SOUZA e JUSTI, 2012), a aplicação de modelagem em atividades de construção de célula representa um ponto de partida singular neste sentido, pois, dependendo da potencialidade de organização do material, o entendimento da unidade celular pode tornar-se assimilável para o estudo do organismo como um todo.

No próximo capítulo serão abordadas algumas características do Ensino de Biologia Celular, desde a compreensão do conceito de célula até os contextos dessa disciplina no ensino médio.

2.3 O CONCEITO DE CÉLULA E SEUS CONTEXTOS NO ENSINO MÉDIO

A compreensão da biologia celular (e molecular) é fundamental para todas as ciências biológicas e com amplas aplicações práticas na medicina, na agricultura e na biotecnologia. Exemplos notáveis incluem o desenvolvimento de novas drogas especificamente direcionadas a interferir no crescimento de células cancerosas e no uso potencial de células-tronco para substituir os tecidos danificados e tratar pacientes que sofrem de doenças como diabetes, Alzheimer, lesões na coluna vertebral e doenças cardíacas.

Em virtude deste campo da biologia ser uma área de pesquisa de acelerado desenvolvimento, é relevante compreender sua base experimental, assim como o estado atual do nosso conhecimento. Na esfera educacional, é essencial que os alunos tenham um bom conhecimento sobre a unidade fundamental da vida – a célula; suas propriedades básicas e a apreciação das semelhanças e diferenças entre os seus mais variados tipos.

Para Cooper e Hausman (2007), o estudo das semelhanças fundamentais entre diferentes tipos de células fornece noções ímpares para a biologia celular, permitindo que os princípios básicos aprendidos a partir de experimentos com um único tipo de célula sejam extrapolados e generalizados para outros tipos de células. Vários tipos de células e organismos são amplamente usados para estudar diferentes aspectos da biologia celular. Os autores ainda afirmam que

[...] Se por um lado todas as células têm propriedades fundamentais únicas que têm sido conservadas durante a evolução, como por exemplo, a utilização do DNA como material genético; o fato de serem circundadas por membranas plasmáticas e utilizarem o mesmo mecanismo básico para o metabolismo energético, por outro, as células atuais desenvolveram uma grande variedade de modos de vida. Muitos organismos, como as bactérias, amebas e leveduras, são constituídos de células isoladas que são capazes de se replicar independentemente (COOPER e HAUSMAN, 2007, p. 3).

O conceito de célula como unidade fundamental que estabelece a forma e a função da estrutura dos seres vivos só pode ser consolidado após a invenção do microscópio. A teoria celular foi formulada no início do século XIX, muito antes da apresentação da teoria da evolução de Darwin, mas essas duas grandes teorias unificadoras estão, na verdade, estreitamente correlacionadas. Para Raven et al (2014),

devido à similaridade entre as células, podemos ter uma ideia da longa história evolutiva que liga os organismos modernos, incluindo animais e plantas, com as primeiras unidades celulares que se formaram na Terra há bilhões de anos.

Estudos microscópicos dos seres vivos revelaram a existência de milhares de tipos diferenciados de células. Apenas no corpo humano, são mais de 200 tipos diferenciados, cada uma especializada para funções distintas, por exemplo, as células nervosas apresentam expansões que percorrem o corpo como “cabos” elétricos, transmitindo informações de um local para outro; as células musculares são alongadas e possuem feixes de proteínas capazes de contrair-se, produzindo os movimentos corporais; células especiais da pele, os melanócitos, produzem e armazenam melanina, um pigmento escuro que absorve a radiação ultravioleta da energia solar e evita danos ao organismo (AMABIS e MARTHO, 2004). As plantas são compostas de células que são muito diferentes de nosso próprio corpo, e insetos têm muitos tipos de células que não são encontrados em vertebrados. Existe, inclusive, uma grande variedade entre os seres unicelulares. Assim, é notória a diversidade existente entre as células. Raven et al (1996, p. 13) afirmam:

Toda célula viva é uma unidade independente e ao menos parcialmente autônoma, e cada uma é limitada por uma membrana externa – a membrana plasmática, que controla a passagem de substâncias para dentro ou para fora da célula e, desse modo, torna possível a diferenciação bioquímica e estrutural da célula de seus arredores. Incluso no interior desta membrana está o citoplasma, o qual, na maioria das células, inclui uma variedade de corpúsculos discretos e várias moléculas dissolvidas ou em suspensão. Além disso, toda célula contém DNA (ácido desoxirribonucléico), que codifica a informação genética.

Pode-se distinguir dois padrões básicos de organização celular: células procariontes e células eucariontes (Figura 7). As procariontes não apresentam núcleo verdadeiro. Dessa forma, o material genético não se encontra envolvido por uma membrana. Além disso, não possuem organelas membranosas. São representadas pelas bactérias e pelas cianobactérias.

As células eucariontes são divididas por membranas em compartimentos, as membranas controlam a passagem de material para dentro e para fora das células e o mesmo acontece com as organelas. O material genético nessas células encontra-se envolvido por uma membrana nuclear (carioteca). Os eucariontes compreendem os protozoários, as algas, os fungos, as plantas e os animais.

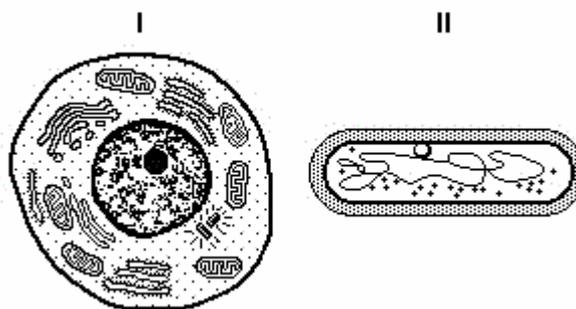


Figura 7. Diferenças estruturais entre eucariontes e procariontes. I. célula eucarionte; 2. célula procarionte. Fonte: Soares, J. L (1999).

Na década de 1960, novas edições de alguns textos que anteriormente intitulavam as informações sobre célula como Citologia, tornou-se Biologia Celular. Essa mudança reflete o fato de que uma aplicação crescente de técnicas bioquímicas estava começando a permitir que um mecanismo mais técnico de análises e observações, e não apenas um mecanismo descritivo, era mais imprescindível nas definições de atividades celulares (COZINHA *et al*, 2003). Em consequência da variedade de novas informações, aliada aos avanços tecnológicos, os textos referentes à biologia celular têm crescido significativamente. Esse fator colabora para maior seletividade dos docentes para as informações que devem ser apresentadas aos alunos (LODISH *et al*, 2000).

Neste sentido, Santos e Cortelazzo (2010, p. 9) comentam:

a biologia vem desenvolvendo novos termos e conceitos devido às novas descobertas proporcionadas pela biotecnologia e inovações científicas. Essas descobertas, como a clonagem, possibilitam a contextualização dos conteúdos com a biologia celular para o aluno. Além disso, na compreensão dos temas da biologia, como a biologia celular, nota-se a enorme importância dessas descobertas para a população mundial, pois o conhecimento é vital para a determinação das causas das mudanças que ocorrem no nosso planeta, as quais se remetem a extinção de várias espécies e o surgimento e disseminação de novas doenças.

Um aspecto do Ensino de Biologia em sala de aula, que parece estar constantemente subestimado, é a natureza do que estamos ensinando dentro de um determinado tópico. Estudantes de ensino médio, muitas vezes, parecem ser tratados como entidades intercambiáveis, sem reconhecimento de seus papéis individuais, suas histórias de aprendizagem e suas características pessoais na natureza centrada no aluno de "como" nós aspiramos a ensinar (TANNER, 2013).

No âmbito construtivista de ensino, os professores podem estruturar ambientes de sala de aula com a intenção de maximizar a aprendizagem do aluno, mas esse aprendizado é caracterizado pelo trabalho interativo dos estudantes (BRANSFORD *et al.*, 2000). As interações entre os conhecimentos prévios dos alunos e a potencialidade do material que estará disponível para auxiliar o aprendizado podem ser variáveis-chave na promoção da aprendizagem de novas ideias biológicas.

Existe uma forte corrente de autores, mais próxima da linha de cientistas cognitivos, que estuda as possibilidades sobre como os alunos aprendem biologia. Essas pesquisas têm fornecido evidências de que o método tradicional de ensino, utilizado ainda na maioria das escolas de ensino médio e cursos de graduação, está longe de ser o ideal para a promoção da aprendizagem significativa do aluno. Métodos de investigação com base em alternativas diferenciadas de ensino foram ou estão sendo desenvolvidos e mostrando-se mais eficazes (WOOD, 2009).

Embora as decisões sobre as particularidades dos conteúdos que devem ser ensinadas sejam importantes, os professores de biologia celular também podem criar metodologias e estratégias que auxiliem os alunos a adquirir habilidades de pensamentos mais analíticos e que os aproximem, guardadas as devidas proporções, dos profissionais de pesquisa. A ênfase dada nessas metodologias pode acarretar modificações nas formas de adquirir e memorizar um conjunto de informações para investigar protocolos experimentais e tirar conclusões a partir dos dados que eles geram.

Os conteúdos de biologia celular compreendem aspectos que abordam desde a identificação dos seres vivos, a exemplo de células, suas relações e particularidades até conteúdos mais complexos como a clonagem, a biotecnologia (aplicações de tecnologias relacionadas ao DNA, às investigações científicas, à determinação da paternidade e à investigação criminal), etc. (SANTOS e CORTELAZZO, 2013). Os autores ainda apontam que

este conteúdo ganha mais importância para sua compreensão na medida em que são discutidos na mídia e investigados de forma crescente na área científica, como por exemplo, os temas da clonagem e as células-tronco, ambas debatidas em fóruns jornalísticos e pesquisa acadêmica, a sociedade civil como um todo, o que por sua vez contribui elaboração das questões de maneira contextualizada (SANTOS e CORTELAZZO, 2013, p. 594).

A biologia celular é indispensável para o entendimento dos processos que concernem à dinâmica da vida, em que o conceito-chave mais elementar e inclusivo

para compreensão da peculiaridade de cada indivíduo é o que todos os seres vivos são formados por células. Essa percepção é fundamental para a formação do egresso do ensino médio.

A natureza microscópica da célula e a sua invisibilidade habitual para o olho nu torna-a cognitivamente inacessível para muitos alunos mais jovens. Tanner e Allen (2002) recomendam que, desde os primeiros anos do ensino fundamental, os alunos já tenham contato com lupas e microscópios, pois isso servirá como subsídio para estabelecer bases para o desenvolvimento do conceito de célula, sendo um processo frutífero para uma observação e compreensão mais concisa sobre essa estrutura em séries posteriores.

No processo de transição entre o ensino fundamental e médio, os alunos deveriam entender o conceito de célula como a unidade fundamental da vida e que alguns seres vivos são constituídos por uma única célula e que outros organismos, tais como os seres humanos, são multicelulares (TANNER e ALLEN, 2002). Esse entendimento prévio possibilitará o tão importante discernimento da célula não apenas sob o ponto de vista estrutural e funcional, mas na perspectiva de uma unidade menor que compõe os tecidos, os órgãos, os sistemas e realiza as funções necessárias para um ser vivo sobreviver e manter seu metabolismo.

Um exemplo de como os alunos podem aprender biologia celular de forma mais orientada para as investigações dessa unidade curricular do ensino médio, de acordo com Tanner e Allen (2002), é a abordagem de uma atividade contextualizada na história de um surto de tuberculose, pois proporciona aos alunos uma possibilidade para explorar as estruturas e funções de seres procariotos e eucariotos. Nessa oportunidade, os autores apontaram um fato relacionado com a bacteriose em questão que ocorreu em um distrito escolar e reforçaram uma necessidade de acompanhamento para entender aspectos da tuberculose, no sentido de que o bem-estar dos alunos e professores na comunidade pode ser promovido. Embora não seja uma proposta metodológica exclusivamente ligada a célula, trata-se de um tipo de atividade que associa os aspectos da exploração de causas para a transmissão, o tratamento e a prevenção, em que os alunos podem aprender sobre célula bacteriana e seus ciclos de vida e também sobre a estrutura da célula eucariótica e sua atuação no contexto do sistema imunológico.

O que também é distintivo sobre esta unidade é o seu formato de instrução baseada em problemas. Os alunos adquirem essenciais conhecimentos sobre biologia celular enquanto resolvem um problema interdisciplinar do “mundo real”, porque eles

são convidados a formular uma proposta de medidas de controle da doença e apresentam a sua proposta para a direção da escola local.

De acordo com Cunha (2011), na prática profissional dos docentes de biologia, em geral, percebemos que, apesar das diversas tentativas de apresentar célula como unidade dinâmica que compõe o organismo como um todo, nossos esforços ainda não foram alcançados para um ensino que favoreça a Aprendizagem Significativa desse conceito.

É de costume a observação que envolve a falta de compreensão sobre a estrutura e o funcionamento celular no ensino médio e que tem dificultado, sobretudo, o ensino de genética (PALMERO e MOREIRA, 2002). Os autores comentam que a abordagem inicial e elementar para o Ensino de Biologia está pautada no conhecimento sobre os aspectos básicos de célula. Trata-se de um conceito em que o estudante evidencia algum conhecimento, no entanto, errôneo na maioria das vezes.

Já para Palmero (2003), os docentes é que apresentam limitações no sentido de escolher técnicas adequadas de ensino, no sentido de possibilitar que o estudante aprenda satisfatoriamente os conceitos mais fundamentais que abordam a estrutura e as funções da célula. Uma possibilidade, neste sentido, é o que acrescenta Krasilchik (2004), complementando que os avanços científicos no campo das ciências biológicas têm convergido à necessidade de tornar mais facilmente compreensíveis os entendimentos nesse campo em sala de aula, visando a facilitar os conhecimentos científicos biológicos em objetos de ensino. A autora salienta que atividades com modelagem didática são pertinentes para trabalhos em aulas de biologia, no sentido de apresentar objetos em três dimensões. Giordan e Vecchi (1996) ressaltam ainda que um modelo pode ser uma construção, uma estrutura de referência ou uma imagem analógica que permitem materializar uma ideia ou um conceito, tornando-os, assim, assimiláveis.

O conhecimento sobre aspectos da biologia celular, de praxe, costuma ser de difícil compreensão aos estudantes do ensino médio, especialmente em detrimento da complexidade dos processos e às formas e imagens como estes são apresentados em livros didáticos (ARAÚJO-JORGE et al, 2004). A determinação, por exemplo, de que estruturas microscópicas compõem seres vivos macroscópicos é uma noção singular no sentido de favorecer o conhecimento e a organização biológica, uma vez que a célula é a unidade morfológica e funcional (que possui uma forma designada a cumprir uma determinada função) dos seres vivos.

Assim, diante do caráter microscópico das estruturas presentes em estudos da biologia celular, a apropriação dos conhecimentos requer tradicionalmente uma adequada estrutura de laboratório, com aparelhagem que oportunize a observação e o estudo desses aspectos. No entanto, a existência desses tipos de laboratórios costuma ser restrita aos colégios privados de alto nível das grandes cidades brasileiras (ORLANDO et al, 2009). Assim sendo, diante da quase ausência desses equipamentos custosos na maioria das escolas, a utilização de modelagem possibilita uma visão mais próxima da percepção do estudante sobre o conteúdo, além de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, torna-se uma interessante opção de recurso didático.

A compreensão de fenômenos biológicos, especialmente que envolvem a biologia celular, em geral, é ensinada pela exigência não apenas da repetição ou a aplicação de uma série de conhecimentos previamente memorizados, aprendizagem mecânica (AUSUBEL, 1978), mas, mais do que isso, ela requer a elaboração de hipóteses e investigações, associadas à criatividade, à lógica e aos conhecimentos anteriores, o que vem a culminar em algo que sacia, mesmo que parcialmente, nosso desejo de compreender o mundo, o que poderá ser mediado pelos modelos (FERREIRA e JUSTI, 2008).

CAPÍTULO 3 A PESQUISA

3.1. OBJETIVOS E QUESTÕES DE PESQUISA

Em concordância com a discussão apresentada no capítulo sobre o Ensino de Biologia Celular, a proposta de implementação de pesquisas que propõem metodologias diferenciadas para esse conhecimento específico da biologia oferecem condições que poderão favorecer que o ensino torne-se mais eficaz. Essa afirmação dá-se, principalmente, em detrimento da impossibilidade dos aspectos que envolvem a célula serem assimilados pela observação direta dos fenômenos em si. Dessa forma, a utilização de modelagem representa uma estratégia importante neste sentido.

Nessa ótica e com suporte no potencial que as atividades de modelagem proporcionam ao ensino (GILBERT, 2004; MOZZER, 2013; SOUZA e JUSTI, 2012), a ideia apresentada nesta pesquisa fundamentou-se em proposta de modelagem didática, que considera as atividades de confecção e apresentação de modelos concretos, envolvendo especialmente aspectos que se relacionam com a estrutura e o funcionamento da célula.

Foram dois os objetivos principais da pesquisa: 1) Analisar a viabilidade do uso de modelagem didática, por meio de construção de modelos concretos, bem como a realização de instrumentos didáticos fundamentados na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), como materiais potencialmente significativos para a aprendizagem de conteúdos de biologia celular e; 2) Avaliar a contribuição da proposta das atividades de modelagem para uma Aprendizagem Significativa de conceitos sobre célula.

Tal investigação ocorreu com a aplicação de uma sequência didática fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Neste sentido, os objetivos específicos foram: 1) Investigar, com base na TAS, o processo de aprendizagem sobre biologia celular com os estudantes; 2) Analisar os fatores que contribuem ou dificultam a aprendizagem sobre célula relacionados ao uso de modelagem concreta; 3) Verificar os possíveis efeitos da utilização de mapas conceituais para o Ensino de Biologia Celular.

3.2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Em consonância com os pressupostos da pesquisa qualitativa, esta investigação consistiu em uma pesquisa-intervenção na qual analisamos diversas situações de ensino visando a promover aprendizagem significativa de conceitos da biologia celular. Consideramos a pesquisa do tipo intervenção uma vez que os propósitos do docente e dos discentes não são os mesmos. Como condutor do processo de pesquisa em sala de aula, o docente busca aprimorar o ensino e a aprendizagem sobre a temática escolhida, traçando os caminhos que possam convergir para uma satisfatória assimilação dos conceitos por parte dos estudantes que, por outro lado, incomodam-se com a possibilidade de reprovação ou notas insatisfatórias.

Na visão de Besset et al (2008, p. 12), “[...] a partir do momento em que o pesquisador entra no contexto onde se dá a pesquisa, suas perguntas e propostas já constituem uma intervenção”.

A pesquisa foi embasada pelos pressupostos da Aprendizagem Significativa (TAS). Levando-se em consideração que os estudantes devem ter a chance de participar do processo de construção de seus conhecimentos por meio da negociação de significados e conceitos concernentes às temáticas sobre célula, adotamos uma situação real de ensino, em sala de aula, estimulada pelo reconhecido respaldo da Instituição na qual ocorreu a pesquisa e pela trajetória docente do professor pesquisador responsável por ela, que, de forma costumeira, conduz suas aulas orientado pelos princípios da teoria ausubeliana.

Portanto, ao imergir no contexto da modelagem didática com a proposta de elaboração de modelos concretos sobre célula, em uma sequência ausubeliana, realizamos uma intervenção, demonstrando a tendência desse tipo que pesquisa, que, segundo Sato (2008, p.171), é de:

[...] estar aberta às particularidades do contexto, em termos econômicos, culturais e psicossociais: a dimensão cultural e a singularidade das trajetórias das instituições e organizações coletivas estão fortemente presentes. A forma de aproximação dos “pesquisadores profissionais” com o coletivo e o trabalho realizado deixam entrever que o processo de desenvolvimento da “pesquisa-intervenção” é o resultado de um processo de negociação entre os envolvidos e que depende das circunstâncias presentes.

A pesquisa foi desenvolvida em três fases. A primeira destinou-se à realização de uma pesquisa bibliográfica, para gerar o estado do conhecimento relacionado ao ensino de biologia celular. Na segunda fase realizamos uma pesquisa piloto para verificação e validação dos instrumentos de pesquisa. Essas duas fases contribuíram para a realização de uma terceira fase, que é a pesquisa propriamente dita, identificada como Estudo final de pesquisa.

3.2.1. A pesquisa bibliográfica

O ponto de partida da pesquisa foi a realização de um levantamento bibliográfico, no qual foi analisada a quantidade e a qualidade dos materiais da área disponíveis, bem como uma elaboração mais específica do quadro teórico do trabalho de acordo com as temáticas propostas para a condução da pesquisa.

Conhecer as produções acadêmicas relacionadas, especialmente, ao Ensino de Biologia Celular fez parte da metodologia para a produção de um estado do conhecimento, cujo objetivo foi conhecer as pesquisas realizadas sobre o tema em estudo. Para tanto, foi utilizada como fonte inspiradora, a pesquisa realizada por Teixeira (2008), em sua tese de doutorado, intitulada “Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil [1972 - 2004]: um estudo baseado em dissertações e teses”.

As temáticas escolhidas para as buscas que compuseram o estado do conhecimento foram:

- 1) Estratégias diferenciadas para o ensino e aprendizagem de biologia;
- 2) Utilização de modelos e modelagem como recurso para o ensino e a aprendizagem;
- 3) Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel; e,
- 4) Utilização de mapas conceituais;

Realizamos um mapeamento de grande parte da produção científica que se enquadra nos temas mencionados acima, abrangendo tanto a educação básica quanto a educação superior, identificando eixos temáticos predominantes, procedências institucionais e tendências existentes em termos das metodologias de pesquisa adotadas.

As fontes consultadas para a realização deste trabalho foram:

- Banco de Teses da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) – para as temáticas 1, 3 e 4;
- Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – para a temática 2;

- SciELO¹ – Scientific Electronic Library Online – para todas as temáticas;
 - Anais do ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências)
- para todas as temáticas.

O processo inicial de levantamento e busca por dados remeteu a algumas questões: Quais são os principais centros de produção acadêmica nestes temas?; Como se dá a periodicidade das publicações nestas áreas?; e Quais os principais periódicos que publicam artigos nas áreas de interesse desta pesquisa?

A temática 1 (estratégias diferenciadas para o ensino e a aprendizagem de biologia) foi a escolhida para o mapeamento das produções acadêmicas na categoria dissertações e teses, em que foram utilizados os resumos de dissertações de mestrado e teses de doutorado disponíveis no banco de dados da CAPES.

Como assinalou Brejo (2007, p. 15) sobre o banco de dados da CAPES:

é capaz de oferecer informações precisas, completas e abrangentes acerca dos estudos acadêmicos realizados em todo o território nacional e em diferentes áreas do conhecimento. Além disso, a CAPES é responsável pelo desenvolvimento de atividades que envolvem quatro linhas de ação: acesso e divulgação da produção científica; investimentos na formação de recursos de alto nível no país e exterior; promoção da cooperação científica internacional e; avaliação da pós-graduação *stricto sensu* tendo como princípio a busca de um padrão de excelência acadêmica sempre maior nos mestrados e doutorados nacionais.

Somente os trabalhos em Ensino de Biologia relacionados com a temática da tese é que foram selecionados para serem discutidos e apresentados neste estado do conhecimento. O detalhamento metodológico do processo como foi organizado o estado do conhecimento será especificado de acordo com três categorias:

- 1 – Teses e Dissertações (Banco de Teses da CAPES e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações);
- 2 – Artigos em Periódicos (SciELO - ScientificElectronic Library Onlin) e;
- 3 – Artigos completos em anais de eventos (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências).

¹ Disponível em <http://www.scielo.org/php/index.php>

3.2.1.1. Relatórios de teses e dissertações

A opção pela identificação e análise dos relatórios de teses e dissertações derivou do fato de que a maior parte das investigações realizadas nas instituições de Ensino Superior (IES) está vinculada aos cursos de mestrado e doutorado.

Essas produções podem ser consideradas como indicadores daquilo que as instituições realizam enquanto pesquisa, particularmente nas áreas de Educação e Ensino de Ciências (MEGID NETO, 1999). Além disso, os relatórios de teses e dissertações são documentos considerados mais apropriados para as pesquisas de estado do conhecimento, por se tratarem de fontes primárias e relatórios completos dos estudos realizados, os quais, em geral, são apresentados posteriormente, em forma de artigos ou trabalhos em eventos (MEGID NETO, 2011).

A produção acadêmica ligada à área de Ensino de Ciências, na forma de relatórios de teses e dissertações, existe desde o início da década de 1970, e vem se consolidando como um importante campo de pesquisa no cenário educacional do País. Uma parcela significativa dessas produções refere-se aos trabalhos enfocando o Ensino de Biologia.

A opção de busca ocorreu pelos resumos dos trabalhos, uma vez que a página virtual não disponibiliza os textos completos dessas produções. Porém, foi organizado, em forma de tabela, um balanço das produções de interesse da pesquisa, em que constam: autor, ano da defesa, modalidade (dissertação ou tese), instituição e título. Cada resumo foi organizado com seu respectivo título, palavras-chave, orientador e banca examinadora. Um quadro apontando os trabalhos pesquisados, separados por temas de busca de pesquisa, está apresentado nos Apêndices A, B, C e D.

A partir dos resumos, buscamos no sítio dos programas de pós-graduação, o texto completo de todas as produções.

3.2.1.2. Artigos em periódicos

Para a busca de artigos publicados em periódicos, a procura foi realizada pelo portal SciELO – Scientific Electronic Library Online, que proporciona acesso a sua coleção de periódicos por meio de uma lista alfabética de títulos ou uma lista de assuntos, ou ainda por meio de um módulo de pesquisa de títulos dos periódicos, por assunto, pelos nomes das instituições publicadoras e pelo local de publicação. A

interface também propicia acesso aos textos completos dos artigos através de um índice de autor e um índice de assuntos, ou por meio de um formulário de pesquisa de artigos, que busca os elementos que o compõem, tais como autor, palavras do título, assunto, palavras do texto e ano de publicação.

Assim, o SciELO foi utilizado como portal para esse trabalho por apresentar critérios de elegibilidade bastante seletivos, além de permitir que várias revistas científicas na área de educação e ensino de ciências possam ser consultadas.

Foi utilizada a busca de artigos integrada (autor, assunto e pesquisa), mas optamos pelo campo pesquisa com as mesmas palavras-chave que foram utilizadas para busca de teses e dissertações no banco de teses da CAPES. Um quadro apontando os artigos pesquisados, separados por temas de busca de pesquisa, está apresentado nos Apêndices E, F, G e H.

3.2.1.3. Artigos completos em anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

O Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) é um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) que tem como objetivo reunir e favorecer a interação dos pesquisadores em Ensino de Física, de Biologia, de Química, de Geociências, de Ambiente, de Saúde e de áreas afins, com a finalidade de discutir trabalhos de pesquisa recentes e tratar de temas de interesse da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Trata-se do evento de maior difusão de informações de pesquisas na área de Ensino de Ciências no país, com a participação de pesquisadores de todas as regiões do Brasil e com um significativo número de trabalhos apresentados, sendo respeitado por docentes da educação básica e superior, e seus artigos, quase que de forma geral, utilizados amplamente em trabalhos acadêmicos, periódicos e dissertações/teses.

Dessa forma, optamos por escolher como referência para este trabalho os artigos publicados nos anais das edições nos anos de 2005 e 2011 do ENPEC (edições em que foram disponibilizadas as produções em meio eletrônico). Um quadro apontando os artigos pesquisados, separados por temas de busca de pesquisa, está apresentado nos Apêndices I, J, K e L.

Por uma questão de recorte empírico da realidade a ser estudada, adotamos trabalhar principalmente com a pesquisa que incide sobre o Ensino de Biologia, na forma de relatórios de dissertações de mestrado e teses de doutorado apresentados no Banco de Teses da CAPES.

Neste sentido, interessam à investigação publicações que enfocam, de alguma forma, o Ensino de Biologia ou que tenham referências ao ensino de conteúdos vinculados às Ciências Biológicas (especialmente aos tópicos de biologia celular, que foi o principal enfoque de estudo na pesquisa de doutorado). Com efeito, o ambiente escolar investigado, os sujeitos envolvidos na pesquisa (professores, formadores, alunos, estagiários etc.), os cursos de formação inicial e/ou continuada, os materiais e recursos didáticos analisados, os métodos e técnicas de ensino testados, os programas de ensino propostos, a avaliação dos currículos nos seus diversos níveis e possibilidades, a legislação, as experiências educacionais relatadas nas pesquisas, enfim, um ou mais desses elementos presentes em cada trabalho tem que estar relacionado direta ou parcialmente ao Ensino de Biologia ou de ciências biológicas.

Ressaltamos que existe uma grande diversidade de trabalhos que podem ser considerados de interesse para a pesquisa. Não se pode esquecer que a biologia não é objeto de ensino somente na escola básica (educação formal: educação infantil, ensino fundamental e médio) e educação superior (nos cursos específicos para formação de biólogos e professores de ciências e biologia). O Ensino de Biologia está presente, também, na formação para muitas outras carreiras (ligadas às áreas de Medicina, Enfermagem, Farmácia, Odontologia e Nutrição, por exemplo). Além disso, temas ligados à biologia fazem-se presentes, mesmo que indireta ou não explicitamente, em processos educativos informais como os existentes em museus, parques ecológicos, zoológicos, televisão, revistas de divulgação e demais meios de comunicação, bem como em outras produções culturais no campo da publicidade, literatura, artes e diversas outras formas de comunicação e expressão existentes na sociedade (TEIXEIRA, 2008). Por isso, foi dada ênfase a teses e dissertações que procuravam, de alguma forma, analisar a biologia presente e “transmitida/ensinada” através desses canais de informação e educação.

3.2.2. A pesquisa piloto

A realização do estudo piloto ocorreu com as turmas do primeiro semestre do ano de 2012 na disciplina de Biologia I dos cursos técnicos em agricultura e informática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS), Câmpus Ponta Porã, oferecida no primeiro período do curso, com carga horária total de quarenta horas e ministrada em dois encontros semanais de quarenta e cinco minutos cada, em que 35 estudantes participaram da pesquisa (17 do curso de agricultura e 18 do curso de informática). A escolha das turmas foi pautada na ementa da disciplina, que tem a biologia celular como conteúdo introdutório, ainda que o papel da disciplina seja diferente nos dois cursos.

Por definição, o estudo piloto é um teste, em menor escala, dos processos, materiais e métodos propostos para determinada pesquisa (MACKEY e GASS, 2005). Trata-se de uma versão do estudo completo, que envolve a realização de todos os procedimentos previstos na metodologia de modo a possibilitar alterações e/ou melhorias nos instrumentos na fase que antecede a investigação em si (BAILER et al, 2011).

A sequência didática foi aplicada ao longo de quatorze aulas do semestre letivo de 2012. Para a identificação dos conhecimentos prévios, nesse estudo piloto, aplicamos um questionário inicial, com questões abertas e fechadas (Anexo 1), para verificar a ocorrência dos *subsunçores* dos estudantes, que foram classificados em adequados, parcialmente adequados ou ausência de subsunçores, conforme o padrão estabelecido por Vinholi-Júnior (2011). As questões foram cuidadosamente selecionadas para que pudessem abranger o maior número de contextos, em que conceitos de biologia celular estivessem envolvidos.

Ressaltamos que foi utilizado o recurso dos organizadores prévios, por meio de duas aulas expositivas, para facilitar a assimilação dos conteúdos daqueles estudantes em que não foram identificados *subsunçores* adequados, observados pelo questionário.

Para a condução dessas aulas, utilizando um projetor de slides, realizamos uma discussão do conteúdo, em que conceitos mais gerais foram, inicialmente, apresentados, diferenciando-os em contextos mais específicos no decorrer das explicações. Nessa ocasião, foram discutidos os elementos de organização biológica, níveis de organização, reinos biológicos e características celulares fundamentais para classificação dos seres vivos (número de células, organização celular e tipo de nutrição).

A apresentação da célula foi realizada pelo docente de forma a instigar o estudante a compreendê-la como componente estrutural de composição, organização e classificação dos seres vivos, abordando, entre outros aspectos, sua composição química e as principais características dos seres vivos (metabolismo, crescimento, reprodução e hereditariedade, mutabilidade, excitabilidade, etc.), organizada segundo uma hierarquia ausubeliana de aula, em que os conceitos mais gerais foram ministrados inicialmente, diferenciando-os em contextos mais específicos no decorrer das explicações.

Um ponto crucial neste aspecto é a apresentação dos níveis de organização biológica, que foi explicado aos alunos de forma a iniciar o processo dos níveis ecológicos mais inclusivos até os mais específicos, onde o ponto-chave do conteúdo está inserido: a célula. Um esquema representando o modelo proposto por Ausubel, e aqui aplicado à biologia, está apresentado na figura 8.

É válido considerar esse fator na elaboração ou escolha de um material de aprendizagem, assim como as características de não arbitrariedade e substantividade, que são de fundamental importância, uma vez que podem determinar se o material será potencialmente significativo, e, assim, relacionável à estrutura cognitiva do estudante. No entanto, conforme preconiza Ausubel et al (1980), o estudante pode optar inicialmente pela memorização porque assim o fez ao longo de sua vida escolar, mesmo que o material seja potencialmente significativo.

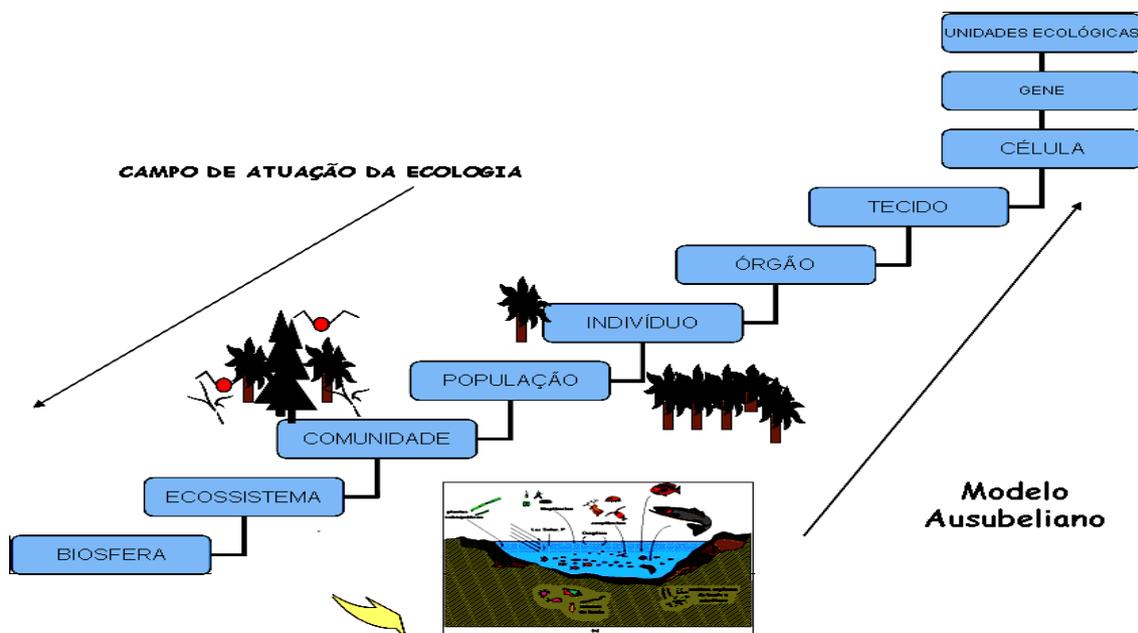


Figura 8. Um esquema dos níveis de organização em biologia (fonte: autor).

Para que o processo de elucidação das relações entre os conhecimentos sobre célula que os estudantes detinham, vinculado aos níveis de organização biológica que fundamentam o estudo dos seres vivos, fosse verificado, aplicamos um pré-teste (Anexo 2). A iniciativa da realização do pré-teste, além da aplicação do questionário inicial, deu-se pela intenção de entender se os estudantes conseguiriam vincular a célula como estrutura integrante do organismo como um todo, e não apenas como estrutura isolada. Dessa forma, as perguntas do pré-teste indagaram sobre conceitos relativos à organização dos seres vivos, funcionamento dos mecanismos biológicos, aspectos sobre a hereditariedade e a biodiversidade. Ou seja, considerando-se que esses conhecimentos são, em geral, introduzidos nas séries anteriores, buscamos levantar o que os alunos sabiam em relação a eles. Após as intervenções propostas na pesquisa, foi aplicado um pós-teste (Anexo 3).

As nove questões que compuseram os dois testes (pré e pós) foram abertas. Os pressupostos que queríamos verificar se os estudantes possuíam, relacionado ao conteúdo proposto, foram:

- 1 → Se os seres vivos são formados por células;
- 2 → Se os seres vivos são organizados em reinos;
- 3 → A composição química dos seres vivos;
- 4 → A diferenciação entre matéria viva e matéria bruta;
- 5 → A definição de célula;
- 6 → As relações entre célula e vida;
- 7 → As diferenciações morfológicas e funcionais entre as células;
- 8 → Os seres vivos acelulares;
- 9 → A formação de novas células por meio de preexistentes.

As questões dos testes foram abertas e analisadas de forma qualitativa, sendo as respostas atribuídas pelos estudantes categorizadas de acordo com Vasquez-Alonso et al (2008), como A (adequadas), P (plausíveis) e I (inadequadas). A resposta é considerada adequada quando expressa conceitos/informações apropriados do conhecimento que está sendo investigado. Embora não seja completamente adequada, uma resposta é considerada plausível quando expressa alguns aspectos apropriados dos conceitos envolvidos. Por último, uma resposta inadequada é a que expressa conhecimentos que não são nem apropriados nem plausíveis dos conhecimentos investigados.

O passo seguinte foi a apresentação de esclarecimentos quanto às formas e possibilidades de construção de um mapa conceitual, visto que a grande maioria dos estudantes não conhecia essa estratégia. Os mapas conceituais foram utilizados como

recurso para o desenvolvimento das aulas e também para o processo de ensino. O conteúdo de biologia celular foi discutido por mapas conceituais de referência (Figuras 9A e 9B) para que servissem, posteriormente, como balizador na avaliação dos mapas conceituais construídos pelos estudantes ao final do processo de intervenção.

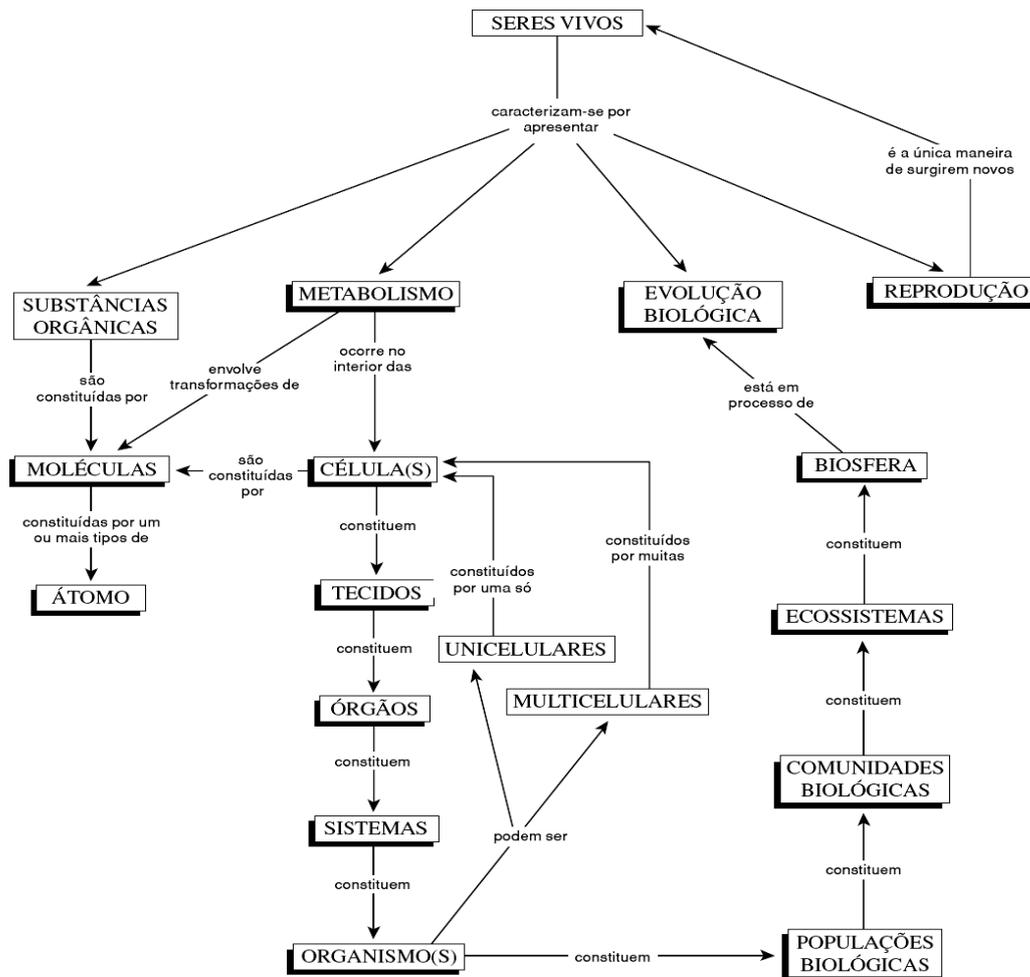


Figura 9A. Mapa conceitual de referência sobre a organização e características dos seres vivos.

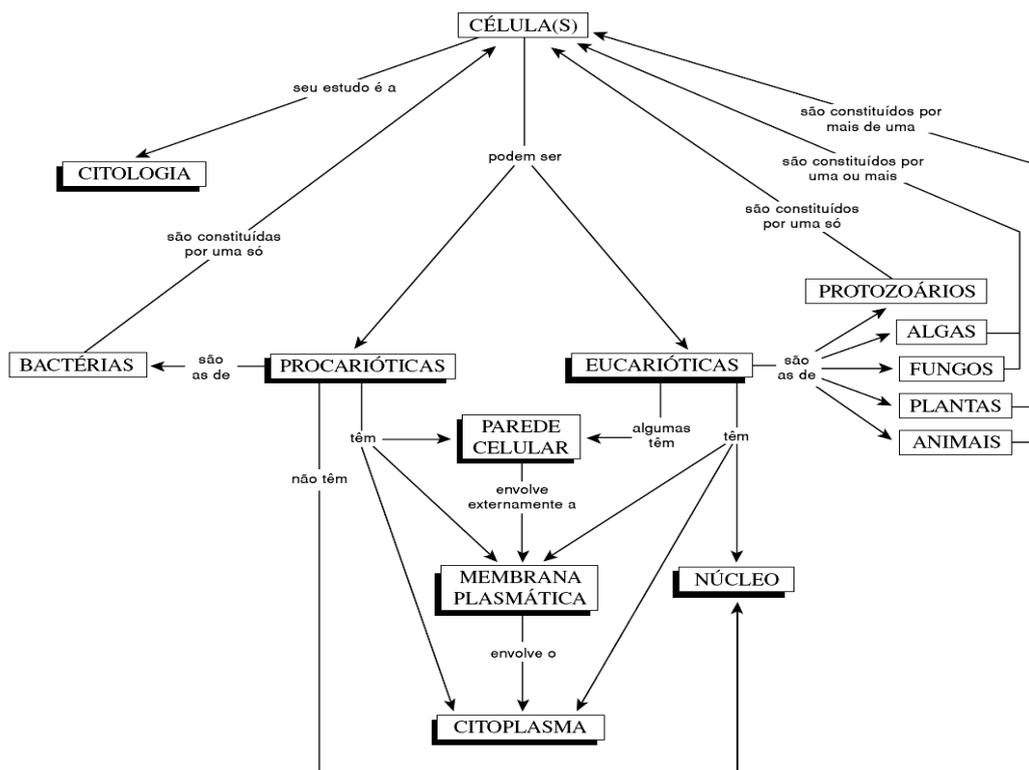


Figura 9B. Mapa conceitual de referência sobre os reinos biológicos e características celulares.

Os estudantes foram convidados a trabalhar com mapas-teste, treinando a técnica em temáticas diversas e não necessariamente relacionados ao conteúdo biológico. Muitos deles optaram por assuntos relacionados à música, esportes e informática, área do curso em que estão matriculados no Instituto Federal.

Partindo do pressuposto que o ensino representa o favorecimento de Aprendizagem Significativa de certo assunto, neste caso a biologia celular, e levando em consideração aquilo que o estudante já conhece, foi proposta uma atividade envolvendo modelagem didática no sentido de complementar e contribuir para a Aprendizagem Significativa desse conteúdo.

Os estudantes foram divididos em grupos, sendo que cada um desenvolveu dois modelos didáticos diferentes com representações de células e modelos virais, determinados pelo docente. A confecção dos dois modelos ocorreu fora de sala de aula. Os estudantes tiveram total liberdade de escolha dos materiais que iriam utilizar. Soluções criativas, não convencionais e especialmente aquelas que exigem menos recursos e materiais de baixo custo foram estimuladas. Em data estipulada pelo docente, os grupos apresentaram seus modelos desenvolvidos (em forma de seminário) e ocorreu a discussão geral dos mesmos.

A ideia da apresentação dos modelos foi pensada no sentido de favorecer as discussões sobre aspectos importantes das temáticas celulares por meio da atividade de modelagem, no sentido de contribuir para possíveis modificações das informações inadequadas observadas nas respostas do questionário diagnóstico e do pré-teste e de favorecer a predisposição ao aprendizado desse conteúdo, conforme discutido no marco teórico desta tese.

Cada apresentação foi registrada por material fotográfico e gravação em vídeo. As duplas tiveram, aproximadamente, entre 15 e 20 minutos para suas apresentações. O professor, de forma proposital, deixava que os diálogos acontecessem entre os estudantes, uma vez que as interações entre os estudantes e o material didático apresentado tornam-se essenciais na representação mental do novo conhecimento por parte deles.

Consideramos que o processo de modelagem é mais importante que o modelo por si só. Assim, antes da construção dos modelos e das apresentações em sala de aula, os estudantes ficaram cientes da importância do processo, em que discutimos, brevemente, as características da utilização de modelos concretos, bem como quais deveriam ser os procedimentos para a construção dos mesmos, favorecendo a negociação de significados entre os estudantes e o professor e entre os próprios estudantes.

A próxima etapa implicou a elaboração, por parte dos estudantes e de forma individual, de um mapa conceitual relacionado à célula. Em data estipulada como a de realização de uma prova sobre o assunto, tradicionalmente utilizada pelo docente, ao invés de aplicá-la, ele solicitou a construção de um mapa conceitual, a ser confeccionado sem o auxílio de livro texto ou qualquer outro material. O tempo de atividade para a construção dos mapeamentos foi de 90 minutos (duas aulas seguidas).

Os mapas, depois de terminados, foram entregues em folhas de caderno/papel sulfite. Sabemos que as confecções de mapas conceituais de uma forma geral, na grande maioria das vezes, ocorreram em folhas de papel e utilizando-se de lápis e caneta. Porém, foram criados programas/softwarens enfocando especialmente o mapa conceitual. Um deles é o *Cmap Tools*², que possibilita a construção dos mapas de forma a ser supervisionada pelo docente ou fazendo parte de uma rede coletiva e colaborativa, propiciando o intercâmbio de informações sobre o/s tópico/s abordado/s no

² Software que permite a criação, edição e formatação de mapas conceituais. Disponível em: <http://cmap.ihmc.us/>

mapeamento conceitual. Assim, os Mapas Conceituais construídos pelos alunos foram transpostos para o programa *Cmap Tools*, visando a proporcionar um favorecimento na observação dos mapeamentos, bem como exercitar a utilização do programa.

