

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**ANÁLISE DE JOGOS E MODELOS DIDÁTICOS NO
ENSINO DE BIOLOGIA, ASSOCIADOS À AULA
EXPOSITIVA DIALOGADA NA ÁREA DE CITOLOGIA**

ANTONIO SÉRGIO DE SOUSA

ORIENTADOR(A): PROF. DR. FÁBIO JOSÉ VIEIRA

COORIENTADORA(A): PROFA. DRA. FRANCISCA CARLA SILVA DE OLIVEIRA

**Teresina – PI
2019**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**ANÁLISE DE JOGOS E MODELOS DIDÁTICOS NO
ENSINO DE BIOLOGIA, ASSOCIADOS À AULA
EXPOSITIVA DIALOGADA NA ÁREA DE CITOLOGIA**

ANTONIO SÉRGIO DE SOUSA

Trabalho de Conclusão de Mestrado
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional –
PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí,
como requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Fábio José Vieira

Coorientadora: Profa. Dra. Francisca Carla Silva
de Oliveira

Teresina – PI

2019

**“ANÁLISE DE JOGOS E MODELOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE BIOLOGIA,
ASSOCIADOS A AULA EXPOSITIVA DIALOGADA NA ÁREA DE CITOLOGIA ”**

ANTÔNIO SÉRGIO DE SOUSA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Biologia – Área de concentração: Biologia.

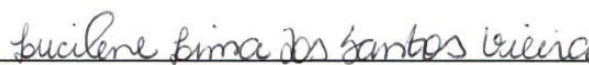
Aprovado em 31 de maio de 2019.

Membros da Banca:



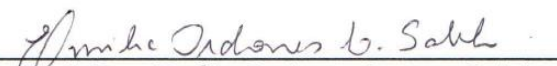
Prof. Dr. Fábio José Vieira

(Presidente da Banca-UESPI)



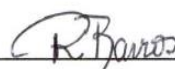
Prof. Dra. Lucilene Lima dos Santos Vieira

(Membro Titular-UFPI)



Prof. Dra. Emília Ordones Lemos Saleh

(Membro Titular-UESPI)



Prof. Dra. Roseli Farias Melo de Barros

(Membro Suplete-UFPI)

*Dedico este trabalho a minha
esposa Maria e aos meus
filhos Serginho e Gabriel,
pelo apoio e carinho.*

RELATO DO MESTRANDO

O Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) constitui-se em um importante meio de formação e capacitação de profissionais do ensino de Biologia da rede pública. Os conteúdos abordados durante os temas 1, 2 e 3 foram muito bem explorados e enriquecidos com diversos métodos e técnicas, que permitiram uma verdadeira mudança de atitude deste professor, com relação ao planejamento e, principalmente, no aprendizado de novas formas de abordagens dos assuntos em sala de aula.

Tais saberes têm contribuído para o alcance de resultados significativos no processo de ensino-aprendizagem e facilitado as relações com os estudantes para os quais leciono. Através do PROFBIO, aprendi que, para cada conteúdo, além da exposição teórica, é possível associar e desenvolver atividades simples, como a análise de um texto, de uma figura, de um vídeo, fazer questionamentos aos alunos gerando discussões, fazer representações por meio de modelos, uso de jogos, utilizar recursos produzidos com materiais de baixo custo, dentre outras que enriquecem as aulas, deixam os alunos mais ativos e permitem a vivência e apreensão dos conteúdos.

Dentre os vários pontos positivos do curso, destacam-se dois: (1) o desenvolvimento de recursos didáticos pelos mestrandos, que favoreçam o ensino-aprendizagem dos assuntos de Biologia; (2) os projetos de intervenção, desenvolvidos em cada tema, na sala de aula. O desenvolvimento de novos recursos é de suma importância, pois possibilita ao professor diversificar e enriquecer sua metodologia, contribuindo para melhoria da aprendizagem dos conteúdos de Biologia. Já as intervenções permitem ao docente planejar e desenvolver atividades, visando corrigir os déficits de aprendizagem de determinados temas que, muitas vezes, são considerados de difícil assimilação pelos alunos.

Além disso, por intermédio do PROFBIO, foi possível reparar algumas deficiências advindas do curso de graduação com relação a várias práticas, como atividades de laboratório, análise de livros didáticos, planejamento e execução de aulas de campo e de como manter-me atualizado a partir de novas publicações.