A solicitação da criação do mapa conceitual por parte dos alunos teve como principal objetivo explicitar a organização conceitual e de ideias de cada um deles, evidenciando a forma e a seleção das palavras de ligação, as relações conceituais, a capacidade de extrair os conceitos mais inclusivos do texto e de diferenciá-los.

Os critérios de análise dos mapas conceituais, que foram adotados, têm amparo nas estratégias para avaliação de mapas conceituais propostas por Novak (2000) e utilizadas por Mendonça (2012). Os autores apontam que essa avaliação apoia-se no mapa conceitual para um certo conteúdo, baseada nos princípios programáticos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de Ausubel. As características que diferenciam as categorias dos mapas conceituais estão apresentadas no quadro 1.

Quadro 1. Características e informações relevantes sobre as categorias de agrupamentos de análise dos mapas conceituais, adaptadas de Mendonça (2012)

Categorias	Características	Informações Relevantes
Mapa Conceitual Bom (MB): indica maior compreensão do tema	Contém informações conceituais relevantes, está bem hierarquizado com o conceito mais inclusivo no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas.
Mapa Conceitual Regular (MR): indica pouca compreensão do tema	Apresenta (alguns) conceitos centrais do tema, mas, ainda assim, com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Realiza ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.
Mapa Conceitual Insuficiente (MI): indica ausência de compreensão do tema	Não apresenta os conceitos centrais do tema, muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Hierarquia básica, demonstrando seqüências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.

Fonte: Mendonça, 2012

Buscando diagnosticar evidências de Aprendizagem Significativa nos mapas conceituais, levamos em consideração aspectos fundamentais de análise de mapeamento conceitual: qualidade de conceitos válidos e significativos e de ligações simples e cruzadas, relevância das caixas de conceitos e proposições apresentadas, exemplos válidos e viáveis. Foram analisados mapas conceituais dos 35 estudantes participantes da pesquisa.

3.2.3. O estudo final de pesquisa

Concordando com o que preconiza Canhota (2008), a importância de conduzir um estudo piloto está na possibilidade de testar, avaliar, revisar e aprimorar os instrumentos e procedimentos de pesquisa. Administra-se um estudo piloto com o objetivo de descobrir pontos fracos e problemas em potencial, para que sejam resolvidos antes da implementação da pesquisa propriamente dita. Assim, após a análise dos dados do estudo piloto, identificamos que alguns aspectos deveriam ser revistos e/ou implementados.

O grupo de estudantes participantes dessa etapa da pesquisa, realizada no ano de 2013, envolveu a participação de 56 alunos do curso técnico em Informática (30 da turma Informática I matutino e 26 da turma Informática I vespertino), que aceitaram participar da pesquisa, por meio de assinatura de um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Anexo 4). No caso dos estudantes menores de 18 anos, foi assinado pelos pais um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, com as mesmas informações apresentadas no Termo de Assentimento (Anexo 5). A aplicação desses termos foi sugerida pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, após análise do projeto de pesquisa. Nessa etapa, foram necessárias 18 aulas durante o processo de intervenção, em que as informações acerca dos conteúdos, objetivos e metodologia implementada na sequência didática encontra-se no Plano de Aula apresentado no Anexo 6. Nesse plano de aula, estão apresentados os assuntos da biologia celular sob os quais o professor tinha intenção de ensinar e promover aprendizagem por meio da sequência didática preparada.

Os instrumentos utilizados na pesquisa piloto foram mantidos para a etapa final. Porém, também no sentido de identificar os conhecimentos iniciais sobre a célula, foi aplicada, além do questionário diagnóstico e do pré-teste, uma atividade composta por uma solicitação: que os alunos esquematizassem uma célula, apontando os nomes das estruturas que eles conheciam (Anexo 7). Por meio da visão estética e da representação mental que os estudantes detêm sobre a célula, acreditamos ser possível acrescentar mais um elemento para contribuir com a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes.

Também foi enfatizada a informação, nessa etapa final da pesquisa, de que todo ser vivo gasta energia continuamente para manter as diversas atividades celulares, nas quais as moléculas são modificadas, quebradas ou unidas entre si, transformando-as em

outras, ou seja, o conceito de metabolismo, reações de síntese e de degradação, anabolismo e catabolismo foram explicados e discutidos com os alunos.

O processo de organização, elaboração e confecção dos modelos pelos grupos, especialmente sobre as peculiaridades do processo de construção fora do ambiente escolar, nessa etapa final de pesquisa, foi acompanhado por um diário de bordo, entregue posteriormente ao professor.

O diário de bordo foi uma atividade proposta para cada grupo, construído coletivamente e que contou, de forma detalhada, o caminho desenvolvido no processo de organização dos modelos. Os estudantes registraram os acontecimentos, reflexões vividas, angústias e imagens (em fotografias e/ou vídeos) do trabalho realizado por eles.

Outro instrumento acrescentado ao final dessa etapa foi uma prova aos estudantes, sem qualquer tipo de consulta e de forma individual. A prova foi preparada com dezesseis questões, objetivas, subjetivas, com opções de verdadeiro e falso e somatórios (Anexo 8). Algumas questões foram baseadas e/ou adaptadas de vestibulares reconhecidos do país. Outras questões foram elaboradas pelo professor. A intenção de elaborar e aplicar essa prova foi criar mais um instrumento de análise para triangular os dados, visando a contribuir para uma análise mais fidedigna dos dados da pesquisa.

Após isso, os estudantes foram submetidos a uma situação nova na sequência didática, com a resolução de uma nova situação (Anexo 9). O objetivo dessa atividade foi possibilitar ao aluno a capacidade de interagir de forma criativa na busca de solução para um problema apresentado. Essa técnica permitiu ao pesquisador acompanhar o processo da aprendizagem em termos das facilidades e das dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação ao tema. Nessa oportunidade, os estudantes tiveram que tentar resolver uma questão adaptada da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), em que foram comparados o funcionamento de uma célula com a organização que ocorre no interior de uma cidade, com elementos conhecidos e rotineiros do cotidiano dos alunos. Os alunos tiveram que fazer relações dos locais da cidade com as principais funções correspondentes às organelas celulares.

Todos esses instrumentos foram criados e aplicados de forma a contribuir com uma estratégia de aprendizagem e/ou maximização de novos conceitos, novas estruturas mentais e novas atitudes, com os quais os estudantes puderam analisar e resolver problemas sobre os aspectos concernentes à célula, morfológica e fisiologicamente.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante da variedade de instrumentos que foram aplicados aos alunos no processo de intervenção da pesquisa, descrito no capítulo 3, a discussão dos resultados será apresentada, separadamente, para cada instrumento utilizado.

De acordo com referencial teórico escolhido, estão elencados abaixo os subsunçores considerados adequados para a ancoragem da nova informação e que os estudantes deveriam apresentar para a ocorrência da Aprendizagem Significativa dos conceitos envolvidos:

- Característica da vida: matéria viva (seres celulares) e matéria bruta;
- Diferentes seres vivos organizados em reinos: classificação celular – unicelulares e pluricelulares, procariontes e eucariontes, autótrofos e heterótrofos;
- Composição dos seres vivos: substâncias orgânicas e inorgânicas;
- Célula como unidade básica da vida: unidade morfofuncional dos seres vivos;
- Estrutura celular: membrana plasmática, citoplasma e núcleo;
- Reconhecimento da fisiologia celular: organelas e estruturas intracelulares;
- Organização celular: carioteca (membrana nuclear);
- Diferenciação entre eucariontes animais e vegetais: parede celular nas células vegetais e organelas específicas para um certo tipo de célula.
- Diferenciação entre células e vírus
- Perpetuação da espécie: formas de divisão celular.

Para o levantamento desses subsunçores, aplicamos um questionário diagnóstico, cujos resultados foram classificados em adequados, parcialmente adequados ou ausência de subsunçores, conforme o padrão estabelecido por Vinholi-Júnior (2011).

4.1. ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Após leitura criteriosa de todas as respostas apresentadas pelos 56 estudantes do curso de Informática no questionário inicial, aplicado para que pudesse ser verificada a ocorrência dos *subsunçores* dos estudantes, foram definidos critérios de classificação, sendo as respostas distribuídas em categorias específicas para cada questão, conforme

apresentadas no Quadro 2. A análise dessas respostas foi utilizada para o planejamento e a confecção das estratégias instrucionais de ensino.

Quadro 2. Distribuição de padrões de respostas em categorias definidas para cada questão e resultados obtidos no questionário diagnóstico.

QUESTÕES / CATEGORIA	Subsunçores Adequados		Ausência de Sununçores		Subsunçores Parcialmente Adequados	
	Inf. Mat.	Inf. Vesp.	Inf. Mat.	Inf. Vesp.	Inf. Mat.	Inf. Vesp.
Q1 – Conseguiu compreender o citoplasma como o maior espaço celular?	14	9	8	13	8	4
Q2a – Conseguiu estabelecer ligações coerentes as características da membrana plasmática e citoplasma?	8	15	15	8	7	3
Q2b – Conseguiu estabelecer ligações coerentes as características do núcleo e do citoplasma?	6	8	18	14	6	4
Q3 – Conseguiu apresentar elementos de constituição citoplasmática coerente?	14	11	8	8	8	7
Q4 – Conseguiu diferenciar célula procarionte de eucarionte?	10	9	11	7	9	10
Q5 – Conseguiu diferenciar célula animal de vegetal?	7	6	18	12	5	8
Q6 – Conseguiu diferenciar organismos unicelulares de pluricelulares?	21	18	1	4	8	4
Q7 – Conseguiu diferenciar vírus de organismos celulares?	4	4	20	17	6	5
Q8 – Conhece alguma(s) organela(s)?	25	18	5	6	-	2
Q9 – Conseguiu estabelecer comparações entre organelas celulares e órgãos do corpo humano?	9	6	14	12	7	8
Q10 – Conhece o movimento interno da célula (ciclose)?	1	-	25	21	4	5
Q11 – Conhece o termo citosol?	1	1	23	20	6	5
Q12 – Conhece o funcionamento de alguma(s) organela(s) celular(es)?	11	8	10	10	9	8
Q13a – Conseguiu compreender a função e características do retículo endoplasmático liso na célula?	6	3	24	23	-	-
Q13b – Conseguiu compreender o retículo endoplasmático rugoso na célula?	6	5	24	21	-	-
Q13c – Conseguiu compreender a função e características da mitocôndria na célula?	8	7	22	19	-	-
Q13d – Conseguiu compreender a função do lisossomo na célula?	5	5	25	21	-	-
Q13e – Conseguiu compreender a função e características do peroxissomo na célula?	-	-	30	26	-	-
Q13f – Conseguiu compreender a função e características do centríolo na célula?	7	7	23	19	-	-
Q13g – Conseguiu compreender a função e características do complexo golgiense na célula?	6	2	24	24	-	-
Q13h – Conseguiu compreender a função e características do citoesqueleto na célula?	-	-	30	26	-	-
Q13i – Conseguiu compreender a função do cloroplasto na célula?	13	11	17	15	-	-
Q13j – Conseguiu compreender a função e características do vacúolo do suco celular na célula?	-	-	30	26	-	-
Q13k – Conseguiu compreender a função e características do ribossomo na célula?	8	5	22	21	-	-
Q14a – Conhece a forma do complexo golgiense?	6	3	24	23	-	-
Q14b – Conhece a forma do centríolo?	5	5	25	21	-	-
Q14c – Conhece a forma do cloroplasto?	3	4	27	22	-	-
Q14d – Conhece a forma do retículo endoplasmático rugoso?	1	4	29	22	-	-
Q14e – Conhece a forma da mitocôndria?	8	6	22	20	-	-
Q14f – Conhece a forma do lisossomo?	5	6	25	20	-	-
Q14g – Conhece a forma do retículo endoplasmático liso?	2	-	28	26	-	-

Legenda: Inf.: Informática; Mat.: Matutino.; Vesp.: Vespertino.

* Não existem *subsunçores* parcialmente adequados entre as questões 13a e 14g, uma vez que tratam-se de questões fechadas, impossibilitando análise dessa categoria de *subsunçor*.

Os dados apresentados no Quadro 2 permitem-nos observar que uma parcela muito expressiva dos estudantes não apresentou conceitos satisfatórios sobre a biologia da célula, especialmente nas respostas atribuídas às questões abertas Q2b, Q5, Q7, Q10 e Q11.

As respostas observadas permitiram-nos classificar os conceitos *subsunçores* e planejar atividades que pudessem contemplar vários requisitos a fim de promover e averiguar a ocorrência de Aprendizagem Significativa. Baseados nas respostas do questionário diagnóstico e levando-se em consideração o referencial teórico em que nos amparamos para essa pesquisa, inferimos que a inexistência de conceitos relevantes na maioria das respostas foi fundamental para a construção das estratégias instrucionais e também do processo de aprendizagem.

A análise das respostas evidenciou que a grande maioria dos estudantes não havia se apropriado, no ensino fundamental, de conceitos sobre núcleo celular, DNA, diferenças entre células vegetais e animais, as peculiaridades dos vírus como seres acelulares e com material genético específico e os movimentos celulares.

As estruturas citoplasmáticas mais desconhecidas para esse grupo de estudantes são: peroxissomos, citoesqueleto, retículo endoplasmático liso e retículo endoplasmático rugoso.

Os estudantes demonstraram certo conhecimento acerca das relações entre membrana plasmática e citoplasma, diferenciações entre unicelulares e pluricelulares e sobre algumas organelas. No primeiro caso (questão Q2a), podemos observar subsunçores relevantes em algumas respostas, tais como:

- “A membrana plasmática encobre e protege o citoplasma, além de filtrar as substâncias que entram na célula” (E8);
- “Através da permeabilidade seletiva da membrana plasmática existe a seleção dos elementos que adentram na célula para atuar no citoplasma” (E24);
- “A membrana plasmática representa o caminho de entrada de substâncias que entram na célula e também a saída, depois que ocorre as liberações (excreções) do que foi usado pela célula. Nesse processo, várias organelas estão envolvidas” (E48).

Muitos estudantes também apresentaram conhecimentos satisfatórios sobre os seres unicelulares e pluricelulares (questão Q6):

- “Os seres vivos em que seus organismos são formados por uma só célula são os unicelulares. Já os pluricelulares (ou multi) são compostos por muitas células e geralmente são maiores” (E26).
- “Os seres vivos do reino monera são unicelulares. A maioria dos outros reinos são pluricelulares” (E41).

- “O citoplasma dos unicelulares costumam ser menos desenvolvidos, mas isso depende se são procariontes ou eucariontes” (E44).

No sentido de facilitar a visualização dos dados referentes à distribuição de padrões de respostas em categorias no questionário diagnóstico, foi criada uma tabela 1, que apresenta as porcentagens da classificação das categorias baseadas nas respostas dos estudantes atribuídas no questionário diagnóstico. Os itens em negrito representam a porcentagem mais representativa para a categoria de cada turma.

Tabela 1. Questões do questionário diagnóstico com respectivas porcentagens respostas para composição das categorias de subsunçores para as duas turmas pesquisadas

Questões	Informática Matutino			Informática Vespertino		
	<i>Subsunçores Adequados</i>	<i>Ausência de Subsunsçores</i>	<i>Subsunçores Parcialmente Adequados</i>	<i>Subsunçores Adequados</i>	<i>Ausência de Subsunsçores</i>	<i>Subsunçores Parcialmente Adequados</i>
Classificação das categorias						
Q1	46,6	26,7	26,7	34,6	50	15,4
Q2A	26,6	50	23,4	57,7	30,7	11,6
Q2B	20	60	20	30,7	53,9	15,4
Q3	46,6	26,7	26,7	42,3	30,7	27
Q4	33,3	36,7	30	34,6	27	38,4
Q5	23,3	60	16,7	23,1	46,1	30,8
Q6	70	3,3	26,7	69,2	15,4	15,4
Q7	13,3	66,7	20	15,4	65,4	19,2
Q8	83,3	16,7	-	69,2	23,1	7,7
Q9	30	46,7	23,3	23,1	46,2	30,7
Q10	3,3	83,3	13,4	-	80,8	19,2
Q11	3,3	76,7	20	3,8	76,9	19,3
Q12	36,7	33,3	30	30,8	38,4	30,8
Q13A	20	80		11,5	88,5	
Q13B	20	80		19,3	80,7	
Q13C	26,7	73,3		27	73	
Q13D	16,7	83,3		19,3	80,7	
Q13E	-	100		-	100	
Q13F	23,3	76,7		27	73	
Q13G	20	80		7,7	92,3	
Q13H	-	100		-	100	
Q13I	43,3	56,7		42,3	57,7	
Q13J	-	100		-	100	
Q13K	26,7	73,3		19,3	80,7	
Q14A	20	80		11,5	88,5	
Q14B	6,7	83,3		19,3	80,7	
Q14C	10	90		15,4	84,6	
Q14D	3,3	96,7		15,4	84,6	
Q14E	26,7	73,3		23	77	
Q14F	16,7	83,3		23	77	
Q14G	6,7	93,3		-	100	

Das 13 questões subjetivas que compuseram o questionário diagnóstico, na turma Informática Matutino, aproximadamente 33,6% das respostas foram identificadas na categoria “subsunoçores adequados”, 21,3% classificadas como “subsunoçores parcialmente adequados” e 45,1% categorizadas como “ausência de subsunoçores”. Já para a turma Informática Vespertino, 33,5% das respostas foram enquadradas como “subsunoçores adequados”, 44,9% foram categorizadas como “ausência de subsunoçores” e 21,6% como subsunoçores “parcialmente adequados”.

Percebemos, pelos dados apresentados na tabela 1, que as proporções de respostas para as duas turmas foram similares. Nas questões subjetivas, houve diferenciação de categorias de respostas nas questões Q1, Q2a, Q4 e Q12. Somente na questão Q2a, que trata das relações entre membrana plasmática e citoplasma, houve diferença nas respostas, uma vez que, na turma Informática Matutino, metade das respostas foi inadequada e categorizada como “ausência de subsunoçores”. Já na turma Informática Vespertino, 57,7% das respostas foram adequadas.

Na questão Q13, que solicitava o nome das organelas e a identificação de suas funções (Q13a a Q13k), a grande maioria das respostas, em ambas as turmas, foi inadequada. O mesmo ocorreu para as questões Q14a a Q14g, que tratavam dos aspectos morfológicos das organelas. Neste aspecto, a organela que mais os alunos conheciam por seu aspecto externo é a mitocôndria na turma Informática Matutino e as organelas mitocôndria e lisossomo, na Informática Vespertino.

A mitocôndria costuma ser uma estrutura citoplasmática bastante explorada nos conteúdos de ciências no ensino fundamental. Trata-se de uma organela com bastante autonomia, especialmente por possuir seu próprio DNA e sintetizar suas próprias proteínas. Apresenta um aspecto bastante característico, em forma de bastonete (Figura 10).



Figura 10. Esquema estrutural da Mitocôndria (fonte: <http://biologiadacelula.blogspot.com.br/2010/03/mitocondria-e-respiracao-celular.html>. Acesso em 07 de abril de 2015).

Durante a intervenção, atuamos no sentido de focar a mitocôndria e organelas relacionadas no contexto e importância do metabolismo, como característica fundamental da vida. Dessa forma, o conceito de transformação química e as substâncias utilizadas como combustíveis e que geram energia para as células foram amplamente trabalhadas.

Os estudantes demonstraram, no questionário diagnóstico, amplo desconhecimento sobre o peroxissomo e o vacúolo do suco celular. Nenhum estudante obteve sucesso em questões com abordagem nessas estruturas. Ambas costumam ter pouca ênfase em conteúdos de ensino fundamental. Em detrimento da especificidade funcional, atuando no processo de oxidação de ácidos graxos, que serão utilizados para síntese de colesterol e outros componentes celulares, os peroxissomos são vistos, geralmente, como uma organela de difícil assimilação nas aulas de biologia. O vacúolo do suco celular (ou vacúolo da célula central) é formado a partir de bolsas do retículo endoplasmático e do complexo golgiense. Por serem específicos da célula vegetal, também se trata de uma estrutura pouco explorada no nível fundamental.

As questões que compuseram o questionário de investigação dos conhecimentos prévios e a apresentação, por meio de exemplos de algumas respostas, das modalidades em que se pode classificar os *subsunçores* como adequados, parcialmente adequados ou a ausência de *subsunçores*, além de tópicos referentes às novas informações trabalhadas durante o período de intervenção estão apresentados na tabela 2, excetuando-se as questões de 13a a 14g. Uma coluna apontando as respostas classificadas como ausência de *subsunçores* foi inserida na tabela 2 para representar os pensamentos apresentados pelos estudantes. Essa tabela não apresenta todas as respostas, mas somente aquelas consideradas representativas do subsunçor esperado.

Tabela 2. Questões do questionário diagnóstico e exemplos de respostas para classificação dos subsunçores

Q u e s t õ e s	Pergunta	Subsunçores adequados / parcialmente adequados	Ausência de Subsunçores	Novas Informações e conceitos apresentados por meio das intervenções*
1.	Você já estudou que a célula apresenta três partes: membrana plasmática, citoplasma e núcleo. Você considera que o citoplasma seja a maior parte da célula? Por quê?	(E20) – Sim, porque é onde ficam as organelas e até o núcleo e a membrana plasmática é o que o envolve; (E26) – Sim. Pois o núcleo e a membrana plasmática, por mais importante que sejam, são menores que o citoplasma.	(E18) – Sim. Porque é uma parte da célula onde se localizam várias partes da célula; (E16) – Não, porque a membrana plasmática que é a maior parte da célula; (E6) – Não porque a maior parte da célula é o Vacúolo Central.	Apresentação do citoplasma como local onde ocorrem as principais reações químicas da célula, responsáveis pela manutenção da homeostase dos organismos.
2.	Existe alguma ligação entre membrana plasmática e citoplasma?	(E3) - Sim, a membrana plasmática “seleciona” os nutrientes que vão passar para o citoplasma; (E44) – A membrana plasmática envolve o citoplasma e o protege e é a membrana que seleciona o que entra no citoplasma.	(E33) – Sim, porque faz parte da célula; (E55) - Sim, o citoplasma envolve a membrana plasmática.	Estabelecimento das relações entre membrana plasmática e citoplasma, onde a primeira regula as trocas entre o interior e o exterior da célula, mantendo sua integridade e delimitando seu espaço físico.
	Existe alguma ligação entre núcleo e citoplasma?	(E43) – Sim, o núcleo é o local onde é armazenado o DNA e quando essa célula for se dividir a presença do citoplasma é necessária para que ela possa se duplicar;	(E26) – Sim porque o núcleo tem que receber todos os tipos de coisa que o citoplasma manda, até chegar no DNA; (E25) – Sim, pelo citoplasma que o núcleo manda ordem para a organela.	Associação entre as relações do núcleo e citoplasma, especialmente os transportes de substâncias produzidas no núcleo que passam pelos poros nucleares até chegarem ao citosol.
3.	Do que é constituído o citoplasma? Existe(m) algum(ns) tipo(s) de componente(s) que forma(m) o citoplasma(s)? Se sua resposta for positiva, escreva qual(is) é(são) esse(s) componente(s)	(E3) – Organelas, substâncias orgânica e inorgânica; (E8) – Citoplasma é um lugar intra celular e é preenchida por uma matéria chamada citosol onde encontramos citoplasma e o núcleo.	(E52) – Citoplasma é a parte da célula que serve como uma barreira para impedir que as membranas se espalhem.	Reconhecimento de que o citoplasma é formado por uma espécie de líquido gelatinoso – a matriz citoplasmática, também chamada hialoplasma ou citosol – e várias outras estruturas celulares.
4.	Você já estudou em séries anteriores que existem células procariontes e eucariontes. Em sua opinião, existe(m) diferença(s) entre o citoplasma dessas duas células? Justifique sua	(E5) – Sim, a diferença é que a célula eucarionte é mais desenvolvida do que a procarionte, ela possui organelas e também carioteca; (E35) – Sim, pois no citoplasma de uma célula eucarionte contém muitas organelas, e no citoplasma de uma	(E4) – Sim, em uma célula procarionte a célula tem um núcleo onde dentro se encontra o DNA, e em uma célula eucarionte não tem núcleo portanto o DNA fica solto no citoplasma; (E14) – Não porque o citoplasma vai ser o mesmo para procarionte e	Conhecer as estruturas celulares das células procariontes e eucariontes, relacionando os nomes dos componentes internos e suas respectivas funções.

	resposta	procarionte, há apenas um tipo de organela, além de DNA/RNA.	eucarionte;	
5.	Você também estudou em séries anteriores que existem células animais e vegetais. No que se refere ao citoplasma, existe(m) diferença(s) entre essas células? Em caso positivo, apresente aquelas que você sabe.	(E22) Sim, em alguns casos da célula animal existe algumas organelas que não existem na célula vegetal. Ex: vacúolo, peroxissomos; (E23) Sim, no citoplasma animal existem os centríolos e na vegetal não, assim como na vegetal existem pequenos reservatórios de H ₂ O.	(E2) Não. De diferença há somente que na célula vegetal há a parede celular; (E32) Na célula vegetal tem uma parede celular muito diferente da animal e ela se alimenta por fotossíntese diferente da animal onde não é possível fazer fotossíntese e sim dos alimentos que comemos é retirados os nutrientes que precisamos;	Diferenciar o citoplasma de células eucariontes animais e vegetais e reconhecer, especialmente, as organelas presentes e ausentes em cada uma delas.
6.	Os organismos que são unicelulares apresentam citoplasma? Se sim, existe(m) alguma(m) diferença(m) entre o citoplasma dos unicelulares e dos pluricelulares? Qual(is) é(são) em sua opinião?	(E22) Sim, algumas não tem organelas; (E1) Não tem nenhuma diferença, porque elas são células; (E10) Sim, e não existe diferença entre o citoplasma dos unicelulares e pluricelulares.	(E6) O citoplasma dos unicelulares é mais desenvolvido; (E11) Sim. No unicelular o citoplasma há organelas específicas para sua função (não precisa de comando do núcleo), não tem núcleo. Na pluricelular já tem núcleo que comanda as organelas.	Provar que a existência de citoplasma, com suas respectivas estruturas, aparecem tanto em eucariontes unicelulares como em pluricelulares.
7.	Os vírus apresentam citoplasma? Se sim, existe(m) alguma(m) diferença(m) entre o citoplasma dos vírus e dos outros seres vivos? Qual(is) é(são)?	(E21) Não, porque o vírus não tem célula.	(E5) Existe sim porém ela é única e não tem presença de organelas como exemplos a célula animal ela apenas guarda em seu interior materiais genéticos; (E35) Sim, não apresentam organelas.	Identificar o vírus como ser vivo acelular, desprovido de citoplasma com organelas.
8.	Você conhece o termo Organelas Citoplasmáticas? O que você sabe sobre elas?	(E31) Nas organelas possuem várias coisas que estabelecem entre si diferentes funções. Por exemplo, o ribossomo armazena proteína; (E23) As organelas são como se fossem os “órgãos” da célula, pois cada uma tem uma função e uma depende da outra.	(E29) Sim, ela forma o meio da célula; (E12) Que elas <i>tem</i> alguma ligação com a célula do ser humano; (E15) As organelas são como “pelos” que revestem o citoplasma.	Caracterizar todas as organelas citoplasmáticas; suas funções, posição e morfologia.
9.	Que comparação você faria entre as organelas citoplasmáticas e os órgãos que compõem o corpo humano?	(E1) É que os dois é um sistema, se um não funciona direito o outro também não irá trabalhar bem. Os dois são uma espécie de conjunto; (E10) Que as organelas são semelhantes aos órgãos do corpo humano, pois realizam	(E51) A organela citoplasmática são os sustento dos órgãos humanos ou seja, tudo que o órgão produz a organela recebe; (E20) Elas são quase a mesma coisa, só que estão na célula.	Oportunizar, dentro do possível, comparações entre o que as organelas desempenham como funções específicas para as células de forma semelhante à que os órgãos desempenham para os organismos desenvolvidos.

		tarefas semelhantes aos órgãos.		
10.	Em sua opinião, o citoplasma permanece estático (parado) na porção interior da célula ou existe movimentação de seu conteúdo?	(E9) Ele se movimenta constantemente, pois é um líquido.	(E49) Ele permanece parado.	Apresentação do movimento de ciclose, que pode ser considerado como o movimento do citoplasma. além de apontar a distribuição dos nutrientes.
11.	Você conhece o termo citosol? Em caso positivo, escreva o que sabe sobre esse termo.	(E24) Sim, o que fica no citoplasma entre as organelas; (E22) Sim, é a parte líquida ou gel do citoplasma; (E19) Citosol é um líquido que tem no citoplasma.	(E31) Fica se movimentando liberando substâncias; (E29) Citosol é o "citoplasma" do vírus.	Discernimento dos termos citosol, hialoplasma e citoplasma, como terminologias para designação do conteúdo interno da célula, excetuando-se o núcleo.
12.	Que tipo de funções as organelas citoplasmáticas podem desempenhar na célula? Cite aquelas que você sabe.	(E47) Respiração – Mitocôndrias, digestão de vitaminas – ribossomos, Citoesqueleto – sustentação da célula; (E56) Ribossomo: armazena proteínas. Citoesqueleto: são micro túbulos.	(E54) O nucléolo são tipos que manda tudo que fez para o DNA.	Apresentação das funções das organelas citoplasmáticas em uma célula.

* Informações e conceitos que foram trabalhados pelo docente, sobre o conteúdo abordado, após análise dos subsunçores adequados, parcialmente adequados e na ausência de subsunçores.

Também, buscamos, na literatura, autores que realizaram suas pesquisas com base na teoria da Aprendizagem Significativa e que, nos aspectos metodológicos, buscaram observar os subsunçores. Por exemplo, Temp (2011) visando a identificar os temas de genética, que são de difícil compreensão no ensino médio, desenvolveu modelos didáticos que auxiliassem no ensino desse conteúdo. Para tal investigação, ela verificou a existência de subsunçores por meio de testes. Na visão dessa autora, e de acordo com a TAS, para que os estudantes possam construir o conhecimento, ao confrontarem-se com temas abstratos como genes homólogos, é fundamental que eles relacionem com conhecimento que foi estudado. Dessa forma, é necessário verificar e analisar a ocorrência dos conceitos subsunçores, os quais precisam ser trabalhados para que novos conteúdos possam ser ancorados nesses conceitos e, assim, a aprendizagem torne-se significativa.

Castro e Costa (2011) realizaram um estudo visando a observar as contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de química no ensino médio. Essas autoras aplicaram dois questionários, antes e depois de uma intervenção proposta, para verificar a assimilação feita pelos alunos. Nessa pesquisa, a verificação

dos conhecimentos prévios foi de extrema importância, uma vez que as novas informações trabalhadas pelo jogo deveriam ancorar-se aos conceitos subsunçores pertencentes à estrutura cognitiva dos alunos, adquirindo, assim, novos significados.

Legey et al (2012) verificaram a compreensão do conceito de célula como unidade morfofisiológica dos seres vivos em grupo de acadêmicos universitários. Para tal, realizaram uma análise comparativa dos conceitos e saberes prévios sobre células apresentadas pelos estudantes, a fim de obter um perfil representativo da qualidade da apropriação de saberes prévios de biologia celular. Os alunos avaliados nessa pesquisa, em sua maioria, não apresentaram saberes prévios bem sedimentados na área de biologia celular. Revelaram limitações em conceituar corretamente célula e atribuir-lhe diferenciações, funções e dimensões, bem como em definir conceitos afins de maior complexidade, tais como célula-tronco, terapia celular e clonagem. Concluíram que os alunos avaliados nessa pesquisa, em sua maioria, não apresentaram saberes prévios bem sedimentados na área de biologia celular e que o ensino tradicional persiste nas escolas do ensino médio.

Vinholi-Júnior (2011) aplicou um teste com questões de botânica com alunos de uma escola quilombola para identificar ausência ou presença de subsunçores. A presença/ausência dos subsunçores foi utilizada para o planejamento e a confecção de estratégias instrucionais na pesquisa, visando a facilitar a interação entre as novas informações e as preexistentes na estrutura cognitiva dos alunos, como intuito de promover aprendizagem.

Na concepção de Antunes et al (2010), a participação dos discentes nas aulas de ciências ocorre por meio de intervenções discursivas. Estas, no processo de ensino em sala de aula, dependem necessariamente da mobilização de subsunçores disponíveis na estrutura cognitiva dos participantes da discussão, sendo o entendimento recíproco alcançado quando os integrantes possuem proximidade na significação de conceitos. Os autores apresentaram uma transcrição de aula sobre o tema fotossíntese realizada por Lorencini Jr. (2000) e analisaram as relações discursivas em sala de aula, como tentativa de acesso aos subsunçores relevantes, principalmente com foco nas perguntas feitas pelo professor. Consideram, por fim, que as perguntas quando inseridas em um discurso interativo em aulas de Ciências cumprem a funcionalidade de atender aos princípios da Aprendizagem Significativa, a saber: ativam os conhecimentos prévios dos alunos, possibilitam ao professor estabelecer relações conceituais entre os conhecimentos prévios e as novas informações que são transmitidas na forma de novas perguntas e

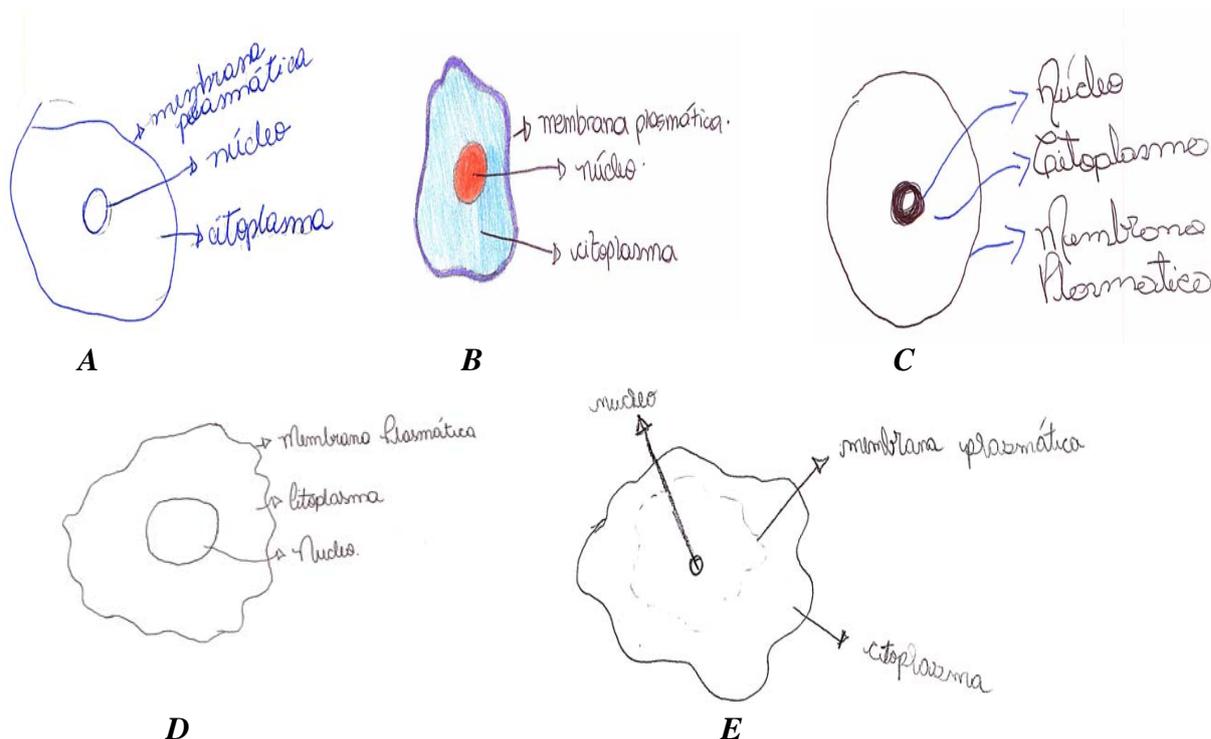
permite resolver eventuais conflitos ou contradições estabelecidas, a partir das respostas e perguntas dos alunos.

Lima e Takahashi (2010), considerando que o conhecimento prévio de um indivíduo sobre a sua aprendizagem subsequente é um fator apontado como relevante para o estabelecimento de uma Aprendizagem Significativa, afirmam que o ensino de conceitos físicos já nas primeiras séries do ensino fundamental pode evitar o estabelecimento de subsunçores cientificamente inconsistentes na estrutura cognitiva do indivíduo, de difícil modificação nas fases educacionais mais avançadas. Para identificar os subsunçores, as autoras apresentaram situações para que os estudantes identificassem a presença dos conceitos de movimento, tempo e velocidade e explicassem esses conceitos. Após esse levantamento, introduziram atividades práticas a partir de simulações, utilizando software em realidade virtual, desenvolvido por pesquisadores colaboradores. Como forma de avaliar a ocorrência da Aprendizagem Significativa, promoveram ações de medição do tempo pela pulsação cardíaca e pelo relógio de um jogo proposto e desafios em duplas para verificar qual delas percorria mais rapidamente um percurso fixo.

Um segundo instrumento utilizado para a análise dos dados foi a esquematização de uma célula, em que os estudantes apontaram os nomes das estruturas que eles conheciam, conforme o Anexo 7. A atividade objetivou acrescentar mais um mecanismo de contribuição para a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes.

4.1.1. Análise dos desenhos esquematizados pelos estudantes

Os desenhos apresentados mostraram certa similaridade entre as representações que os estudantes das duas turmas detêm sobre célula. Uma parcela muito expressiva dos alunos desenhou uma célula com suas três partes básicas: membrana plasmática, citoplasma e núcleo, observada nas figuras 11A a 11E que correspondem, respectivamente, aos desenhos apresentados pelos estudantes E9, E17, E25, E2 e E40. Acreditamos que esse perfil estético seja consequência do ensino aplicado no nível fundamental, que não costuma abordar variedades celulares em seus conteúdos. Esse aspecto variacional costuma ser algo mais comum na biologia, ministrada no ensino médio, do que na disciplina de ciências do ensino fundamental.



Figuras 11A a 11E. Imagens caracterizando um perfil estético comum nos desenhos esquematizados pelos estudantes E9, E17, E25, E2 e E40, respectivamente.

Vários estudantes apontaram, além das partes básicas da célula, a presença de organelas ou estruturas na porção citoplasmática. Percebemos que existia, por parte deles, o conhecimento de que a célula é preenchida por estruturas internas. Muitos deles não demonstraram conhecimento sobre os nomes ou formas que as organelas possuem. Esse fato também foi observado no questionário diagnóstico (questões 13a a 13k – anexo 1), em que a maioria dos alunos não conseguiu obter êxito nas respostas ou deixou em branco. Alguns desenhos desse tipo de observação estão apresentados nas figuras 12, 13 e 14, que correspondem, respectivamente, aos desenhos apresentados pelos estudantes E11, E13 e E50.

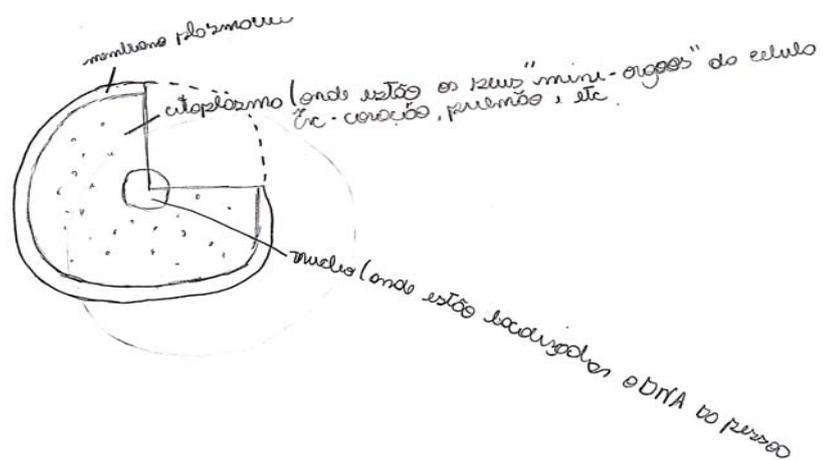


Figura 12. Desenho de uma célula com preenchimento, na porção citoplasmática, apenas de alguns pontos, apresentado pelo estudante E11.

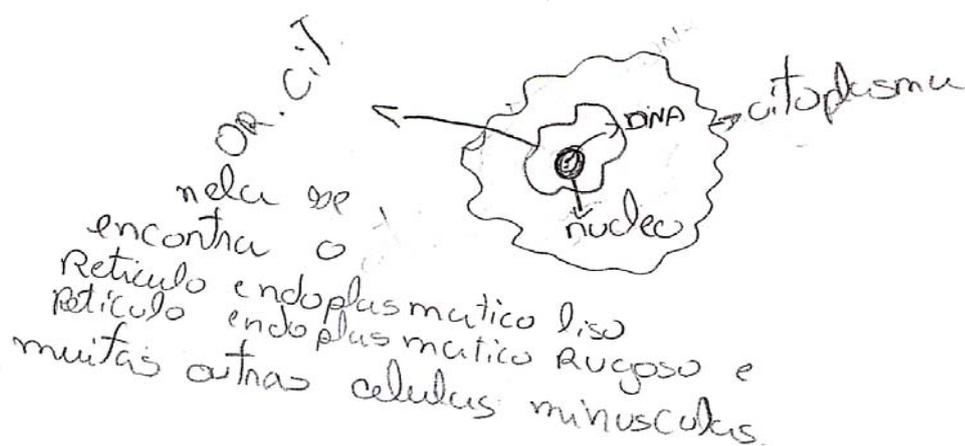


Figura 13. Desenho de uma célula sem preenchimento interno, porém, com nomes de algumas organelas, apresentado pelo estudante E13.

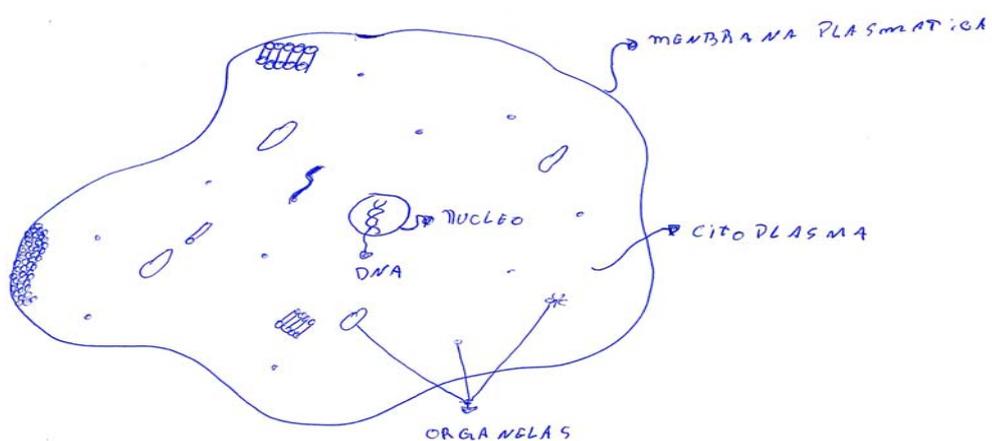
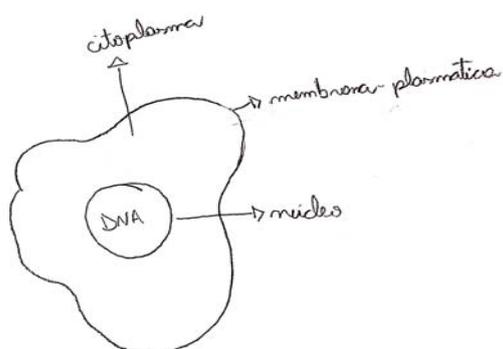
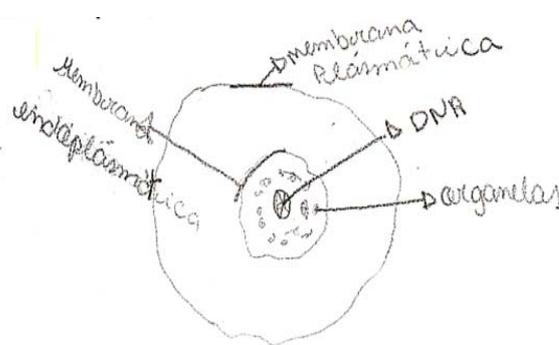


Figura 14. Desenho de uma célula com estruturas citoplasmáticas sem denominação, apresentado pelo estudante E50.

O conhecimento de que o DNA é uma estrutura presente no interior do núcleo da célula eucarionte pode ser observado em uma parcela dos esquemas (Figuras 15A a 15D), que correspondem, respectivamente, aos desenhos apresentados pelos estudantes E12, E16, E31 e E32. Isso representa um elemento importante para as aquisições sobre conceitos de ácidos nucléicos, mitose, meiose e biotecnologia. Na figura 16, a estudante E44 representou o DNA em sua localização intranuclear, bem como seu formato em dupla hélice com os traços representando as ligações entre as bases nitrogenadas, demonstrando um aspecto importante para futuras conexões entre subsunçores com novas informações.



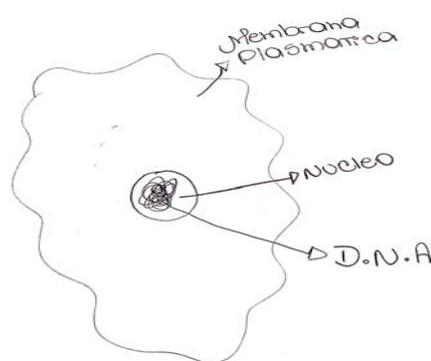
A



B



C



D

Figuras 15A a 15D. Desenhos de células com apresentação de DNA na porção intranuclear, apresentados, respectivamente, pelos estudantes E12, E16, E31 e E32.

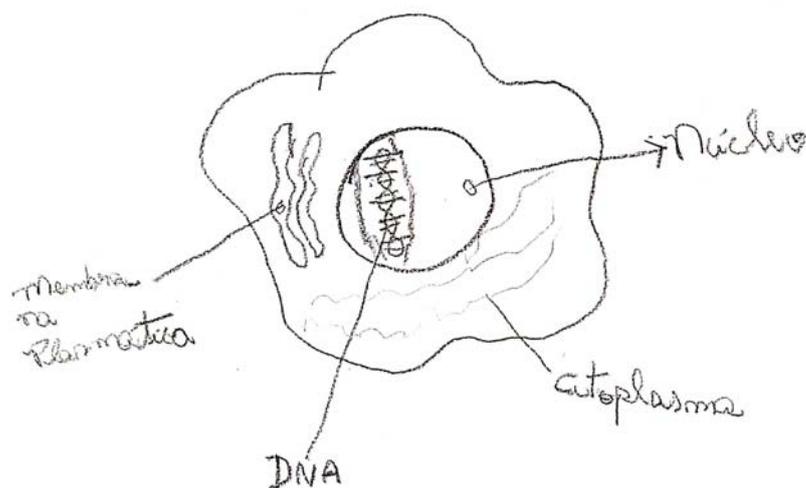
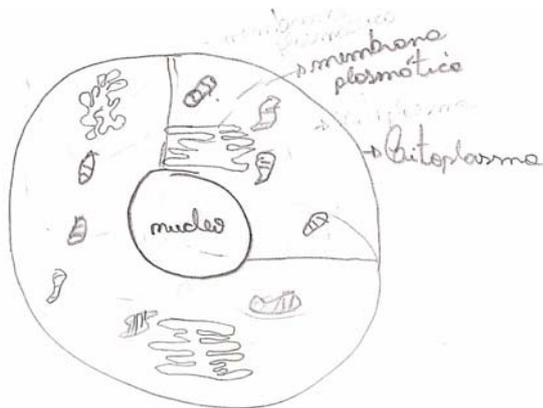
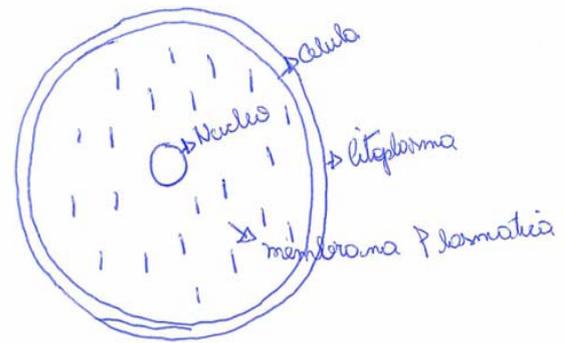


Figura 16. Desenho de célula com morfologia do DNA representada dentro núcleo da célula, apresentado pela estudante E44.

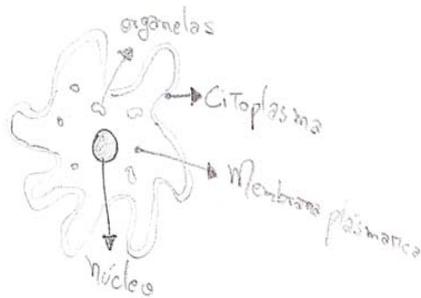
Foram observados diversos apontamentos errôneos nos esquemas dos estudantes. A confusão entre o posicionamento da membrana plasmática e do citoplasma foi detectada no desenho dos alunos E10, E27, E42, E46 e E52 (Figura 17A a 17E) que pode ser decorrente da palavra membrana, que por si só, representa uma estrutura que envolve. Já o citoplasma pode ser confundido com outras terminologias similares, como citosol, hialoplasma, protoplasma, nucleoplasma, entre outros. No entanto, nas aulas de ciências do ensino fundamental, costuma ser um conteúdo bastante estudado e trabalhado pelos professores, demonstrando, neste caso, um conhecimento deficitário sobre essa questão.



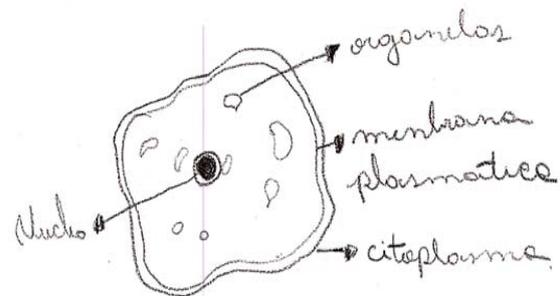
A



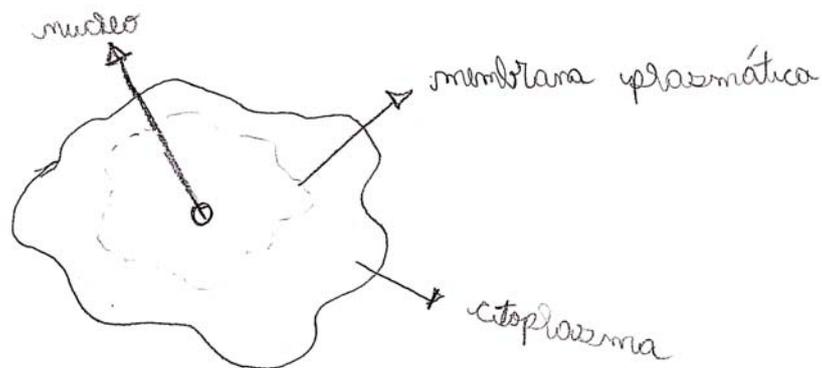
B



C



D

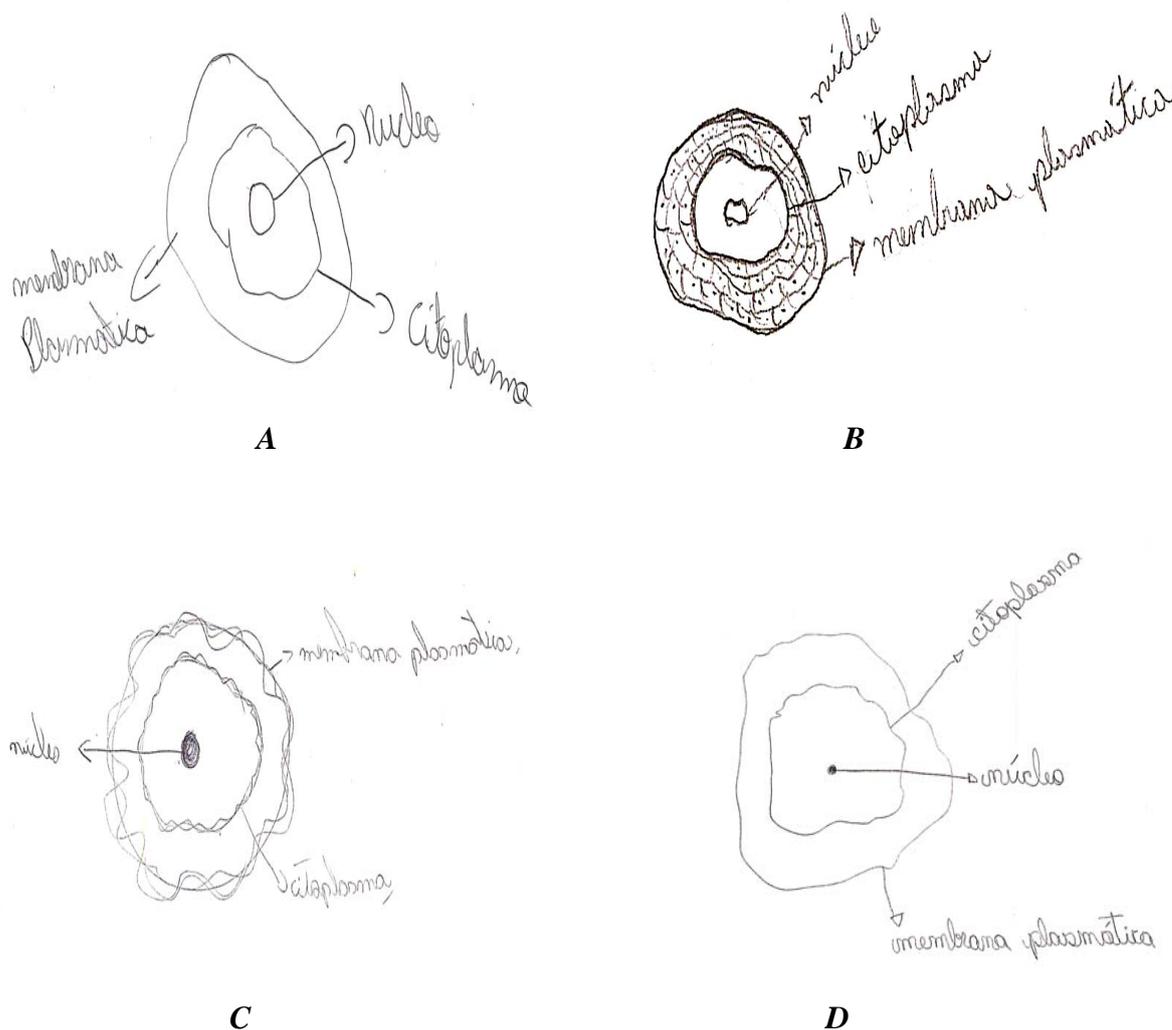


E

Figuras 17A a 17E. Desenhos de células representando posicionamentos equivocados da membrana plasmática e/ou do citoplasma, apresentados, respectivamente, pelos estudantes E10, E27, E42, E46 e E52.

Também percebemos que alguns estudantes entendem, previamente, o citoplasma como uma membrana, mais interna que a membrana plasmática, como visualizado no esquema dos alunos E14, E20, E24 e E49 (Figuras 18A a 18D). Possivelmente, isso decorre do desconhecimento de estruturas na porção interna da

célula. A escrita também foi deficitária, como no caso do estudante E18, apresentando o termo “Sintoplasma”, ao invés de Citoplasma (Figura 19).



Figuras 18A a 18D. Desenhos que apontam o citoplasma como um envoltório mais interno que a membrana plasmática, apresentados, respectivamente, pelos estudantes E14, E20, E24 e E49.

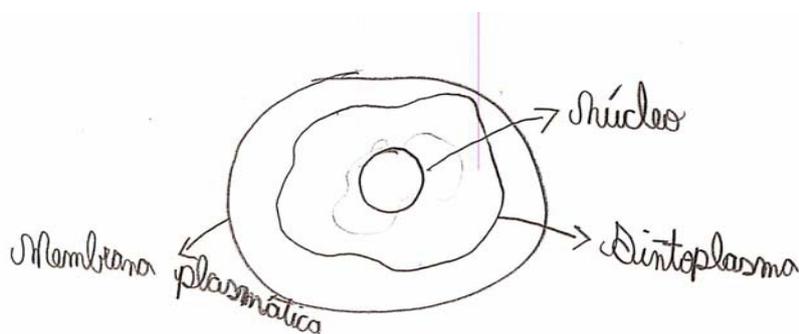


Figura 19. Utilização de termo inadequado para citoplasma apresentado pelo estudante E18.

Alguns estudantes desenharam célula vegetal, ao invés da animal. Isso poderia ser um fato pouco previsível, uma vez que a célula animal é bem mais trabalhada do que a vegetal no ensino fundamental. Além disso, a célula vegetal apresenta peculiaridades que nem sempre são de fácil assimilação por partes dos estudantes, como a morfologia mais regular, pela presença da parede celular, cloroplastos e vacúolo. Alguns estudantes apresentaram as duas células (Figura 20 – estudante E37) Outros apresentaram somente a célula vegetal (Figura 21 – estudante E39).

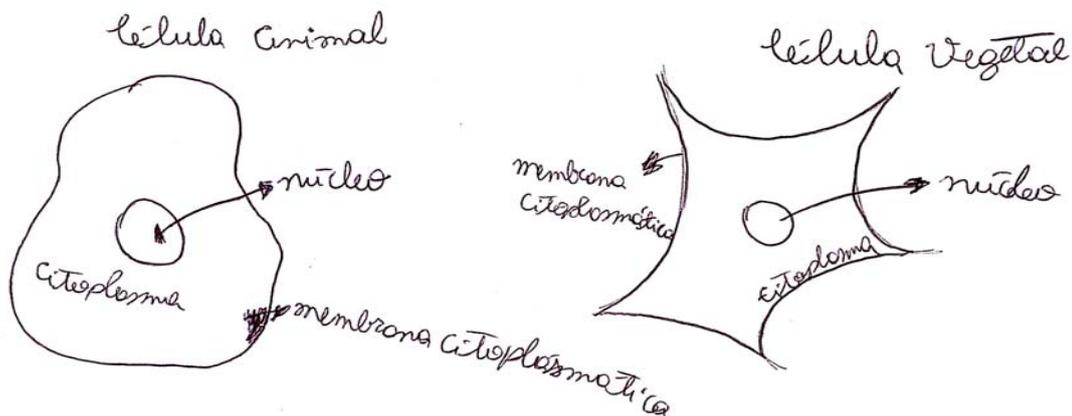


Figura 20. Desenho de célula animal e célula vegetal apresentado pelo estudante 37.

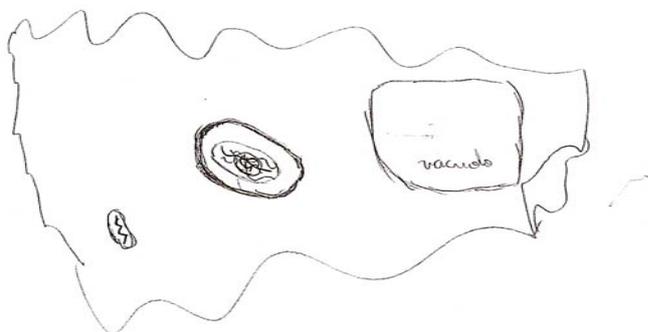


Figura 21. Desenho de célula vegetal apresentado pelo estudante 39

A membrana que envolve o núcleo (membrana nuclear ou carioteca) foi pouco apresentada e, em alguns casos, confundida em sua terminologia, como membrana endoplasmática, apontada pelo estudante E54 (Figura 22). O termo endoplasmático possivelmente deu-se em confusão com o termo retículo endoplasmático, ou pelo pensamento do estudante de que se trata de algo mais interno que o citoplasma (termo endo = interno).

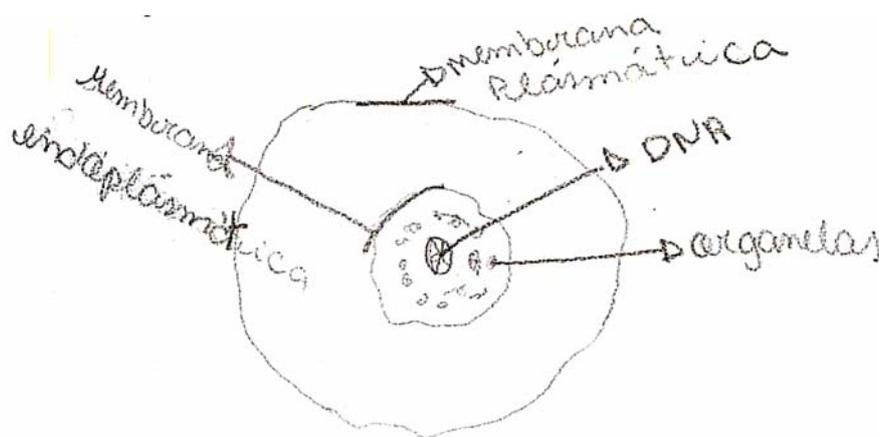


Figura 22. Desenho de célula em que o estudante E54 confundiu a denominação da carioteca com o retículo endoplasmático.

A opção por também utilizar a atividade por meio de imagens sobre a célula foi importante para que fosse possível obter mais uma fonte de dados que pudesse contribuir com a análise dos conceitos subsunçores que os estudantes possuíam. As representações estruturais favoreceram um diagnóstico mais preciso sobre os conhecimentos iniciais dos estudantes e possibilitaram que o professor-pesquisador tivesse mais elementos que poderiam nortear a condução da sequência didática.

Em pesquisa de investigação de trabalhos abordando estudos sobre Ensino de Biologia Celular, realizada por Palermo (1997), é apontada a relevância em trabalhar com os conhecimentos prévios sobre célula, bem como suas representações. No entanto, a autora afirma que a maioria das pesquisas utiliza poucos instrumentos (geralmente um ou dois – questionários e/ou entrevistas) para verificação dos dados e não vincula este conhecimento com as novas informações de forma eficaz. Dessa forma, para esta pesquisa, foram utilizados outros dois instrumentos, um pré-teste e um pós-teste, sendo aplicados e analisados para que pudéssemos verificar os conhecimentos prévios sobre célula, antes e após as intervenções.

4. 2. ANÁLISE DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Foram, também, avaliadas as adequações das respostas atribuídas pelos estudantes no contexto de cada questão do pré-teste (Anexo 2) e do pós-teste (Anexo 3), utilizando-se, para isso, critérios distribuídos em três categorias de respostas, cujas

quantidades encontradas nos pré-testes e pós-testes foram sintetizadas nas tabelas 3 e 4. Os critérios foram adaptados de Vasquez-Alonso et al (2008) para a análise de respostas desses testes.

A resposta foi considerada ingênua (inadequada) quando não expressa sentido admissível em concordância com a pergunta realizada. Foi considerada adequada (apropriada) quando apresenta um sentido apropriado da perspectiva dos conhecimentos de biologia celular. Quando expressa alguns elementos da perspectiva anterior, embora não seja completamente apropriada, foi considerada plausível (parcialmente aceitável).

Tabela 3. Escala de avaliação de cada resposta com a interpretação de seu significado nas questões do pré-teste

QUESTÕES	Informática Matutino			Informática Vespertino		
	Ingênuas	Plausíveis	Adequadas	Ingênuas	Plausíveis	Adequadas
1ª	15	10	5	9	12	5
2ª	18	7	5	20	4	2
3ª	9	17	4	11	12	3
4ª	10	11	9	13	9	4
5ª	10	7	13	8	9	9
6ª	11	8	11	10	12	4
7ª	15	6	9	9	9	8
8ª	21	-	9	20	3	3
9ª	19	5	6	16	8	2

Tabela 4. Escala de avaliação de cada resposta com a interpretação de seu significado nas questões do pós-teste

QUESTÕES	Informática Matutino			Informática Vespertino		
	Ingênuas	Plausíveis	Adequadas	Ingênuas	Plausíveis	Adequadas
1ª	7	4	19	14	8	4
2ª	4	13	13	6	6	14
3ª	6	15	9	9	9	8
4ª	3	5	22	8	5	13
5ª	3	3	24	5	10	11
6ª	7	7	16	6	8	12
7ª	8	11	11	4	12	10
8ª	8	3	19	9	8	9
9ª	13	9	8	12	7	7

Pelos dados obtidos, percebemos que a maior concentração de respostas no pré-teste enquadra-se como ingênuas/inadequadas, perfazendo aproximadamente 48,4% enquanto que, no pós-teste, perfazem aproximadamente 26,2%. Já para respostas consideradas adequadas/apropriadas, observamos que houve bastante avanço conceitual, visto que, no pré-teste, perfizeram aproximadamente 22% e, no pós-teste, 45,4%.

As respostas consideradas plausíveis/parcialmente adequadas tiveram uma porcentagem similar no pré-teste e no pós-teste, representando 29,4% e 28,3%, respectivamente. No entanto, isso não é indicativo que as respostas dos mesmos estudantes mantiveram-se nessa categoria nos dois questionários. Observamos, nas questões, que algumas respostas que foram consideradas, no pré-teste, como ingênuas, no pós-teste, foram plausíveis. Em outros casos, respostas plausíveis no pré-teste de alguns estudantes foram categorizadas como adequadas no pós-teste.

Considerando o quantitativo de alunos que atribuíram suas respostas e foram consideradas, no pré-teste, como ingênuas e comparando-se à quantidade de questões ingênuas no pós-teste, as questões que mais tiveram avanço foram as de número 2 e 8, respectivamente. Fazendo o mesmo comparativo para as questões consideradas adequadas, o avanço foi mais expressivo para as questões 4, 2 e 8, respectivamente. A questão 2, que trata dos diferentes seres vivos organizados e sua classificação celular - unicelulares e pluricelulares, procariontes e eucariontes, autótrofos e heterótrofos; a questão 4, que aborda as diferenças entre matéria viva e matéria bruta e a questão 8, que refere-se aos seres vivos acelulares, foram, possivelmente, influenciadas pela atuação da modelagem didática, uma vez que enfocou aspectos diretamente relacionáveis com as abordagens trabalhadas nessas questões.

As questões com menor aproveitamento foram 7 e 9, que tratam da diferenciação celular e várias abordagens de classificação e os aspectos de divisão. Concordando com os dados obtidos no trabalho realizado por Cerri et al (2001), os/as estudantes têm desconhecimento ou pouca compreensão do nível celular, somado às concepções que consideram os seres vivos como seres constituídos por células, assinalando caráter celular mais aos animais que aos vegetais, considerados em algumas respostas como seres inertes e acelulares. Também percebemos desconhecimento da relação das funções e da estrutura das substâncias orgânicas que compõem a célula, tais como proteínas, lipídios, carboidratos, entre outras. Os conteúdos relacionados aos eventos de mitose e meiose costumam ser de difícil compreensão, em detrimento da grande quantidade de informações e terminologias para cada etapa dos eventos. Esses fatores corroboram com os dados obtidos nas tabelas 3 e 4.

O próximo passo da sequência didática proposta na pesquisa foi destinado à realização das atividades de modelagem pelos estudantes, que se caracterizou pelas

etapas de construção, elaboração e apresentação de modelos de células, vírus e organelas, conforme explicado na metodologia.

4.3. ANÁLISE DAS ATIVIDADES COM MODELAGEM

Para a realização e a apresentação dos trabalhos de modelagem didática, foram confeccionados 56 modelos (28 grupos – sendo 15 para a Informática Matutino e 13 para a Informática Vespertino) representando os diferentes tipos de células, modelos virais, processos biológicos celulares e micro-organismos diversos. Percebemos grande variedade de materiais que compuseram as diversas formas dos modelos didáticos construídos pelos estudantes.

As estratégias utilizadas para a elaboração e a apresentação dos modelos pelos estudantes foram construídas levando-se em consideração todos os detalhes da morfologia celular, utilizando-se literatura apropriada para consulta de peculiaridades e características sobre o modelo específico, além das diversas buscas, em literatura especializada, por parte dos alunos, acerca das informações biológicas sobre os modelos que eles teriam que construir e apresentar, tais como a fisiologia e as principais características das organelas ou da célula em questão.

A análise da modelagem foi realizada, principalmente, a partir da apresentação dos modelos concretos pelos estudantes. Para o acompanhamento do processo de construção do modelo, que aconteceu extra sala, foi solicitado que elaborassem um diário de bordo.

Na apresentação dessas estruturas biológicas, os estudantes demonstraram aos seus colegas as características e as peculiaridades que cada estrutura apresenta, relacionando-as com os diversos aspectos do modo de funcionamento celular, contribuindo para uma melhor assimilação do conteúdo abordado.

Percebemos, durante as apresentações, que os estudantes respondiam os questionamentos dos colegas baseando-se nas leituras que utilizaram para o estudo e para a construção dos modelos. Com o surgimento das dúvidas ou discussões em que os estudantes não possuíam embasamento para responder, havia intervenção do docente, mediando uma discussão que, para um grupo de 1ª série de ensino médio, na visão do professor, já estava atendendo às expectativas. Essas discussões ocorriam no sentido de valorizar os conhecimentos apresentados por eles, bem como, fazer as correções necessárias, em detrimento das informações erradas ou incoerentes.

Um elemento importante neste estudo foram as ideias iniciais dos estudantes, especialmente coletadas por meio das respostas contidas no questionário diagnóstico, na atividade com os desenhos e no pré-teste, essenciais para o direcionamento dos tipos morfológicos de modelagem que foram construídos e para a percepção do professor sobre os aspectos que deveriam ser utilizados sobre a biologia celular para a ancoragem das novas informações.

Para subsidiar a análise dos dados acerca da modelagem, múltiplas fontes de dados foram utilizadas – gravações, anotações de campo do pesquisador, material fotográfico e análise dos modelos concretos, conforme descrito na metodologia (Capítulo 3).

Os modelos didáticos estipulados pelo docente, para confecção e apresentação, foram:

- Célula Animal típica;
- Célula Vegetal típica;
- Célula Nervosa (Neurônio);
- Célula Muscular;
- Célula de Secreção;
- Óvulo;
- Espermatozoide;
- Vírus Bacteriófago;
- Vírus HIV;
- Célula Procarionte (Bactéria);
- Cianobactéria;
- Protozoários – *Paramecium* sp.; *Trypanosoma* sp.; *Leishmania* sp.; Amebas.
- Organelas ou estruturas específicas: Membrana Plasmática, DNA, Retículo Endoplasmático Liso e Retículo Endoplasmático Rugoso, Mitocôndrias, Lisossomos, Peroxissomos, Complexo Golgiense, Cloroplastos, Centríolos, Vacúolo do Suco Celular.

Serão exibidas algumas imagens dos modelos concretos construídos e apresentados pelos estudantes na intervenção. A opção por apresentá-los, aqui, de forma geral e não por grupo de apresentação, deu-se no sentido de propiciar as discussões acerca das estruturas apresentadas em um mesmo grupo/tipo de estrutura biológica de modelagem. Para apresentação nesta tese, foram escolhidos cinco modelos com imagens e discussões sobre sua apresentação (Célula Animal Típica – figuras 23 a 28; Célula

Vegetal Típica – figuras 29 a 34; Protozoários – figuras 35 a 40; Vírus – figuras 41 a 46 e Organelas isoladas – figuras 47 a 52).

1) CÉLULA ANIMAL TÍPICA



Figuras 23, 24 e 25. Representação de célula animal típica com suas respectivas organelas

O grupo dos estudantes da turma Informática Matutino apresentou uma célula animal típica, com riqueza de estruturas citoplasmáticas e organelas móveis para melhor exposição durante a apresentação oral. O grupo utilizou pequenas bolinhas de isopor representando os ribossomos e materiais diferenciados para as outras organelas. Durante a apresentação, o grupo esclareceu que o Retículo Endoplasmático Rugoso (RER) deve estar posicionado próximo ao núcleo, uma vez que existe fluxo de substâncias entre o material produzido no RER para o núcleo, em que também foi evidenciada a importância da síntese proteica.



Figuras 26, 27 e 28. Representação de célula animal típica com suas respectivas organelas

O grupo apresentou uma célula animal típica em modelo de isopor com organelas pintadas também em isopor, Etil Vinil Acetato (EVA), representando o complexo golgiense, grãos de feijão (ribossomos) e palitos (centríolos). Deu-se ênfase, na apresentação do grupo, que as mitocôndrias podem variar sua quantidade dependendo do grau de trabalho da célula. Núcleo e RER posicionados de forma coerente. O professor, após apresentação do grupo, orientou que a célula em questão deve ter uma atividade digestiva especializada, pela quantidade de lisossomos. Também corrigiu o grupo sobre o posicionamento dos centríolos que, para atuarem na divisão celular, deveriam estar próximos ao núcleo da célula.

2) CÉLULA VEGETAL TÍPICA



Figuras 29, 30 e 31. Representação de célula vegetal típica com suas respectivas organelas

A célula vegetal apresentada pelo grupo trouxe organelas coerentes com o perfil de uma célula do Reino Plantae. O vacúolo do suco celular apareceu corretamente em destaque por sua complexidade dentro da célula. O grupo trouxe apenas um cloroplasto, construído satisfatoriamente para uma apresentação. Foi esclarecida a especificidade da fotossíntese, relacionada ao cloroplasto. Apontaram que célula vegetal também apresenta mitocôndria, uma vez que as plantas respiram e não somente fazem a fotossíntese. A parede celular também foi destacada. O grupo reforçou que em célula vegetal não deve haver lisossomo, pois esse tipo de célula compõe seres autótrofos, que sintetizam seu próprio alimento, não sendo necessário esse tipo de organela.



Figuras 32, 33 e 34. Representação de célula vegetal típica com suas respectivas organelas

Com organelas específicas de células vegetais em destaque, esta célula foi muito bem apresentada em seu aspecto teórico. O grupo expôs as diferenças entre um organismo animal e vegetal, apontando, em seu modelo didático, as particularidades do vacúolo do suco celular, dos cloroplastos e da parede celular. Enfatizaram que o vacúolo celular pode sofrer diferenciação osmótica dependendo da condição ambiental em que a planta está submetida. Apontaram as estruturas da parede celular, especialmente, a lamela média e sua gênese pelo complexo golgiense.

3) PROTOZOÁRIOS

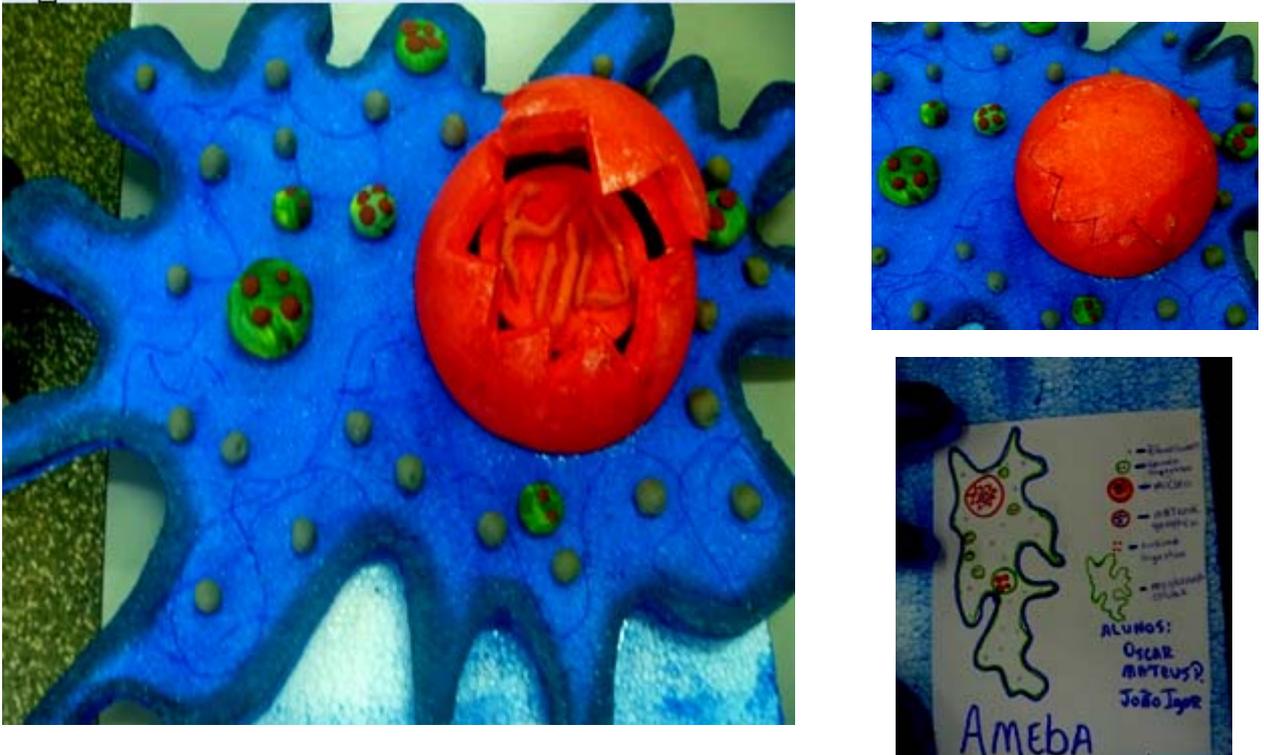
- Paramécio



Figuras 35, 36 e 37. Representação do protozoário paramécio com suas respectivas estruturas

Um protozoário foi representado pelo modelo de um Paramécio. Inicialmente, o grupo esclareceu que os paramécios são representantes do Reino Protista e, por isso, são unicelulares. O professor lembrou que, além dos protozoários, existem nesse reino as algas, organismos que podem ser unicelulares ou pluricelulares, compostos por células eucariontes. O grupo utilizou barbantes para representação dos cílios, que identifica esse protozoário no Filo Ciliophora. Foi apontado, no modelo, o vacúolo pulsátil, que atua na osmorregulação, o citóstoma, por onde ocorre a entrada de alimentos, o macronúcleo, que atua diretamente no metabolismo celular do paramécio, e o micronúcleo, responsável pela reprodução sexuada. O grupo esclareceu que o modelo trata-se de uma espécie de água doce, uma vez que a presença de vacúolo pulsátil retira o excesso de água do interior por meio de poros.

Ameba

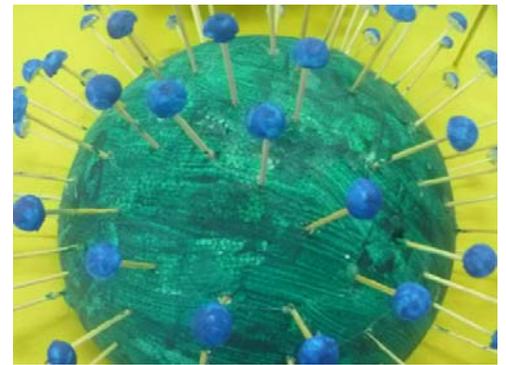


Figuras 38, 39 e 40. Representação do protozoário ameba com suas respectivas estruturas

Outro protozoário foi representado, da classe Rhizopoda, com expansões que servem para locomoção e englobamento de alimentos (pseudópodes). O grupo trouxe uma ameba com expansões bem definidas e explicadas durante a apresentação. O grupo comentou sobre a importância dessa classe de protozoários para a saúde pública, principalmente pelas doenças que causam, como a Amebíase. Explicaram que a ameba é um organismo unicelular e eucarionte. A maioria é de vida livre, ou seja, não parasitas; dulcícolas (água doce), possuindo um vacúolo contrátil ou pulsátil que realiza osmorregulação - eliminando o excesso de água absorvida -, permitindo a vida da célula. Mitocôndrias foram expostas para demonstrar a atividade metabólica por meio da respiração celular. O núcleo foi destacado por uma porção móvel na parte superior, onde se abriga o material genético da célula.

4) VÍRUS

HIV



Figuras 41, 42 e 43. Representação do vírus HIV com suas respectivas estruturas

O vírus HIV foi representado em sua porção interna e externa. A estética do modelo possibilita visualizar que o organismo em questão é um organismo acelular. Esse fato foi explicado pelo grupo, uma vez que os vírus são seres acelulares. Também foi comentado pelo grupo que, diferentemente dos seres celulares, os vírus apresentam apenas um material genético. O vírus HIV apresenta RNA como seu ácido nucleico. A parte bioquímica do vírus também foi abordada, uma vez que, em sua composição, aparecem fosfolipídeos e várias proteínas. Além dos aspectos inerentes ao modelo viral, um aspecto que gerou bastante discussão e curiosidades na apresentação deste grupo foi a doença causada por esse vírus - Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS). Como de costume, essa doença desperta curiosidades e dúvidas, diante dos mitos e questionamentos do alunado.

BACTERIÓFAGO



Figuras 44, 45 e 46. Representação do vírus bacteriófago com suas respectivas estruturas

O vírus bacteriófago costuma ser um dos vírus mais comentados e estudados em salas de aula do ensino médio. O grupo trouxe um modelo bastante interessante, com uma lâmpada no ápice (cabeça), que representa o local onde está inserido o material genético (DNA) desse vírus. Foi discutido que todo vírus é específico em relação à célula parasitada e que, nesse caso, os bacteriófagos parasitam as bactérias. A representação da forma como é expelido o DNA do vírus foi apresentada corretamente pelo grupo, bem como os ciclos lítico e lisogênico.

5) ORGANELAS ISOLADAS

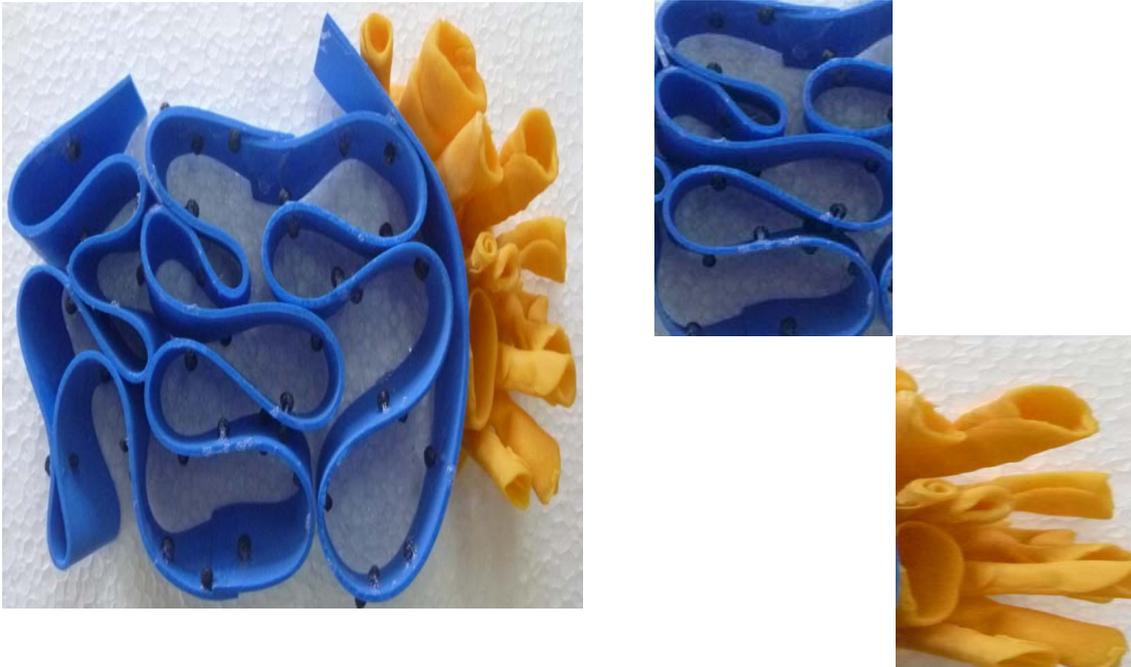
MITOCÔNDRIA



Figuras 47, 48 e 49. Representação da organela mitocôndria com suas estruturas internas

A mitocôndria foi apresentada como organela com finalidade de gerar a energia necessária para que a célula mantenha seu metabolismo. Esse grupo trouxe uma das melhores abordagens teóricas entre todos os modelos que foram apresentados. Inicialmente, foi explicada a teoria da endossimbiose, em que a mitocôndria é descendente de uma bactéria. A morfologia externa e interna também foi abordada, bem como foi dado ênfase em aspectos que nem sempre aparecem em livros didáticos. O grupo apresentou, por meio de pequenas argolas dispersas em um gel (matriz), o material genético (DNA) que aparece somente em mitocôndrias e cloroplastos. Assim, essa organela tem a capacidade de autoduplicar-se, diferentemente das outras organelas. O grupo também salientou a questão de que o DNA mitocondrial, transmitido às próximas gerações, é somente de origem materna, em função da posição em que essa organela ocupa na célula sexual masculina (espermatozoide), em uma região chamada peça intermediária. Também trouxeram os ribossomos, que têm a função de sintetizar as próprias proteínas dentro da organela, deixando a mitocôndria menos independente das proteínas produzidas pela célula. O professor qualificou o grupo e a modelagem como referência na estética e na apresentação, pela qualidade e capacidade que os estudantes apresentaram na confecção do modelo.

RETÍCULO ENDOPLASMÁTICO



Figuras 50, 51 e 52. Representação da organela retículo endoplasmático (liso e rugoso)

O grupo trouxe o Retículo Endoplasmático, organela exclusiva de células eucariontes, formado por invaginações da membrana plasmática. Essa organela possui grande extensão dentro da célula, constituída por uma rede de túbulos e vesículas achatados e interconectados, que comunicam com a membrana nuclear, por isso, sua localização está sempre próxima ao núcleo da célula. As duas morfologias foram apresentadas: retículo granuloso (ou rugoso), identificado pela cor azul no modelo, com presença de ribossomos aderidos a sua membrana e o retículo não granuloso (liso), que não apresenta ribossomos em sua membrana. O grupo salientou que, ultimamente, o retículo rugoso tem sido denominado de ergastoplasma. As funções dos dois retículos foram bem diferenciadas – síntese de proteínas para o retículo endoplasmático rugoso e síntese de lipídios para o retículo endoplasmático liso. O grupo explicou a ligação existente entre o retículo rugoso e o complexo golgiense no processo de secreção de substâncias úteis para a célula. Já na explicação sobre o funcionamento do retículo liso, o grupo apresentou dificuldades em explicar o significado de esteróides e fosfolipídeos, que foram definidos e exemplificados pelo professor. O grupo também citou que o retículo liso tem função similar a dos peroxissomos, atuando, também, no processo de *desintoxicação* celular.

Durante as apresentações, foram anotadas as principais perguntas que os estudantes fizeram ao grupo que estava realizando a exposição. Isso foi uma importante contribuição para que o professor pudesse compreender alguns aspectos empíricos que os estudantes detêm e atuasse em uma estratégia de respondê-las (ou articulá-las) com palavras menos rebuscadas sobre os eventos biológicos ou células específicas. As células que mais provocaram dúvidas e/ou questionamentos foram as sexuais (óvulos e espermatozoides). Serão apresentados aqui os questionamentos realizados.

4.3.1. Questionamentos sobre o óvulo e o espermatozoide:

- Quando um bebê nasce com deficiência o que tem a ver com o espermatozoide?
- Onde o espermatozoide *bate* para entrar?
- O que faz com que apenas um espermatozoide fecunde o óvulo?
- As doenças cromossômicas têm a ver com óvulo ou com o espermatozoide?
- Dois espermatozoides podem fecundar o mesmo óvulo?
- Gêmeos têm *a ver* com genética?
- Quais as chances de ter gêmeos de sexos opostos?
- As mulheres podem ter filhos de dois pais diferentes se tiver relação sexual com dois homens em um curto período de tempo?
- Por que o espermatozoide é uma célula animal?
- Para que serve o flagelo?
- O que aconteceria se o óvulo tivesse núcleo perto da periferia da célula?
- Espermatozoide de cachorro é igual de humano?
- Onde ficam os cromossomos no espermatozoide?
- Se o humano tem 46 cromossomos, por que juntando masculino e feminino não dá 92?
- Quando ele (espermatozoide) penetra o óvulo, qual parte entra, e o que acontece com o resto?
- Qual é o prazo de vida no espermatozoide no corpo feminino?
- O que acontece com os espermatozoides que não fecundam o óvulo?

- Diferença entre esperma e espermatozoide;
- Todo espermatozoide tem o mesmo número de mitocôndrias?

4. 4. ANÁLISE DOS DIÁRIOS DE BORDO:

A proposta de analisar a construção dos modelos pelos estudantes em ambiente externo à escola se deu pela atividade do diário de bordo, mencionada na metodologia desta tese. Essa análise mostrou, por meio de materiais escritos e de vídeos realizados, a angústia que permeia o início de um processo que é inerente à proposta de um trabalho escolar inovador, no qual a criatividade é sempre necessária. Porém, foram notáveis as observações de satisfação por parte dos estudantes por estarem participando de um processo diferenciado de aprendizagem, em que estavam sendo atores da construção de seu conhecimento, confeccionando modelos concretos na disciplina de biologia.

Alguns grupos optaram pela apresentação de registros diários da construção dos modelos, conforme a própria designação do nome da atividade. Outros grupos foram mais sucintos nas informações e apresentaram o processo em uma única etapa de atividade de trabalho.

Os relatos e imagens demonstraram, em sua maioria, que os estudantes utilizaram livros didáticos como referência para construção de organelas. Eles, também, realizaram várias consultas sobre imagens por meio da internet.

Nos registros de trabalho do diário de bordo, os estudantes manifestaram momentos de descontração e motivação, que são aspectos relacionados à predisposição para construir o modelo e conseqüentemente relacionar os novos conhecimentos com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva. Predisposição esta, tão essencial, para possibilitar a Aprendizagem Significativa. Mesmo quando apontaram alguns questionamentos ou críticas negativas quanto à utilização dessa modelagem, estas foram em número muito pequeno e restrito apenas a algumas questões.

Para o desenvolvimento da atividade de modelagem, os estudantes tiveram que assumir a responsabilidade de buscar as informações que constam na literatura biológica e relacioná-las às informações trabalhadas em sala de aula pelo professor-pesquisador. A união dessas informações foi utilizada para a construção das diferentes organelas e outras estruturas presentes no citoplasma da célula.

Em sua maioria, os estudantes apresentaram em seus diários de bordo os aspectos de montagem das estruturas. Alguns grupos, no entanto, descreveram um histórico da atividade e a forma pela qual se organizaram para a realização dos trabalhos, como podemos ver na exposição de um grupo:

Após a conversa com nosso professor fizemos esta reunião para decidirmos a melhor forma de confeccionarmos os modelos que nos foi pedido. Primeiramente precisamos estudar as organelas, as funções que cada uma delas exerce na célula, depois disso nosso próximo passo é buscar a melhor maneira de fabricação dos modelos, isso inclui: preço, material, e a forma mais clara possível para que os alunos compreendam bem o modelo, já que a ideia é levá-los para sala de aula como material didático auxiliar, que de fato possa ajudar o aluno a compreender a matéria. No início, combinamos que no nosso trabalho, cada um iria produzir umas das organelas. Mas após conversarmos achamos melhor fazer tudo junto para aprender mais e a forma de montagem foi:

1) LISOSSOMOS

Materiais:

- Tinta guache vermelha e amarela;
- Duas bolas de maciça de isopor tamanho 38;
- Cola emborrachada preta;
- Estilete.

Montagem:

- Cortamos as bolas de isopor ao meio;
- Misturamos as tintas vermelha e amarela para que tenham um resultado alaranjado;
- Pintamos as bolas de isopor com a tinta alaranjada;
- Deixamos secar;
- Colocamos pequenos pingos da cola emborrachada preta na superfície das bolas de isopor;
- Deixamos secar, e finalmente o lisossomo está pronto.

2) CENTRÍOLOS

Para construir esse modelo nos baseamos em um centríolo feito por alunos de uma escola que minha mãe trabalha no Paraguai. Como ela sabia que eu estava fazendo trabalho com esses modelos, ela trouxe uma célula pronta de lá para nós do grupo analisar. Porém tivemos que ampliar o tamanho e corrigir essa organela, pois ela não tinha 9 grupos de microtúbulos como nosso professor ensinou. Além disso, esse centríolo estava dentro da célula e o nosso vai ser separado.

Materiais:

- 1 Kg de biscuit;
- Tintas de tecido verde e rosa;
- Super Cola;
- Arame fino;
- Uma base para enrolar o arame (lata de batata).

Montagem:

- Misturamos tinta rosa à parte do biscuit, essa parte rosa, será usada para confecção dos vinte e sete microtúbulos do centríolo;

- Enrolamos vinte e sete tiras finas do biscoito rosa para ser os microtúbulos;
- Fizemos nove grupos compostos cada um por três microtúbulos, para unir de três em três fizemos uso da Super Cola;
- Misturamos tinta verde à outra parte do biscoito, essa parte da massa será usada para fazer o suporte onde os microtúbulos estarão fixados;
- Usamos a lata de batata para fazermos a base, enrolamos o arame em todo pote em forma de mola e prendemos;
- Envolvermos todo arame com biscoito e deixamos secar;

Depois de seco, os microtúbulos estavam prontos, porém tínhamos um problema, o arame que usamos para o suporte era fino demais, e quando tiramos-lo da base, ele não ficou seguro, ficou feito mola, tornando assim impossível a confecção do centríolo. Buscamos então algo adequado para prendermos os microtúbulos e fazermos o centríolo. Encontramos um fio de luz, duro e razoavelmente grosso, fizemos o seguinte processo:

- Enrolamos o fio na base;
- Envolvermos todo o fio com biscoito verde;
- Deixamos secar;
- Depois de seco unimos o suporte aos microtúbulos usando a Super Cola. Após as devidas alterações nosso centríolo está pronto!

3) CLOROPLASTOS

No dia seguinte iniciamos a construção do cloroplasto.

Materiais:

- 2 garrafas pet de cor verde;
- Uma folha de E.V. A cor verde;
- Cola;
- Tesoura;
- Moeda de R\$ 0,50, para servir de molde;
-

Montagem:

- Cortamos a ponta de uma garrafa e colocamos uma dentro da outra;
- Cortamos um buraco em um lado da garrafa;
- Colamos as garrafas juntas;
- Usamos a moeda como molde e cortamos várias moedas de E. V. A;
- Colamos várias moedas de E.V.A em forma de torre;
- Colamos as torres dentro da garrafa pet;
- Usamos os retalhos do E. V. A que havia sobrado para fazer a ligação entre uma torre e outra.

4) VACÚOLO VEGETAL

Nesse dia também marcamos para confeccionar os modelos. Nossa colega chega com uma ideia que nos surpreende. Nosso desafio era construir também o vacúolo vegetal para completar certinho a célula. A forma que vemos apresentada na célula, para nós era praticamente impossível transcrever didaticamente. Pensamos que seria o mais trabalhoso, quando na verdade foi o mais simples. Nossa amiga, estudando a forma que ele possuía, pegou um vidro de acetona de formato achatado, retirou a tampa e o rótulo, cobriu a boca do vidro e nos trouxe o vacúolo vegetal prontinho.