AGRADECIMENTOS

- ❖ Primeiramente a Deus, pela sua infinita misericórdia que sempre me protegeu, me acalmou nos momentos difíceis e me deu muitas alegrias.
- ❖ À Universidade Estadual do Piauí-UESPI, à coordenação do PROFBIO na pessoa da Professora Dr^a Francisca Lúcia Lima, pelo empenho e dedicação na organização e na condução do PROFBIO.
- ❖ À CAPES. “O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.
- ❖ À gestão do C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na pessoa da Professora Deusimar Veloso, por permitir e contribuir com a realização desta pesquisa.
- ❖ Ao meu querido orientador Professor Dr. Fábio José Vieira, pela orientação, pelo empenho, serenidade e pela calma com que me conduziu.
- ❖ A minha querida coorientadora, Professora Dr^a Francisca Carla Silva de Oliveira, pelo auxílio, pelas ideias, sugestões e pela disposição que sempre demonstrou quando precisei de orientações.
- ❖ Agradeço a meus pais, João Lopes e Maria Solidade, a quem sou infinitamente grato pela educação e pelas orações.
- ❖ À minha querida esposa Maria do Amparo e aos meus queridos filhos Sérgio Filho e Maurício Gabriel, pela compreensão e pelo estímulo durante a realização deste trabalho.
- ❖ A todos os meus queridos professores que, com muito empenho e dedicação, ministraram as disciplinas deste curso.
- ❖ A todos os meus queridos alunos da 1^a série do Ensino Médio do CEIN José Hermano Leopoldino Filho, pela dedicação e pela cooperação como público-alvo desta pesquisa.
- ❖ A todos os meus colegas de curso, pelo auxílio nos momentos difíceis, pelo companheirismo e pelas inúmeras discussões que nos trouxeram conhecimentos e muitas alegrias.

*“O fator isolado mais importante
que influencia a aprendizagem é aquilo
que o aluno já conhece; descubra-se
o que ele sabe e baseie nisso seus
ensinamentos.”*

DAVID AUSUBEL (1918-2008)

RESUMO

SOUSA, A.S; OLIVEIRA, F.C.S; VIEIRA, F.J. **Análise de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia, associados à aula expositiva dialogada na área de Citologia.** 2019. 132 p. Trabalho de Conclusão de Mestrado (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Estadual do Piauí. Teresina.

A pesquisa versa sobre o uso de jogos e modelos didáticos no ensino de Biologia. Durante a execução foi investigado qual o real papel e as influências dos jogos e modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos do Ensino Médio na área de Citologia. Diante da complexidade, do excesso de terminologias, do alto nível de abstração e das dificuldades dos alunos, este trabalho foi idealizado com o objetivo de construir modelos e um jogo didático sobre células, que facilitou a aprendizagem a partir da vivência dos conteúdos. A pesquisa possui natureza descritiva e foi desenvolvida por meio de análises quali-quantitativas. Os dados foram colhidos de uma amostra composta por 92 alunos do primeiro ano do Ensino Médio, utilizando-se questionário aplicado três vezes: prévia (Q1); outra após as aulas expositivas (Q2); e, por último, depois do uso dos jogos e modelos (Q3). Além disso, fazem parte dos dados coletados, os desenhos das células elaborados pelos discentes. A pesquisa se desenvolveu em dois cenários: no primeiro (A) foram construídos modelos de células e aplicado um jogo de cartas; no segundo (B) foram utilizados modelos e jogos virtuais. Em ambos os contextos, os jogos e modelos foram associados a aulas expositivas dialogadas. Os resultados mostraram que os jogos e modelos utilizados são importantes como ferramentas de aprendizagem, pois auxiliam uma melhor compreensão do conteúdo ministrado. Estatisticamente constatou-se não existir diferenças significativas entre os rendimentos dos grupos A e B, ou seja, ambas as modalidades se mostraram eficientes. Por intermédio da análise dos desenhos foi possível perceber uma evolução gradual da capacidade de representação e abstração, além de encontrarmos diferença significativa ($p < 0,05$), após aplicação do Q2 e do Q3. Conclui-se que, tanto os jogos e modelos materiais, quanto os virtuais são meios didáticos favorecedores da aprendizagem quando associados as aulas expositivas dialogadas, e são muito bem aceitos pelos discentes.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem. Ludicidade. Metodologia participativa.