Após várias pesquisas para construção desses modelos, e a busca para chegarmos o mais próximo possível da forma apresentada nos livros, porém de forma tridimensional, e totalmente didática adquirimos um aprendizado muito grande. Seja com os modelos que confeccionamos, na hora da pesquisa ou da montagem, sempre descobrimos coisas novas. Experiências incríveis vivenciadas por todo grupo, são tantas que não caberiam em uma folha. Por isso dedicamos esse pequeno espaço para que cada um de nós conte sucintamente o que mais marcou quanto à experiência de aprendizado pessoal durante essa etapa de nosso trabalho.

“Eu tinha dúvidas em relação à função de algumas organelas. Também não lembrava muito bem daquelas organelas que existem somente em células animais e outras somente em células vegetais. Dos modelos que eu construí o que eu achei mais difícil tanto a construção como a função da organela foi o Centríolo. Entre os modelos que trabalhamos nessa etapa, eu sempre confundia a mitocôndria com o cloroplasto, o contato confeccionando e reformando esses modelos estão me ajudando bastante a entender biologia e superar minhas dificuldades!” (E8).

“Sempre gostei de biologia, mas nunca tive facilidade em aprender os conteúdos, todos aqueles nomes sempre me prejudicavam. Quando comecei a fazer o trabalho com os modelos didáticos consegui aprender, ficou tudo tão mais simples, hoje sei vários nomes que aprendi com a construção dos modelos”. (E28).

“Eu não gostava muito de biologia, quando, mas quando o professor falou dessa atividade eu vi ali uma chance de melhorar e criar mais afinidade com a matéria, hoje com a construção dos modelos eu consegui aprender bastante, e quando vamos montar uma célula, ou organela que é preciso pesquisar é muito interessante porque vou aprendendo umas coisas novas e bem legais. Depois dessa tarefa comecei a gostar de biologia.” (E40).

Em síntese, os diários evidenciaram que a atividade de modelagem permitiu escolhas de caminhos, os quais os grupos trilharam e se orientaram, para realizar suas diferentes construções. A tomada de decisões acerca dos materiais utilizados para posicionar e/ou delinear as estruturas foi, após a análise dos diários, o fator de maior contribuição nesse processo e que ocorreu fora do lócus escolar. A negociação e as discussões se mostraram fortes elementos para aprendizagem dos aspectos específicos desse conteúdo, as quais foram demonstradas, posteriormente, na apresentação dos grupos.

Outro instrumento utilizado foi a atividade com os mapas conceituais, visando à observação da organização conceitual e ideias dos estudantes acerca do assunto estudado. Os critérios de análise foram adaptados de Mendonça (2012), que classifica os mapas conceituais em bons, regulares ou insuficientes.

4. 5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS MAPAS CONCEITUAIS

O conteúdo foi discutido por meio de mapas conceituais de referência como parte da sequência didática e, também, foram utilizados, posteriormente, como balizadores na avaliação dos mapas conceituais construídos pelos estudantes ao final do processo de intervenção. Em data estipulada como a de realização de uma prova sobre o assunto, tradicionalmente utilizada pelo docente, ao invés de aplicá-la, foi solicitada a construção de um mapa conceitual, a ser confeccionado sem o auxílio de livro texto ou qualquer outro material. O tempo de atividade para a construção dos mapeamentos foi de 90 minutos (duas aulas).

Nesta pesquisa, optamos por atuar de forma colaborativa na construção dos modelos didáticos e de forma individual na confecção dos mapas conceituais. Porém, após a entrega dos mapas ao professor, os estudantes apresentaram o mapa construído para a turma, favorecendo o processo de negociação de significados. Buscando amparo nas ideias de Novak (1988, p. 39-40), que afirma que os mapas conceituais são instrumentos úteis para negociar significados, enfocamos que o ponto mais relevante que se deve considerar neste sentido refere-se à negociação de significados no contexto da atividade de educar, no qual os alunos, em sua maioria, contribuem com algo de si mesmos para a negociação, não sendo uma página em branco na qual se deve escrever ou um depósito vazio a ser preenchido.

Valendo-nos das ideias de Novak e Gowin (1988), concordamos que, para compreender o valor do mapa conceitual como meio de compartilhar significados, deveríamos deixar muito claro que não há um mapa conceitual unívoco e definitivo sobre qualquer assunto, já que, em sua elaboração, o indivíduo manifesta seus próprios conceitos prévios, anteriormente aludidos, no nível de hierarquização deles, segundo a importância que se estabeleça entre eles, o nível de inclusão que perceba tais conceitos.

Essa ideia é complementada por Peña et al (2005), que acreditam no princípio que a aprendizagem é uma experiência que se vive individualmente, mas o conhecimento é um fato que pode ser compartilhado. Os significados próprios do

conhecimento apresentam a possibilidade de ser intercambiados e, ainda, negociados com outros colegas, a fim de obter-se a construção, por exemplo, de um mapa conceitual consensual entre todos, no qual se somam os conceitos mais significativos, previamente negociados, de cada um dos alunos.

Partindo do pressuposto que a construção colaborativa é característica de um mapa de consenso, optamos pela apresentação dos mapas conceituais visando à interação e à negociação de significados, uma vez que leva o estudante a avaliar seu próprio processo de aprendizagem, detectando quando há concepções equivocadas expostas no mapa e identificando possíveis hierarquizações associadas aos princípios da diferenciação progressiva de conceitos, assim como da reconciliação integrativa.

Optamos, também, por não solicitar aos estudantes a entrega de novos mapas conceituais após as apresentações, pois não havia mais tempo hábil no semestre letivo para tal realização. As discussões dos mapas conceituais pelos estudantes podem cumprir uma útil função de aprendizagem, como consequência das animadas discussões em sala de aula, como foi observado nesta pesquisa.

Os mapas conceituais construídos pelos estudantes foram analisados qualitativamente. Estabelecemos critérios de classificação quanto à hierarquia e aos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, adaptadas de Mendonça (2012).

Buscando diagnosticar evidências de Aprendizagem Significativa nos mapas conceituais, levamos em consideração aspectos fundamentais de análise de mapeamento conceitual: qualidade de conceitos válidos e de ligações simples e cruzadas, relevância das caixas de conceitos e proposições apresentadas, exemplos válidos e viáveis. Foram analisados mapas conceituais de 56 estudantes.

A distribuição da quantidade de estudantes para cada categoria de análise dos mapas conceituais está apresentada na Tabela 5. Evidencia-se que quase a metade dos estudantes envolvida na pesquisa construiu mapas conceituais com boa qualidade, sugerindo que a sequência e o uso das modelagens, bem como a implementação dos outros instrumentos de pesquisa, contribuíram para aprendizagem de conceitos de biologia celular, uma vez que auxiliou o aluno na ordenação e estruturação do conhecimento na biologia celular. Aproximadamente 21% dos discentes não conseguiram obter sucesso com a estratégia, produzindo mapas conceituais com baixa qualidade.

Uma vez analisado todo o processo de intervenção, os mapas revelaram, em sua maioria, indícios de Aprendizagem Significativa, embora nos mapas de alguns estudantes observam-se vestígios de uma aprendizagem mecânica, visto que, após as intervenções, eles apresentaram conceitos errôneos e desarticulados. Alguns exemplos típicos observados nesses mapeamentos foram que: seres procariontes não são vivos, a membrana plasmática é uma organela presente no citoplasma, e a fotossíntese é a respiração da célula vegetal, entre outros.

No entanto, a frequente adoção do significado de Aprendizagem Significativa como um produto final “pronto, acabado e correto” é um aspecto que precisa ser analisado e estudado com mais atenção. O real significado do conceito demanda que o conhecimento do aluno seja analisado como um ponto (provisório) no *continuum* entre a aprendizagem mecânica e a significativa e a ausência dessa interpretação é um forte indicador de apropriação inadequada da Teoria de Aprendizagem Significativa. Nenhum material produzido pelo aluno representará a totalidade do seu conhecimento e, portanto, avaliar o seu conhecimento, com base no referencial ausubeliano, significa interpretar as várias evidências de aprendizagem que ele apresenta como parte do seu conhecimento num dado momento. Ou seja, as manifestações (orais, escritas, gestuais, por exemplo) do aluno devem ser avaliadas como aquilo que ele, em função do que efetivamente conhecia sobre o tema, conseguiu explicitar a partir de uma determinada situação e momento particular (LEMOS, 2005).

Antes das intervenções realizadas, os estudantes responderam questões sobre a biologia celular revelando um conhecimento superficial e, muitas vezes, equivocado, diferente dos dados observados nos pós-testes, conforme pode ser observado nas tabelas 3 e 4. Por meio da atividade com os organizadores prévios e a abordagem da atividade com a modelagem didática, percebemos, ao longo do processo, uma maximização do nível conceitual dos estudantes. No pós-teste e nos mapas conceituais, observamos que os estudantes reapresentaram conceitos que, nos diagnósticos iniciais, foram apontados de forma insatisfatória. Os aspectos morfológicos e fisiológicos das organelas, apresentados nos mapas conceituais dos alunos, representam o principal exemplo dessa evolução.

Tabela 5. Distribuição da quantidade de estudantes para cada categoria de agrupamentos de análise dos mapas conceituais

<i>Qualidade geral do mapa</i> <i>Estudantes</i>	<i>MB</i> <i>(Mapa Bom)</i>	<i>MR</i> <i>(Mapa Regular)</i>	<i>MI</i> <i>(Mapa Insuficiente)</i>
1		x	
2		x	
3	x		
4		x	
5	x		
6			x
7		x	
8	x		
9		x	
10		x	
11		x	
12	x		
13			x
14			x
15		x	
16			x
17	x		
18		x	
19	x		
20		x	
21	x		
22			x
23	x		
24	x		
25			x
26	x		
27		x	
28		x	
29	x		
30		x	
31	x		
32			x
33	x		
34		x	
35	x		
36			x
37		x	
38		x	
39			x
40		x	
41	x		
42			x
43	x		
44	x		
45	x		
46		x	
47	x		
48	x		
49		x	
50			x
51	x		
52		x	
53	x		
54			x
55		x	
56	x		
TOTAL (%)	23 (41,1%)	21 (37,5%)	12 (21,4%)

A análise na perspectiva qualitativa dos mapas conceituais demonstrou as relações conceituais apresentadas por cada estudante de acordo com sua compreensão. Para fins de exemplificação, foram analisados três mapas conceituais confeccionados pelos estudantes (um bom – figura 53; um regular – figura 54 e um insuficiente – figura 55), no final da sequência didática.

Aluno E8 - Mapa Bom

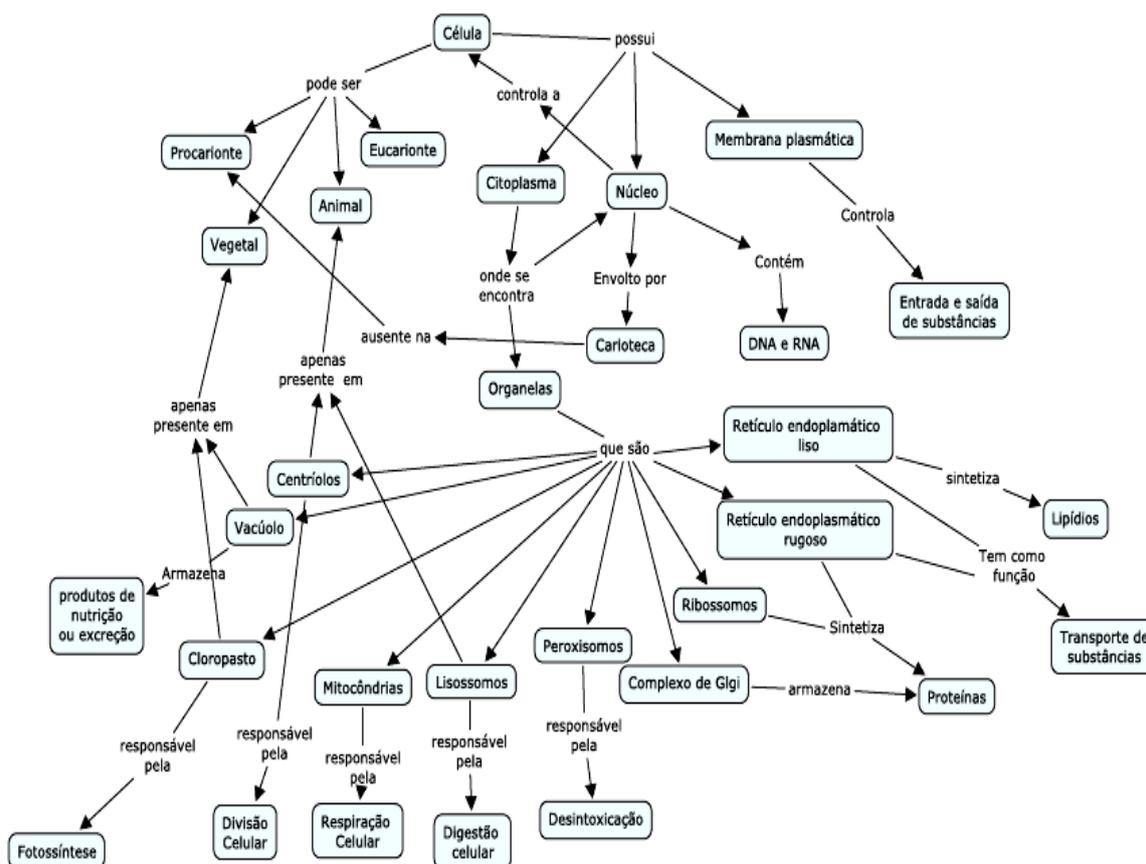


Figura 53. Mapa conceitual construído pelo aluno E8

O estudante E8 apresentou os principais conceitos que concernem ao estudo da célula como unidade isolada. Ele apontou todas as três partes da célula (membrana plasmática, citoplasma e núcleo), bem como as organelas com suas respectivas funções. Sob o ponto de vista de classificação, relacionada à organização celular e aos tipos de células eucariontes (animais e vegetais) apontadas pelo estudante, apresentou a hierarquização entre os conceitos em que os mais inclusivos encontram-se na porção superior, demonstrando a diferenciação das informações até os conceitos mais

específicos. É rico em exemplos e apresenta palavras de ligação coerentes e ligações cruzadas.

Aluno E20 - Mapa Regular

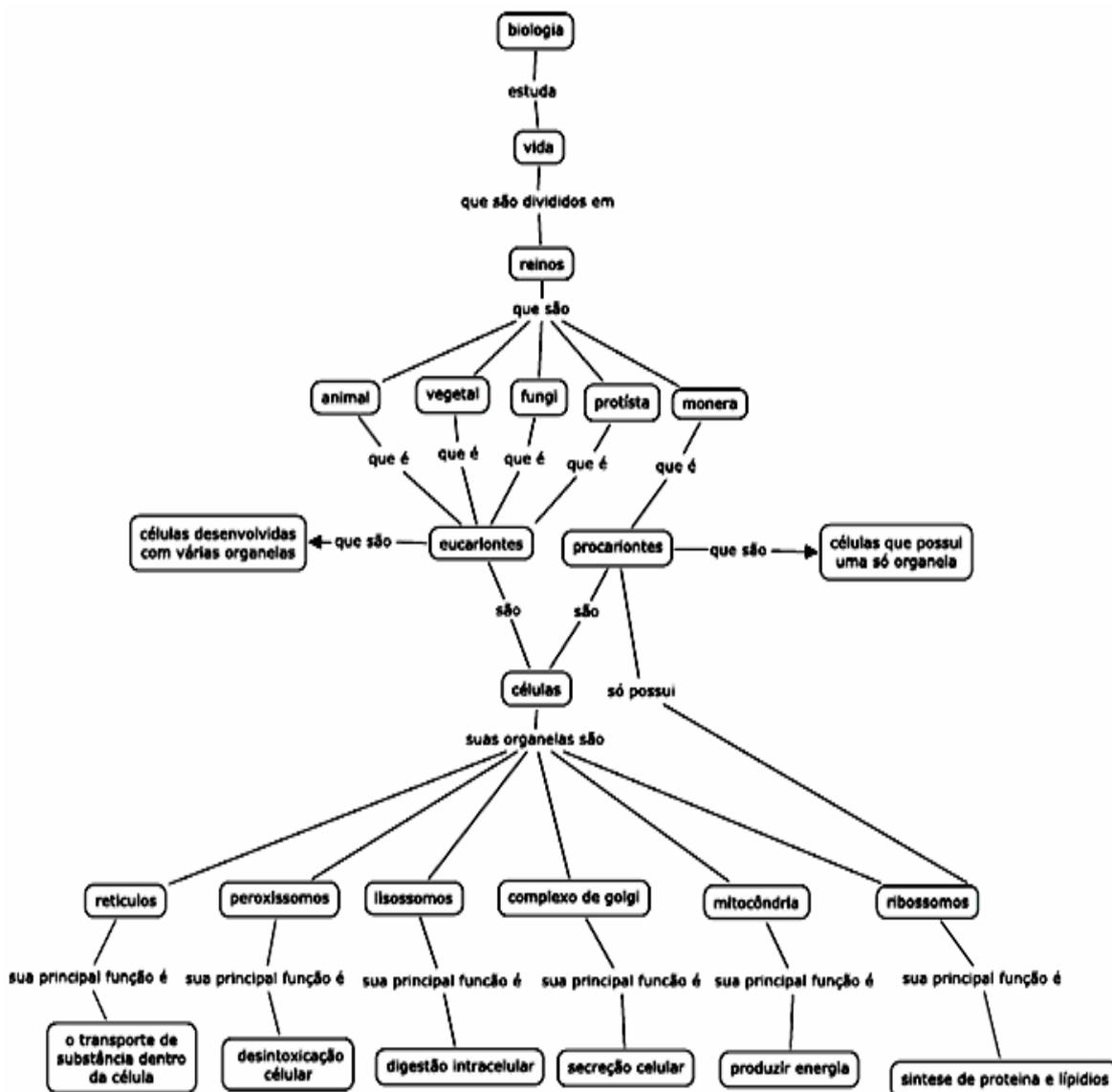


Figura 54. Mapa conceitual construído pelo aluno E20

O estudante E20 introduz no ápice do mapa conceitual a biologia, organizando-a em seu aspecto de classificação, os seres vivos em seus respectivos reinos e diferenciando características celulares (procariontes e eucariontes). Embora exista certa diferenciação progressiva, uma vez que o estudante organiza os conceitos dos mais gerais aos mais específicos no seu mapa, ele comete um equívoco na exemplificação da organela ribossomo e não apresenta a maioria das organelas. Nesse mapa, embora ele

tenha conseguido estabelecer razoável quantidade de relações conceituais, demonstrando ligeira compreensão dos tópicos abordados no estudo da célula, esses conectores não são relevantes, caracterizando-se como um mapa regular.

Aluno E36 - Mapa Insuficiente

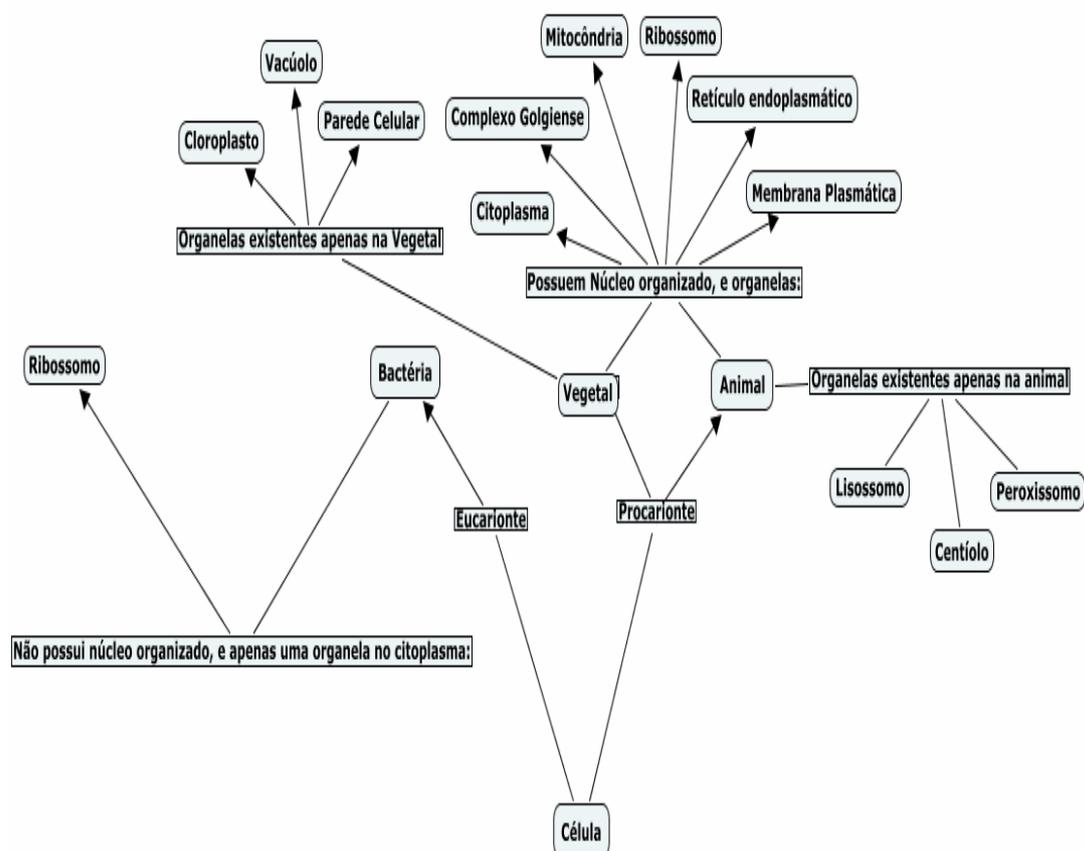


Figura 55. Mapa conceitual construído pelo aluno E36

O estudante E36 construiu um mapa conceitual insuficiente em função das relações/representações entre os conceitos. Inicia o conceito principal (célula) na parte basal do mapa, ramificando-se a classificação celular quanto à organização (procariontes e eucariontes), exemplificando erroneamente os seres pertencentes a essa classificação. Diferencia células vegetais e animais como procariontes e aponta a membrana plasmática como item presente somente em procariontes. Exemplifica parede celular como organela e não aponta nenhum aspecto de fisiologia celular. Além disso, não colocou nenhuma palavra de ligação entre conceitos, impossibilitando uma análise dos conhecimentos relacionados às proposições que pudessem ser formuladas entre os conceitos.

A análise dos mapas conceituais construídos pelos estudantes visou a investigar as possíveis modificações ocorridas em suas estruturas cognitivas com o processo de intervenção, buscando verificar evidências de Aprendizagem Significativa.

Consideramos como condição mais plausível para a verificação de indícios da ocorrência de Aprendizagem Significativa a análise das relações entre os conceitos novos apresentados nos mapas conceituais com os conhecimentos preexistentes, verificados por meio dos instrumentos utilizados, tais como o questionário inicial e o pré-teste. Quando comparada a qualidade das informações contidas nos mapas conceituais com as respostas constatadas nos questionários e pré-testes e ao triangular esses dados, verificamos a ocorrência de uma evolução conceitual no conjunto dos alunos investigados.

Após a sequência de ensino, os estudantes foram capazes de construir proposições baseadas nos conceitos abordados em aula, juntamente com as intervenções e não somente na importância da célula na “composição” dos seres vivos, mas sim como uma unidade morfofuncional responsável por critérios biológicos de classificação e organização dos seres vivos.

A análise dos mapas conceituais permitiu evidenciar que uma quantidade expressiva dos estudantes conseguiu expressar de forma correta, no final do processo de intervenção, aspectos relevantes da célula, ao diferenciar, de forma mais consistente, os conceituais apresentados nos mapas e maximizar as terminologias sobre o tema, exemplificadas, por exemplo, nas figuras 56, 57 e 58, que representam, respectivamente, mapas conceituais construídos pelos alunos E3, E21 e E53.

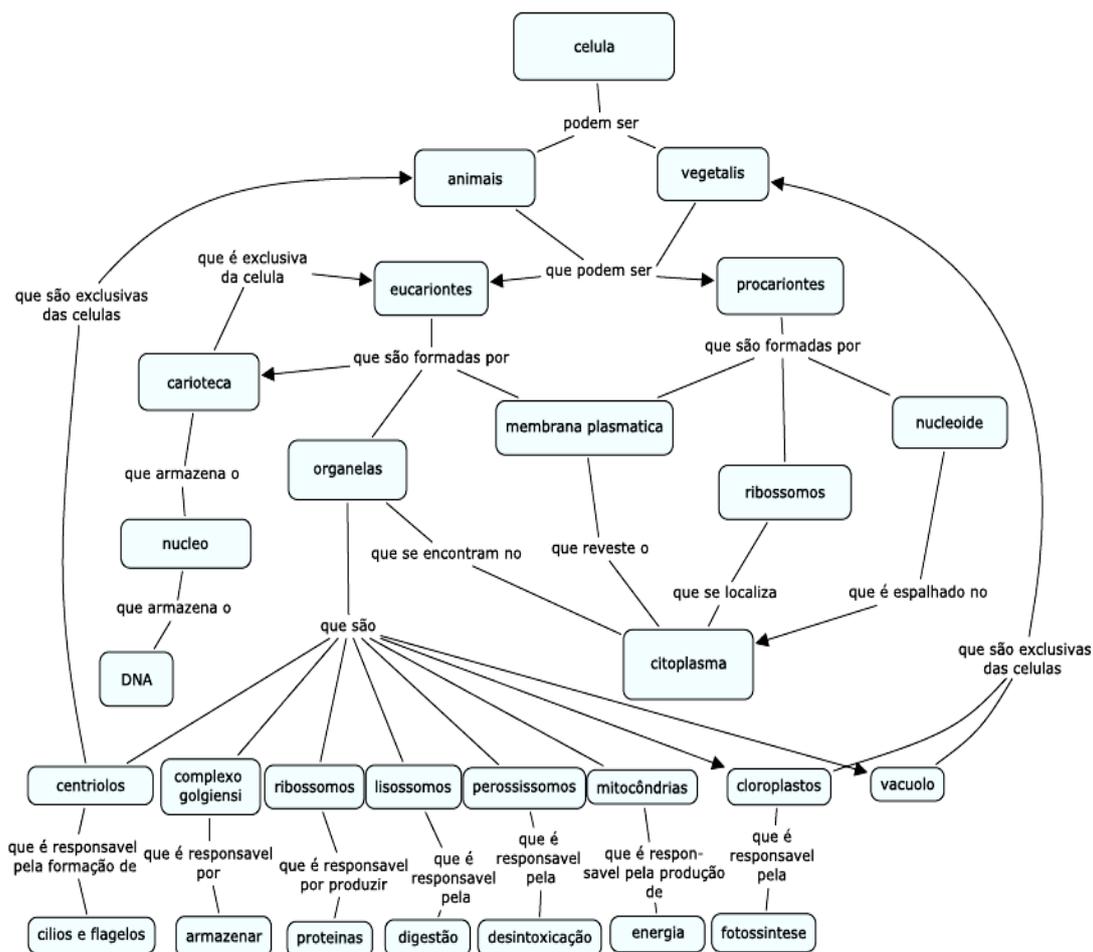


Figura 58. Mapa conceitual bom, construído pelo aluno E53

No entanto, alguns estudantes evidenciaram dificuldades na hierarquização dos conceitos apresentados nos mapas. Isso pode ser influência do histórico de estudo da maioria dos estudantes, pois, em todo o ensino anterior da maioria deles, a forma de hierarquizar não foi essa, uma vez que o ensino tradicional da maioria das escolas ainda preconiza uma aprendizagem mecânica, não valorizando os princípios de hierarquização. Naqueles mapas considerados insuficientes, percebemos as dificuldades manifestadas pelos estudantes sobre os assuntos da biologia celular. Ao todo, foram doze mapas conceituais considerados insatisfatórios, com apresentação de conhecimentos superficiais, evidenciados por sequências lineares, pobres em palavras de ligação e ligações cruzadas e com conceitos errôneos. Exemplos podem ser visualizados nos mapas conceituais dos alunos E25, E42 e E50 (Figuras 59, 60 e 61) respectivamente.

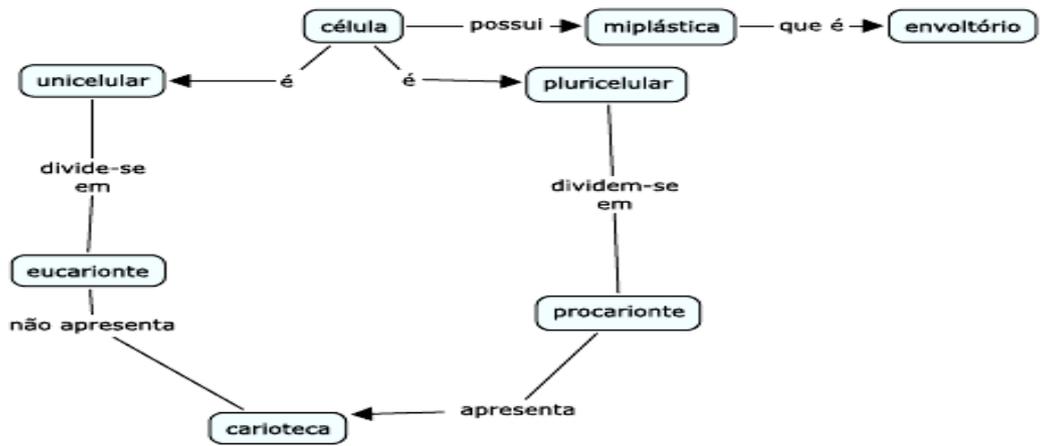


Figura 59. Mapa conceitual insuficiente, construído pelo aluno E25

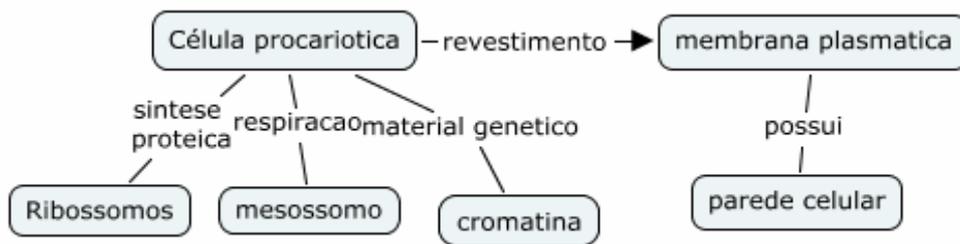


Figura 60. Mapa conceitual insuficiente, construído pelo aluno E42

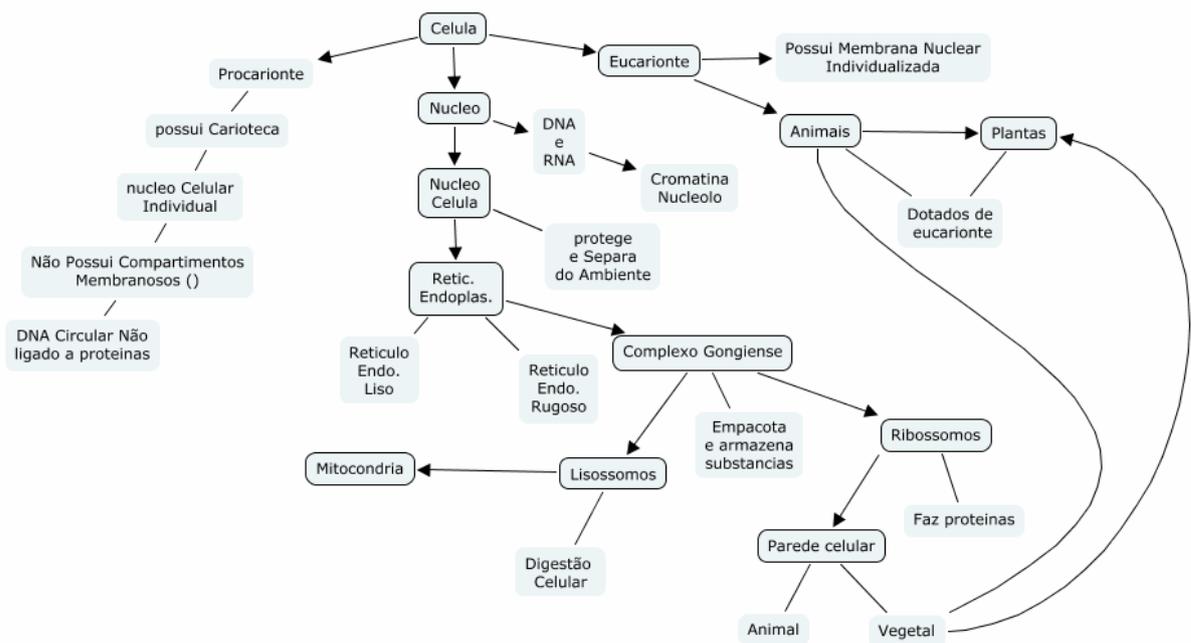


Figura 61. Mapa conceitual insuficiente, construído pelo aluno E50

Os mapas conceituais foram utilizados para a verificação de Aprendizagem Significativa. Ao invés de preocupar-nos em atribuir um escore ao mapa traçado pelos estudantes, empenhamo-nos em interpretar a informação dada por eles, tentando buscar evidências de Aprendizagem Significativa.

A análise dos mapas conceituais permitiu enquadrá-los em três categorias (mapas bons, regulares e insuficientes). Nos mapas conceituais considerados bons, encontramos hierarquização adequada, riqueza de informações e princípios como diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Nesse caso, foi fundamental a apresentação de um material potencialmente significativo, bem como a disposição ao aprendizado significativo por parte desses estudantes. Para os mapas regulares e insuficientes, possivelmente o material não tenha sido suficiente para permitir a ancoragem com os novos conhecimentos.

O mapa conceitual contribui com valores intrínsecos, porque ajuda os que o utilizam a explicitar o conteúdo de sua própria aprendizagem e a organizá-lo de forma lógica e idiossincrática. Após nossas análises, a escolha do uso dos mapas conceituais como instrumento para esta pesquisa mostrou-se relevante por sua utilidade no âmbito dos princípios que inspiram a metodologia qualitativa de investigação.

Buscamos também, na literatura, autores que utilizaram mapas conceituais em suas pesquisas, realizadas no âmbito da Aprendizagem Significativa, para verificar as possíveis aproximações e/ou convergências de resultados obtidos nos estudos de Trindade e Hartwig (2012), Pinto e Amaral (2014), Antunes et al (2013) e Mendonça et al (2013), em que os autores apontam as potencialidades desse recurso como instrumento de pesquisa, de ensino e de avaliação da aprendizagem.

Como consequência das dificuldades dos alunos relacionadas aos conceitos de maior abstração de química, Trindade e Hartwig (2012) utilizaram a Aprendizagem Significativa conforme a teoria de Ausubel e, como forma de avaliação da aprendizagem, recorreram à elaboração de mapas conceituais. As maiores dificuldades apontadas pelos autores estiveram relacionadas à ausência de exemplos nos mapas e à correta construção de proposições, apoiadas em palavras de ligação apropriadas. Concluíram, ainda, que a estratégia dos mapas conceituais é um recurso válido para sondar em profundidade as limitações e as potencialidades de aprendizagem dos estudantes, mesmo em terrenos muito áridos, onde predomina a falta de motivação para a Aprendizagem Significativa e a ausência de recursos materiais.

Pinto e Amaral (2014) apresentaram os resultados de uma experiência na disciplina de biologia de um curso técnico, utilizando o mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem dos impactos ambientais que podem ocorrer na geração de alguns tipos de energia. Para essa aprendizagem, construíram um material a partir dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa, principalmente por meio do princípio da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Os mapas conceituais construídos pelos alunos mostraram que estes estruturam, hierarquizaram, diferenciaram, relacionaram e integraram conceitos dos vários tipos de impactos ambientais.

Em pesquisas utilizando mapas conceituais, Antunes et al (2013) verificaram a eficácia dos mapas como metodologia diferenciada para construção do conhecimento pelos estudantes sobre Sistema Nervoso, conteúdo, muitas vezes, considerado como complexo e de difícil compreensão no ensino médio. Neste sentido, propuseram e avaliaram uma sequência de ensino para construção de mapas como instrumento de avaliação. Ao final da proposta, as autoras verificaram que 74% dos estudantes construíram mapas excelentes quanto ao número de conceitos, organização e criatividade, indicando que houve importante favorecimento do recurso na construção do conhecimento e para Aprendizagem Significativa.

Mendonça et al (2013) utilizaram a inserção e as análises progressivas de mapas conceituais construídos antes, durante e após o estudo de cinco diferentes temas ligados à área de ciências naturais (Água, Solo, Mamíferos, Sistema Respiratório e Elefantes). Os autores concluíram, após suas análises, que a metodologia proposta provocou reflexão individual e coletiva sobre os conceitos e as relações que os alunos estabeleceram entre si para caracterizar os diferentes temas estudados. Também, apontaram que os mapas incluem um maior comprometimento do professor com formas diferentes de ensino, na busca por dar sentido ao que está sendo feito.

Na tentativa da criação de mais um instrumento que fosse considerado válido para triangular os dados, foi aplicada, após as atividades com os mapas conceituais, uma avaliação escrita.

4. 6. ANÁLISE DA PROVA APLICADA

Uma avaliação foi aplicada nas duas turmas, de forma individual e sem consulta aos materiais de ensino. Trata-se de uma prova preparada com dezesseis questões

subjetivas e objetivas (com opções de verdadeiro e falso e somatórios). No sentido de apresentar os resultados das questões, elas foram elencadas por ordem de apresentação (01 a 16) e os dados observados para cada uma nas duas turmas.

- Questão 1

01. UFPR – modif. Três linhagens celulares distintas, estabelecidas em cultura (linhagens 1, 2 e 3), tiveram o conteúdo de suas membranas biológicas analisadas em laboratório. Foram registrados apenas os dados referentes às membranas existentes em maior quantidade nas respectivas linhagens. Os resultados experimentais obtidos foram os seguintes: (0,5)

Linhagem celular	Membranas do retículo endoplasmático rugoso (%)	Membranas do Complexo de Golgi (%)	Membranas do retículo endoplasmático liso (%)	Membranas do envoltório nuclear (%)	Membranas de mitocôndrias (%)
1	32	14	1	7	3
2	8	7	53	6	8
3	60	1	1	6	7

Com base nesses dados, analise as alternativas e assinale a verdadeira:

- As células da linhagem 1 caracterizam-se por elevada taxa de respiração celular.
- As características das células da linhagem 2 são compatíveis com a produção de lipídios.
- A linhagem 3 representa células especializadas em secreção.
- As linhagens celulares 1, 2 e 3 representam células com alta atividade fagocitária.
- As linhagens celulares 1, 2 e 3 são destituídas de citoesqueleto.

A alternativa correta para essa questão é a letra B, enfocando a função do retículo endoplasmático liso em sintetizar lipídios, observada na linhagem celular 2. O índice de acerto para a questão 1, representada pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

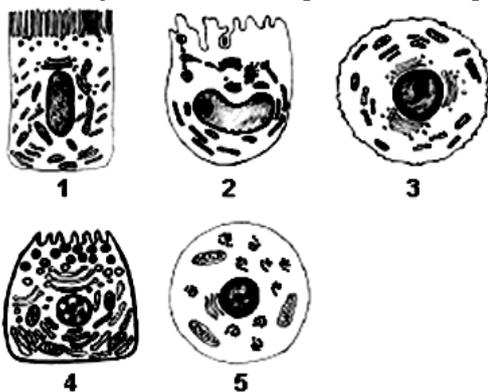
Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	6	46,42%
B)	26	
C)	8	
D)	12	
E)	2	
Não respondeu/ram	2	

Quase metade dos estudantes obteve sucesso na resposta dessa questão. Esse resultado pode apresentar relação com as atividades de modelagem, uma vez que o retículo endoplasmático foi discutido por modelos específicos em que os estudantes apontaram a morfologia da organela na presença (retículo rugoso) e na ausência

(retículo liso) de ribossomos, bem como os produtos de síntese (proteínas e lipídios). Houve, também, em aproximadamente 21% das respostas, indicação com relação à alternativa que trata da atividade fagocitária (alternativa D). Isso pode ser influência do estudo trabalhado em sala. Nas aulas utilizadas como organizadores prévios, citadas na metodologia desta tese, as organelas retículo endoplasmático, complexo golgiense e lisossomos foram explicadas, tanto em forma isolada como em associação de suas funções para as atividades relacionadas à fagocitose. Nas respostas, observamos porcentagens consideráveis nas linhagens 1, 2 e 3, que têm relações com as estruturas fagocitárias.

- Questão 2

02. UEL. A função desempenhada por uma célula está diretamente relacionada à sua forma, tipos de organelas e localização das mesmas no citoplasma. Analise as imagens de células a seguir.



Com base nas imagens e nos conhecimentos sobre o tema, assinale a alternativa que indica, dentre as imagens, aquela que representa uma célula especializada em síntese de proteínas para exportação. (0,5)

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

A alternativa correta dessa questão é a letra D, em que a célula representada pelo nº 4 possui grande quantidade de grãos de zimogênio, bem como complexo golgiense aparente. O índice de acerto para a questão 2, representada pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	11	44,64%
B)	7	
C)	7	
D)	25	
E)	6	
Não respondeu/ram	-	

Para a resolução da questão 2 é indispensável que o estudante conheça o funcionamento do complexo golgiense e as relações entre as vesículas fagocitárias e retículo endoplasmático rugoso. O processo de exportação dá-se após a secreção celular em que as proteínas sintetizadas pelo retículo endoplasmático rugoso são enviadas para o complexo golgiense sendo armazenadas, modificadas (ou empacotadas) e eliminadas para exportação. Nas atividades com os organizadores prévios, o professor apresentou as etapas desse processo por meio da imagem representada abaixo, na figura 62.

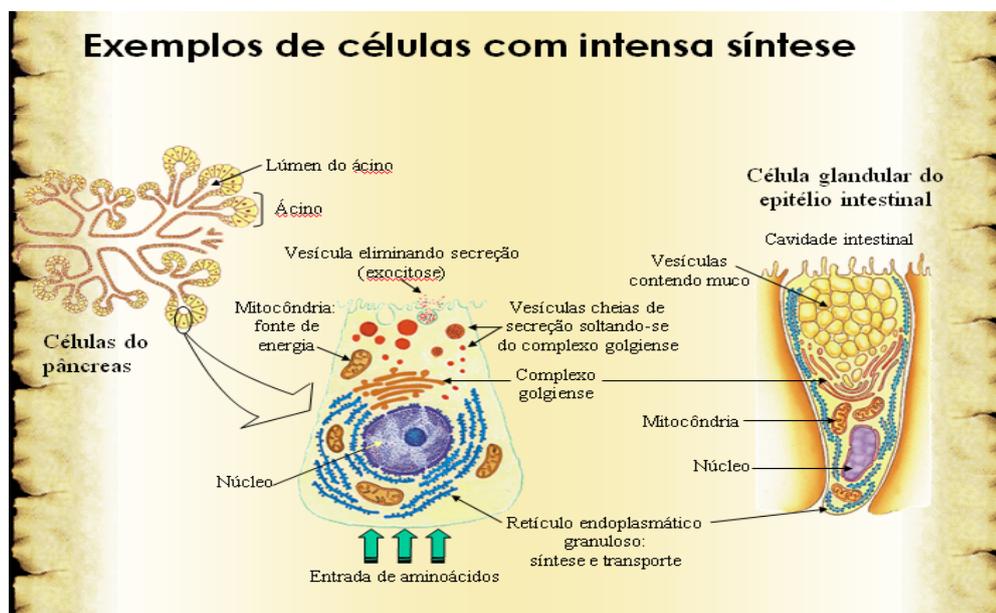


Figura 62. Slide organizado pelo professor-pesquisador para apresentar o processo de exportação de substâncias.

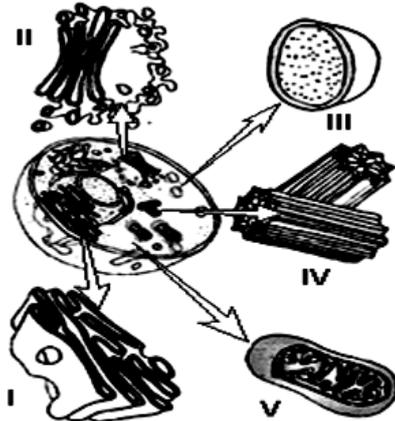
O índice de acerto dessa questão, bem como a quantidade expressiva de apontamentos na alternativa (a) pode ter sido influenciado, entre outros fatores, pelas atividades de modelagem, em que modelos de células com especificidade secretora (Figuras 63A a 63C), especializada em síntese de proteínas, foram construídas e apresentadas. A presença de microvilosidades nas imagens da questão pode indicar essa influência.



Figuras 63A a 63C. Imagens de modelo representando uma célula com função secretora, com grãos de zimogênio aparentes.

- Questão 3

03. UFPR-modif. O esquema a seguir mostra uma célula animal, vista ao microscópio eletrônico, com algumas estruturas em destaque. Analise-o conjuntamente com as proposições dadas com V para verdadeiro e F para falso. (0,5)



- () As enzimas hidrolíticas, produzidas no retículo endoplasmático rugoso, passam ao complexo de Golgi para "empacotamento" e são liberadas sob a forma de lisossomos (III).
- () As mitocôndrias (V), pequenos orgânulos presentes nas células e relacionados com processos energéticos, devido ao seu tamanho reduzido, são visíveis apenas ao microscópio eletrônico
- () Os centríolos (IV) são responsáveis pelo processo de divisão celular nas células animais e nas células vegetais inferiores
- () O retículo endoplasmático liso (I) é bem desenvolvido em células que sintetizam lipídeos.
- () A célula apresentada na figura é eucarionte vegetal, especialmente pela presença do lisossomo

A questão 3 é composta por alternativas do tipo verdadeiro ou falso. A sequência dos itens corretos é: V – F – V – V – F. Para cada item, a quantidade de itens verdadeiros e falsos, assinalados pelos alunos, e suas respectivas porcentagens foram:

- item 1:

V)	40	71,4%
F)	16	28,6%

- item 2:

V)	23	41,1%
F)	33	58,9%

- item 3:

V)	50	89,3%
F)	06	10,7%

- item 4:

V)	45	80,3%
F)	09	19,7%

- item 5:

V)	14	25%
F)	42	75%

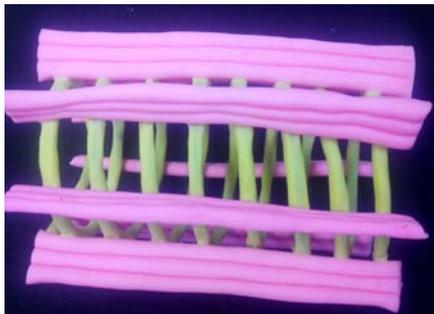
As porcentagens de acerto para os itens 1 a 5 foram: 71,4%, 58,9%, 89,3%, 80,3% e 75%, respectivamente. O menor índice de acerto deu-se no item que trata da microscopia. A visualização de organelas em microscopia óptica está intimamente ligada à quantidade de membranas que essa organela possui. Embora fosse um tema trabalhado durante a intervenção, os estudantes, conforme já citado, não tiveram acesso às aulas práticas de biologia celular com auxílio de microscópio. Percebe-se o resultado expressivo no item 3, que trata da presença de centríolos em células animais e vegetais inferiores. A temática sobre os centríolos foi bastante trabalhada na atividade com os organizadores prévios e com modelagem. Neste último caso, além de atividades com organela isolada (Figuras 64A a 64D), em que as principais características sobre o centríolo foram abordadas, também houve esclarecimentos sobre o centríolo nas células animais.



A



B



C

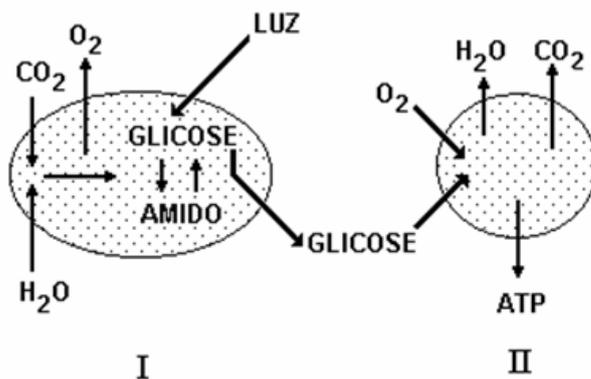


D

Figuras 64A a 64D. Modelos concretos de centríolos organizados por diferentes grupos de estudantes.

- Questão 4

04. PUCCAMP. Observe o seguinte esquema: (0,5)



Assinale a alternativa que identifica corretamente as organelas e os processos celulares representados em I e II.
Observação → ATP = energia

- a) I - (ribossomo - síntese de açúcares),
II - (mitocôndria - respiração)
- b) I - (cloroplasto - fotossíntese),
II - (ribossomo - respiração)
- c) I - (cloroplasto - fotossíntese),
II - (mitocôndria - respiração)
- d) I - (mitocôndria - respiração),
II - (cloroplasto - fotossíntese)
- e) I - (mitocôndria - síntese de açúcares),
II - (ribossomo - respiração)

A questão 4 aborda, por meio de dois esquemas, os processos que envolvem a fotossíntese, que ocorre nos cloroplastos e a respiração celular, que ocorre nas mitocôndrias. Esse questionamento, como averiguação de conhecimento, é bastante importante, porque trata-se de um concepção muito recorrente. Após as aulas sobre este

assunto, é comum a permanência de confusões acerca de que planta faz apenas fotossíntese e animal, respiração, ou que a respiração é a fotossíntese das plantas.

O índice de acerto para a questão 4, representada pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	1	53,57%
B)	6	
C)	30	
D)	17	
E)	2	
Não respondeu/ram	-	

Conforme previsto, a maioria dos estudantes (89,2%) assinalou as alternativas c) e d), que trazem a mitocôndria como responsável pela respiração celular e cloroplasto, responsável pela fotossíntese. Os esquemas de flechas, direcionando as moléculas de água, gás carbônico e oxigênio, podem ter influenciado um número expressivo de alunos que assinalaram a alternativa d). Em alguns mapas conceituais, como o construído pela estudante E18 (Figura 65), representa-se a ênfase atribuída ao cloroplasto.

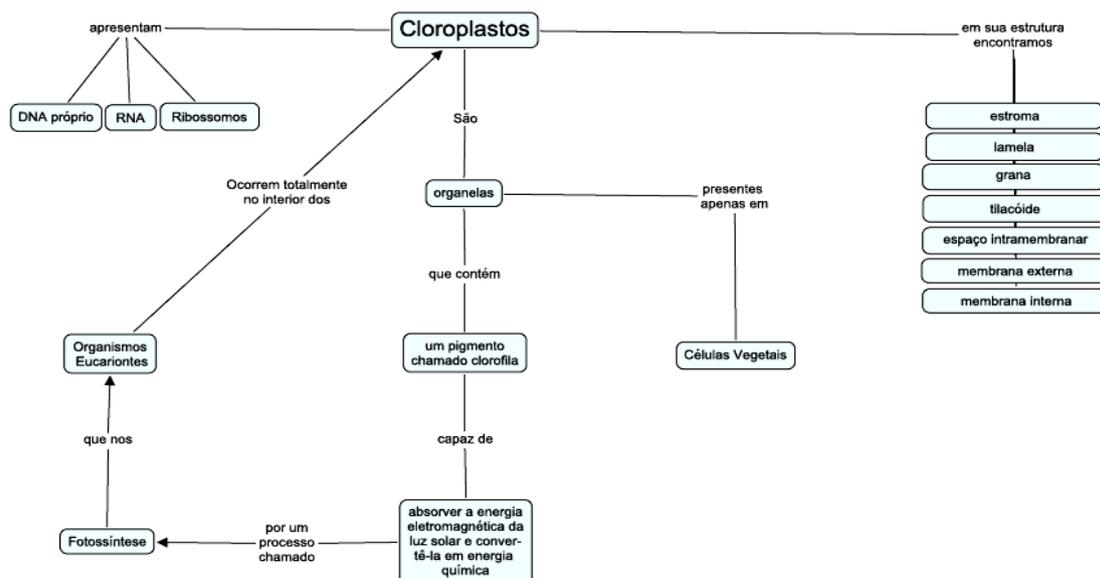
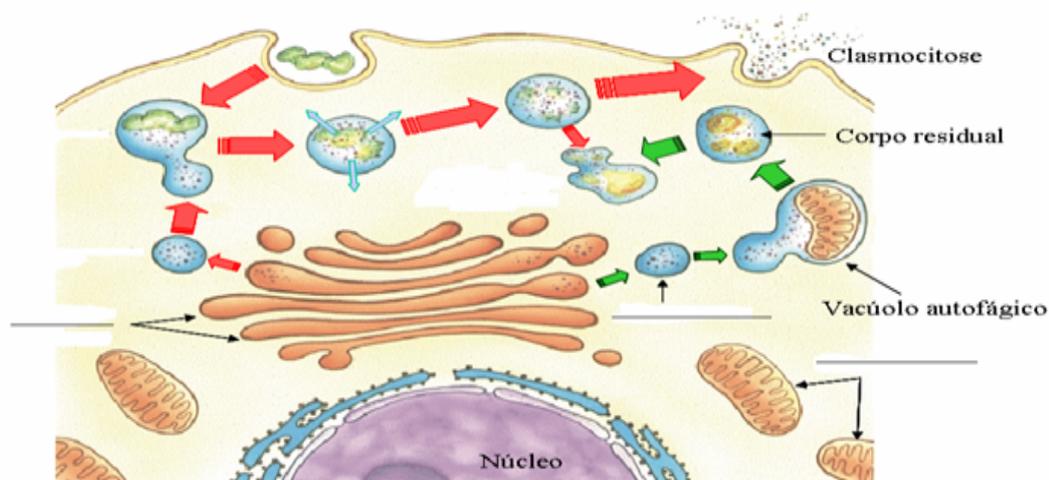


Figura 65. Mapa conceitual construído pela estudante E18.

- Questão 5

05. O esquema abaixo representa o processo de Autofagia e Autólise, onde estão envolvidas algumas organelas celulares. Apresente o nome das três organelas que estão representadas por traços: (0,5)



A questão foi aberta, em que os estudantes deveriam assinalar o nome correto das organelas apontadas, representadas pelo complexo golgiense, lisossomo e mitocôndria. As indicações apresentadas pelos alunos foram:

1ª organela

Nome da organela	Quantidade de estudantes
Complexo golgiense	33
Retículo endoplasmático liso	04
Retículo endoplasmático	03
Lisossomos	03
Retículo endoplasmático rugoso	02
Ribossomos	02
Secreção	01
Não assinalaram	08

2ª organela

Nome da organela	Quantidade de estudantes
Lisossomos	29
Ribossomos	07
Mitocôndria	04
Enzimas hidrolíticas	04
Grão de zimogênio	03
Cloroplasto	02
Vacúolo digestivo	02
Não assinalaram	05

3ª organela

Nome da organela	Quantidade de estudantes
Mitocôndria	49
Carioteca	02
Organelas	01
Não assinalaram	04

Nas três organelas propostas, o nível de conhecimento dos alunos, expressos pelas respostas assinaladas na prova foram, respectivamente, de 58,9%, 51,7% e 87,5%. O considerável acerto das indicações da mitocôndria pode ter sido favorecido pelas discussões sobre a atuação dessa organela durante as apresentações nas atividades de modelagem didática. Grande parte dos grupos enfatizou-a como organela com importância considerável ao funcionamento celular e particularidades, como a presença de DNA, RNA e ribossomos próprios.

- Questão 6

06. FATEC. Considere as seguintes funções que ocorrem no interior da célula: Digestão intracelular, respiração celular, transporte de substâncias e secreção celular. Estas funções são realizadas respectivamente por: **(0,5)**

- Mitocôndria, Complexo de Golgi, Lisossomo e Reticulo endoplasmático.
- Ribossomo, Mitocôndria, Reticulo endoplasmático e Complexo de Golgi.
- Lisossomo, Mitocôndria, Reticulo endoplasmático e Complexo de Golgi.
- Lisossomo, Complexo de Golgi, Mitocôndria e Reticulo endoplasmático.
- Ribossomo, Reticulo endoplasmático Mitocôndria e Complexo de Golgi.

Na questão, foi questionada a relação entre o nome e a função de algumas organelas. O índice de acerto para a questão 6, representada pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	-	66%
B)	13	
C)	37	
D)	03	
E)	02	
Não respondeu/ram	01	

Trinta e sete estudantes, que perfaz 66% do alunado, responderam corretamente a questão. Já outros treze estudantes (28,5%), marcaram a alternativa b como correta. Observando a disposição das respostas da FATEC, as alternativas b) e c) são bastante similares, alternando apenas a ordem da primeira organela – ribossomo (na alternativa b) e lisossomo (na alternativa c), que tem sonoridade parecida e pode ter sido causa de confusão no momento em que esses estudantes assinalaram a alternativa. As funções relacionadas às organelas apresentadas na questão foram também postas em alguns mapas conceituais, como aqueles construídos pelos estudantes E7, E15, E30 e E55, representados, respectivamente, pelas figuras 66, 67, 68 e 69.

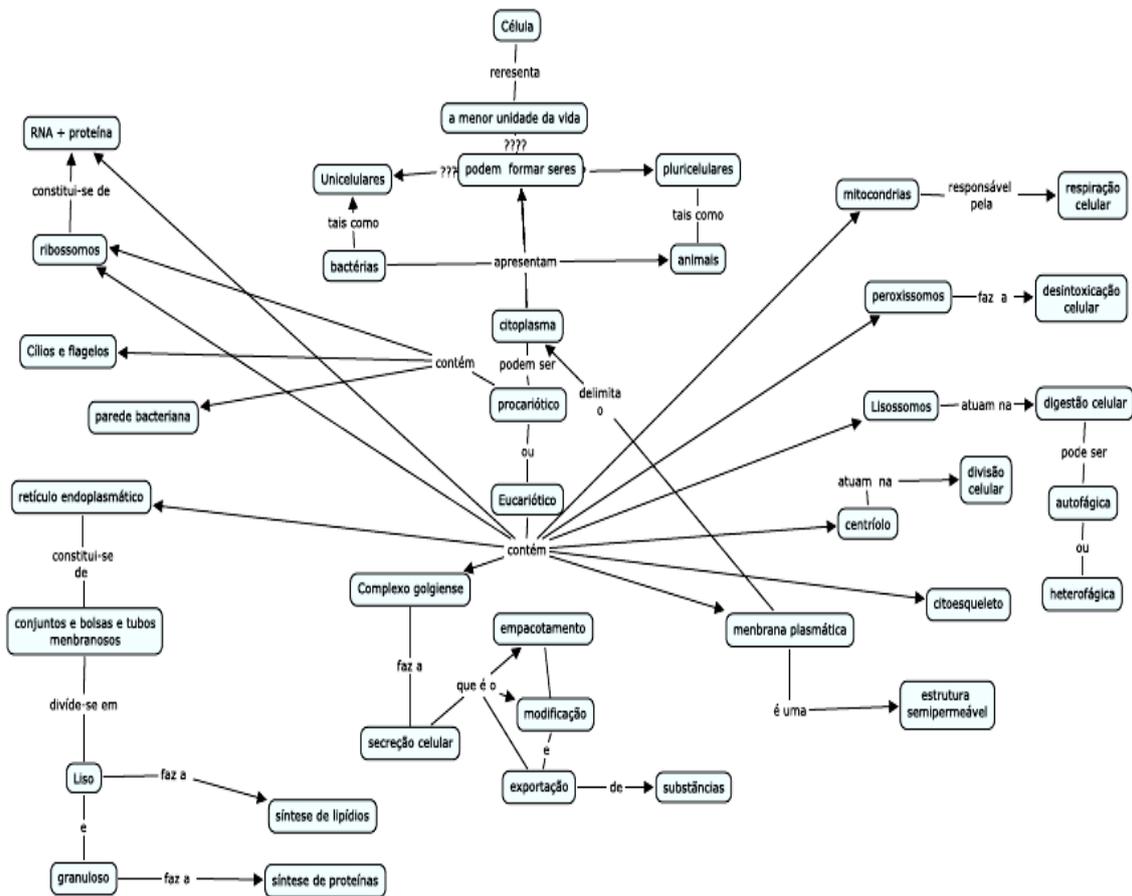


Figura 66. Mapa conceitual construído pelo estudante E7

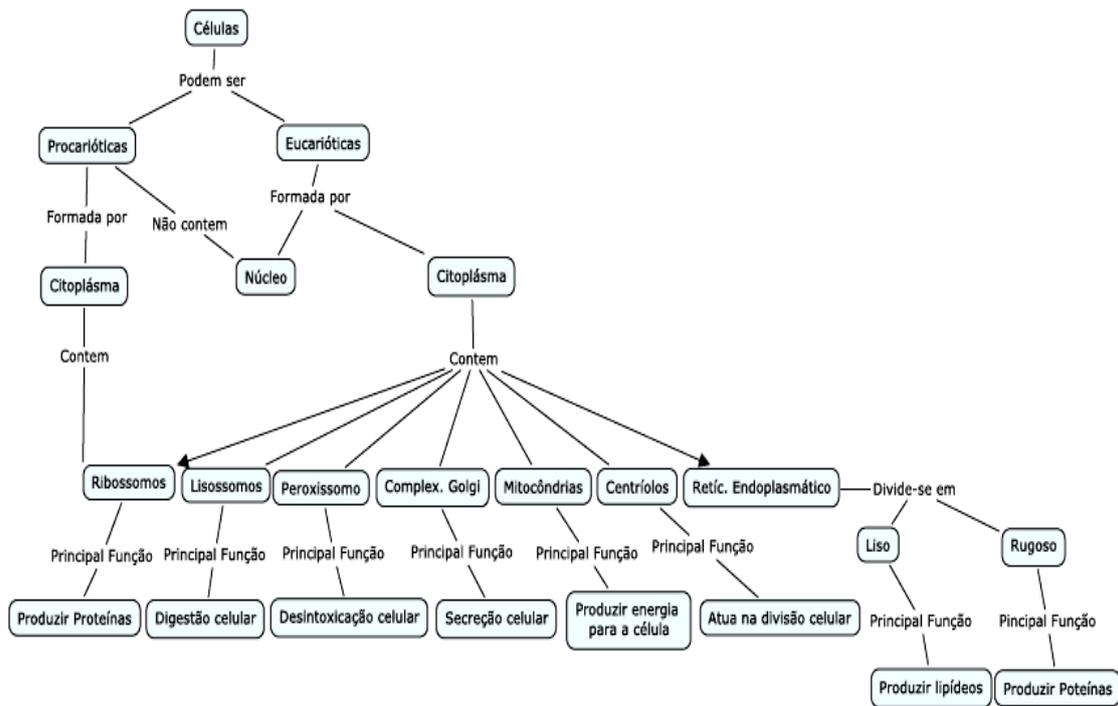


Figura 67. Mapa conceitual construído pelo estudante E15

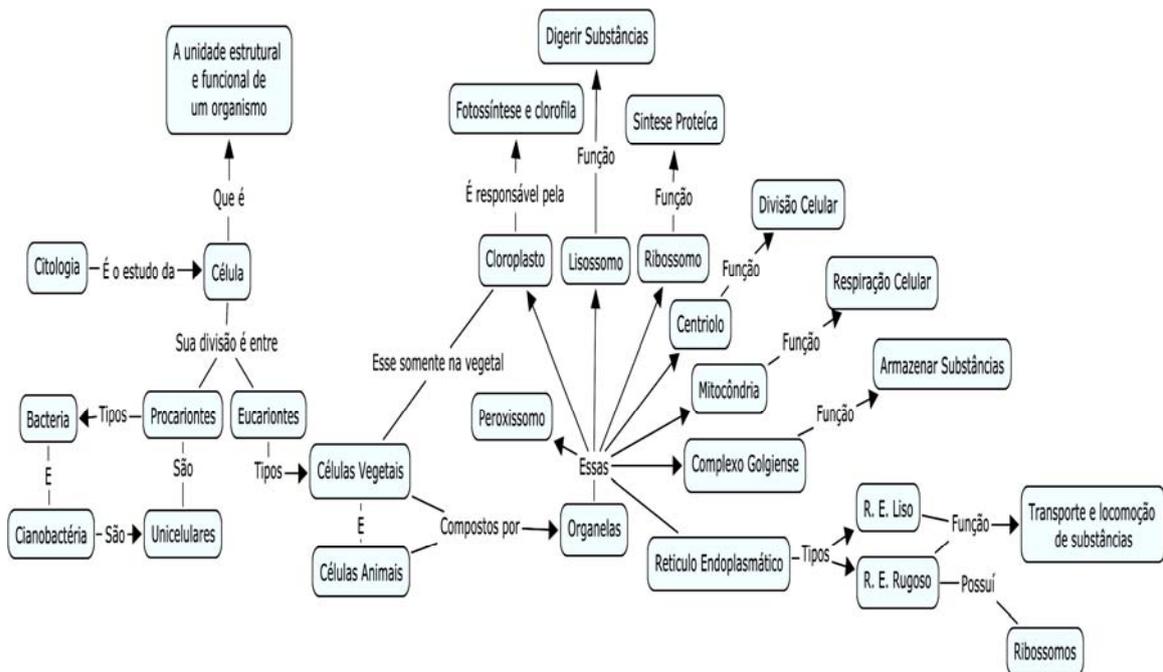


Figura 68. Mapa conceitual construído pelo estudante E30

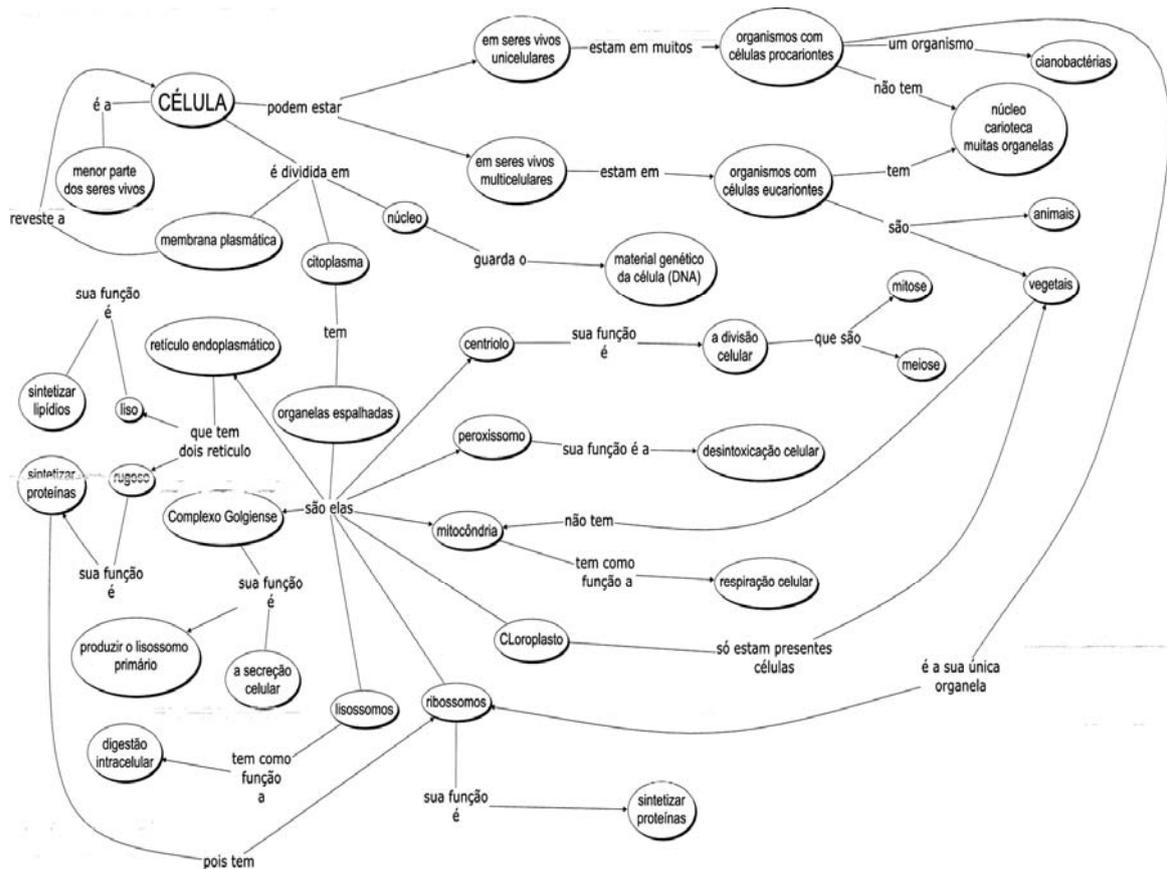
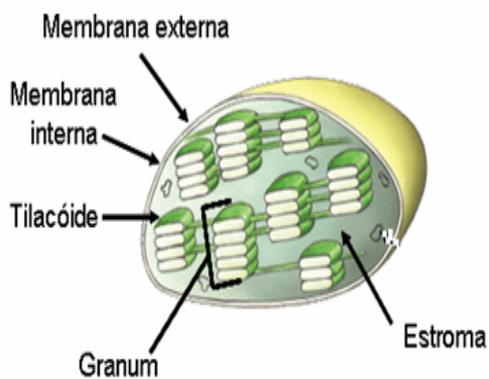


Figura 69. Mapa conceitual construído pelo estudante E55.

- Questão 7

07. Analise a imagem da organela abaixo e assinale a alternativa correta sobre ela: (0,5)



- tem participação importante no processo de respiração celular e geração de energia para a célula
- atua no processo fotossintético, sendo exclusiva de células vegetais.
- em conjunto com o retículo endoplasmático rugoso, atua na secreção de diversos tipos de proteínas.
- aparece nas células eucariontes animais e de vegetais superiores
- não apresenta DNA, RNA e ribossomos em seu interior.

A questão aborda informações sobre o cloroplasto, organela presente nas células vegetais. Essa organela tem papel essencial no processo de fotossíntese, que caracteriza as plantas como autótrofas, atuando na síntese de seu alimento. O índice de acerto para a questão 7, representada pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	10	73,21%
B)	41	
C)	02	
D)	01	
E)	01	
Não respondeu/ram	01	

Uma parcela significativa dos alunos entendeu a finalidade dessa organela na célula e soube identificar a estrutura, por meio das nomenclaturas das estruturas internas, como sendo pertencente ao cloroplasto. Modelos didáticos sobre o cloroplasto (figuras 70A a 70C) foram confeccionados e suas informações bastante difundidas durante as apresentações, contribuindo para o sucesso apresentado na questão.

*A**B**C*

Figuras 70A a 70C. Imagens da organela cloroplasto construídas por diferentes grupos de estudantes.

- Questão 8

08. UFSM-modif. Uma criança de aproximadamente 1 ano, com acentuado atraso psicomotor, é encaminhada pelo pediatra a um geneticista clínico. Este, após alguns exames, constata que a criança possui ausência de enzimas oxidases (catalases) em uma das organelas celulares. Esse problema pode ser evidenciado no dia-a-dia, ao se colocar H_2O_2 (água oxigenada) em ferimentos. No caso dessa criança, a H_2O_2 , "não ferve".

O geneticista clínico explica aos pais que a criança tem uma doença de origem genética, é monogênica com herança autossômica recessiva. Diz também que a doença é muito grave, pois a criança não possui, em um tipo de organela de suas células, as enzimas que deveriam proteger contra a ação dos radicais livres.

A organela que apresenta deficiência de enzimas nessa criança é denominada (0,5)

- a) lisossomo. b) centríolo. c) complexo Golgiense. d) mitocôndria. e) peroxissomo.

Os conhecimentos acerca da organela peroxissomo foram colocados em questionamento na questão oito, por meio de um caso clínico. Essa organela atua no processo de desintoxicação celular, com atuação da enzima catalase atuando na decomposição da água oxigenada (H_2O_2). O índice de acerto para a questão 8, representada pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	13	51,78%
B)	03	
C)	06	
D)	03	
E)	29	
Não respondeu/ram	02	

Pouco mais de 50% dos estudantes acertaram a questão, no entanto, percebemos que mais de 20% dos estudantes assinalaram a alternativa (a) como correta. É comum a relação estabelecida entre lisossomo e peroxissomo. Esse tipo de informação é bastante comum em sites com conteúdo biológico, em que muitos estudantes utilizam para estudo e busca de informações para realizar as atividades propostas na intervenção. Um exemplo pode ser visualizado no site: www.sobiologia.com, que aborda temáticas

biológicas (Figura 71) e no site yahoo respostas, frequentemente utilizados por estudantes na busca por respostas da biologia (Figura 72).

30 Biologia

Conheça nossos produtos

Produtos Conteúdos Biokids Jogos Glossário Professores

Só Ciências

- Universo
- Sistema Solar
- Ar
- Água
- Solo
- Ecologia
- Seres Vivos
- Reino dos Animais
- Reino das Plantas
- Corpo Humano
- Mais Conteúdos [+]

Só Biologia

- Seres Vivos
- Os Virus
- Reino Monera
- Reino Protista
- Reino Fungi
- Reino Plantae
- Genética
- Citologia
- Biocologia
- Mais Conteúdos [+]

Pratique

- Exercícios Resolvidos
- Provas de Vestibular
- Simulados On-line

Ajuda

- Lairiz de Biologia
- Área dos Professores

Peroxisomos

Peroxisomos são bolsas membranosas que contêm alguns tipos de enzimas digestivas. Sua semelhança com os lisossomos fez com que fossem confundidos com eles até bem pouco tempo. Entretanto, hoje se sabe que os peroxissomos diferem dos lisossomos principalmente quanto ao tipo de enzimas que possuem.

Os peroxissomos, além de conterem enzimas que degradam gorduras e aminoácidos, têm também grandes quantidades da enzima catalase.

Peroxisomo

Enzimas e catalase

Membrana

Figura 71. Informação da semelhança entre lisossomo e peroxissomo. Fonte: (<http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Citologia/cito23.php>). Acesso em 07/09/2014

YAHOO! RESPOSTAS

Buscar em Respostas Buscar na Web

Computadores e Internet

Ecologia e Meio Ambiente

Educação e Referência

Eletrônicos

Entretenimento e Música

Esportes

Família e Relacionamentos

Governo e Política

Gravidez e Maternidade

Jogos e Recreação

Negócios Regionais

Negócios e Finanças

Notícias e Eventos

Produtos do Yahoo

Restaurantes

Sair

Mais de 1500 Pessoas Contratadas

Só a Catho oferece as melhores oportunidades de trabalho. Acesse agora e tenha 7 dias grátis.

Catho Sponsored

Melhor resposta

Aghata respondido 5 anos atrás

Lisossomos:

Os lisossomos são bolsas circundadas por típica membrana de bicamada lipídica e cheias com grande número de pequenos grânulos, que são agregados protéicos de enzimas hidrolíticas (digestivas) capazes de digerir diversas substâncias orgânicas. São originados no complexo de Golgi e estão presentes em praticamente todas as células eucariontes.

Digestão autofágica: Lisossomos podem digerir componentes da própria célula. Morte celular para contínua renovação celular.

Os peroxissomos são, em termos físicos, semelhantes aos lisossomos, mas diferem em dois aspectos importantes: Primeiro acredita-se que sejam formados por auto – replicação (ou talvez por brotamento do REL) e não pelo complexo de Golgi; Segundo que eles contêm oxidases e não hidrolases. Além de conterem enzimas que degradam gorduras e aminoácidos, têm também grandes quantidades da enzima catalase, que converte o peróxido de hidrogênio (água oxigenada) em água e gás oxigênio.

Os peroxissomos estão presentes em grandes quantidades nas células de defesa como os macrófagos e também existem nas células vegetais, onde participam do processo da fotorespiração. A função dos peroxissomos no metabolismo celular ainda é pouco conhecida, mas acredita-se que participem dos processos de desintoxicação da célula.

Figura 72. Relações estabelecidas entre lisossomos e peroxissomos, de acordo o site yahoo respostas. (<https://br.answers.yahoo.com/question/index?qid=20091105061857AAwgOli>). Visualizado em 07/09/2014

- Questão 9

09. FATEC. Um aluno observou fotomicrografias de alguns tecidos animais e construiu na tabela abaixo: (0,5)

Tecido	Representação simbólica da quantidade de mitocôndrias
Muscular	++++++
Conjuntivo frouxo	++
Epitelial (mucosa)	+++
Epitélio do túbulo renal	++++++
Epitélio intestinal	+++++
Ósseo	++++

Após a análise, o aluno chegou a cinco conclusões, mas apenas uma está correta; assinale-a.

- Quanto maior for a atividade biológica de um tecido, maior será o número de mitocôndrias.
- O número de mitocôndrias varia inversamente à atividade do tecido.
- A atividade bioenergética do tecido epitelial é maior que a do epitélio do túbulo renal.
- O número de mitocôndrias só interfere quando os tecidos estão em desenvolvimento.
- A atividade mitocondrial não interfere no metabolismo energético dos diferentes tecidos.

A questão aborda o contexto do condrioma celular, representado pelo conteúdo mitocondrial global de uma célula. A mitocôndria, por possuir DNA próprio, tem capacidade de autoduplicação. Assim, quanto maior o metabolismo celular (ex: células musculares e neurônios), maior a quantidade de mitocôndrias existentes no interior da célula. O índice de acerto para a questão 9, representada pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	36	64,28%
B)	10	
C)	01	
D)	04	
E)	01	
Não respondeu/ram	04	

Nas atividades com os organizadores prévios, bem como nas atividades de modelagem e nos mapas conceituais, a mitocôndria foi amplamente abordada. Na apresentação da modelagem, alguns grupos relacionaram a quantidade de mitocôndrias em uma célula comparando um indivíduo sedentário com um esportista. Por se tratar de uma organela que tem capacidade de autoduplicação, sua quantidade pode variar em relação a atividade metabólica desempenhada pelo tecido. Modelagens envolvendo mitocôndrias, apresentadas por alguns grupos, podem ser visualizadas nas Figuras 73 A e 73B.



Figuras 73A e 73B. Imagens da organela mitocôndria construídas por diferentes grupos de estudantes

- Questão 10

10. Considere as características das células A, B e C indicadas na tabela adiante à presença (+) ou ausência (-) de alguns componentes celulares e responda: (1,0).

Componentes celulares	Células		
	A	B	C
Membrana Nuclear - Carioteca	+	+	-
Nucléolo	+	+	-
Ribossomos	+	+	+
Complexo de Golgi	+	+	-
Mitocôndrias	+	+	-
Cloroplastos	-	+	-

Qual das três células (A, B ou C) é procariótica? JUSTIFIQUE sua resposta

A questão 10 envolve conhecimentos sobre as diferenciações entre células procariontes e eucariontes. Para a resolução, o estudante deve conhecer a classificação quanto à organização da célula, especialmente diante da característica de presença de membrana nuclear (carioteca) nos eucariontes e ausência dessa membrana nos procariontes. Algumas organelas foram apresentadas (com itens de presença e ausência), no sentido de complementar a informação sobre essa classificação celular.

Na questão, houve acerto, com justificativas coerentes, de 37 estudantes (66% do alunado). Três estudantes responderam que se trata de uma célula eucarionte vegetal e quatro classificaram como eucarionte animal. Cinco estudantes escreveram apenas eucarionte e sete estudantes não responderam a questão.

Durante a intervenção e em algumas apresentações de modelagem, era generalizada a informação de que os seres procariontes não possuem nenhuma estrutura citoplasmática, informação que, posteriormente, embora tenha sido discutida e corrigida pelo professor, possa ter ocorrido certa dúvida, por parte de alguns estudantes, sobre a presença de ribossomos na célula C, já que alguns estudantes mantiveram a “confusão” de significados.

- Questão 11

11. Complete os espaços em branco do quadro abaixo: (1,0)

Estrutura	Célula Procarionte	Célula Animal	Célula vegetal (superiores)
Parede celular	presente		presente
Centríolo	ausente	presente	
Mitocôndrias	ausente	presente	
Complexo Golgiense	ausente		presente
Cloroplastos	ausente	ausente	presente
Ribossomos		presente	presente
Reticulo Endoplasmático Rugoso	ausente	presente	
Lisossomos		presente	
Reticulo Endoplasmático Liso		presente	presente
Carioteca		presente	presente

Foi solicitado aos estudantes, na questão nº 11, o preenchimento de presença ou ausência de organelas em células procariontes, eucariontes animais e eucariontes vegetais. Os dados de análise da questão foram organizados na tabela 6.

Tabela 6. Dados de preenchimento da questão 11 do questionário indicando presença ou ausência de estruturas na célula

Estrutura	Quantidade de estudantes que acertaram a questão	Porcentagem de acerto	Quantidade de estudantes que erraram a questão	Porcentagem de erro	Quantidade de estudantes que não preencheram	Porcentagem de questões em branco
Parede Celular	48	85,71	06	10,71	02	3,58
Centríolo	39	69,65	10	17,85	07	12,5
Mitocôndria	46	82,15	07	12,5	03	5,35
Complexo Golgiense	42	75	14	25	-	-
Cloroplasto	41	73,22	10	17,85	05	8,93
Ribossomos	44	78,57	08	14,28	04	7,15
Reticulo Endoplasmático Rugoso	39	69,65	10	17,85	07	12,5
Lisossomo	32	57,15	15	26,78	09	16,07
Reticulo Endoplasmático Liso	38	67,86	12	21,43	06	10,71
Carioteca	53	94,65	03	5,35	-	-
Média de acerto e porcentagem	42,2 (75,35%)					
Média de erros e porcentagem	9,5 (16,97%)					
Média de questões em branco e porcentagem	4,3 (7,68%)					

Pelos dados observados, percebemos que o discernimento entre células procariontes e eucariontes, representado pela presença da carioteca em eucariontes, foi respondido com bastante sucesso, perfazendo 94,65% de acerto nessa estrutura, sendo a mais representativa de todas as estruturas apresentadas na questão.

Esse apontamento indicando a diferenciação entre procariontes e eucariontes, por meio da presença ou ausência da carioteca, foi amplamente discutido na apresentação dos modelos didáticos e muito observado em mapeamentos conceituais, sejam esses classificados como bons, regulares ou insuficientes. Alguns exemplos de mapas conceituais em que foram apontadas essas informações são os dos estudantes E4, E20, E34 e E52, representados a seguir pelas figuras 74, 75, 76 e 77.

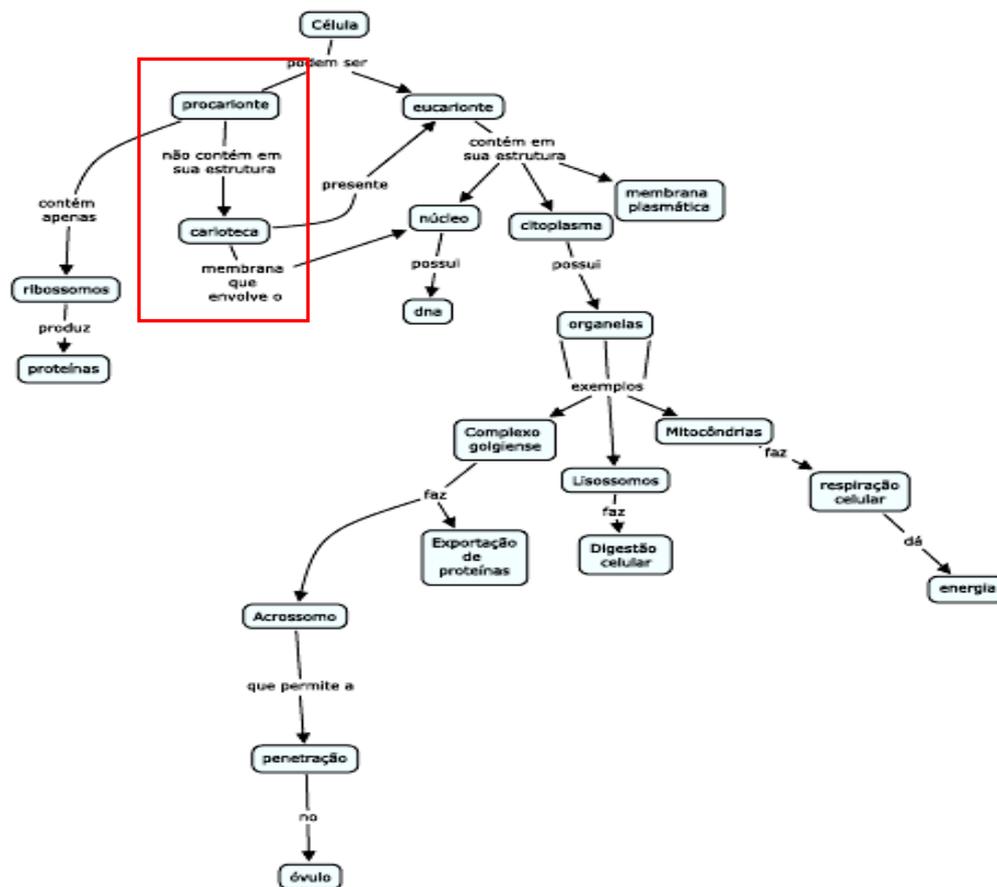


Figura 74. Mapa conceitual construído pelo estudante E4.

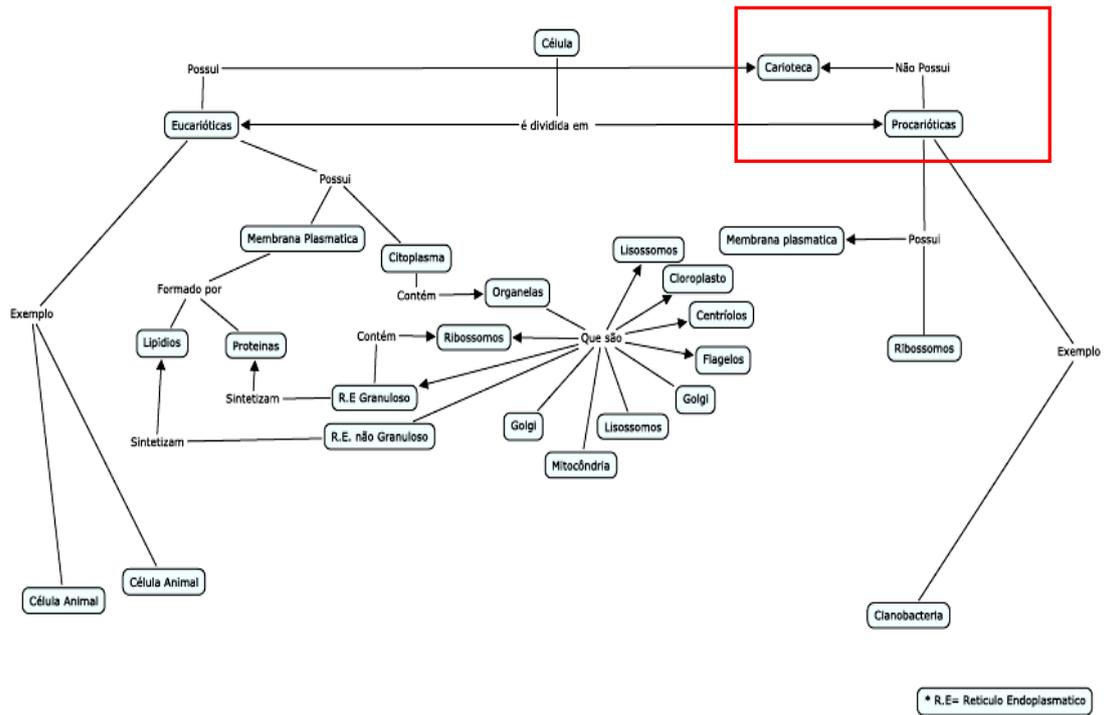


Figura 75. Mapa conceitual construído pelo estudante E20.

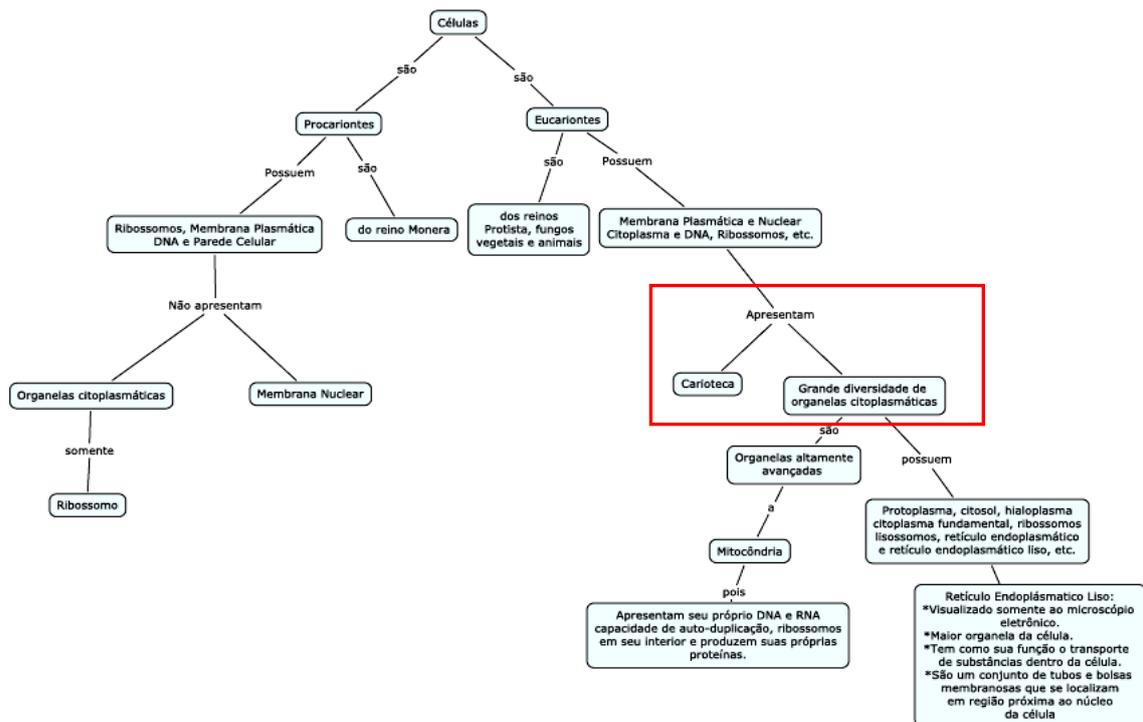


Figura 76. Mapa conceitual construído pelo estudante E34.

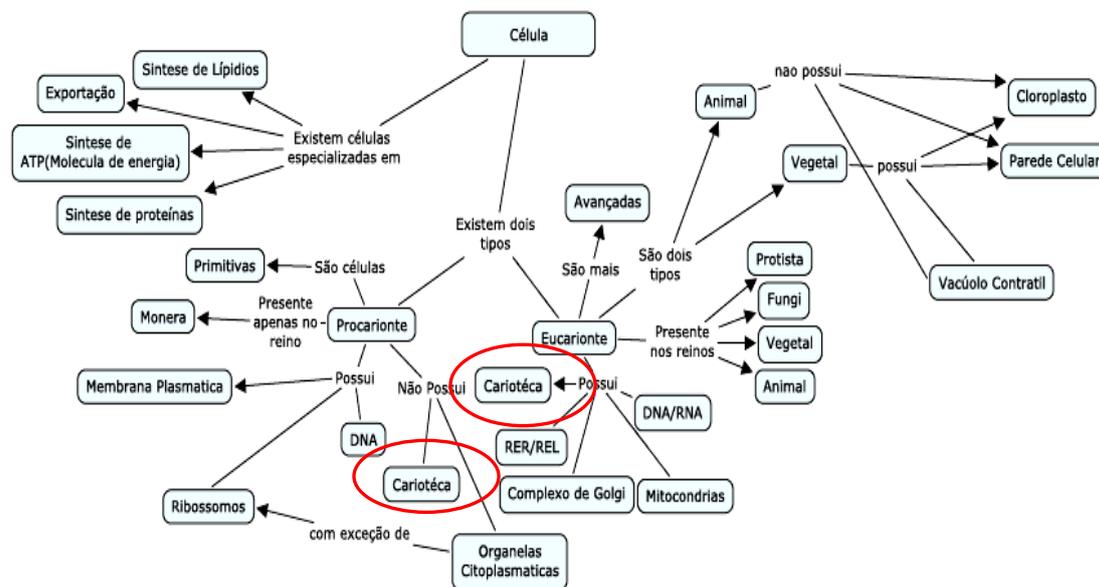


Figura 77. Mapa conceitual construído pelo estudante E52.

Houve sucesso, também, nas respostas que indicam a presença ou ausência da parede celular. É habitual que os estudantes entendam que a parede celular trata-se de uma estrutura presente apenas nas células vegetais e ausente nas animais e procariontes. No entanto, houve acerto significativo sobre a presença de parede celular nos procariontes, embora exista diversidade de composição química se comparada com a parede celular das células vegetais, uma vez que, nas plantas, a parede celular é formada por celulose (parede celular celulósica) e, nas bacterianas, é formada por um componente rígido conhecido por peptidoglicano.

Além do contexto morfológico, em que a parede celular dá a forma e resistência às células, é importante o conhecimento por parte do aluno que essa estrutura atua no sentido de evitar que a célula “estoure” quando submetida a ambientes hipotônicos. Exemplos dessa informação podem ser observados na figura 78, que representa o mapa conceitual do estudante E40. Ademais, no caso das paredes bacterianas e sob o ponto de vista médico, o conhecimento sobre a parede celular é importante porque as substâncias que as compõem são capazes de impedir que as bactérias produzam a parede celular, o que causa a sua morte.

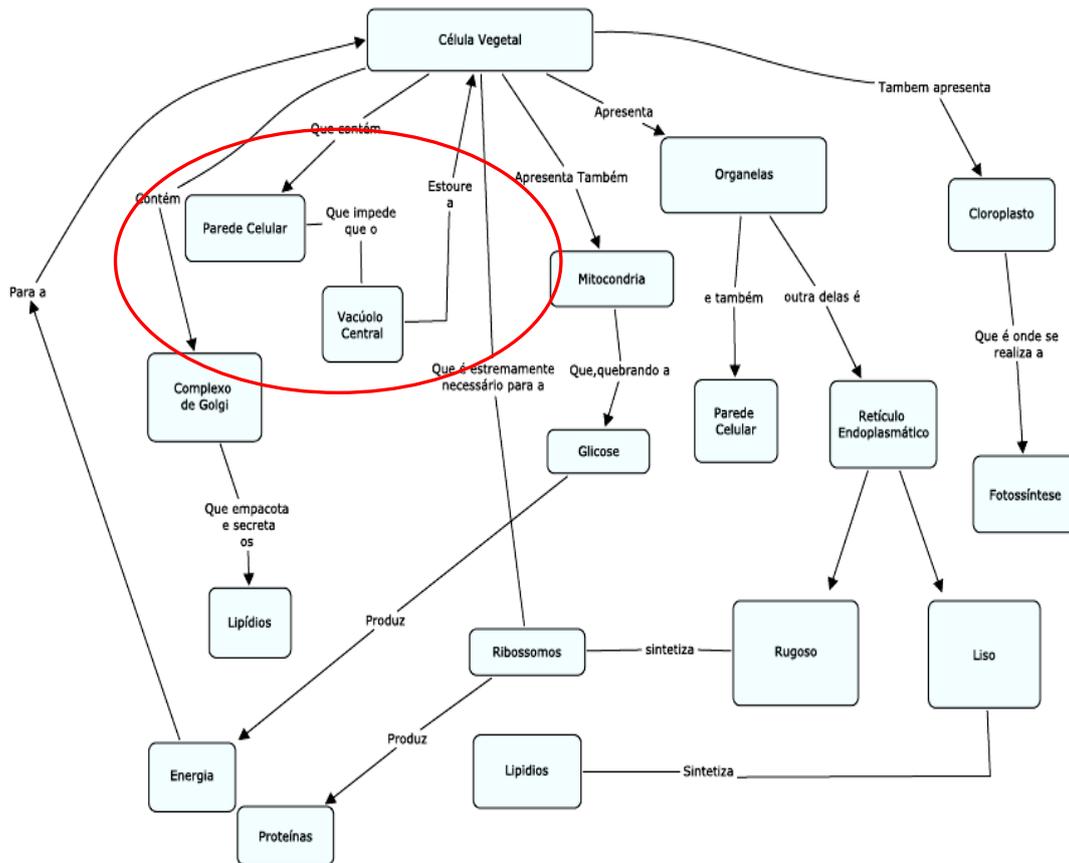


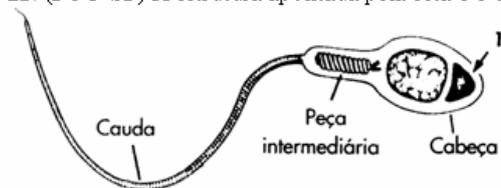
Figura 78. Mapa conceitual construído pelo estudante E40.