ABSTRACT

SOUSA, A.S; OLIVEIRA, F.C.S; VIEIRA, F.J. **Analysis of games and didactic models in the teaching of biology, associated with the dialogue exhibition lecture in the cytology area.** 2019. 132 p. Master's Degree (Master's Degree in Biology Teaching) - State University of Piauí. Teresina.

This research deals with the use of games and models in teaching Biology. During its execution, it was investigated what the real role and the influences of games and didactic models in the teaching-learning process of the contents of the High School in the area of Cytology. Given the complexity, the excess of terminologies, the high level of abstraction and the difficulties of the students, this work was conceived with the objective of constructing models and a didactic game about cells, which facilitated the learning from the experience of the contents. The research has a descriptive nature and was developed through qualitative-quantitative analyses. The data were collected from a sample composed of 92 students of the first year of High School, using a questionnaire applied three times: previous application (Q1); application after lectures (Q2); and, finally, application after the use of games and didactic models (Q3). In addition, in the data collected are the drawings of the cells made by the students. The research developed in two scenarios: in the first (A) were built cell models and applied a card game; in the second (B) virtual models and games were used. In both contexts, the games and models were associated with the dialogic expositive classes. The results showed that the games and models used are important as learning tools, since they help in a better understanding of the content taught. Statistically, it was found that there were no significant differences between the yields of groups A and B, that is, both modalities were efficient. Through the analysis of the drawings it was possible to perceive a gradual evolution of the capacity of representation and abstraction, since a significant difference ($p < 0.05$) was identified after Q2 and Q3. It was concluded that both games and material models, as well as virtual ones, are learning-friendly didactic means when associated with the dialogic expositive classes, since they are very well accepted by the students.

Keywords: Teaching-learning. Games. Participatory methodology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 4.1** - Imagens da montagem dos modelos pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) montagem dos modelos; b) modelo de célula animal; c) modelo de célula vegetal e d) modelo de célula procariótica.....62
- Figura 4.2** - Cartas do jogo apresentado aos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) carta-imagem; b) carta-nome; c) carta de descrição e função.63
- Figura 4.3** - Imagens de uma partida em andamento do Citocarteado, por alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA64
- Figura 4.4** - Modelo virtual de célula em 3D apresentado aos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) célula animal; b) célula vegetal66
- Figura 4.5** - Modelos de célula animal e vegetal associados à aula interativa, apresentados aos alunos do ensino médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA.....67
- Figura 4.6** - Imagens do jogo Disputa Citológica apresentado aos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) *slide* inicial com os números das perguntas; b) *slide* com pergunta.....69
- Figura 4.7** - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à primeira pergunta(P1) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)70
- Figura 4.8** - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à segunda pergunta(P2) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)72
- Figura 4.9** - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à terceira pergunta(P3) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)73
- Figura 4.10** - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à quarta pergunta (P4) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)75

Figura 4.11 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à quinta pergunta(P5) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)..77

Figura 4.12 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à sexta pergunta (P6) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)..78

Figura 4.13 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à sétima pergunta (P7) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)..79

Figura 4.14 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à oitava pergunta (P8) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)..80

Figura 4.15 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à nona pergunta (P9) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)...81

Figura 4.16 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à décima pergunta (P10) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)82

Figura 4.17 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à décima primeira pergunta (P11) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)83

Figura 4.18 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à décima segunda pergunta (P12) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B)84

Figura 4.19. Desenhos da célula procariótica realizados por aluno do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) elaboração prévia (D1); b) elaboração após a aula expositiva (D2) e c) elaboração após uso dos JMDs.....90

Figura 4.20. Desenhos da célula eucariótica realizados por aluno do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA. a) Elaboração prévia (D1); b) elaboração após a aula expositiva; c) elaboração após o uso dos JMDs.....91

Figura 7.1 – Modelos de células construídos por alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) célula eucariótica animal; b) célula eucariótica vegetal.....119

Figura 7.2 – Modelos da célula procariótica construídos por alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) envoltórios celulares representados por uma embalagem *pet*; b) envoltórios representados por uma bola de isopor.....119

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Caracterização do público alvo da pesquisa, na escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA	52
Tabela 3.2 - Composição dos <i>kits</i> utilizados na confecção dos modelos didáticos materiais, na escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA	56
Tabela 4.1 - Médias e desvio padrão das respostas às perguntas abertas dos questionários Q1, Q2 e Q3 dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, para os grupos A e B	87
Tabela 4.2 - Médias e desvio padrão das respostas às perguntas fechadas dos questionários Q1, Q2 e Q3 dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, para os grupos A e B	89
Tabela 4.3 - Resultados das análises dos desenhos feitos pelos alunos do Ensino Médio, da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, para os grupos A e B	92
Tabela 4.4 - Resultados da satisfação e avaliação dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, com relação ao uso dos JMDs	93