As organelas complexo golgiense e lisossomos tiveram o maior índice de erros entre as estruturas apresentadas na questão, embora não significativos, se comparados ao índice de acertos. É recorrente que os estudantes concebiam que os lisossomos também aparecem nas células vegetais, assim como confundem as terminologias lisossomo com ribossomo, sendo esta última a única estrutura citoplasmática presente em célula procarionte.

Existem confusões, por parte dos alunos, sobre a presença/ausência do complexo golgiense em células vegetais. Nessas células, também chamados de golgiossomos ou dictiossomos, essa organela desempenha função secretora. É por meio dela que são secretadas as glicoproteínas e alguns polissacarídeos que integram a parede celular e constituem o “cimento” que une as células vizinhas.

- Questão 12

12. (PUC-SP) A estrutura apontada pela seta 1 é derivada do(da) e chama-se, respectivamente: (0,5)



- a) do conjunto de lisossomos, acrossomo.
- b) da membrana nuclear, peroxissomo.
- c) do complexo de Golgi, acrossomo.
- d) das mitocôndrias, condrioma.
- e) do complexo de Golgi, ergastoplasma.

A inserção dessa questão na avaliação deu-se no sentido de verificar a aprendizagem da organela complexo golgiense, que tem um papel fundamental no metabolismo celular e desempenha, também, uma participação importante no processo de reprodução sexuada.

O índice de acerto para a questão 12, representada pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	03	80,35%
B)	02	
C)	45	
D)	02	
E)	04	
Não respondeu/ram	-	

O resultado expressivo sobre o entendimento do complexo golgiense foi maior na questão 12 do que na questão 11, principalmente pelo fato de que, na questão 12, a temática abordada é exclusiva sobre a ação dessa organela na célula animal.

O complexo golgiense desempenha papel crucial na formação dos espermatozoides, originando o acrossomo, que é uma vesícula que contém, em seu interior, enzimas digestivas, ocupando a porção superior da célula sexual masculina. As enzimas contidas no acrossomo têm a função de perfurar as membranas do óvulo durante o processo de fecundação.

Alguns modelos que representaram o espermatozoide apontaram o acrossomo e suas importâncias no processo de reprodução, conforme apresentado nas figuras 79 e 80.



Figura 79 Representação de um espermatozoide, com destaque para o acrossomo.



Figura 80. Representação de um espermatozoide.

- Questão 13

13. UNICAMP. A figura a seguir mostra o esquema do corte de uma célula, observado ao microscópio eletrônico: (1,0)



a) A célula é proveniente de tecido animal ou vegetal? Justifique.

b) Se esta célula estivesse em intensa atividade de síntese protéica, que organelas estariam mais desenvolvidas ou presentes em maior quantidade? Por quê?

A questão 13 aborda questionamentos sobre a célula vegetal. Esse tipo de célula é caracterizado, em seu aspecto externo, pela presença da parede celular, conforme citado anteriormente. A celulose é o componente mais característico da parede celular e que determina sua arquitetura.

Esse tipo de célula eucarionte possui, também, o vacúolo do suco celular, que se trata de uma organela derivada do retículo endoplasmático que pode conter líquidos e pigmentos, além de diversas outras substâncias. Está relacionado com o armazenamento de substâncias e o equilíbrio osmótico, sendo que a sua membrana é denominada tonoplasto.

Os plastos, que são organelas presentes também nas algas, são característicos das células do reino plantae e responsáveis pela síntese de glicídios (açúcares), sendo que os cloroplastos são os plastos mais abundantes nos vegetais. Eles possuem moléculas de clorofila que capturam a energia solar e, através de reações químicas, produzem moléculas, como glicose, que serão utilizadas pelas mitocôndrias para a geração de energia e armazenadas na forma de ATP (SANTOS et al, 2006).

Na pergunta (a) da questão 13, em que era questionada a proveniência do tecido (animal ou vegetal) por meio da imagem, o índice de acerto foi de 86,2%. Esse indicativo positivo de acerto não costuma ser habitual quando se trata de célula vegetal. É bastante recorrente que os estudantes deem mais ênfase aos estudos sobre a célula animal que, de forma geral, costuma ser mais trabalhada em sala de aula pelos docentes do que a célula vegetal.

Nesta pesquisa, observamos grande disposição dos alunos ao estudo da célula vegetal. A estudante E38, por exemplo, deu preferência à apresentação de seu mapa conceitual somente sobre o cloroplasto, estrutura presente na célula vegetal, conforme aparece na figura 81.

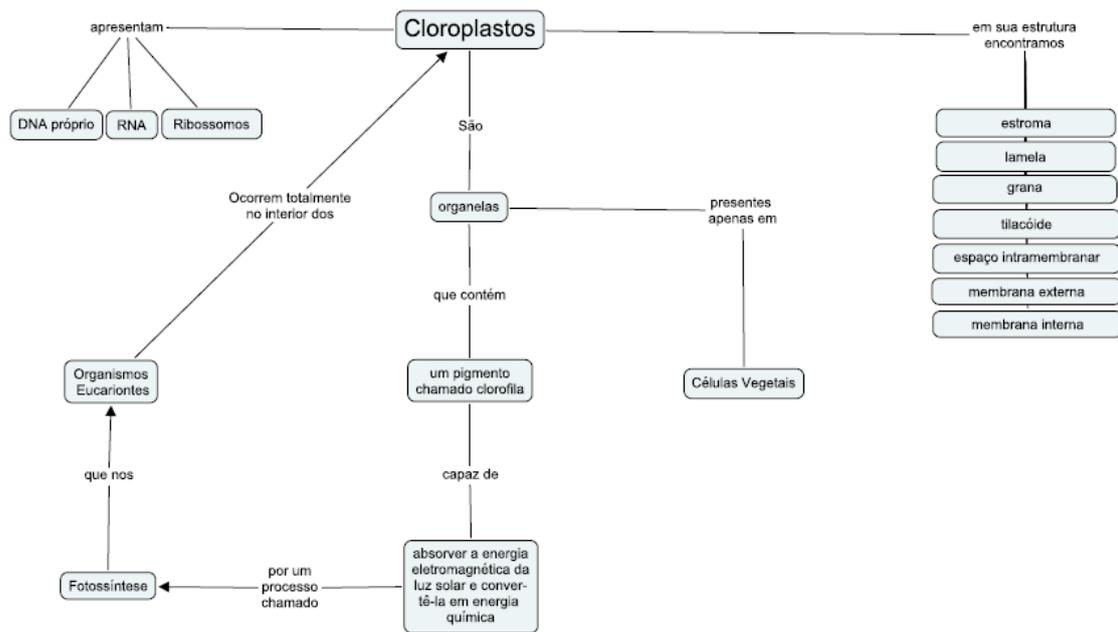


Figura 81. Mapa conceitual construído pela estudante E38.

Também, durante as explicações dos modelos didáticos, a célula vegetal foi bastante debatida e comparada com a célula animal, fato que pode ter contribuído com o sucesso da questão. Os apontamentos sobre a parede celular, cloroplastos e vacúolo do suco celular, bem como a influência dessas estruturas no funcionamento da célula vegetal, foram amplamente discutidos e os conceitos negociados entre professor e alunos durante a sequência didática, especialmente na apresentação dos modelos, exemplificados pelas Figuras 82, 83, 84, 85 e 86.



Figura 82. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.



Figura 83. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.



Figura 84. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.



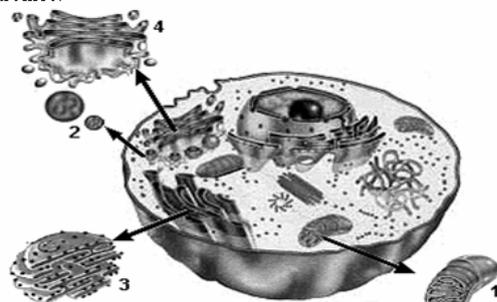
Figura 85. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.



Figura 86. Imagem de uma célula vegetal com ênfase na organela cloroplasto.

- Questão 14

14. UFU. O modelo tridimensional a seguir é uma representação esquemática de uma célula eucariota observada ao microscópio eletrônico.



Adaptado de: LAURENCE, J. "Biologia".
Citologia. São Paulo: Nova Geração, v.2, 2002.

Associe as organelas 1, 2, 3 e 4, assinaladas na representação esquemática, com as características e/ou funções descritas a seguir. (1,0)

- I - Estrutura celular relacionada com a fabricação de proteínas.
- II - Estrutura responsável pelo "empacotamento" e pela secreção de substâncias.
- III - Organela abundante nos tecidos e/ou células que requerem grande consumo de energia.
- IV - Organela envolvida na redução da cauda dos girinos.

Assinale a alternativa que apresenta a associação correta.
a) 1 - I; 2 - II; 3 - IV; 4 - III. b) 1 - III; 2 - IV; 3 - I; 4 - II.
c) 1 - II; 2 - IV; 3 - I; 4 - III. d) 1 - IV; 2 - III; 3 - II; 4 - I.
e) 1 - I; 2 - IV; 3 - II; 4 - III.

A questão 14 abrange uma imagem de uma célula eucariótica animal com as imagens de estruturas citoplasmáticas. Quatro organelas foram destacadas: 1- Mitocôndria; 2- Lisossomo; 3- Retículo Endoplasmático Rugoso e 4- Complexo Golgiense. São feitas na questão quatro considerações aleatórias sobre as organelas, que os estudantes deveriam julgar e relacionar, assinalando uma das cinco alternativas propostas.

O índice de acerto para a questão 12, representado pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	02	76,78%
B)	43	
C)	02	
D)	02	
E)	05	
Não respondeu/ram	02	

As organelas citadas na questão são bastante dependentes uma das outras. Muitas proteínas produzidas pelos ribossomos do retículo endoplasmático rugoso, por exemplo, são enviadas para o complexo golgiense que, em cujas cisternas, ocorrem processos modificadores de proteínas produzidas no retículo rugoso, como, por exemplo, a adição de glicídios. Nas vesículas do complexo golgiense as proteínas são, além de modificadas, separadas e “empacotadas” em bolsas membranosas para serem enviadas aos locais fora da célula em que atuarão. Assim, explica-se o processo de secreção celular, em que ocorre a exportação para a fora da célula de substâncias úteis ao organismo.

Outra contribuição do complexo golgiense é a produção da organela lisossomo que, entre as suas funções, desempenha a função autofágica, que ocorre quando um organismo é privado de alimento e as reservas do corpo esgotam-se, nesse caso, as células passam a digerir parte de si mesmas, como é o caso da regressão da cauda do girino, questionada na questão.

Durante as atividades de ensino na sequência didática, essa inter-relação foi trabalhada após as verificações dos conhecimentos prévios dos estudantes. Em uma atividade com uso de projetor de slides, o professor-pesquisador apresentou as figuras 87, 88 e 89, em que ele explicou algumas dessas relações entre as organelas apontadas na questão.

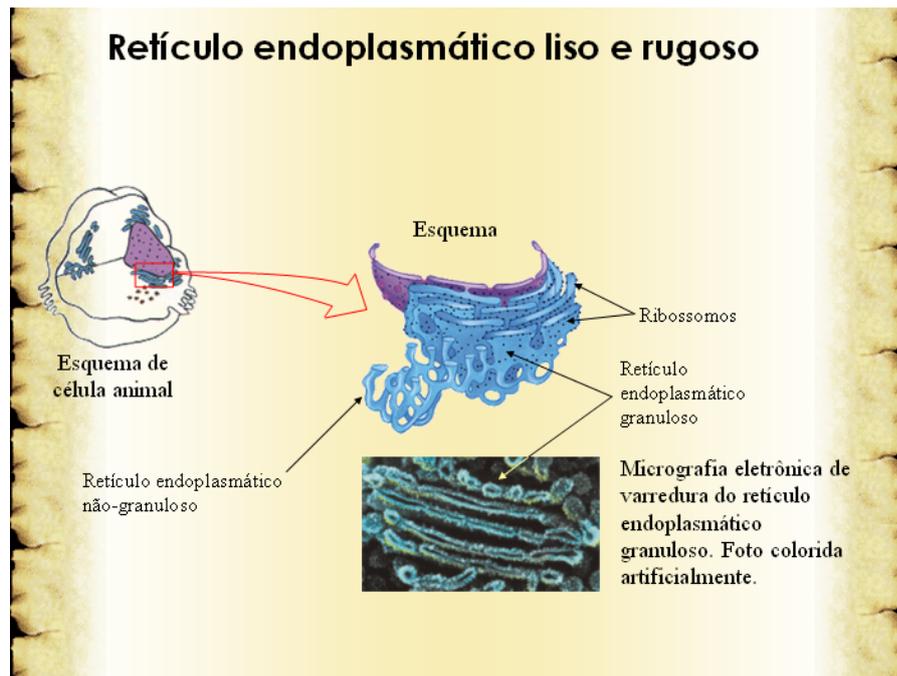


Figura 87. Imagem organizada pelo professor-pesquisador representando o retículo endoplasmático liso e o retículo endoplasmático rugoso.

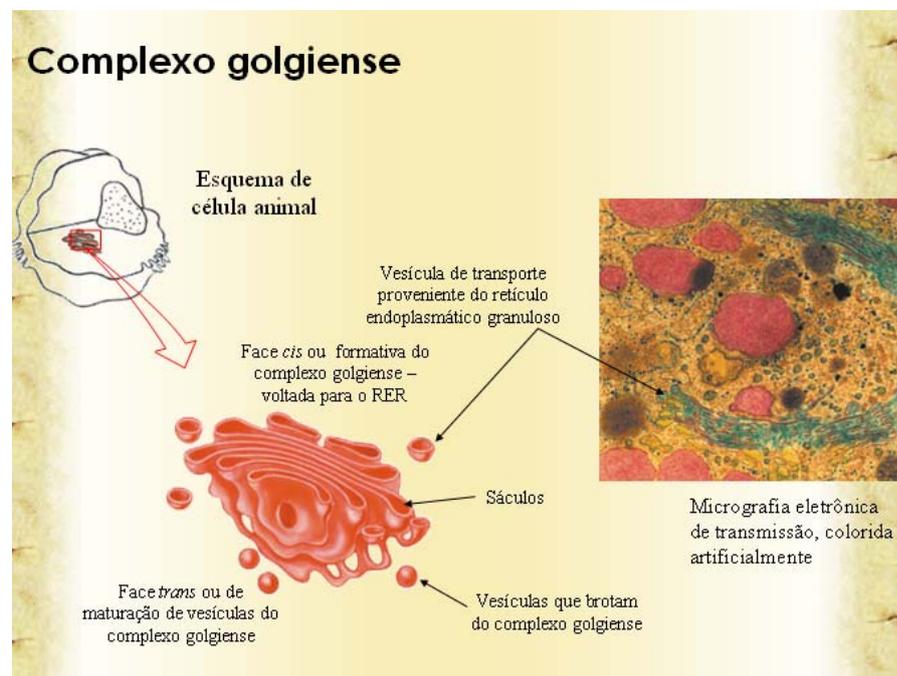


Figura 88. Imagem organizada pelo professor-pesquisador com informações sobre o complexo golgiense.

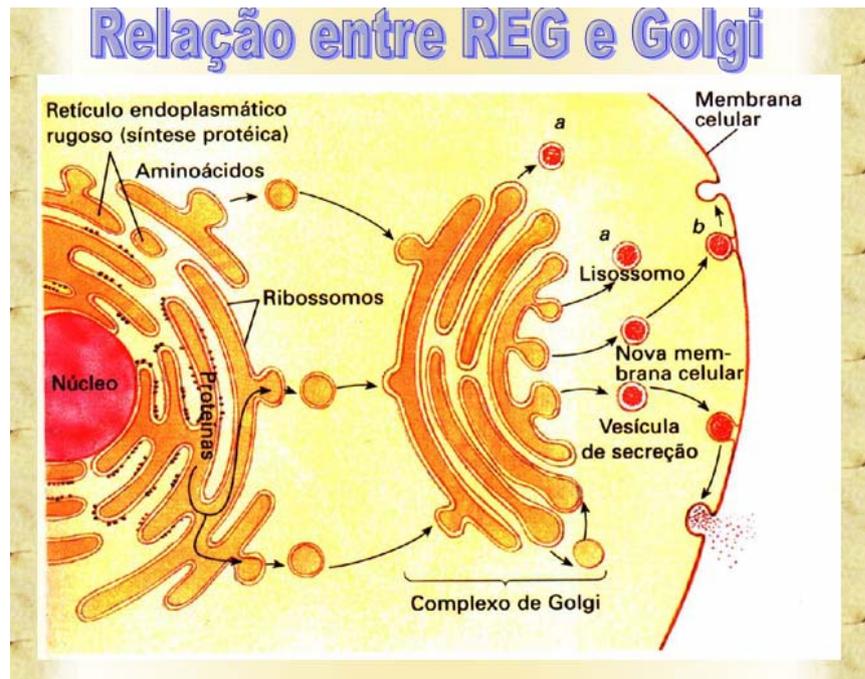


Figura 89. Imagem organizada pelo professor-pesquisador representando as relações entre retículo endoplasmático rugoso e complexo golgiense.

Nas apresentações dos modelos didáticos pelos alunos, especialmente em células animais típicas, percebemos, além das apresentações das funções das organelas isoladas, forte articulação da fisiologia das mesmas, que contribuem para o pleno funcionamento metabólico celular.

A presença dessas organelas também foi perceptível em alguns mapas conceituais, como o representado pelos estudantes E43, E48 e E56, por meio das Figuras 90, 91 e 92.

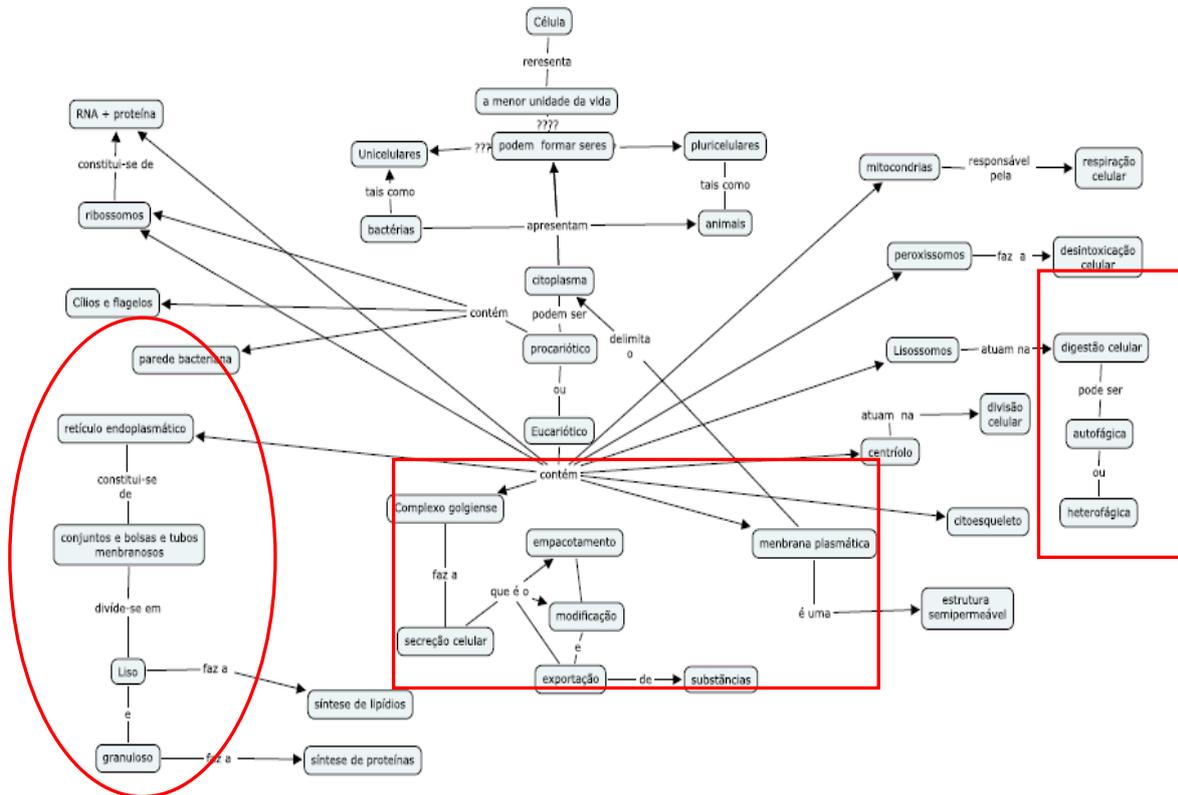


Figura 90. Mapa conceitual construído pelo estudante E43.

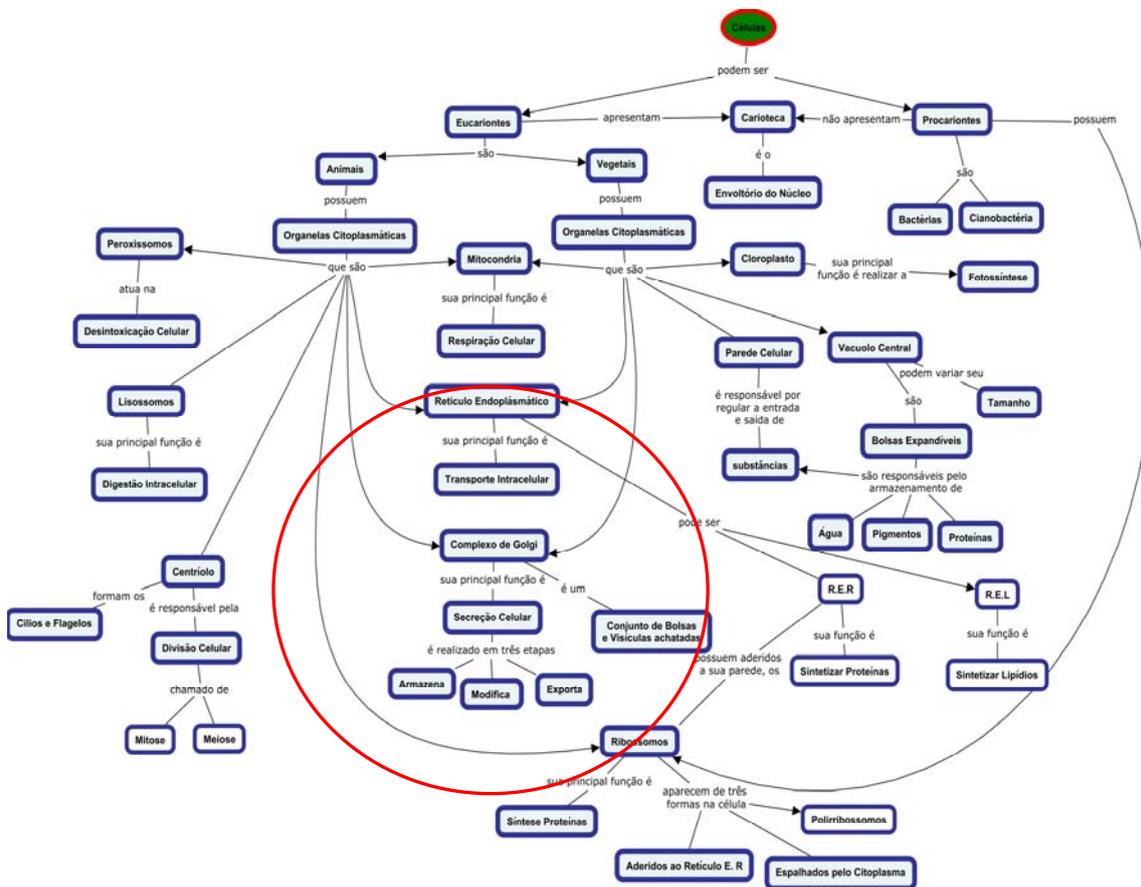


Figura 91. Mapa conceitual construído pelo estudante E48.

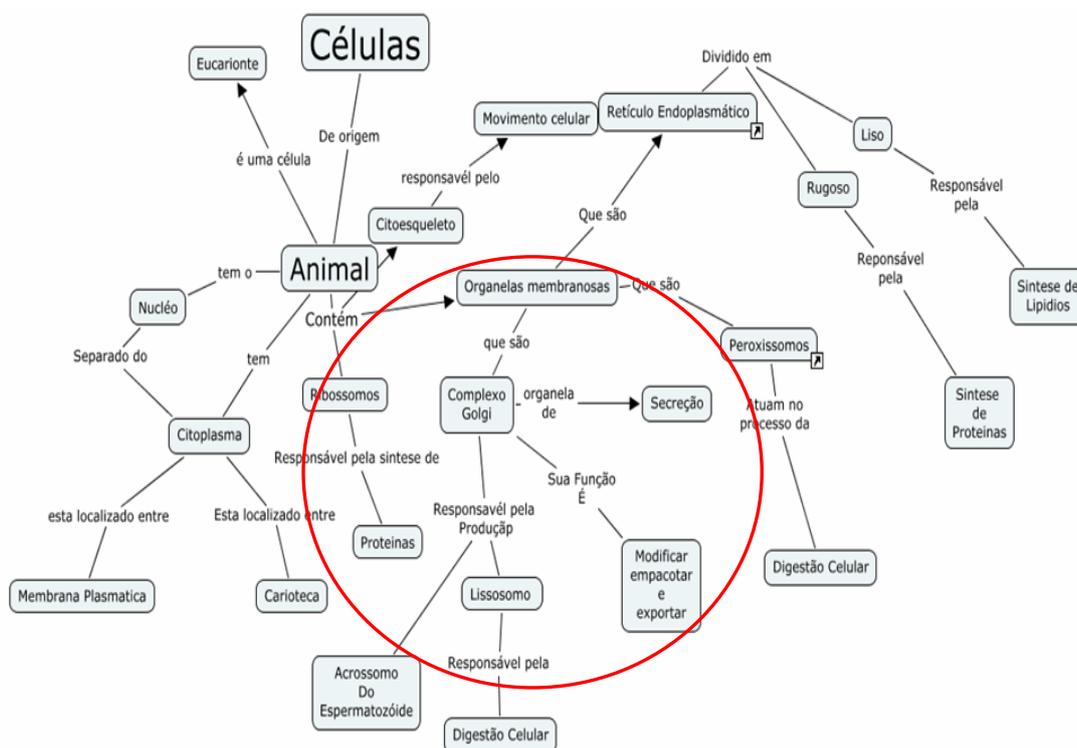


Figura 92. Mapa conceitual construído pelo estudante E56.

- Questão 15

15. Os centríolos são organelas celulares relacionadas com (0,5)

- a) o surgimento de vacúolos autofágicos. b) a remoção do excesso de água. c) o processo de recombinação genética.
 d) a formação de cílios e flagelos. e) os fenômenos de plasmólise e deplasmólise.

A questão 15 trata especificamente sobre a função do centríolo, um pequeno cilindro constituído por nove grupos de três microtúbulos, mantidos juntos por proteínas adesivas. O índice de acerto da questão, representado pela quantidade de alunos que assinalaram cada alternativa, foi:

Alternativas	Quantidade de estudantes que assinalaram cada alternativa	Porcentagem de acerto da questão
A)	05	71,42%
B)	03	
C)	02	
D)	40	
E)	05	
Não respondeu/ram	01	

A influência da explicação do professor durante a sequência didática, bem como os itens já explicados sobre essa organela na questão 3, deste instrumento, são fatores que contribuirão para o resultado expressivo de acerto na questão.

- Questão 16

16. UEPG-modif. Sobre funções de estruturas celulares, assinale o que for correto. (0,5)

(01) Os lisossomos realizam a digestão intracelular.

(02) As mitocôndrias são responsáveis pela respiração celular.

(04) O aparelho de Golgi atua como centro de armazenamento, transformação e remessa de substâncias na célula.

(08) O retículo endoplasmático atua como rede de distribuição de substâncias no interior da célula.

(16) O centríolo é responsável pela formação do acrossomo do espermatozóide

(32) O retículo endoplasmático liso é responsável pela síntese de lipídios

Somatório _____

A questão 16 envolve abordagens sobre seis organelas, já citadas e comentadas em questões anteriores deste instrumento. Essa questão foi adaptada aos moldes de somatório e teve os seguintes resultados:

Alternativa	Organela abordada na questão	Porcentagem de acerto	Porcentagem de erro
01.	Lisossomo	60,71	39,29
02.	Mitocôndria	83,92	16,08
04.	Complexo Golgiense	66,07	33,93
08.	Retículo Endoplasmático	69,64	30,36
16.	Centríolo	85,71	14,29
32.	Retículo Endoplasmático Liso	71,42	28,58
Média		72,91	27,09

A estrutura cognitiva do aprendiz desempenha um papel determinante frente à resolução de um problema/nova situação, uma vez que a busca de solução de uma situação atípica envolve uma readaptação da experiência prévia do aluno frente às demandas da nova situação problemática a ser enfrentada. Se a estrutura cognitiva já possui as subsunções adequadas que permitam a reorganização do conhecimento, a resolução do problema terá cumprido seu papel para a Aprendizagem Significativa. Assim, a proposição de atividades que implementem a resolução de uma nova situação

pode ser considerada um meio para promover tal aprendizagem (AUSUBEL et al, 1980; COSTA e MOREIRA, 2001).

A resolução de uma nova situação de aprendizagem, utilizando-se conceitos novos é uma forma de verificar se houve Aprendizagem Significativa, na medida em que esse problema requer incorporação, dessa maneira, da nova informação da estrutura cognitiva do sujeito que a realiza.

Neste sentido, o último instrumento aplicado tratou de uma atividade cuja proposta foi a resolução de um novo problema.

4. 7. ATIVIDADE DE RESOLUÇÃO DE UM NOVO PROBLEMA

No sentido de estabelecer um comparativo do funcionamento de uma célula com a organização que ocorre em uma cidade e visando a obter dados de aprendizagem, foi aplicada uma atividade que consta de uma questão adaptada da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

CIDADES	CÉLULA EUCARIONTE
I. Ruas e avenidas	1. Mitocôndrias
II. Silos e armazéns	2. Lisossomos
III. Central elétrica (energética)	3. Retículo endoplasmático
IV. Casas com aquecimento solar	4. Complexo Golgiense
V. Restaurantes e lanchonetes	5. Cloroplastos

Correlacione os locais da cidade com as principais funções correspondentes às organelas celulares e explique a relação que você estabeleceu.

Na proposta da situação, seguindo a ordem pela coluna da direita, referente às organelas, as Mitocôndrias participam da formação das moléculas de ATP, funcionando, assim, de forma similar a uma central energética. Os Lisossomos podem ser comparados aos restaurantes e lanchonetes, pois, de certa forma, estão envolvidos no processo de obtenção de alimento, uma vez que participam da digestão intracelular, logo, podem ser vistos como locais relacionados com a alimentação. O Retículo Endoplasmático tem várias funções, uma delas é o transporte de substâncias no interior da célula, por meio de vesículas e canais que lembram as funções que as ruas desempenham em uma cidade. O Complexo Golgiense armazena substâncias, além de desempenhar outras funções, comparando-se a silos e armazéns e, por fim, os Cloroplastos possuem pigmentos que absorvem alguns comprimentos de onda para fazerem fotossíntese, portanto são uma espécie de casa com aquecimento solar.

De forma geral, as respostas foram consideravelmente satisfatórias para a atividade proposta. Foram diversos os modelos de respostas atribuídos pelos alunos, que foram utilizados para a percepção da organização conceitual sobre o assunto, sobre o que foi questionado. A proposição de comparações sobre a temática célula propicia uma variedade de possibilidades em que os estudantes podem expressar seus conhecimentos.

A apresentação dos dados será exposta para cada uma das organelas citadas. Será apresentada, nesta tese, a relação observada sobre uma organela (mitocôndria).

4.7.1. Relação Central elétrica (energética) e Mitocôndrias

Trinta e quatro estudantes souberam estabelecer a comparação da relação entre o papel desempenhado por uma central elétrica em uma cidade e uma mitocôndria em uma célula. Na maioria desses casos, a resposta foi sucinta, apontando somente as similaridades da central elétrica com a organela, que pode ser evidenciado nas seguintes respostas:

- Aluno E9: *As centrais elétricas geram energias para as cidades e a mitocôndria gera energia para a célula;*
- Aluno E30: *Eles tem muitas coisas em comum, mas a principal é que os dois geram energia para o seu redor e foi por isso que eu defini que ele e a organela tem em comum;*
- Aluno E49: *Eu acho que a III se reúne com I pois a mitocôndria produz energia para a célula, assim como a central de energia produz energia para a cidade.*

Quatro estudantes conseguiram especificar que a produção de energia pela mitocôndria ocorre na célula eucarionte. Essa informação na resposta é pertinente, uma vez que a célula, quando não especificada, pode também ser representada por organismo procarionte, como é o caso das bactérias e cianobactérias, que não possuem mitocôndrias. A resposta do estudante 26 evidencia isso:

- Pois as mitocôndrias possuem a energia para as células eucarióticas, assim como a central elétrica produz para as cidades.*

Alguns estudantes apontaram o processo de respiração celular, o qual, de fato, possibilita a geração de energia para a célula, exemplificada pelas respostas de alguns estudantes, tais como:

-Aluno E1: *A mitocôndria é importante para a respiração celular produzir a energia para a célula, igual a central elétrica da cidade;*

-Aluno E44: *A mitocôndria é a responsável pela respiração celular;*

Foram observadas respostas em que os estudantes inseriram a molécula de Trifosfato de Adenosina (ATP), um nucleotídeo responsável pelo armazenamento de energia em suas ligações químicas. Trata-se de uma importante informação, pois a utilização da sigla ATP indica que o conhecimento sobre o potencial energético da mitocôndria vai além da produção de energia, ou seja, o estudante possivelmente obteve conhecimentos sobre o aparato químico que envolve o processo de respiração celular e a produção de energia. Isso fica evidenciado, respectivamente, nas respostas dos estudantes E24, E25 e E29:

-Porque a central de energia produz energia e as mitocôndrias produzem a molécula de energia (ATP);

-Pois a mitocôndria produz ATP, que é como a central elétrica para a célula;

-Mitocôndrias produz energias através da molécula de ATP (central elétrica).

Também percebemos respostas de estudantes que tentaram expor a relação da produção de energia com os processos posteriores da utilização ou não de energia. O aluno 42 apresentou a seguinte relação:

-Eu correlacionei III-1 pois a função das mitocôndrias é armazenar energia dentro da célula e se ela não for gasta ela é retirada por meio de fagocitose, e como a central elétrica, ela produz e armazena energia.

No apontamento desse estudante, nem tudo tem coerência. Não é necessariamente a energia que entra ou sai da célula, e sim as substâncias. O processo de fagocitose envolve o englobamento de grandes partículas pela célula. O aluno referia-se ao processo de exocitose, indicando a saída da energia (que, na verdade, seria substâncias). No entanto, é interessante perceber esse tipo de relação por parte dos estudantes, indicando que o processo não é mecânico e que eles estão tentando estabelecer ligações conceituais que envolvem a funcionalidade da mitocôndria também com outros processos celulares.

Alguns estudantes apontaram justificativas equivocadas na relação proposta ou na tentativa de supor alguma resposta, mesmo que sem conhecimento concreto, não conseguiram obter êxito.

-Aluno E2: *Ruas e avenidas - mitocôndrias porque gera uma organela que gera pras ruas e avenidas por ela mesmo.*

-Aluno E52: *Restaurantes e lanchonetes: mitocôndrias – produzem seu próprio alimento. É o que ocorre nas mitocôndrias, são independentes, possuem sua própria estrutura e sintetizam seu alimento.*

Ao desenvolver a habilidade de interpretar atribuições na tentativa de resolução de uma nova situação, os estudantes estabeleceram propósitos para o alcance de seus objetivos e atuaram na busca de resultados para a situação em questão. A proposta mostrou-se desafiadora e convergiu ao conhecimento científico, por meio de características empíricas, a uma boa construção de um conhecimento mais elaborado.

Os resultados obtidos sugerem que é preciso investir em atividades que promovam a aprendizagem por meio da inserção de situações problemáticas abertas, proporcionadas pelo desafio de construir modelos didáticos, que possam gerar o interesse dos alunos, que os predisponham a aprender e a assumir a responsabilidade de resolver a situação proposta, pois, segundo a TAS, essas são as condições para que consigamos uma evolução ao mesmo tempo conceitual e atitudinal dos estudantes e é, neste sentido, que essa teoria apresenta-se como um referencial apropriado para trabalhar em sala de aula, de forma integrada, a proposta dos modelos didáticos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O propósito desta investigação foi dar início a uma discussão sobre a implementação de uma estratégia diferenciada de ensino e aprendizagem sobre célula na disciplina de biologia baseada no uso de modelagem didática e fundamentada nos pressupostos da TAS. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, do tipo intervenção, desenvolvida em duas turmas do curso técnico em informática do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus Ponta Porã, nas quais lecionava o autor desta tese. Participaram da pesquisa trinta e cinco estudantes no estudo piloto e cinquenta e seis na fase final de pesquisa, durante os anos de 2012 e 2013.

Nosso objetivo foi verificar se os materiais utilizados na sequencia didática desenvolvida com a utilização de modelagem didática, por meio da construção de modelos concretos pelos estudantes, são potencialmente significativos para a aprendizagem de conceitos de biologia celular. Para isso, as estratégias de intervenção foram inseridas em um trabalho de pesquisa tendo como principal amparo a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Realizamos, inicialmente, uma investigação da existência de conceitos subsunçores relacionados aos conteúdos de biologia celular. Verificamos a inexistência desses subsunçores, pela maioria dos alunos, após aplicarmos um questionário diagnóstico e um pré-teste, que se mostraram instrumentos satisfatórios para o levantamento de problemas conceituais relacionados ao conteúdo proposto. A fim de prover esses subsunçores, utilizamos os organizadores prévios, propostos por Ausubel, como um mecanismo pedagógico para os alunos que não os apresentavam, no início da intervenção, ou seja, o uso dos organizadores serviu como uma preparação para o conhecimento posterior. Entretanto, alguns subsunçores relacionados com a biologia celular, tais como as ações entre membrana plasmática e citoplasma, diferenciações entre unicelulares e pluricelulares e o funcionamento de algumas organelas independentes, foram identificados em uma parcela pequena dos estudantes.

De forma geral, observamos que os estudantes apresentaram a predisposição inicial para aprender, visto que havia uma satisfatória relação afetiva entre eles e o professor pesquisador, bem como, uma empatia e boa receptividade com a proposta metodológica de construção e interação com os objetos concretos de modelagem para a

aprendizagem dos novos conteúdos. Esses fatores foram cruciais para a manutenção da predisposição durante todo o desenvolvimento do trabalho.

No processo de investigação do ensino e aprendizagem nas diferentes situações vivenciadas durante a intervenção, constatamos que os estudantes possuíam a capacidade de reconhecer e definir problemas sobre a célula, contudo, apresentaram dificuldades em interpretar algumas análises concernentes ao seu funcionamento, especialmente, sobre as características estruturais e funcionais dos peroxissomos, do vacúolo do suco celular e do citoesqueleto.

Nesta pesquisa, os modelos didáticos apresentaram-se como ferramentas eficazes ao aprendizado de conceitos em biologia celular, bem como propiciaram reflexões sobre as diversas formas de desenvolvimento e representações das temáticas envolvidas, demonstradas, sobretudo, pela relevância de dois aspectos ímpares para a assimilação dos conteúdos: 1) a busca pela observação e; 2) abordagem da pesquisa em ambiente externo ao espaço escolar e a própria abordagem prática no Ensino de Biologia, que teria uma eficácia supostamente ideal e objetiva com o uso de laboratórios bem equipados. Assim, diante da ausência de equipamentos custosos no lócus de ensino, a utilização de modelos didáticos possibilitou uma visão mais abrangente do conteúdo estudado, além de facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

O foco principal da pesquisa foi fortalecer o argumento de que as atividades com modelagem didática podem favorecer significativamente a aprendizagem conceitual de conteúdos de biologia celular. Relacionado a esse propósito, Gowin (1981) comenta que deve haver uma relação triádica entre professor, materiais educativos e aprendiz. Assim, um episódio de ensino e aprendizagem caracteriza-se pelo compartilhamento de significados entre estudante e professor a respeito de conhecimentos veiculados por materiais educativos aliados ao currículo. Utilizando materiais educativos relacionados ao currículo, estudante e professor devem buscar congruência de significados. O material de ensino, no entanto, deve ser potencialmente significativo, ou seja, elaborado de acordo com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do estudante e a predisposição deste para aprender significativamente. Essa relação não ocorre com qualquer ideia, mas com as ideias relevantes existentes e que sejam relacionáveis ou incorporáveis à estrutura cognitiva do aprendiz.

Considerando a natureza do material utilizado, que possibilitou a construção de modelos concretos pelos estudantes e a predisposição dos mesmos manifestada pelo envolvimento com o conteúdo a ser aprendido, bem como a intencionalidade do

professor em organizar o conteúdo de acordo com os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, evidenciamos que o referido material apresenta os elementos essenciais, o que o caracteriza como potencialmente significativo. Nesse sentido, a teoria ausubeliana ofereceu uma base teórica e epistemológica favorável para a criação de novas situações no ensino e na aprendizagem de conteúdos biológicos.

De acordo com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa, o processo de aprendizagem constitui-se de uma atividade ampla e dinâmica, resultante de relações cognitivas, culturais, afetivas e sociais e consiste em um evento idiossincrático, derivado de interações entre o conhecimento preexistente e o novo conhecimento. Por conseguinte, essa proposta apresenta uma alternativa para o ensino e aprendizagem de biologia, uma vez que proporciona diálogos entre o conhecimento abstrato e o conhecimento teórico e a possibilidade de representá-lo por meio de um modelo concreto, demonstrando que o processo permite uma negociação de significados sobre termos da área biológica.

No interesse da explicitação dos vários conceitos contidos no material instrucional proposto e nas relações subjacentes entre esses conceitos, a proposta de modelagem mostrou-se particularmente útil diante de um conteúdo que envolve terminologias rebuscadas e eventos de difícil compreensão. Neste sentido, acreditamos que o processo de modelização configura-se em um campo propício para futuras pesquisas no ensino de ciências, sobretudo no Ensino de Biologia.

No tocante à pesquisa realizada, percebemos que os dados vão ao encontro do que preconiza Krapas et al (1997), quando apontam que a maximização de estudos sobre essa temática, em programas de pesquisas, poderá ocorrer por meio da compreensão das possíveis utilizações de modelos/modelagem na pesquisa e na educação.

Os resultados evidenciaram, especialmente após a análise dos mapas conceituais, a ocorrência dos processos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e uma evolução cognitiva dos conceitos da biologia celular apresentados pelos alunos que participaram desse estudo, pois os Mapas Conceituais contribuem para especificar e/ou reorganizar as relações existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Novak e Gowin (1996) apontam que “[...] o conhecimento não se descobre, como o ouro ou o petróleo. É, sim, construído, como os carros ou as pirâmides”. Analogamente, o uso da metodologia adotada e o referencial teórico escolhido para

condução da pesquisa possibilitaram maior interação dos estudantes em atividades que propiciaram maior habilidade ao manipular o material e concretizar o modelo que facilitou a aquisição de conceitos da biologia celular, aumentando o potencial para a Aprendizagem Significativa das temáticas estudadas e minimizando, assim, a possibilidade da ocorrência de Aprendizagem Mecânica, que é recorrente no ensino da biologia diante da cultura em decorar-se conteúdos. Uma evidência considerável de ocorrência da Aprendizagem Significativa foi verificada nas relações estabelecidas pelos alunos entre os dados iniciais e os níveis de apresentação dos conceitos apresentados no mapeamento conceitual e na atividade realizada com a nova situação.

Os resultados obtidos nesse trabalho de tese evidenciam importantes avanços na compreensão dos processos envolvidos no ensino e na Aprendizagem Significativa sobre célula, ao unir os pressupostos da teoria com a proposta da modelagem didática, como, também, propõe mudanças na prática pedagógica, que contribuem com novas formulações e enfoques teóricos e metodológicos adotados no âmbito dessa intervenção.

Segundo os pressupostos teóricos da TAS, o conhecimento prévio contribui para a aprendizagem no sentido de favorecer a interação com a nova informação por meio de um material substantivo e não arbitrário. Nesse sentido, a proposta do uso de uma metodologia alicerçada na construção de modelos concretos, aliada à sequência de ensino desenvolvida, se mostraram eficazes para a apreensão de novos significados por parte dos alunos, favorecendo a Aprendizagem Significativa. Esses aspectos foram evidenciados por meio do processo de triangulação, compreendido pela análise dos questionários, testes e dos mapas conceituais, bem como as análises da construção e apresentação das modelagens didáticas, que demonstrou a ocorrência de apropriação significativa, favorecendo o estudante na assimilação dos conceitos de biologia celular e a construção de significados.

Concordando com o referencial teórico escolhido para esta pesquisa, as considerações expostas no trabalho propõem ampliar ainda mais as discussões na temática abordada, visando a intensificar as pesquisas no Ensino de Biologia, contribuindo para as mudanças na prática pedagógica de educadores no ensino de ciências em sala de aula.

A estratégia da modelagem didática possibilitou a construção dos modelos concretos, que são materiais muito favoráveis para o processo de ensino e aprendizagem da biologia celular voltada para o aluno cego, e no âmbito de uma perspectiva futura e de continuidade deste trabalho, direcionaremos o modelo didático como possibilidade

de atuação como material pedagógico concreto tátil, possibilitando ao aluno cego uma aproximação do que é observado pelo aluno vidente, a partir da percepção tátil.

REFERÊNCIAS

- ALEGRO, R. C. **Conhecimento prévio e aprendizagem significativa de conceitos históricos no ensino médio**. 2008. 239p. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Paulista Júlio Mesquita Filho. Marília, 2008, 239p.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia das células**. 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2004
- ANDRADE, M. L. F.; MASSABNI, V. G. O desenvolvimento de atividades práticas na escola: um desafio para os professores de Ciências. **Ciência e Educação** (UNESP. Impresso), v. 17, p. 835-854, 2011.
- ANTUNES, A. M.; FARIA, J. C. N. M.; LEITE, V. R. M. Mapas conceituais no ensino de ciências: construindo conhecimentos sobre sistema nervoso. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.8, n. 3, 2013
- ANTUNES, F.; LORENCINI JUNIOR, A.; SALVI, R. F. **Aprendizagem Significativa e a Funcionalidade das Perguntas na Construção do Discurso em Aulas de Ciências**. In: VI Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa e 3º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, São Paulo. **Anais do VI Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa e 3º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa**, 2010.
- ARAÚJO-JORGE, T. C.; CARDONA, T. S.; MENDES, C. L. S.; HENRIQUES-PONS, A.; MEIRELLES, R. M. S.; COUTINHO, C. M. L. M.; AGUIAR, L. E. V.; MEIRELLES, M. N. L.; CASTRO, S. L.; BARBOSA, H. S.; LUZ, M. P. G. R. Microscopy Images Interactive Tools in Cell Modelling and Cell Biology Education. **Cell Biology Education**. V. 3, n. 2, p. 99-110. Summer, 2004.
- ARAÚJO, M. F. F.; SOUSA, R. A.; SOUSA, I. C. **Instrumentação para o ensino de biologia II**. 2 ed. Natal: EDUFRN, 2011
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. São Paulo: Papyrus, 2001.
- ATAIDE, M. C. E. S.; SILVA, B.V.C. As metodologias do ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. **Holos (Natal. Online)**, v. 4, p. 171-181, 2011.
- AUSUBEL, D. P. **Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva** (G. S. Barberán, Trad.). Barcelona: Paidós. 2002.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. New York, Holt: Rinehart and Winston, 1978.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BAILER, C.; TOMITCH, L. M. B.; D'ELY, R.C.S.F. O planejamento como processo dinâmico: a importância do estudo piloto para uma pesquisa experimental em linguística aplicada. **Revista intercâmbio**, v. 24, p. 129-146, 2011.

BEREZUK, P. A.; INADA, P. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 32, p. 207-215, 2010.

BESSET, V. L.; COUTINHO, L. G.; COHEN, R. H. P. **Pesquisa-intervenção com adolescentes: contribuições da psicanálise**. In: CASTRO, L. R de e BESSET, V. L. (Orgs.) Pesquisa-intervenção na infância e juventude. NAU: Rio de Janeiro, 2008.

BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L, COCKING, A. R. **How people learn: brain, mind, experinece and school**. National Research Council. Washington, DC: National Academy Press, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. 2013

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**. Brasília: 2002.

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998

BREJO, Janayna Alves. **Estado do conhecimento sobre a formação de profissionais da educação infantil no Brasil (1996 – 2005)**. 2007. 879p. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

CANHOTA, C. **Qual a importância do estudo piloto?** In: SILVA, E. E. (Org.). Investigação passo a passo: perguntas e respostas para investigação clínica. Lisboa: APMCG, 2008. p. 69-72.

CASTRO, B. J.; COSTA, P. C. F. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Fundamental segundo o contexto da Aprendizagem Significativa. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 6, n. 2, p. 1-13, 2011.

CAVALCANTE, D. D.; SILVA, A. F. A. **Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, **Anais do XIV Encontro Nacional de Ensino de Química**, UFPR, 2008.

CERRI, Y.L.N.S.; NADALINI, M.F.C.; SILVA, L.H.A. **Possibilidades e Dificuldades didáticas para o ensino da célula: modelo mental e representação visual**. Em: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Atibaia. 2001.

COOPER, G.M.; HAUSMANN, R. E. **A Célula: Uma Abordagem Molecular**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 18, n.3, p. 263-276, 2001

COZINHA, E.; SINO, J. D.; REEVE, S.; SUDWEEKS, R. R.; BRADSHAW, W. S. Teaching Cell Biology in the Large-Enrollment Classroom: Methods to Promote Analytical Thinking and Assessment of Their Effectiveness. **Cell Biology Education**. v. 2, p. 180–194. 2003.

CRUZ, J. B. **Laboratórios**. Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

CUNHA, Karla Maria Castello Branco. **O ensino e a aprendizagem significativa da célula no contexto da disciplina biologia do primeiro ano do ensino médio em uma escola pública do Rio de Janeiro**. 2011. 207p. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde). Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2011, 207p.

DELLA JUSTINA L.; A, RIPPEL J. L.; Barradas C. M, Ferla MR. **Modelos didáticos no ensino de Genética** In: Seminário de extensão da Unioeste, 3. Cascavel. **Anais do Seminário de extensão da Unioeste**. Cascavel; p.135-40. 2003.

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

FARIA, W. **Aprendizagem e planejamento de ensino**. São Paulo: Ática, 1989.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. Modelagem e o "Fazer Ciência". **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.

FREIRE, Paulo. **Educação como Prática da Liberdade**. 29 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2006.

GILBERT, J. K. Models and modelling: routes to a more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, n.2, p.115-130, 2004.

GILBERT, J. K. e BOULTER, C. J. **Learning Science Through Models and Modelling**. In B. Frazer and K. Tobin (eds), *The International Handbook of Science Education* p.53-66. Dordrecht: Kluwer, 1998.

GILBERT, J. K.; BOULTER, C. J.; ELMER, R. **Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education**. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), *Developing Models in Science Education*. Dordrecht: Kluwer, p.3-17, 2000.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber**: das concepções dos aprendentes aos saberes científicos. Porto Alegre: Artemed; 1996.

GOBERT, J.; BUCKLEY, B. Introduction to model-based teaching and learning in science education. **International Journal of Science Education**, v.22, p.891-894, 2000.

GONÇALVES, F. P. **A problematização das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência dos formadores de professores de Química.** 2009. 234f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

GONÇALVES, F. P.; GALIAZZI, M. C. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (ORGs). **Educação em Ciências: Produção de Currículos e Formação de Professores.** Unijuí: Ed. Unijuí, 2004.

GOWIN, D. B. **Educating.** New York: Cornell University Press, 1981.

JUSTI, R. La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. **Enseñanza de las Ciencias**, v.24 n.2, p.173-184, 2006.

KOVALICZN, Rosilda Aparecida. **O Professor de Ciências e de Biologia frente às Parasitoses Comuns em Escolares.** 1999. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 1999.

KRAPAS, S.; QUEIROZ, G.; COLINVAUX, D.; FRANCO, C. **Modelos: Uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 2, n. 3, p. 185-205. 1997.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de Ensino de Biologia.** 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

LEGEY, A. P.; CHAVES, R.; MÓL, A. C. A.; SPIEGEL, C. N.; BARBOSA, J. V.; COUTINHO, C. M. L. M. Avaliação de saberes sobre célula apresentados por alunos ingressantes em cursos superiores da área biomédica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.** v. 11, n. 1, p. 203-224, 2012.

LEMOS, E. S. (Re)Situando a teoria da aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 3, p. 38-51, 2005

LIMA, A. A.; NUNEZ, I. B. A análise do conhecimento pedagógico do conteúdo no planejamento de atividades com a utilização de modelos no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 35, p. 123-131, 2013.

LIMA, S. C.; TAKAHASHI, E. K. **Aprender física também é coisa de criança.** In: VI Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa e 3º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, São Paulo. **Anais do VI Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa e 3 Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa**, 2010.

LODISH, H., BERK, A., ZIPURSKY, S.L., MATSUDAIRA, P., BALTIMORE, D.; DARNELL, J. **Molecular Cell Biology**, 4th ed., New York: W.H. 2000.

LORENCINI JUNIOR, A. **O professor e as perguntas na construção do discurso em sala de aula**. 2000. 243f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

MACHADO, Juliana. **Modelização na formação inicial de professores de Física**. 2009. 178p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

MACKEY, A.; GASS, S. **Common data collection measures**. Second language research: methodology and design, p. 43-99. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2005.

MAIA, Poliana Flávia. **Habilidades investigativas no ensino fundamentado em modelagem**. 2009. 230p. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009, 230p.

MARTINS, J. S. **Projetos de pesquisa: estratégias de ensino e aprendizagem em sala de aula**. São Paulo: Editora Campinas, 2005.

MEGID NETO, J. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental**. 1999. 114f. Tese (Doutorado em Educação) Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

MEGID NETO, J. Pós-graduação e pesquisa em ensino de biologia no Brasil: um estudo com base em dissertações e teses. **Ciência & Educação**. V. 17, n. 3, p. 559-579, 2011.

MENDONÇA, C. A. S. **O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em ciências naturais e biologia**. 2012. 348p. Tese (Doutorado em Enseñanza de las Ciencias). Universidad de Burgos. Burgos, 2012.

MENDONÇA, C. A. S.; MOREIRA, M. A.; PACIFICO, F. S. A. R. **O uso de mapas conceituais progressivos como recurso facilitador da aprendizagem significativa em ciências naturais e biologia**. In: IX Congresso Internacional sobre Investigación Didáctica de las Ciencias. Girona. **Anais do IX Congresso Internacional sobre Investigación Didáctica de las Ciencias**, 2013.

MENDONÇA, P. C. C.; JUSTI, R. S. An instrument for analysing arguments produced in modeling-based chemistry lessons. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 51, p. 192-218, 2014.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e texto complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2011

MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: UFRGS. 2006

MOREIRA, M. A. **Pesquisa em ensino: o Vê epistemológico de Gowin**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 1990

MOREIRA, M. A. Textos de apoio ao professor de física. **Aprendizagem significativa em Mapas Conceituais**. 2013. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/v24_n6_moreira_.pdf. Acesso em 27 de setembro de 2014.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física**; a teoria de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências. Porto Alegre: UFRGS. 1983

MOREIRA, M. A.; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa**: a teoria de aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: Centauro Editora. 2ª edição. 2006

MORRISON, M., & MORGAN, M. S. **Models as mediating instruments**. In M. S. MORGAN & M. MORRISON (Eds.), *Models as mediators*. Cambridge: Cambridge University Press, p.10-37, 1999.

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

NOVAK, J. D. **A demanda de um sonho: a educação pode ser melhorada**. Em: J.J. Mintzes; J.H Wandersse; J.D Novak. *Ensinando ciência para a compreensão* (p.22-44). Lisboa: Plátano. 2000.

NOVAK, J. D. **Aprender, criar e utilizar o conhecimento**: Mapas Conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano edições técnicas, 1998.

NOVAK J. D.; CAÑAS, A. J, The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. **Information Visualization**. V.5, 175-184, 2006.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprendendo a aprender**. Lisboa: Plátano/Edições Técnicas. 1996.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprendiendo a aprender**. Barcelona, Martínez Roca, 1988.

NÚÑEZ, I. B.; LIMA, A. de A. **O conhecimento pedagógico do conteúdo e os modelos no ensino de química**: caminhos na busca da profissionalização docente. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). **Anais eletrônicos**. Curitiba/PR, Julho 2008.

OLIVEIRA, Cleidson Santiago. **Atividade experimental investigativa**: construção do termômetro de coluna líquida. 2012. 227f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

OLIVEIRA, Kelvin Barbosa. **Atividades experimentais no ensino de biologia em escolas públicas do estado do Rio Grande do Norte, Brasil**: caracterização geral e

concepção de professores. 2010. 120f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; SILVA, A. M.; FUSISAKI, C.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D.; FERNANDES, F. F.; LORENZI, J. C. C.; LIMA, M. A.; GARDIM, S.; BARBOSA, V. C.; TREZ, T. A. . Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e Molecular no Ensino Médio por graduandos de Ciências Biológicas. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v. 10, p.1-17, 2009.

PALMERO, M. L. R.; MOREIRA, M. A. Modelos mentales vs esquemas de célula. Porto Alegre: **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 7, n.1, 2002.

PAZ, A. M.; ABEGG, I.; ALVES-FILHO, J. P.; OLIVEIRA, V. L. B. Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar. **Ensaio**, v. 8, n. 2, p. 133-146. 2006.

PEDROSO, C. V. **Uma década de pesquisa sobre atividades experimentais na educação em Ciências: Memórias e realidade**. In: Congresso Nacional de Educação – EDUCERE e Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia. Paraná. **Anais eletrônicos. Paraná**. Pontifca Universidade Católica do Paraná, 2009.

PEÑA, A. O.; BALLESTROS, A.; CUEVAS, C.; GIRALDO, L.; MARTÍN, I.; MOLINA, A.; RODRÍGUEZ, A.; VÉLEZ, U. **Mapas conceituais: uma técnica para aprender**. Edições Loyola, São Paulo, 2005.

PINTO, B. P.; AMARAL, C. L. C. Mapas conceituais como instrumento de avaliação das relações entre questões energéticas e seus impactos ambientais. **Aprendizagem Significativa em Revista**. v.4, n. 1, p. 68-80. 2014

RAVEN, H. P.; EICHHORN, S. E.; EVERT, R. F. **Biologia Vegetal**. 8 ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2014.

RAVEN, H. P.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E.: **Biologia Vegetal**. 5 ed. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1996.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. M. J.; GULLICH, R. I. C. **O Ensino de Ciências e a Experimentação**. In: IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul - ANPED SUL, 2012, Caxias do Sul. **Anais do IX Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul - ANPED SUL**, 2012.

PALMERO, M. L. R. La célula vista por el alumnado. **Ciencia & Educação**, v. 9, n. 2, p. 229-246, 2003.

_____.; Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza/aprendizaje de la estructura y del funcionamiento celular. **Investigações em Ensino de Ciências**. V. 2, n. 2, p. 123-149, 1997.

ROSA, P. R. S. **A teoria cognitivista de David Ausubel**. Instrumentação para o ensino de ciência. 2008. Disponível em: <

http://dc356.4shared.com/doc/Ft0R_QyU/preview.html >. Acesso em 27 de setembro de 2014.

SANTOS, C. H. V.; BAGANHA, D. E.; DURÃES, D. A. S.; FERRARI, L. S.; WEÇOLOVIS, J.; PIRES, M. M. Y. *Biologia – Ensino Médio*, 2ª ed. Secretaria de Estado de Educação do Paraná, 2006, 296p.

SANTOS, J. S.; CORTELAZZO, A. L. Avaliação dos conteúdos de Biologia Celular no Ensino Médio: Estudo de caso da prática docente e sua relação com o exame vestibular Unicamp. *Educere* (Umuarama. Impresso), v. 10, p. 7-36, 2010.

SANTOS, J. S.; CORTELAZZO, A. L. . Os conteúdos de biologia celular no Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM. *Avaliação (UNICAMP)*, v. 18, p. 591-612, 2013.

SATO, L. **Pesquisar e Intervir: encontrando o caminho do meio**. In: CASTRO, L. R de e BESSET, V. L. (Orgs.) *Pesquisa-intervenção na infância e juventude*. NAU: Rio de Janeiro, 2008.

SETÚVAL, Francisco Antônio Rodrigues. **Análise conceitual de modelos na formação inicial de professores de biologia e a modelagem com conteúdos de genética**. 2011. 149p. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana,. 2011. 149p.

SILVA, Giovanna Stefanello. **A abordagem do modelo atômico de Bohr através de atividades experimentais e de modelagem**. 2013. 216p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

SILVA, R.; ARAÚJO, M. L. F. **Concepções de atividades experimentais e implicações na prática docente de professores de Ciências**. In: V Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade, 2011, Aracaju. **Anais do V Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**, 2011.

SMITH, K. A. Experimentação nas Aulas de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no Ensino Fundamental: O conhecimento físico**. 1. ed. São Paulo: Editora Scipione, 1998. p 22-23.

SOARES, J. L. **Biologia**. São Paulo: Scipione, 1999.

SOUZA, V C. A.; AGUIAR JR, O. G. **Mediação do conhecimento científico em sala de aula e construção social de modelos no processo de formação inicial dos professores de Química**. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia - SP. **Anais do IX ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Rio de Janeiro: ABRAPEC, v.1. 2013.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. Diálogos possíveis entre o ensino fundamentado em modelagem e a História da Ciência. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 11, n. 2, p. 385-405, 2012

TANNER, K. D. Structure Matters: Twenty-One Teaching Strategies to Promote Student Engagement and Cultivate Classroom Equity. **CBE Life Sci Educ.** v.12, p. 10–16, 2013.

TANNER, K.; ALLEN, D. Approaches to Cell Biology Teaching: A Primer on Standards. **Cell Biology Education.** v. 1, p. 95–100, 2002.

TEIXEIRA, P. M. **Pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil (1972 – 2004):** um estudo baseado em dissertações e teses. 2008. 406p. Tese (Doutorado em Educação). Universidade de Campinas. Campinas, 2008.

TEMP, Daiana Sonogo. **Facilitando a aprendizagem de genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de biologia.** 2011. 85p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2011.

TRINDADE, J. O.; HARTWIG, D. R. Uso Combinado de Mapas Conceituais e Estratégias Diversificadas de Ensino: Uma Análise Inicial das Ligações Químicas. **Química Nova na Escola.** v.34, n. 2, p. 83-91, 2012.

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

VINHOLI-JUNIOR, A.J. (2011). **Contribuições da Teoria da Aprendizagem Significativa para a aprendizagem de conceitos em Botânica.** Acta Scientiarum. Education. Maringá, v. 33, n. 2, p. 281-288.

VOSNIADOU, S. **Mental Models in Conceptual Development.** In L. MAGNANI, N. J. NERSESSIAN P. THAGARD (Eds.), Model-based Reasoning in Scientific Discovery. New York: Kluwer and Plenum Publishers, p.353-368, 2002.

VRIES, M. G.; FERREIRA, C.; ARROIO, A. Concepções de licenciandos em química sobre visualizações no ensino de ciências em dois países; Brasil e Portugal. **Química Nova,** v. 37, n. 3, p. 556-563, 2014.

WOOD, B. Innovations in undergraduate biology teaching and why we need them. **Annual Review of Cell and Developmental Biology,** V. 25. P. 2-34, 2009

ANEXO 1 - Questionário utilizado para verificação da ocorrência de subsunções



INSTITUTO FEDERAL
MATO GROSSO DO SUL

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
de Mato Grosso do Sul
Campus Ponta Porã

Fundação Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul
Programa de Pós-graduação em Educação



Nome: _____ Data: _____

Turma: _____

Prezado(a) aluno(a),

Estamos propondo algumas questões que envolvem o conteúdo de Citoplasma Celular. As suas respostas são muito importantes para a pesquisa que estamos desenvolvendo, onde buscamos aprimorar o Ensino de Biologia. Por meio de suas respostas, iremos elaborar uma estratégia didática visando promover uma aprendizagem que seja significativa para alguns conteúdos de Biologia. Pedimos para que responda as questões uma a uma na sequência que se segue, não observando as perguntas posteriores antes de responder as anteriores. Caso não saiba responder a questão, deixe em branco.

Questões

- 1) Você já estudou que a célula apresenta três partes: membrana plasmática, citoplasma e núcleo. Você considera que o citoplasma seja a maior parte da célula? Por quê?

- 2) Existe alguma ligação entre:
 - a) membrana plasmática e citoplasma?

 - b) núcleo e citoplasma?

- 3) Do que é constituído o citoplasma? Existe(m) algum(ns) tipo(s) de componente(s) que forma(m) o citoplasma(s)? Se sua resposta for positiva, escreva qual(is) é(são) esse(s) componente(s)

- 4) Você já estudou em séries anteriores que existem células procariontes e eucariontes. Em sua opinião, existe(m) diferença(s) entre o citoplasma dessas duas células? Justifique sua resposta

- 5) Você também estudou em séries anteriores que existem células animais e vegetais. No que se refere ao citoplasma, existe(m) diferença(s) entre essas células? Em caso positivo, apresente aquelas que você sabe.

6) Os organismos que são unicelulares apresentam citoplasma? Se sim, existe(m) alguma(m) diferença(m) entre o citoplasma dos unicelulares e dos pluricelulares? Qual(is) é(são) em sua opinião?

7) Os vírus apresentam citoplasma? Se sim, existe(m) alguma(m) diferença(m) entre o citoplasma dos vírus e dos outros seres vivos? Qual(is) é(são) em sua opinião?

8) Você conhece o termo Organelas Citoplasmáticas? O que você sabe sobre elas?

9) Que comparação você faria entre as organelas citoplasmáticas e os órgãos que compõem o corpo humano?

10) Em sua opinião, o citoplasma permanece estático (parado) na porção interior da célula ou existe movimentação de seu conteúdo?

11) Você conhece o termo citosol? Em caso positivo, escreva o que sabe sobre esse termo.

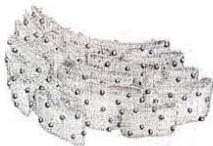
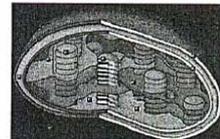
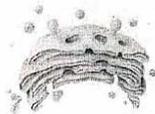
12) Que tipo de funções as organelas citoplasmáticas podem desempenhar na célula? Cite aquelas que você sabe.

13) Abaixo estão apresentados alguns nomes e funções/características de algumas organelas citoplasmáticas e estruturas presentes no interior da célula. Estabeleça a relação correta, indicando o nome da organela que corresponde à função apresentada:

Retículo Endoplasmático Liso	Retículo Endoplasmático Rugoso	Mitocôndrias
Lisossomos	Peroxissomos	Centríolos
Complexo Golgiense	Citoesqueleto	Cloroplastos
Vacúolo do suco celular	Ribossomos	

- Aparecem em todo o citoplasma de células eucariontes quanto procariontes. Elas tem como função sintetizar proteínas que serão utilizadas em processos internos da célula: _____
- Seu conteúdo é fluido, armazenam produtos de nutrição ou de excreção, podendo conter enzimas até mesmo pigmentos: _____
- Funciona como uma espécie de sistema central de distribuição na célula, atuando como centro de armazenamento, transformação, empacotamento e remessa de substâncias: _____
- É um dos organelas celulares mais importantes, sendo extremamente relevante para a respiração celular: _____
- Sua função é a digestão celular: _____
- É formado por sistemas de vesículas achatadas com ribossomos aderidos à membrana, o que lhe confere aspecto granular: _____
- É responsável por manter a forma da célula e as junções celulares, auxiliando nos movimentos celulares: _____
- É uma organela cilíndrica, com importante papel na divisão celular: _____
- É a organela onde se realiza a fotossíntese: _____
- Atua na desintoxicação celular, responsáveis pelo armazenamento das enzimas diretamente relacionadas com o metabolismo do peróxido de hidrogênio (água oxigenada)
- É formado por sistemas de túbulos cilíndricos e sem ribossomos aderidos à membrana. Participa principalmente da síntese de esteróides, fosfolípidos e outros lípidos: _____

14) Abaixo aparecem algumas imagens de Organelas presentes no Citoplasma da célula. Caso você conheça a organela que aparece na imagem e saiba o nome da mesma, indique ao lado. Se você não souber, não preencha.



ANEXO 2 - Questões que compuseram o pré-teste



INSTITUTO FEDERAL
MATO GROSSO DO SUL

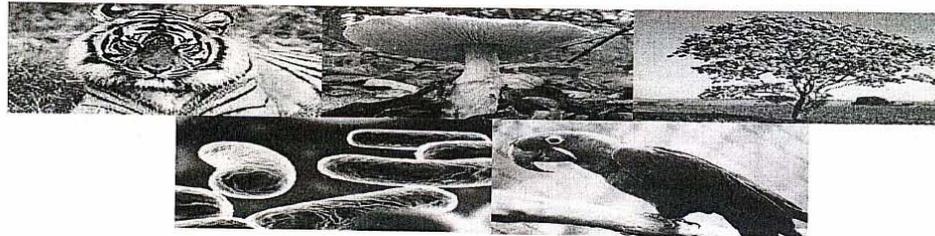
AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE BIOLOGIA



Nome:

Turma: Informática I

1) Observe as imagens abaixo e responda as questões:



- a) O que esses seres vivos têm em comum?
 - b) Em que fatores os diferentes seres vivos da imagem acima se diferem?
 - c) Em sua opinião, do que é (são) feito(s) um (os) seres vivos?
 - d) Em que fatores os seres vivos apresentados na figura diferem da matéria bruta?
- 2) Responda:
- a) O que são células?
 - b) Em sua opinião, existe alguma relação entre a célula e a vida? Justifique sua resposta
 - c) As células de todos os seres vivos são iguais? Justifique sua resposta
 - d) Existe algum ser vivo que não é formado por célula? (se a resposta for positiva, diga qual é e como este organismo vive)
 - e) De que forma as células originam novas células?

ANEXO 3 - Questões que compuseram o pós-teste

AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA DE BIOLOGIA

Nome: _____ Turma: _____

- 1) Em sua opinião, qual é a característica que identifica todos os seres vivos como vivos?

- 2) Em sua opinião, que elementos diferem os seres vivos (ex: diferenças entre plantas e animais, bactérias e fungos, plantas e bactérias, animais e fungos, etc.)

- 3) Do que os seres vivos são formados? Qual é a composição dos seres vivos?

- 4) Qual(is) a(as) principal(ais) diferença(s) entre animais, plantas, algas, fungos, bactérias e objetos brutos, como mesa, cadeira, parede, caneta, etc?

- 5) Depois de seu estudo sobre biologia celular, escreva tudo que você sabe sobre o termo célula.

- 6) Existe vida sem célula? Todos os seres vivos são formados por células ou pode haver seres que não são compostos por células? Apresente seus conhecimentos sobre esse assunto

- 7) Quais são os principais tipos de células que você conhece. Quais são os itens mais importantes que você utilizaria para classificar as células?

- 8) Caso exista algum ser vivo que não seja formado por célula, em sua opinião, que argumentos você utilizaria para classificá-lo como ser vivo?

- 9) As células que compõem seu corpo são as mesmas que você tinha quando nasceu? Em caso negativo, explique como ocorre o processo de produção de novas células dentro de um organismo.

ANEXO 4 - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido preenchido pelos estudantes participantes da pesquisa



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Contribuições ao aprendizado de biologia celular por meio de modelos didáticos e estratégias à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa”. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo conduzido pelo professor Airton José Vinholi Júnior.

A finalidade deste estudo é verificar se o uso de modelos didáticos pode ser utilizado como meio potencialmente significativo para a construção de um modelo consensual e para efetivar a aprendizagem significativa de conceitos de biologia celular.

Poderão participar deste estudo estudantes que estão cursando a disciplina Biologia I do curso técnico integrado ao ensino médio em Informática do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul / Câmpus Ponta Porã. Estudantes não matriculados nessa disciplina não farão parte deste estudo.

Inicialmente você participará da pesquisa por meio da aplicação de um questionário para que o professor possa verificar seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo de biologia celular. A partir disto, você participará de ações utilizando modelos didáticos e construção de mapas conceituais sobre alguns aspectos da disciplina de biologia. Num segundo momento você também participará de aulas que utilizam os modelos didáticos como ferramenta de ensino e aprendizagem de biologia celular.

Sabe-se que os modelos didáticos são recursos que podem facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos biológicos. Assim, você poderá se beneficiar pela oportunidade de estudar o conteúdo biologia celular a partir de uma estratégia diferenciada das tradicionais formas de ensino, cuidadosamente desenvolvida para esse fim.

Você participará deste estudo durante o período no qual será ministrado o conteúdo de citologia na disciplina biologia I, que durará aproximadamente entre 30 e 60 dias e será realizado com duas turmas. Se considerarmos que cada turma possui em média 40 estudantes, a expectativa é que um total de 80 estudantes participem desse estudo. Não haverá nenhum prejuízo, risco ou eventos adversos que podem acontecer em sua participação nesse estudo.

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo, Comitê de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo (quando necessário) terão acesso a suas informações.

Periodicamente você será informado sobre qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar participando do estudo.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo contate o pesquisador pelo telefone (67) 3433-7652 ou pelo e-mail: airton.bio@gmail.com. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo contate com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (67) 3345-7187.

Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Você poderá ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos ou atender as exigências estipuladas. Você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Autorizo a publicação dos resultados obtidos em revistas científicas com a condição de que minha identidade seja mantida em sigilo () Sim. () Não.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Nome do voluntário _____

Fone: () _____ - _____ E-mail: _____

_____ – MS, ____ de _____ de _____.

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador

ANEXO 5 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido preenchido pelos responsáveis dos estudantes participantes da pesquisa



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar da pesquisa intitulada “Contribuições ao aprendizado de biologia celular por meio de modelos didáticos e estratégias à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa”. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Este estudo está sendo conduzido pelo professor Airton José Vinholi Júnior.

A finalidade deste estudo é verificar se o uso de modelos didáticos pode ser utilizado como meio potencialmente significativo para a construção de um modelo consensual e para efetivar a aprendizagem significativa de conceitos de biologia celular.

Poderão participar deste estudo estudantes que estão cursando a disciplina Biologia I do curso técnico integrado ao ensino médio em Informática do Instituto Federal de Mato Grosso do Sul / Câmpus Ponta Porã. Estudantes não matriculados nessa disciplina não farão parte deste estudo.

Inicialmente você participará da pesquisa por meio da aplicação de um questionário para que o professor possa verificar seus conhecimentos prévios sobre o conteúdo de biologia celular. A partir disto, você participará de ações utilizando modelos didáticos e construção de mapas conceituais sobre alguns aspectos da disciplina de biologia. Num segundo momento você também participará de aulas que utilizam os modelos didáticos como ferramenta de ensino e aprendizagem de biologia celular.

Sabe-se que os modelos didáticos são recursos que podem facilitar o ensino e a aprendizagem de conceitos biológicos. Assim, você poderá se beneficiar pela oportunidade de estudar o conteúdo biologia celular a partir de uma estratégia diferenciada das tradicionais formas de ensino, cuidadosamente desenvolvida para esse fim.

Você participará deste estudo durante o período no qual será ministrado o conteúdo de citologia na disciplina biologia I, que durará aproximadamente entre 30 e 60 dias e será realizado com duas turmas. Se considerarmos que cada turma possui em média 40 estudantes, a expectativa é que um total de 80 estudantes participem desse estudo. Não haverá nenhum prejuízo, risco ou eventos adversos que podem acontecer em sua participação nesse estudo.

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo, Comitê de Ética independente e inspetores de agências regulamentadoras do governo (quando necessário) terão acesso a suas informações.

Periodicamente você será informado sobre qualquer nova informação que possa modificar a sua vontade em continuar participando do estudo.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo contate o pesquisador pelo telefone (67) 3433-7652 ou pelo e-mail: airton.bio@gmail.com. Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo contate com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFMS, no telefone (67) 3345-7187.

Sua participação no estudo é voluntária. Você pode escolher não fazer parte do estudo, ou pode desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito. Você não será proibido de participar de novos estudos. Você poderá ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos ou atender as exigências estipuladas. Você receberá uma via assinada deste termo de consentimento.

Autorizo a publicação dos resultados obtidos em revistas científicas com a condição de que minha identidade seja mantida em sigilo () Sim. () Não.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Nome do voluntário _____

Fone: () _____ - _____ E-mail: _____

Nome do responsável _____

(Caso o voluntário seja menor de idade)

_____ – MS, ____ de _____ de _____.

Assinatura do voluntário
ou responsável

(Caso o voluntário seja menor de idade)

Assinatura do pesquisador

ANEXO 6 – Planos de Aula demonstrando os conteúdos, objetivos e metodologia implementada na sequência didática

Plano de Aula
Professor: Airton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013

Unidade Didática
Biologia Celular Básica

Disciplina	Componente Curricular
Biologia 1	Biologia Celular

AULA 1		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AValiação
- Verificar a ocorrência dos conhecimentos prévios sobre assuntos relacionados com a estrutura e funcionamento da célula.	- Conceito de célula/ noções gerais; - Células procariontes e eucariontes; - Membrana plasmática, citoplasma e núcleo; - Constituintes citoplasmáticos; - Fisiologia celular; - Diferenças entre eucariontes animais e vegetais; - Níveis de organização biológica.	- Aplicação de questionário diagnóstico com questões abertas e fechadas e a elaboração de um desenho esquemático sobre a célula.	- Inicialmente o objetivo dessa aula será a aplicação do questionário diagnóstico e análise das respostas para verificação dos subunçõres, que serão classificadas em adequados, parcialmente adequados ou ausência de subunçõres.

Plano de Aula
Professor: Airton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013

Unidade Didática
Biologia Celular Básica

Disciplina	Componente Curricular
Biologia 1	Biologia Celular

AULAS 2 e 3		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AValiação
- Verificar as relações que os estudantes estabelecem entre a célula como estrutura integrante do organismo e não apenas como estrutura isolada.	- Organização biológica; - Organização dos seres vivos em Reinos; - Composição química dos seres vivos; - Diferenciações entre a matéria viva e a matéria bruta; - Definição de célula e as possíveis relações entre célula e vida; - Diferenciações morfológicas e funcionais entre as células; - Seres vivos acelulares; - Formação de novas células por meio de preexistentes.	- Aplicação de pré-teste com questões abertas composto por nove questões abertas.	- Inicialmente o objetivo dessa aula é a aplicação de um pré-teste diagnóstico objetivando verificar as relações estabelecidas, por meio das respostas dos estudantes, sobre a organização dos seres vivos, funcionamento dos mecanismos biológicos, hereditariedade e biodiversidade.

Plano de Aula
 Professor: Airton José Vinholi Júnior
 Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013

Unidade Didática
 Composição Química da Célula

Disciplina
 Biologia 1

Componente Curricular
 Biologia Celular

AULAS 4 e 5		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AVALIAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os constituintes inorgânicos e orgânicos dos seres vivos; - Apresentar as principais características e funções dos carboidratos, lipídios e proteínas. - Identificar os constituintes de um nucleotídeo; - Descrever a estrutura do DNA; - Explicar o processo de semi conservação; - Citar as estruturas celulares contendo DNA. - Caracterizar as principais funções do DNA - Conhecer a composição química e as estruturas do RNA; 	Funções e características: <ul style="list-style-type: none"> - Substâncias inorgânicas; - Substâncias orgânicas; - Estrutura e constituição do DNA; - Tipos e Características do RNA. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva; - Esquematização de uma molécula de DNA e seu processo de duplicação; - Apresentação de uma molécula de DNA utilizando modelagem concreta; - Quadro comparativo entre as principais características dos carboidratos, lipídios e proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior

Plano de Aula
 Professor: Airton José Vinholi Júnior
 Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013

Unidade Didática
 Sistema de Membranas

Disciplina
 Biologia 1

Componente Curricular
 Biologia Celular

AULA 6		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AVALIAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> - Descrever o modelo do mosaico fluido; - Explicar a importância da membrana plasmática na regulação das trocas entre o meio e a célula; - Explicar os transportes pela membrana – difusão, osmose e difusão facilitada; - Conceituar e exemplificar transporte ativo; - Conceituar e explicar a importância funcional da fagocitose e pinocitose; - Descrever as estruturas e função da especialização da membrana. - Diferenciar os processo de fagocitose e pinocitose e quando a forma como ocorrem. 	Estrutura da membrana segundo Singer e Nicholson; Funções da membrana plasmática; Transporte passivo; Osmose; Difusão e difusão facilitada; Transporte ativo; Transporte em quantidade; Especialização da membrana: <ul style="list-style-type: none"> • Microvilosidades; • Invaginações de base; • Desmossomos; • Interdigitações. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva; - Prática – difusão de H₂O com folhas de alface em solução concentrada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior

<p align="center">Plano de Aula Professor: Airton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013</p>
--

<p align="center">Unidade Didática Citoplasma e seus componentes</p>
--

<p align="center">Disciplina Biologia 1</p>	<p align="center">Componente Curricular Biologia Celular</p>
---	--

AULAS 7 e 8		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AVALIAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> - Descrever a estrutura dos organelos celulares; - Diferenciar as funções dos organelos; - Explicar as interações existentes entre as organelas citoplasmáticas; 	<p>Citoplasma:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Os ribossomos; - Reticulo endoplasmático (agranular e granular) - Complexo Golgiense; - As Mitocôndrias; - Os Lisossomos - Peroxissomos; - Microtúbulos e Centríolos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva; - Esquematização no quadro das formas e disposições das organelas no citoplasma. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior

<p align="center">Plano de Aula Professor: Airton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013</p>
--

<p align="center">Unidade Didática Bioenergética</p>
--

<p align="center">Disciplina Biologia 1</p>	<p align="center">Componente Curricular Biologia Celular</p>
---	--

AULA 9		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AVALIAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar o papel das moléculas de ATP como intermediadoras dos processos energéticos celulares; - Conceituar respiração celular, fermentação e fotossíntese e identificar as equações químicas gerais referentes a cada um desses processos; - Explicar as principais etapas da fotossíntese e da respiração celular, identificando os locais da célula onde esse processos ocorrem; - Conceituar os processos de quimiossíntese e respiração anaeróbica, distinguindo-os dos processos de fotossíntese e de respiração aeróbica, respectivamente. 	<ul style="list-style-type: none"> - ATP e metabolismo; - Respiração Celular; - Fermentação; - Fotossíntese; - Quimiossíntese e respiração anaeróbica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Retorno aos conteúdos que envolvem a base molecular da vida e estrutura de mitocôndrias e cloroplastos, para melhor aproveitamento do conteúdo; - Aula expositiva; - Utilização de mapas conceituais de referência; - Questionamentos orais e discussões e sala. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior

Plano de Aula Professor: Airton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013
--

Unidade Didática Núcleo Celular

Disciplina Biologia 1	Componente Curricular Biologia Celular
---------------------------------	--

AULA 10		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AVALIAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> - Identificar a estrutura do núcleo interfásico; - Apresentar a função do núcleo; - Explicar a importância estrutural e função dos componentes do núcleo; - Diferenciar: Gene, DNA e Cromossomo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Núcleo Interfásico; - Membrana nuclear; - Nucleoplasma; - Nucléolo; - Cromatina/Cromossomos - Cariótipo; 	<ul style="list-style-type: none"> - Aula expositiva; - Uso de desenhos esquemáticos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior

Plano de Aula Professor: Airton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013
--

Unidade Didática Interfase e Divisão Celular
--

Disciplina Biologia 1	Componente Curricular Biologia Celular
---------------------------------	--

AULAS 11 e 12		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AVALIAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> - Explicar que na interfase ocorre duplicação do DNA, e síntese de RNA e proteínas. - Apresentar que pela mitose os seres vivos crescem, reproduzem e decompõem tecidos danificados; - Discorrer sobre o processo meiótico identificando suas fases e importância. 	<ul style="list-style-type: none"> - Intérfase; - Fases da interfase (G1, S e G2). - Divisão meiótica; - Fases da mitose; - Mitose animal; - Mitose vegetal; - Divisão meiótica; - Fases da meiose; 	<ul style="list-style-type: none"> - Exposição oral; - Apresentação de slides com as etapas dos processos de divisão meiótica e mitótica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Conteúdos que serão cobrados em avaliação posterior

<p align="center">Plano de Aula Professor: Airton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013</p>
--

<p align="center">Unidade Didática Utilização de Mapas Conceituais</p>
--

<p align="center">Disciplina Biologia 1</p>	<p align="center">Componente Curricular Biologia Celular</p>
---	--

AULA 13		PRINCIPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AVALIAÇÃO
<p>- Apresentar e esclarecer as formas de possibilidades de construção de um mapa conceitual</p>	<p>- Características dos Seres Vivos e Organização Biológica; - Componentes da matéria viva; - Tipos e partes básicas das células;</p>	<p>- Apresentação de slides apontando as características e importância em se utilizar mapas conceituais; - Confeção de mapas conceituais pelos estudantes sobre temas diversos, que serão denominados de mapas-teste; - Socialização dos mapas-teste.</p>	<p>- Após as intervenções didáticas, os estudantes construirão mapas conceituais sobre biologia celular que serão avaliados qualitativamente.</p>

<p align="center">Plano de Aula Professor: Airton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013</p>
--

<p align="center">Unidade Didática Apresentação de Modelos Didáticos sobre célula</p>

<p align="center">Disciplina Biologia 1</p>	<p align="center">Componente Curricular Biologia Celular</p>
---	--

AULAS 14 e 15		PRINCIPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AVALIAÇÃO
<p>- Verificar os resultados da construção e apresentação dos modelos concretos sobre célula, vírus e processos biológicos.</p>	<p>- Membrana Plasmática; - Citoplasma com suas organelas; - Núcleo Celular; - Ácidos Nucléicos: DNA e RNA; - Aspectos da Biologia Celular.</p>	<p>- Será proposto a construção dos modelos concretos sobre aspectos da célula e, durante as aulas, apresentação desses modelos.</p>	<p>- Os resultados serão considerados para a triangulação dos dados e observações sobre a ocorrência ou não de aprendizagem significativa.</p>

<p align="center">Plano de Aula Professor: Ailton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013</p>
--

<p align="center">Unidade Didática Construção de Mapa Conceitual</p>
--

<p align="center">Disciplina Biologia 1</p>	<p align="center">Componente Curricular Biologia Celular</p>
---	--

AULA 16		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AValiação
<p>- Avaliar a organização conceitual do conteúdo de biologia celular após as intervenções propostas na sequência didática por meio da solicitação de um mapa conceitual para os alunos.</p>	<p>- Todos os conteúdos abordados na intervenção didática entre as aulas 1 e 15.</p>	<p>- Em data estipulada como a de realização de uma prova sobre o assunto, tradicionalmente utilizada pelo docente, ao invés de aplicá-la, será solicitada a construção de um mapa conceitual, a ser confeccionado sem o auxílio de livro texto ou qualquer outro material. Após a confecção dos mapas, houve apresentação dos mesmos.</p>	<p>- Os mapas serão analisados qualitativamente por meio de critérios de classificação quanto à hierarquia e aos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, adaptadas de Mendonça (2012).</p>

<p align="center">Plano de Aula Professor: Ailton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013</p>
--

<p align="center">Unidade Didática Aplicação de Prova</p>

<p align="center">Disciplina Biologia 1</p>	<p align="center">Componente Curricular Biologia Celular</p>
---	--

AULA 17		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AValiação
<p>- Verificar os resultados da intervenção por meio da aplicação de uma avaliação.</p>	<p>- Todos os conteúdos abordados na intervenção didática entre as aulas 1 e 15.</p>	<p>- Aplicação de uma avaliação sem qualquer tipo de consulta e de forma individual, composta por dezesseis questões, objetivas, subjetivas, com opções de verdadeiro e falso e somatórios. Algumas questões serão baseadas e/ou adaptadas de vestibulares reconhecidos do país. Outras questões serão elaboradas pelo professor.</p>	<p>- Avaliação dos dados dessa prova como mais um instrumento de análise para triangulação dos dados.</p>

<p align="center">Plano de Aula Professor: Airton José Vinholi Júnior Curso Técnico em Informática – 1º Semestre - 2013</p>
--

<p align="center">Unidade Didática Aplicação de Prova</p>
--

<p align="center">Disciplina Biologia 1</p>	<p align="center">Componente Curricular Biologia Celular</p>
---	--

AULA 18		PRINCÍPIOS: Geração e preservação da vida	
OBJETIVOS	CONTEÚDOS	METODOLOGIA	AVALIAÇÃO
<p>- Verificar os resultados da intervenção por meio da aplicação de um teste, que envolve a resolução de um problema propondo uma nova situação que envolve os conteúdos abordados em biologia celular.</p>	<p>- Todos os conteúdos abordados na intervenção didática entre as aulas 1 e 15.</p>	<p>- Aplicação de uma teste composto por uma questão adaptada do vestibular da UNESP, sem qualquer tipo de consulta e de forma individual, cuja intenção é acompanhar o processo da aprendizagem em termos das facilidades e das dificuldades apresentadas pelos estudantes em relação ao tema.</p>	<p>- Avaliação dos dados desse teste como mais um instrumento de análise para triangulação dos dados.</p>

ANEXO 7 -Atividade em que os alunos tiveram que esquematizar uma célula.

Nome: _____ Turma: _____

Prezado(a) estudante

A proposta apresentada abaixo serve como subsídio para o professor avaliar seu conhecimento prévio (inicial) sobre o conteúdo que será abordado no semestre. Diante do que vocês conhecem ou não sobre o assunto, o professor irá trabalhar de forma diferenciada. Assim, é importante que você seja bastante sincero e faça de acordo com os seus conhecimentos. Não utilize conhecimento de outro(a) colega na realização da atividade.

Não haverá nenhum tipo de prejuízo caso você não saiba ou faça errado. Trata-se apenas de uma análise prévia e muito importante para o professor.

PROPOSTA

Diante dos conhecimentos que você apresenta sobre a célula, faça um desenho esquematizando o modelo que você entende por célula. Se possível, coloque flechas apontando o nome das estruturas. Pode ficar totalmente a vontade para colorir se achar necessário.

ANEXO 8 - Prova aplicada pelo professor



INSTITUTO FEDERAL
MATO GROSSO DO SUL

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul
Campus Ponta Porã
Diretoria de Ensino e Pós-Graduação

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE NÍVEL MÉDIO INTEGRADO EM INFORMÁTICA
UNIDADE CURRICULAR: Biologia I PROFESSOR: Airton Vinholi

NOME:	RA:
ASSINATURA:	DATA: ___/___/___
<i>Para preenchimento somente no momento da revisão/correção da avaliação.</i>	
CIENTE EM: ___/___/___	ASSINATURA:

OBSERVAÇÕES: - A prova deve ser respondida a CANETA - Em casos de tentativa de cola, será atribuída nota zero - Não insista!
- Rasuras não serão aceitas, sendo a questão desconsiderada quando o mesmo ocorrer - Coloque nome e turma na prova!

AVALIAÇÃO MENSAL DE BIOLOGIA

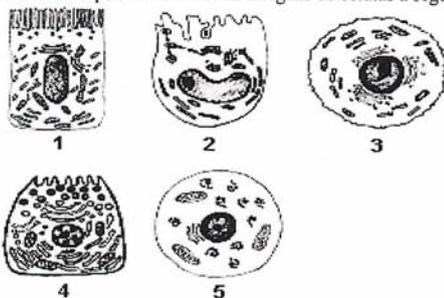
01. UFPR – modif. Três linhagens celulares distintas, estabelecidas em cultura (linhagens 1, 2 e 3), tiveram o conteúdo de suas membranas biológicas analisadas em laboratório. Foram registrados apenas os dados referentes às membranas existentes em maior quantidade nas respectivas linhagens. Os resultados experimentais obtidos foram os seguintes: (0,5)

Linhagem celular	Membranas do retículo endoplasmático rugoso (%)	Membranas do Complexo de Golgi (%)	Membranas do retículo endoplasmático liso (%)	Membranas do envoltório nuclear (%)	Membranas de mitocôndrias (%)
1	32	14	1	7	3
2	8	7	53	6	8
3	60	1	1	6	7

Com base nesses dados, analise as alternativas e assinale a verdadeira:

- As células da linhagem 1 caracterizam-se por elevada taxa de respiração celular.
- As características das células da linhagem 2 são compatíveis com a produção de lipídios.
- A linhagem 3 representa células especializadas em secreção.
- As linhagens celulares 1, 2 e 3 representam células com alta atividade fagocitária.
- As linhagens celulares 1, 2 e 3 são destituídas de citoesqueleto.

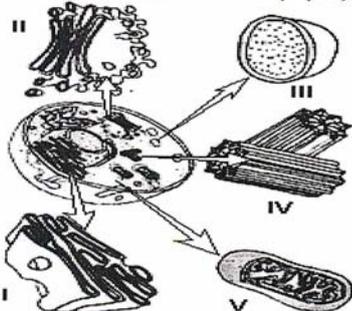
02. UEL. A função desempenhada por uma célula está diretamente relacionada à sua forma, tipos de organelas e localização das mesmas no citoplasma. Analise as imagens de células a seguir.