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Atividades realizadas durante as aulas expositivas dialogadas (AEDs) na abordagem teórica dos conteúdos de Citologia nos grupos A e B e suas respectivas cargas horárias, na escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA54

Quadro 3.2 - Etapas e metodologias desenvolvidas com os grupos A e B durante o desenvolvimento da pesquisa, com alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA59

Quadro 4.1 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à primeira pergunta (P1) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q370

Quadro 4.2 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à segunda pergunta (P2) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q371

Quadro 4.3 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à terceira pergunta (P3) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q3.....73

Quadro 4.4 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à quarta pergunta (P4) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q3.....74

Quadro 4.5 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à quinta pergunta (P5) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q3.....76

Quadro 7.1 - Imagens das peças e descrição dos materiais utilizados na confecção dos modelos didáticos das células procariótica e eucarióticas animal e vegetal.....116

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AED – Aula expositiva dialogada.

CEIN – Centro de Ensino Integral.

DNA – Ácido desoxirribonucleico.

D1 – Desenho 1 – elaboração prévia.

D2 – Desenho 2 – elaboração após as aulas expositivas.

D3 – Desenho 3 – elaboração após uso dos jogos e modelos didáticos.

EB – Ensino de Biologia

JMDs – Jogos e modelos didáticos materiais.

JMDVs – Jogos e modelos didáticos virtuais.

ME – Microscópio Eletrônico.

MO – Microscópio Óptico.

P1 – Primeira pergunta do questionário.

P2 – Segunda pergunta do questionário.

P3 – Terceira pergunta do questionário.

P4 – Quarta pergunta do questionário.

P5 – Quinta pergunta do questionário.

P6 – Sexta pergunta do questionário.

P7 – Sétima pergunta do questionário.

P8 – Oitava pergunta do questionário.

P9 – Nona pergunta do questionário.

P10 – Décima pergunta do questionário.

P11 – Décima primeira pergunta do questionário.

P12 – Décima segunda pergunta do questionário.

Q1 – Primeira aplicação do questionário – Prévio.

Q2 – Segunda aplicação do questionário – após as aulas expositivas dialogadas.

Q3 – Terceira aplicação do questionário – após uso dos jogos e modelos.

REG – Retículo endoplasmático granuloso.

RENG – Retículo endoplasmático não granulo.

RNA_m – Ácido ribonucleico - RNA mensageiro.

RNA_r – RNA ribossômico.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Concepções de ensino e de aprendizagem.....	21
2.2 O ensino de Ciências	25
2.2.1 Da Biologia ao ensino de Biologia.....	32
2.2.2 Citologia, o estudo das células.....	36
2.2.3 Jogos didáticos.....	41
2.2.3.1 Jogo e aprendizagem.....	42
2.2.4 Aprendizagem com o uso de modelos didáticos.....	46
2.3 A aula expositiva dialogada como estratégia de ensino.....	50
3 METODOLOGIA.....	52
3.1 O ambiente da pesquisa e o público alvo.....	52
3.2 A natureza da pesquisa.....	53
3.3 O desenvolvimento das atividades didáticas	53
3.4 A coleta de dados.....	58
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	61
4.1 Os jogos e os modelos didáticos	61
4.1.1 Montagem dos modelos didáticos.	61
4.1.2 O jogo de cartas.....	63
4.1.3 Os modelos virtuais.....	65
4.1.4 O jogo virtual	68
4.2 Resultados e análises das respostas às perguntas do questionário	69
4.2.1 Análises das respostas às perguntas abertas do questionário	69
4.2.2 Análises das respostas às perguntas fechadas do questionário	78
4.2.3 Análises estatísticas dos resultados do questionário.....	86
4.2.3.1 Análises estatísticas dos resultados das perguntas abertas	86
4.2.3.2 Análises estatísticas dos resultados das perguntas fechadas.....	88
4.3 Análises dos desenhos das células	90