Com base nas imagens e nos conhecimentos sobre o tema, assinale a alternativa que indica, dentre as imagens, aquela que representa uma célula especializada em síntese de proteínas para exportação. (0,5)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

03. UFPR-modif. esquema a seguir mostra uma célula animal, vista ao microscópio eletrônico, com algumas estruturas em destaque. Analise-o conjuntamente com as proposições dadas com V para verdadeiro e F para falso. (0,5)



() As enzimas hidrolíticas, produzidas no retículo endoplasmático rugoso, passam ao complexo de Golgi para "empacotamento" e são liberadas sob a forma de lisossomos (III).

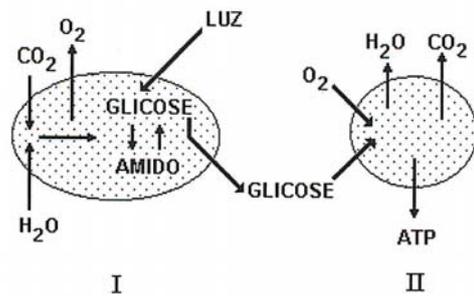
() As mitocôndrias (V), pequenos orgânulos presentes nas células e relacionados com processos energéticos, devido ao seu tamanho reduzido, são visíveis apenas ao microscópio eletrônico

() Os centríolos (IV) são responsáveis pelo processo de divisão celular nas células animais e nas células vegetais inferiores

() O retículo endoplasmático liso (I) é bem desenvolvido em células que sintetizam lipídeos.

() A célula apresentada na figura na figura é eucarionte vegetal, especialmente pela presença do lisossomo

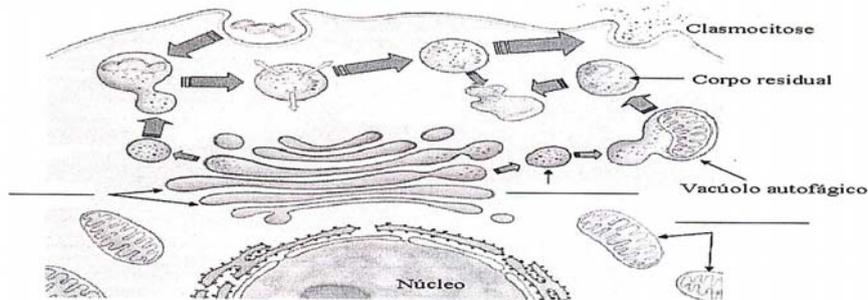
04. PUCCAMP. Observe o seguinte esquema: (0,5)



- a) I - (ribossomo - síntese de açúcares),
II - (mitocôndria - respiração)
- b) I - (cloroplasto - fotossíntese),
II - (ribossomo - respiração)
- c) I - (cloroplasto - fotossíntese),
II - (mitocôndria - respiração)
- d) I - (mitocôndria - respiração),
II - (cloroplasto - fotossíntese)
- e) I - (mitocôndria - síntese de açúcares),
II - (ribossomo - respiração)

Assinale a alternativa que identifica corretamente as organelas e os processos celulares representados em I e II.
Observação → ATP = energia

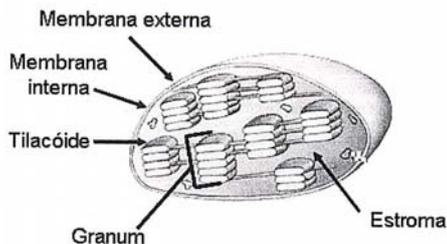
05. O esquema abaixo representa o processo de Autofagia e Autólise, onde estão envolvidas algumas organelas celulares. Apresente o nome das três organelas que estão representadas por traços: (0,5)



06. FATEC. Considere as seguintes funções que ocorrem no interior da célula: Digestão intracelular, respiração celular, transporte de substâncias e secreção celular. Estas funções são realizadas respectivamente por: (0,5)

- a) Mitocôndria, Complexo de Golgi, Lisossomo e Retículo endoplasmático.
- b) Ribossomo, Mitocôndria, Retículo endoplasmático e Complexo de Golgi.
- c) Lisossomo, Mitocôndria, Retículo endoplasmático e Complexo de Golgi.
- d) Lisossomo, Complexo de Golgi, Mitocôndria e Retículo endoplasmático.
- e) Ribossomo, Retículo endoplasmático Mitocôndria e Complexo de Golgi.

07. Analise a imagem da organela abaixo e assinale a alternativa correta sobre ela: (0,5)



- a) tem participação importante no processo de respiração celular e geração de energia para a célula
- b) atua no processo fotossintético, sendo exclusiva de células vegetais
- c) em conjunto com o retículo endoplasmático rugoso, atua na secreção de diversos tipos de proteínas
- d) aparece nas células eucariontes animais e de vegetais superiores
- e) não apresenta DNA, RNA e ribossomos em seu interior

08. UFSM-modif. Uma criança de aproximadamente 1 ano, com acentuado atraso psicomotor, é encaminhada pelo pediatra a um geneticista clínico. Este, após alguns exames, constata que a criança possui ausência de enzimas oxidases (catalases) em uma das organelas celulares. Esse problema pode ser evidenciado no dia-a-dia, ao se colocar H_2O_2 (água oxigenada) em ferimentos. No caso dessa criança, a H_2O_2 , "não ferve".

O geneticista clínico explica aos pais que a criança tem uma doença de origem genética, é monogênica com herança autossômica recessiva. Diz também que a doença é muito grave, pois a criança não possui, em um tipo de organela de suas células, as enzimas que deveriam proteger contra a ação dos radicais livres.

A organela que apresenta deficiência de enzimas nessa criança é denominada (0,5)

- a) lisossomo.
- b) centríolo.
- c) complexo Golgiense.
- d) mitocôndria.
- e) peroxissomo.

09. FATEC. Um aluno observou fotomicrografias de alguns tecidos animais e construiu na tabela abaixo: (0,5)

Tecido	Representação simbólica da quantidade de mitocôndrias
Muscular	++++++
Conjuntivo frouxo	++
Epitelial (mucosa)	+++
Epitélio do túbulo renal	++++++
Epitélio intestinal	+++++
Ósseo	++++

Após a análise, o aluno chegou a cinco conclusões, mas apenas uma está correta; assinale-a.

- Quanto maior for a atividade biológica de um tecido, maior será o número de mitocôndrias.
- O número de mitocôndrias varia inversamente à atividade do tecido.
- A atividade bioenergética do tecido epitelial é maior que a do epitélio do túbulo renal.
- O número de mitocôndrias só interfere quando os tecidos estão em desenvolvimento.
- A atividade mitocondrial não interfere no metabolismo energético dos diferentes tecidos.

10. Considere as características das células A, B e C indicadas na tabela adiante à presença (+) ou ausência (-) de alguns componentes celulares e responda: (1,0)

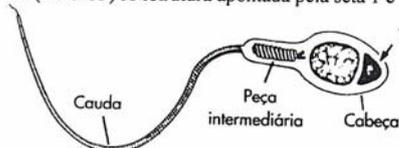
Componentes celulares	Células		
	A	B	C
Membrana Nuclear - Carioteca	+	+	-
Nucléolo	+	+	-
Ribossomos	+	+	+
Complexo de Golgi	+	+	-
Mitocôndrias	+	+	-
Cloroplastos	-	+	-

Qual das três células (A, B ou C) é procariótica? JUSTIFIQUE sua resposta

11. Complete os espaços em branco do quadro abaixo: (1,0)

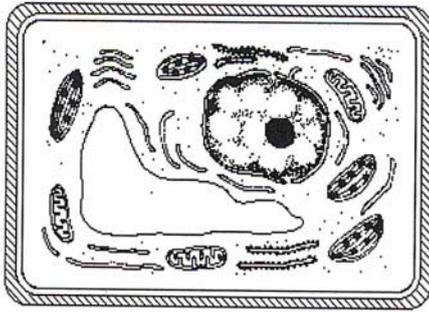
Estrutura	Célula Procarionte	Célula Animal	Célula vegetal (superiores)
Parede celular	presente		presente
Centríolo	ausente	presente	
Mitocôndrias	ausente	presente	
Complexo Golgiense	ausente		presente
Cloroplastos	ausente	ausente	presente
Ribossomos		presente	presente
Reticulo Endoplasmático Rugoso	ausente	presente	
Lisossomos		presente	
Reticulo Endoplasmático Liso		presente	presente
Carioteca		presente	presente

12. (PUC-SP) A estrutura apontada pela seta 1 é derivada do(da) e chama-se, respectivamente: (0,5)



- do conjunto de lisossomos, acrossoma.
- da membrana nuclear, peroxissomo.
- do complexo de Golgi, acrossomo.
- das mitocôndrias, condrioma.
- do complexo de Golgi, ergastoplasma.

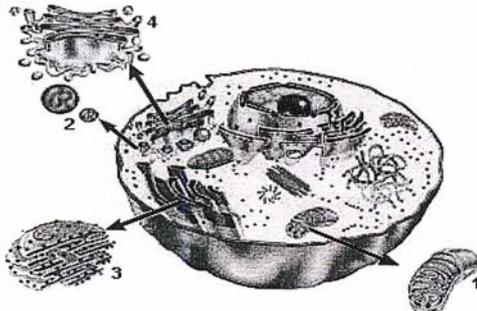
13. UNICAMP. A figura a seguir mostra o esquema do corte de uma célula, observado ao microscópio eletrônico: (1,0)



a) A célula é proveniente de tecido animal ou vegetal? Justifique.

b) Se esta célula estivesse em intensa atividade de síntese protéica, que organelas estariam mais desenvolvidas ou presentes em maior quantidade? Por quê?

14. UFU. O modelo tridimensional a seguir é uma representação esquemática de uma célula eucariota observada ao microscópio eletrônico.



Adaptado de: LAURENCE, J. "Biologia".
Citologia. São Paulo: Nova Geração, v.2, 2002.

Associe as organelas 1, 2, 3 e 4, assinaladas na representação esquemática, com as características e/ou funções descritas a seguir. (1,0)

- I - Estrutura celular relacionada com a fabricação de proteínas.
- II - Estrutura responsável pelo "empacotamento" e pela secreção de substâncias.
- III - Organela abundante nos tecidos e/ou células que requerem grande consumo de energia.
- IV - Organela envolvida na redução da cauda dos girinos.

Assinale a alternativa que apresenta a associação correta.
a) 1 - I; 2 - II; 3 - IV; 4 - III. b) 1 - III; 2 - IV; 3 - I; 4 - II.
c) 1 - II; 2 - IV; 3 - I; 4 - III. d) 1 - IV; 2 - III; 3 - II; 4 - I
e) 1 - I; 2 - IV; 3 - II; 4 - III.

15. Os centríolos são organelas celulares relacionadas com (0,5)

- a) o surgimento de vacúolos autofágicos.
- b) a remoção do excesso de água.
- c) o processo de recombinação genética.
- d) a formação de cílios e flagelos.
- e) os fenômenos de plasmólise e deplasmólise.

16. UEPG-modif. Sobre funções de estruturas celulares, assinale o que for correto. (0,5)

- (01) Os lisossomos realizam a digestão intracelular.
- (02) As mitocôndrias são responsáveis pela respiração celular.
- (04) O aparelho de Golgi atua como centro de armazenamento, transformação e remessa de substâncias na célula.
- (08) O retículo endoplasmático atua como rede de distribuição de substâncias no interior da célula.
- (16) O centríolo é responsável pela formação do acrossomo do espermatozóide
- (32) O retículo endoplasmático liso é responsável pela síntese de lipídios

Somatório _____

ANEXO 9 - Situação nova na pesquisa



Nome: _____ Turma: _____

Prezado(a) estudante

Abaixo encontra-se uma questão desafiadora. Peço bastante atenção na compreensão dos termos de biologia celular apresentados para sua resolução.

Professor Ailton

Unesp, modificada. Se fôssemos comparar a organização e o funcionamento de uma célula eucarionte com o que ocorre em uma cidade, poderíamos estabelecer determinadas analogias. Por exemplo, a membrana plasmática seria o perímetro urbano e o hialoplasma corresponderia ao espaço ocupado pelos edifícios, ruas e casas com seus habitantes.

O quadro reúne algumas similaridades funcionais entre cidade e célula eucarionte.

CIDADES	CÉLULA EUCARIONTE
I. Ruas e avenidas	1. Mitocôndrias
II. Silos e armazéns	2. Lisossomos
III. Central elétrica (energética)	3. Retículo endoplasmático
IV. Casas com aquecimento solar	4. Complexo Golgiense
V. Restaurantes e lanchonetes	5. Cloroplastos

Correlacione os locais da cidade com as principais funções correspondentes às organelas celulares e explique a relação que você estabeleceu.

APÊNDICE A. DISSERTAÇÕES E TESES EM ENSINO DE BIOLOGIA (1997 - 2011)

Número	Autor	Ano da defesa	Modalidade	Instituição	Título
1.	Ademir José Rosso	1998	Tese	UFSC	A CORRELAÇÃO NO CONTEXTO DO ENSINO DE BIOLOGIA - IMPLICAÇÕES PSICOPEDAGÓGICAS E EPISTEMOLÓGICAS
2.	Ana Amélia de Carvalho Melo Cavalcante	1997	Dissertação	UFPI	ENSINO DE BIOLOGIA NA UFPI E NA UESPI: A REPRODUÇÃO FRAGMENTADA DOS CONTEÚDOS
3.	Alessandra Cláudia Ribeiro	2008	Dissertação	UEM	INTERAÇÕES DISCURSIVAS E ELABORAÇÃO DE CONTEÚDOS CIENTÍFICOS NO ENSINO MÉDIO
4.	Acacio Alexandre Pagan	2009	Tese	USP	SER (ANIMAL) HUMANO: EVOLUCIONISMO E CRIACIONISMO NAS CONCEPÇÕES DE ALGUNS GRADUANDOS EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
5.	Alcionete Pschisky	2003	Dissertação	UFSC	GRUPOS SANGÜÍNEOS HUMANOS NOS LIVROS DIDÁTICOS DA BIOLOGIA - ANÁLISE DE CONTEÚDO
6.	Alessandra Maziero Lalin Soato	2010	Dissertação	UEL	INTERAÇÕES DISCURSIVAS NAS AULAS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO: A ELABORAÇÃO DOS CONCEITOS DE FOTOTROPISMO E GRAVITROPISMO
7.	Ana Maria Gonçalves Pravadelli	2003	Dissertação	USP	SENSO COMUM CONHECIMENTO CIENTÍFICO E O ENSINO DE BIOLOGIA
8.	Ana Maria Rocha de Almeida	2004	Dissertação	UFBA	O PAPEL FUNCIONAL DA BIODIVERSIDADE: UMA ANÁLISE EPISTEMOLÓGICA DO PROGRAMA DE PESQUISA BIODIVERSIDADE-FUNIONAMENTO ECOSISTÊMICO.
9.	Antonio Carlos Hidalgo Geraldo	2006	Tese	UNESP/Baururu	DIDÁTICA DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA NA PERSPECTIVA DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA
10.	Cláudia Avellar Freitas	2002	Dissertação	UFMG	IMAGENS FALADAS: ESTUDO DA DINÂMICA DISCURSIVA, USO E INTERPRETAÇÃO DE IMAGENS EM AULAS DE BIOLOGIA
11.	Daniela Lopes Scarpa	2009	Tese	USP	CULTURA ESCOLAR E CULTURA CIENTÍFICA: APROXIMAÇÕES, DISTANCIAMENTOS E HIBRIDAÇÕES POR MEIO DA ANÁLISE DE ARGUMENTOS NO ENSINO DE BIOLOGIA E NA BIOLOGIA
12.	Eliane Cerdas Labarce	2009	Dissertação	UNESP/Baururu	O ENSINO DE BIOLOGIA E O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS POR MEIO DE ATIVIDADES PRÁTICAS E CONTEXTUALIZADAS
13.	Fernanda Franzolin	2007	Dissertação	USP	CONCEITOS DE BIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA E NA ACADEMIA: APROXIMAÇÕES E DISTANCIAMENTOS
14.	Ione Ines Pinsson Slongo	2004	Tese	UFSC	A PRODUÇÃO ACADÊMICA EM ENSINO DE BIOLOGIA: UM ESTUDO A PARTIR DE TESES E DISSERTAÇÕES

15.	Karla Maria Castello Branco da Cunha	2011	Dissertação	FIOCRUZ	O ENSINO E A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA CÉLULA NO CONTEXTO DA DISCIPLINA BIOLOGIA DO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO EM UMA ESCOLA PÚBLICA DO RIO DE JANEIRO
16.	Kellen Giani	2010	Dissertação	UnB	PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE ANIMAÇÕES E VÍDEOS NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR PARA A 1ª SÉRIE DO ENSINO MÉDIO
17.	Leonardo de Oliveira Costa	2006	Dissertação	FIOCRUZ	MODELOS CELULARES NO ENSINO EM BIOLOGIA: ENSAIO, AVALIAÇÃO E APLICAÇÃO
18.	MARA MATILDE VIEIRA DE BARROS.	2005	Dissertação	UnB	O PAPEL DA IMAGEM NO ENSINO E APRENDIZAGEM DO PROCESSO DE DIVISÃO CELULAR
19.	Marco Antonio Ferreira Randi	2011	Tese	UNICAMP	CRIAÇÃO, APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR
20.	Maria da Glória Raposo da Rocha	2010	Dissertação	UFRPE	MODELOS DIDÁTICOS COMO FACILITADORES DO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM GENÉTICA NO ENSINO MÉDIO
21.	Mariana Aparecida Bologna Soares De Andrade	2007	Dissertação	UNESP/Ba uru	POSSIBILIDADES E LIMITES DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS DE ENSINO MÉDIO
22.	Paulo Marcelo Marini Teixeira	2008	Tese	UNICAMP	PESQUISA EM ENSINO DE BIOLOGIA NO BRASIL (1972-2004): UM ESTUDO BASEADO EM DISSERTAÇÕES E TESES
23.	Sandra Mara Mourão Cardinali	2008	Dissertação	PUC / MG	O ENSINO E APRENDIZAGEM DA CÉLULA EM MODELOS TÁTEIS PARA ALUNOS CEGOS EM ESPAÇOS DE EDUCAÇÃO FORMAL E NÃO- FORMAL
24.	Tania da Silveira Cardona	2007	Tese	FIOCRUZ	INOVAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA CELULAR: DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE ESTRATÉGIAS EDUCATIVAS
25.	Vanessa Daiana Pedrancini	2008	Dissertação	UEM	A ORGANIZAÇÃO DO ENSINO DE BIOLOGIA E O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO CONCEITUAL

APÊNDICE B. DISSERTAÇÕES E TESES SOBRE MAPAS CONCEITUAIS (2003-2011)

Número	Autor	Ano da defesa	Modalidade	Instituição	Título
1.	André Luis Andrejew Ferreira	2010	Tese	UFRGS	PROCESSOS COGNITIVOS NA DIFERENCIAÇÃO E APLICABILIDADE DOS CONCEITOS DE EQUAÇÃO E FUNÇÃO NA FÍSICO-QUÍMICA
2.	André Ricardo Magalhães	2009	Tese	PUC/SP	MAPAS CONCEITUAIS DIGITAIS COMO ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DA META COGNICÃO NO ESTUDO DE FUNÇÕES
3.	Ângela Maria Menegolla	2006	Dissertação	PUC/RS	MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTO DE ESTUDO NA MATEMÁTICA
4.	Danielle Nicolodelli Tenfen	2011	Tese	UFSC	MAPAS CONCEITUAIS COMO FERRAMENTAS PARA A ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO EM UMA DISCIPLINA SOBRE A HISTÓRIA DA FÍSICA
5.	Fátima Aparecida Dias Gomes Marin	2000	Tese	UNESP/Marília	O ENSINO DE GEOGRAFIA FUNDAMENTADO NA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA AUSUBELIANA: RELATO DE INTERVENÇÃO COM ALUNOS DO 2º CICLO
6.	Gilson Amorim Carvalho	2006	Dissertação	UFBA	MAPAS CONCEITUAIS: UMA ANÁLISE DO USO EM PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
7.	Italo Modesto Dutra	2006	Tese	UFRGS	MAPAS CONCEITUAIS NO ACOMPANHAMENTO DOS PROCESSOS DE CONCEITUAÇÃO
8.	Itatiana Barbara Novak Wendt	2010	Dissertação	FURB	MAPAS CONCEITUAIS: UM ESTUDO SOBRE APRENDIZAGEM EM AULAS DE CIÊNCIAS
9.	João Luiz Domingues Ribas	2003	Dissertação	UEPG	UM NOVO OLHAR SOBRE MAPAS CONCEITUAIS: UMA PERSPECTIVA METODOLÓGICA
10.	Maria Lucia de Carvalho Fontanini	2007	Dissertação	UEL	MODELAGEM MATEMÁTICA X APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: UMA INVESTIGAÇÃO USANDO MAPAS CONCEITUAIS
11.	Nelcy Maria Machado Pereira	2008	Dissertação	UFPA	A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE ECOSSISTEMA POR MEIO DOS MAPAS CONCEITUAIS: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE BIOLOGIA
12.	Oliver Marcos Netto	2003	Dissertação	UNESP/Bauru	MAPAS CONCEITUAIS COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO PARA A COMPREENSÃO DE TEXTOS

					EM BIOLOGIA
13.	Ronny Machado de Moraes	2005	Dissertação	UCDB	A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONTEÚDOS DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO, MEDIANTE O USO DE ORGANIZADORES PRÉVIOS E MAPAS CONCEITUAIS, COM APOIO DE UM SOFTWARE ESPECÍFICO
14.	Valéria Scomparim de Lima	1996	Dissertação	UNICAMP	MAPEAMENTO COGNITIVO: UM ESTUDO SOBRE A FORMAÇÃO DO CONCEITO DE FRACOES EM ESTUDANTES DE MAGISTERIO E PROFESSORES DO 10. GRAU
15.	Voltaire de Oliveira Almeida	2006	Dissertação	UFRGS	MAPAS CONCEITUAIS COMO INSTRUMENTOS POTENCIALMENTE FACILITADORES DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE ÓPTICA FÍSICA

APÊNDICE C. DISSERTAÇÕES E TESES SOBRE A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (1996-2011)

Número	Autor	Ano da defesa	Modalidade	Instituição	Título
1.	Berenice Helena Wiener Stensmann	2005	Dissertação	UFRGS	A UTILIZAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COMO INSTRUMENTO POTENCIALIZADOR VISANDOR PROPORCIONAR UMA APRENDIZAGEM MAIS SIGNIFICATIVA EM FÍSICA DE FLUIDOS
2.	Celi Langhi	2005	Tese	USP	MATERIAIS INSTRUCINAIS PARA O ENSINO A DISTÂNCIA: ESTUDO SOBRE A APLICAÇÃO DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL NA PRODUÇÃO DE CONTEÚDOS PARA CURSOS VIA INTERNET
3.	Célia Marilda Smarjassi	1996	Dissertação	PUC/SP	UMA ANÁLISE AUSUBELIANA DE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: A TRANSMISSÃO DE CONTEÚDOS EM CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSOR
4.	Cicero Da Silva Pereira	2011	Dissertação	UEPB	APRENDIZAGEM EM TRIGONOMETRIA NO ENSINO MÉDIO CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
5	Francisco Rodrigues Boga Neto	2005	Dissertação	UFPA	UMA PROPOSTA PARA ENSINAR OS CONCEITOS DA ANÁLISE COMBINATÓRIA E DE PROBABILIDADE: UMA APLICAÇÃO DO USO DA HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, COMO ORGANIZADOR PRÉVIO, E DOS MAPAS CONCEITUAIS
6.	Iara da Glória Marcos da Silva	2007	Dissertação	UFRPE	A CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE ENERGIA: DO SOL À CÉLULA, NUMA PERSPECTIVA TRANSDISCIPLINAR
7.	Jose Odair da Trindade	2011	Dissertação	UFSCAR	ENSINO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE LIGAÇÃO QUÍMICA POR MEIO DE MAPAS CONCEITUAIS
8.	Karen Gomes da Silva Rondelli	2011	Dissertação	UFMS	ÁGUAS QUE QUEIMAM: PERCEÇÃO E SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE AGROTÓXICOS EM UMA ESCOLA RURAL DE PONTA PORÁ, MS
9.	Keila Bossolani Kiill	2011	Tese	UFSCAR	CARACTERIZAÇÃO DE IMAGENS EM LIVROS DIDÁTICOS E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O PROCESSO DE SIGNIFICAÇÃO DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO
10.	Laerte Silva da Fonseca	2011	Dissertação	UFSE	A APRENDIZAGEM DAS FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS NA PERSPECTIVA DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS
11.	Luzia Mitiko Saito	2009	Tese	USP	ENSINO DE GEOGRAFIA: APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA POR MEIO DE MAPAS CONCEITUAIS

12.	Marcio Silveira Lemgruber	1999	Tese	UFRJ	A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS FÍSICAS E BIOLÓGICAS A PARTIR DAS TESES E DISSERTAÇÕES (1981 a 1995): UMA HISTÓRIA DE SUA HISTÓRIA
13.	Pedro Fernando Teixeira Dorneles	2010	Tese	UFRGS	INTEGRAÇÃO ENTRE ATIVIDADES COMPUTACIONAIS E EXPERIMENTAIS COMO RECURSO INSTRUCIONAL NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO EM FÍSICA GERAL
14.	Regina Célia Alegro	2008	Tese	UNESP/Ma rília	CONHECIMENTO PRÉVIO E APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS HISTÓRICOS NO ENSINO MÉDIO
15.	Rodnei Almeida Souza	2011	Dissertação	UFBA	TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E EXPERIMENTAÇÃO EM SALA DE AULA
16.	Sayonara Salvador Cabral	2005	Tese	UFRGS	MODELOS MENTAIS E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA
17.	Thiago França Da Silva	2010	Dissertação	UnB	O USO DE ORGANIZADORES PRÉVIOS ELABORADOS COM TRECHOS DE TEXTOS HISTÓRICOS ORIGINAIS COMO RECURSO DE ENSINO
18.	Vandor Roberto Vilardi Rissoli	2007	Tese	UFRGS	UMA PROPOSTA METODOLÓGICA DE ACOMPANHAMENTO PERSONALIZADO PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA APOIADA POR UM ASSISTENTE VIRTUAL DE ENSINO INTELIGENTE
19.	Zeneide Martins da Silva	2004	Tese	UFBA	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: AMPLIAÇÃO DE CONCEITOS DAS CIÊNCIAS NATURAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL

APÊNDICE D. DISSERTAÇÕES E TESES SOBRE MODELOS E MODELAGEM (2007-2011)

Número	Autor	Ano da defesa	Modalidade	Instituição	Título
1.	Flaviane Predebon	2009	Dissertação	UFRGS	Evolução das concepções didáticas de futuros professores de química sob uma perspectiva investigativa construtivista
2.	José Paulino Filho	2008	Tese	UFRN	Professores em contexto formativo: um estudo do processo de mudanças de concepções sobre o ensino da matemática
3.	Adriano Rodrigo Oliveira	2008	Dissertação	UFSCar	A cartografia escolar e as práticas docentes nas séries iniciais do ensino fundamental.
4.	João Batista dos Santos Júnior	2009	Dissertação	USP	Colaboração Mediada como Ferramenta na Reestruturação do Sistema de Crenças Pedagógicas sobre Ensino e Aprendizagem do Professor de Química
5	Daiana Sonego Temp	2011	Dissertação	UFSM	Facilitando a aprendizagem de genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de biologia
6.	Analice de Almeida Lima	2007	Tese	UFRN	O uso de modelos no ensino de química: uma investigação acerca dos saberes construídos durante a formação inicial de professores de Química da UFRN

APÊNDICE E. ARTIGOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS EM ENSINO DE BIOLOGIA (2001 a 2011)

Número	Autor(es)	Ano da publicação	Periódico	Título do artigo
1.	El-Hani, Charbel Niño, Roque, Nádia and Rocha, Pedro Luís Bernardo da	2011	Educação em revista	Livros didáticos de Biologia do Ensino Médio: resultados do PNLEM/2007
2.	Amorim, Antonio Carlos Rodrigues de	2001	Ciência & Educação	O que foge do olhar das reformas curriculares: nas aulas de biologia, o professor como escritor das relações entre ciência, tecnologia e sociedade
3.	Teixeira, Paulo Marcelo Marini and Megid Neto, Jorg	2011	Ciência & Educação	Pós-graduação e pesquisa em ensino de biologia no Brasil: um estudo com base em dissertações e teses
4.	Costa, Leandro de Oliveira, Melo, Paula Leite da Cunha e and Teixeira, Flávio Martins	2011	Ciência & Educação	Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica.
5.	Guimarães, Márcio Andrei, Carvalho, Washington Luiz Pacheco de and Oliveira, Mônica Santos	2010	Ciência & Educação	Raciocínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano.
6.	Quadros, Ana Luiza de	2010	Ciência & Educação	As práticas educativas e seus personagens na visão de estudantes recém-ingressados nos cursos de Química e <u>Biologia</u>
7.	Busnardo, Flávia and Lopes, Alice Casimiro	2010	Ciência & Educação	Os discursos da comunidade disciplinar de ensino de biologia: circulação em múltiplos contextos.

APÊNDICE F. ARTIGOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS SOBRE MODELOS E MODELAGEM
(2003 a 2011)

Número	Autor(es)	Ano da publicação	Periódico	Título do artigo
1.	Oliveira, Adriano Rodrigo	2003	Cadernos CEDES	O uso de atlas municipais escolares e as formas de construção do conhecimento em sala de aula: analisando situações de ensino
2.	Oliveira, Mariana Sampaio de Kerbaui, Mariana Nassif Ferreira, Camila Nassif Martins Schiavão, Lucas José Vaz Andrade, Rodrigo Franzoso Almeida de Spadella, Maria Angélica	2012	Revista Brasileira de Educação Médica	Uso de material didático sobre embriologia do sistema nervoso: avaliação dos estudantes
3.	Nzau, Domingos Kimpolo Lopes, J. Bernardino Costa, Nilza.	2012	Revista Brasileira de Ensino de Física	Formação continuada de professores de física, em Angola, com base num modelo didático para o campo conceptual de força
4.	Guimarães, Gislene Margaret Avelar Echeverría, Agustina Rosa Moraes, Itamar José	2006	Investigações em Ensino de Ciências	Modelos didáticos no discurso de professores de ciências
5.	Cruz, Vanessa Rafaela Milhomem; Antunes, Adriana Maria; Faria, Joana Cristina Neves de Menezes	2011	Enciclopédia Biosfera	Oficina de produção de materiais pedagógicos e lúdicos com reutilizáveis: uma proposta de educação ambiental
6.	Zierer, Maximiliano; Assis, Regina Célia de	2010	Diálogos & Ciência	A construção de modelos como estratégia para um ensino mais criativo nas disciplinas de bioquímica e biologia molecular.
7.	Rocha, Allan Ribeiro Mello, Wildon Novais de Burit, Carlos Henrique de Freitas	2010	Saúde & Ambiente	A utilização de modelos didáticos no ensino médio: uma abordagem em artrópodes
8.	Carvalho, Ivone; Pupo, Mônica T.; Borges, Áurea D. L. Borges; Bernardes, Lílian S. C.	2003	Química Nova	Introdução a modelagem molecular de fármacos no curso experimental de química farmacêutica

APÊNDICE G. ARTIGOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS SOBRE MAPAS CONCEITUAIS (2006 a 2011)

Número	Autor(es)	Ano da publicação	Periódico	Título do artigo
1.	Dias, Reinildes	2011	Revista Brasileira de Linguística Aplicada	Mapas conceituais mediados pelo computador: uma estratégia para aumentar o nível de compreensão escrita em inglês para fins específicos
2.	Cicuto, Camila Aparecida Tolentino Correia, Paulo Rogério Miranda	2012	Revista Brasileira de Ensino de Física	Análise de vizinhança: uma nova abordagem para avaliar a rede proposicional de mapas conceituais.
3.	Correia, Paulo Rogério Miranda, Silva, Amanda Cristina da Romano Junior, Jerson Geraldo	2010	Revista Brasileira de Ensino de Física	Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula.
4.	Almeida, Voltaire de O. and Moreira, Marco A.	2008	Revista Brasileira de Ensino de Física	Mapas conceituais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos da óptica física
5.	Neves, Dulce Amélia de Brito.	2007	Perspectivas em Ciência da Informação	Meta-aprendizagem e Ciência da Informação: uma reflexão sobre o ato de aprender a aprender
6.	Sanches, Ana Claudia de Melo and Costa, Edrick José Iketani da	2010	Motriz: Revista de Educação Física	O movimento como tema gerador para a prática pedagógica inter/trans/multidisciplinar.
7.	Souza, Nadia Aparecida Boruchovitch, Evely	2010	Educação em Revista	Mapas Conceituais: Estratégias de Ensino/Aprendizagem e Ferramenta Avaliativa
8.	Ruiz-Moreno, Lúdia Sonzogno, Maria Cecília Batista, Sylvia Helena da Batista, Nildo Alves	2007	Ciência & Educação	Mapa conceitual: ensaiando critérios de análise
9.	Nunes, Sergio da Costa Santos, Renato Pires dos	2006	Novas Tecnologias na Educação	Análise pedagógica de portais educacionais conforme a teoria da aprendizagem significativa
10	Almeida, Voltaire de Oliveira Moreira, Marco Antonio	2009	Revista Brasileira de Ensino de Física	Mapas conceituais no auxílio da aprendizagem significativa de conceitos da óptica física
11.	Souza, Nadia Aparecida Boruchovitch, Evely	2010	Pro-Posições	Mapa conceitual: seu potencial como instrumento avaliativo
12.	Cogo, Ana Luísa Petersen Pedro, Eva Néri Rubim Silva, Ana Paula Scheffer Schell da Spech, Andréia Martins	2009	Texto & Contexto - Enfermagem	Avaliação de mapas conceituais elaborados por estudantes de enfermagem com o apoio <i>desoftware</i>
13.	Gomes, Andréia Patrícia Dias-Coelho, Udson	2011	Revista Brasileira de Educação	O Papel dos Mapas Conceituais na Educação Médica

	Chandler Cavalheiro, Priscila de Oliveira Gonçalvez , Siqueira-Batista, Rodrigo		Médica	
14.	Correia, Paulo Rogério Miranda Silva , Amanda Cristina da Romano Junior, Jerson Geraldo	2010	Revista Brasileira de Ensino de Física	Mapas conceituais como ferramenta de avaliação na sala de aula
15.	Souza, Nadia Aparecida Boruchovitc, Evely	2010	Educação e Pesquisa,	Mapas conceituais e avaliação formativa: tecendo aproximações

APÊNDICE H. ARTIGOS PUBLICADOS EM PERIÓDICOS SOBRE A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (1999 a 2011)

Número	Autor(es)	Ano da publicação	Periódico	Título do artigo
1.	Macêdo, Shirley Martins de	2000	Psicologia em Estudo	Psicologia Clínica e aprendizagem significativa: relatando uma pesquisa fenomenológica colaborativa
2.	Studer, Caren E. Casagrande, Lisete Diniz Ribas	1999	Paidéia	Aprendizagem significativa: relato de experiência no ensino superior
3.	Belmont, Rachel Saraiva and Lemos, Evelyse dos Santos	2012	Ciência & Educação	A Intencionalidade para a aprendizagem significativa da biomecânica: reflexões sobre possíveis evidências em um contexto de formação inicial de professores de educação física.
4.	Laburú, Carlos Eduardo, Barros, Marcelo Alves and Silva, Osmar Henrique Moura da	2011	Ciência & Educação	Multimodos e múltiplas Representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica
5.	Pacca, Jesuína Lopes de Almeida and Scarinci, Anne Louise	2010	Ciência & Educação	O que pensam os professores sobre a função da aula expositiva para a aprendizagem significativa
6.	Gomes, Andréia Patrícia	2008	Revista Brasileira de Educação Médica	A Educação Médica entre mapas e âncoras: a aprendizagem significativa de David Ausubel, em busca da Arca Perdida.
7.	Dorneles, Pedro Fernando Teixeira, Araujo, Ives Solano Veit, Eliane Angela	2012	Ciência & Educação	Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral.
8.	Nunes, Sergio da Costa Santos, Renato Pires dos	2006	Novas Tecnologias na Educação	Análise pedagógica de portais educacionais conforme a teoria da aprendizagem significativa
9	Dorneles, Pedro Fernando Teixeira Araujo, Ives Veit, Eliane Ângela	2006	Revista Brasileira de Ensino de Física	Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade
10.	Gomes, Andréia Patrícia Dias-Coelho, Udson Chandler Cavalheiro, Priscila de Oliveira Gonçalves, Cristina Angélica Nunes Rôças, Giselle Siqueira-Batista, Rodrigo	2007	Revista Brasileira de Educação Médica	A Educação Médica entre mapas e âncoras: a aprendizagem significativa de David Ausubel, em busca da Arca Perdida
11.	Vasconcelos, Clara Praia, João Félix Almeida, Fernando	2003	Psicologia Escolar e Educacional	Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem
12.	Rivera, Eduardo Olivera Gómez, Juan Donoso Saavedra, Ángela Orellana	2011	Orientación y sociedad	Tipos de aprendizaje en estudiantes de enseñanza media técnico profesional. Un análisis desde la teoría de David Ausubel
13.	Zompero, Andréia de Freitas Luburú, Carlos Eduardo	2010	Revista electrónica de investigación en educación en ciencias	As atividades de investigação no Ensino de Ciências na perspectiva da teoria da Aprendizagem Significativa
14.	Ribotta, Sergio Pesetti, Marcela Pereyra, Sonia	2009	Formación universitaria	Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) Aplicadas a la Comprensión de Gráficos en Cinemática

APÊNDICE I. ARTIGOS PUBLICADOS EM ENSINO DE BIOLOGIA EM ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (2005 a 2011)

Número	Autor(es)	ENPEC / Ano	Título do artigo completo
1.	Meyer, Lia Midori Nascimento; Bomfim, Gilberto Cafezeiro; Santos, Vanessa Carvalho dos; El-Hani, Charbel Niño	2011	Como Ensinar a Estudantes Universitários de Ciências Biológicas e de Ciências da Saúde sobre a Crise do Conceito de Gene?
2.	Bonzanini, Taitiâny Kárita	2011	Temas da Genética contemporânea e o Ensino de Ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?
3.	Guimarães, Ana Paula Miranda; Sousa, Alessandro Eduardo de Almeida; Hohenfeld, Dielson Pereira	2011	Concepções prévias dos estudantes sobre Biologia no IFBA - Camaçari
4.	Oliveira, Thais Benetti de; Silva, Caio Samuel Franciscati da; Zanett, Josiane de Cássia	2011	Pesquisas em Ensino de Genética (2004-2010)
5.	Soares, Maria Aparecida do Carmo Padulla; Ossak, Ana Lúcia; Nunes, Maria Júlia Corazza; Fusinato, Polonia Altoé; Moreira, Ana Lúcia Olivo Rosas	2005	Reprodução das plantas: concepções prévias e o processo educacional no ensino fundamental
6.	Neves, Ricardo Ferreira das; Leão, Ana Maria dos Anjos Carneiro, Ferreira, Helaine Sivini	2005	A construção de conceitos de biologia mediante a associação do círculo hermenêutico-dialético ao ciclo da experiência de Kelly
7.	Monteiro, José Airton; Monteiro, Solange Castellano Fernandes; Almada, Eduardo; Barbosa, Júlio Vianna	2005	A estética-expressiva da biologia: “ensinando-aprendendo” a olhar/ver a célula eucariótica
8.	Mulinari, Mara Hombre; Ferracioli, Laércio	2005	A utilização da tecnologia da informação no ensino de biologia: um experimento com um Ambiente de modelagem computacional
9.	Andrade, Mariana Aparecida Bologna Soares de; Campos, Luciana M. Lunardi	2005	Análise da aplicação da aprendizagem baseada em problemas no ensino de biologia
10.	Teixeira, Paulo Marcelo Marini; Neto, Jorge Megid	2005	Breve panorama das investigações sobre o Ensino de biologia no Brasil

APÊNDICE J. ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE MODELOS E MODELAGEM EM ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (2005 a 2011)

Número	Autor(es)	ENPEC / Ano	Título do artigo completo
1.	Chaves, Rafaela Santos; Moraes, Simone Souza de; Lira-da-Silva, Rejâne Maria	2011	Confecção de modelos didáticos de plantas extintas: arte aplicada à Paleontologia no ensino da conquista do ambiente terrestre pelas plantas
2.	Milléo, Marcela Baer Pucci; Julianne; Barbola, Ivana de Freitas; Rocha, Dalva Cassie	2011	Uso de modelos didáticos para auxiliar no ensino de zoologia de invertebrados
3.	Batista, Irinéa de Lourdes; Salvi, Rosana Figueiredo; Lucas, Lucken Bueno	2011	Modelos científicos e suas relações com a epistemologia da ciência e a educação científica
4.	Razuck, Renata Cardoso de Sá Ribeiro; Guimarães, Loraine Borges; Rotta, Jeane Cristina	2011	O Ensino de Modelos Atômicos a deficientes visuais
5.	Ferreira, Caio Jordão; Chrispino, Alvaro	2011	Avaliação da concepção de professores e alunos sobre modelos científicos
6.	Pereira, Lucas Gabriel do Amaral; Azevedo, Rosa Oliveira Marins; Lucena, Juliana Mesquita Martinez de	2011	Ensino de Biologia: silogismo e filme documentado nas representações imagísticas dos alunos
7.	Aquino, Lygia Vuyk de; Lima, Maria Aparecida Etelvina Ivas; Pessoa, Denise Maria Mano	2011	O aluno com necessidades específicas e sua inclusão na escola: uma contribuição da biologia
8.	Marcussi, Silvana; Santos, Gleiciene Martins dos; Vieira, Kariny Carvalho; Maciel, Rosilene; Magalhães, Renata; Stuart, Rita de Cassia	2011	Questionários e Desenhos como instrumento de avaliação: trabalhando o tema soluções no ensino médio
9.	Oliveira, Daniela Kênia Batista da Silva	2011	Uma revisão da literatura sobre artigos que utilizam atividades de modelagem como ferramentas para a construção de conhecimento científico
10.	Ribeiro, Job Antonio Garcia; Cavassan, Osmar	2011	Meio ambiente: modelos e representações mentais em alunos de Ciências Biológicas.
11.	Duarte, Ana Cristina Santos	2005	Aprendizagem de ciências naturais por deficientes visuais: um caminho para a inclusão
12.	Lourenço, Ilza Mara Barros; Marzorati, Liliana	2005	Ensino de química: proposição e testagem de materiais para cegos
13.	Barros, Mara Matilde Vieira de; Carneiro, Maria Helena da Silva	2005	Os conhecimentos que os alunos utilizam para ler as imagens de mitose e de meiose e as dificuldades apresentadas

APÊNDICE K. ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE MAPAS CONCEITUAIS EM ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (2005 a 2011)

Número	Autor(es)	ENPEC / Ano	Título do artigo completo
1.	Moraes, José Uibson Pereira; Santana, Rosilaine Gomes de; Viana-Barbosa, Celso José	2011	Avaliação baseada na Aprendizagem Significativa por meio de Mapas Conceituais
2.	Mendonça, Conceição Aparecida Soares.; Silveira, Felipa Pacífico Ribeiro De Assis.; Moreira, Marco Antonio	2011	Mapa conceitual: um recurso didático para o ensino dos conceitos sobre Sistema Respiratório
3.	Silva, Iara da Glória Marcos da; Leão, Ana Maria dos Anjos Carneiro; Ferreira, Helaine Sivini	2011	Mapas conceituais: uma construção do conceito de energia, do sol à célula, com estudante do Normal Médio
4.	Aguiar, Joana Guilaes de; Romano Junior, Jerson Geraldo; Correia, Paulo Rogério Miranda	2011	Análise taxonômica de proposições em mapas conceituais ao longo da disciplina de Ciências da Natureza (EACH-USP/Leste)
5.	Aguiar, Joana Guilaes de; Cicuto, Camila Aparecida Tolentino; Silva Junior, Sérgio Noronha	2011	Avaliação da proficiência em mapeamento conceitual
6.	Cicuto, Camila Aparecida Tolentino; Dazzani, Bianca; Correia, Paulo Rogério Miranda; Trivelato, Silvia Luzia Frateschi	2011	Análise de vizinhança de mapas conceituais a partir do uso de múltiplos conceitos obrigatórios
7.	Cordeiro, Banchetti; Correia, Paulo Rogério Miranda; Grandino, Patrícia Junqueira	2011	Uso de mapas conceituais para estimular a integração curricular: em busca da interdisciplinaridade
8.	Ferracin, Talita Parpinelli; Cervigne, Natália Simões ; Klein, Tânia Aparecida da Silva	2005	CONSTRUÇÃO SIGNIFICATIVA EM CIÊNCIAS: TRABALHANDO COM MAPAS CONCEITUAIS
9.	Martins, Renata Lacerda Caldas; Silva, Maria de Fátima da; Sousa, Célia Maria Soares de	2005	O uso de mapas conceituais como uma estratégia Facilitadora da aprendizagem de conceitos de física em nível médio

APÊNDICE L. ARTIGOS PUBLICADOS SOBRE A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM ANAIS DO ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (2005 a 2011)

Número	Autor(es)	ENPEC / Ano	Título do artigo completo
1.	Santos, Alan Santos dos; Penido, Maria Cristina Martins	2011	O recurso imagético nos livros didáticos de física: analisando imagens sobre o movimento
2.	Nagem, Ronaldo Luiz; Ferreira, Emanuele Berenice Marques; Silva, Vanessa Corrêa da; Teixeira, Rita de Cássia Costa	2011	O uso sistemático de analogias e modelos na educação afetivo-sexual: um instrumento para auxiliar o professor no processo de construção de aprendizagens significativas
3.	Silva, Flávia Cristiane Vieira da; Melo, Daniele Alves de; Jófilo, Zélia Maria Soares	2011	Estudo sobre a construção do conceito de buraco da camada de ozônio: uma tentativa de aproximação entre Ausubel e Galperin
4.	Lino, Alex; Filho, Moacir Pereira de Souza; Araya, Ana Maria Osório; Silva, João Ricardo Neves da	2011	A influência do conhecimento prévio no ensino de Física Moderna: uma análise de mudança conceitual como processo de aprendizagem significativa
5.	Zompero, Andreia de Freitas; Norato, Sueli	2011	Concepções prévias de alunos da quarta série do ensino fundamental sobre questões relativas ao meio ambiente, e suas relações com a teoria da aprendizagem significativa
6.	Laburú, Carlos Eduardo; Gouveia, Amandio Augusto	2005	A aprendizagem da representação dos circuitos elétricos mediada por símbolos-ponte
7.	Lemos, Evelyse dos Santos e Moreira, Marco Antonio	2005	A avaliação da aprendizagem significativa: um exemplo com a disciplina embriologia
8.	Montes, Marco Aurélio de Azambuja; Souza, Claudia Teresa Vieira de	2005	Inovações no processo ensino-aprendizagem no laboratório de anatomia humana: estratégias facilitadoras para a aprendizagem significativa
9.	Cancian, Maria Aparecida Eva; Frenedoza, Rita; Ribeiro, Julio César; Dias, Marlene Alves; Calejon, Laura Marisa Carnielo; Schimiguel Juliano	2005	Níveis de conhecimento necessários para alcançar uma aprendizagem significativa: relações hídricas nas células vegetais
10.	Freire, Alexandre de Sá; Moraes, Milton Ozório	2005	O lúdico na aprendizagem significativa como instrumento para a introdução dos conceitos da “nova biologia”
11.	Lopes, Fernanda Muniz Brayner; Almeida, Ageu; Leão, Ana Maria dos Anjos Carneiro; Jófilo, Zélia Maria Soares	2005	Obstáculos à apropriação dos conceitos de ciclo celular por alunos do ensino médio