4.4 Análise da avaliação e satisfação dos alunos.....	93
5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
7 - PRODUTOS.....	103
7.1 Manual do jogo Citocarteado	104
7.1.1 Apresentação	104
7.1.2 Objetivos pedagógicos	104
7.1.3 Materiais que compõem o jogo	104
7.1.4 Indicação do jogo	105
7.1.5 Temas/conteúdos trabalhados com o jogo	105
7.1.6 Confeção do jogo	105
7.1.7 Regras do jogo	106
7.1.8 Cartas-figuras	108
7.1.9 Cartas-nomes	110
7.1.10 Cartas de descrição e função.....	112
7.1.11 Referências utilizadas na confecção do jogo	114
7.2 Confeção dos modelos didáticos	116
APÊNDICE A.....	121
APÊNDICE B.....	123
APÊNDICE C.....	125
APÊNDICE D.....	128
ANEXO A	129

1. INTRODUÇÃO

A Biologia é uma das ciências contemporâneas que mais gerou conhecimentos nas últimas décadas, introduzindo na mídia uma imensa quantidade de termos com os quais o cidadão comum passou a conviver e exigindo deste a necessidade de adquirir saberes necessários para compreendê-los ^[1]. O ensino de Biologia (EB) passou a ser complexo e desafiador requerendo um aprendizado construído a partir da prática e das vivências dos conteúdos pelos alunos.

Nesse sentido, os jogos e modelos didáticos (JMD) constituem-se numa estratégia alternativa de grande valor no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Biologia no Ensino Médio. A terminologia e o excesso de subjetividade fazem da Biologia uma disciplina escolar considerada de difícil assimilação por parte dos alunos que, na maioria das vezes, percebem os assuntos de forma muito abstrata. Os jogos e brincadeiras são elementos muito importantes para a aprendizagem, pois permitem o desenvolvimento de competências e habilidades como capacidade de comunicação, relacionamentos interpessoais, liderança, trabalho em grupo, além de transformar a sala de aula em um ambiente agradável ^[1].

O ensino dos conteúdos de Biologia é pouco proveitoso quando abordado apenas de maneira expositiva e recepção passiva pelos alunos, seguidos da realização de exercícios teóricos de memorização. Diante disso, é necessário o uso de estratégias didáticas que complementem as aulas e que permitam um aprofundamento da matéria por meio da prática. Conforme postula Temp (2011, p.17) ^[2], “percebe-se que o incentivo à criatividade deve ser realizado de forma que o aluno deixe de ser um mero espectador e passe a atuar como sujeito ativo no processo.”

Para serem melhor assimilados, os conteúdos carecem de objetividade e de abordagens diversificadas por meio do uso de recursos tais como, a criação ou adaptação de jogos e de modelos didáticos (JMDs), que auxiliarão na internalização e no aprofundamento dos conceitos da matéria. De acordo com Krasilchik (2016) ^[3], os grandes problemas da aula expositiva são a passividade, o decréscimo da atenção e a pouca retenção de informações pelos alunos, o que gera uma necessidade de

propor atividades alternativas que permitam a manutenção do alto nível de atenção dos estudantes durante todo o processo.

De forma geral, os JMDs no EB são estratégias que permitem a vivência e a materialização dos conteúdos tão necessários à compreensão dos processos biológicos. Contudo, por se tratarem de atividades lúdicas, conduzem o aluno à ação, ao fazer didático, à construção do próprio conhecimento, à socialização, ao trabalho em grupo, a conhecer seus limites, a enfrentar desafios e a solucionar problemas. Santos, (2014) ^[4] afirma que os jogos beneficiam o trabalho em equipe, o desenvolvimento de habilidades e de raciocínio, permitindo resolver enigmas de forma espontânea, ao mesmo tempo em que favorece o aprendizado e o alcance dos objetivos propostos.

Entretanto, diante de uma cultura educacional com o conhecimento centrado na pessoa do professor e pela falta de perspectiva e de motivação de grande parte dos discentes, acredita-se que os JMDs podem facilitar o trabalho dos docentes e a aprendizagem dos alunos, colaborando para aumentar a autoestima de ambos. A diversificação das estratégias didáticas permite, ainda, a aquisição de um saber mais agradável e lúdico que ajudará a diminuir as tensões e conflitos, muito comuns no ambiente de sala de aula. As atividades lúdicas promovem maior estímulo à participação na aula causando nos alunos a alegria, o ânimo e o entusiasmo pelo aprendizado ^[5].

A Citologia é o ramo da Biologia que estuda a célula, constituindo-se em pré-requisito valioso para a compreensão das outras áreas como a histologia, a fisiologia, a anatomia, a genética, etc. De acordo com Alberts et al (2017) ^[6], por intermédio dos conhecimentos sobre as células, que são as unidades fundamentais dos seres vivos, pode-se procurar por respostas para explicar o que é a vida e como ela funciona. Portanto, deficiências de aprendizagem nessa área podem causar déficit de compreensão e de aquisição de conhecimentos em outras partes da Biologia e dificultar o prosseguimento dos estudos.

Diversos autores como Araújo et al (2013) ^[7], Sousa e Barrio (2017) ^[8], França e Sorviezoski (2018) ^[9] relatam a complexidade do ensino de Citologia e o alto nível de abstração que o assunto requer. Assim, é necessário que o professor planeje e amplie as possibilidades didáticas permitindo uma aprendizagem a partir da ação e da interatividade dos estudantes.

Para a efetivação do trabalho, foram realizadas análises bibliográficas e uma pesquisa experimental desenvolvida no ambiente escolar. O levantamento bibliográfico foi efetivado a partir de produções científicas, como livros, *e-books*, artigos e dissertações existentes a respeito das utilizações de modelos e jogos didáticos no ensino. Já a pesquisa experimental desenvolveu-se completamente no ambiente escolar, por meio do uso de jogos e modelos associados com aulas expositivas dialogadas sobre os conteúdos de Citologia em dois cenários concomitantes: no primeiro foram construídos modelos de células e um jogo didático de cartas; no segundo, o jogo e os modelos eram virtuais com os quais os alunos interagiam.

Sendo assim, diante das dificuldades de aprendizagem dos conteúdos de Citologia e com o intuito de melhorar a autoestima e a participação ativa nas aulas, bem como a possibilidade de melhorar o ensino de Biologia na escola C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, a realização dessa pesquisa justifica-se, por meio do uso de JMDs como contribuição para facilitar a aprendizagem do seu público alvo, alunos da 1ª série do ensino médio, bem como influenciar os profissionais do EB e de outras áreas do conhecimento a fazerem uso das referidas modalidades didáticas.

Através do presente trabalho, buscou-se reunir dados e informações com o objetivo de responder aos seguintes questionamentos: **qual o real papel dos JMDs no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Biologia? De que forma a utilização de JMDs associados à aula expositiva dialogada podem influenciar nos processos de ensino e de aprendizagem dos assuntos de Biologia na escola C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho?**

Tanto os jogos e modelos materiais quanto os virtuais, associados às aulas expositivas dialogadas, são ferramentas importantes para aprofundar, explicar e revisar conteúdos trabalhados, contribuindo para potencializar a compreensão dos conceitos e favorecer a aprendizagem.

Portanto, foi diante da necessidade de diversificar e buscar novas estratégias de ensino, que o presente trabalho foi idealizado, tendo como objetivo desenvolver modelos didáticos e um jogo que permitiram demonstrar as suas influências e contribuições para o ensino-aprendizagem dos conteúdos de Biologia, especificamente na área de Citologia, nas turmas da 1ª série do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, situada na cidade de Coroatá no estado do Maranhão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Primeiramente considera-se necessário fazer um resgate histórico sobre o ensino e aprendizagem, o ensino de Ciências e de Biologia, buscando compreender as origens, a implementação do currículo, as tendências e influências que o direcionaram ao longo das décadas no Brasil.

2.1 Concepções de ensino e de aprendizagem

O processo de ensino existe desde os tempos primitivos quando os povos de outrora transmitiam conhecimentos, não de maneira sistematizada, mas como aspectos relevantes a sobrevivência individual ou de um grupo ^[10]. A organização do ensino é um marco que separa as sociedades remotas daquelas do mundo antigo que tiveram na pessoa dos sacerdotes, xamãs e curandeiros seus primeiros professores ^[10].

Em função da sua cultura, muitos povos como os romanos, hindus, gregos e chineses se utilizaram da educação para preservá-la e se utilizaram do ensino organizado para repassá-la aos mais jovens ^[10]. Na Idade Média, a educação tinha um caráter religioso com o ensino voltado para o domínio espiritual ^[10]. Nesse período, de acordo com Lopes (2012) ^[11], surgiram as escolas da nobreza com o ensino voltado para a religiosidade, a moral e os bons costumes e restritas aos filhos da burguesia europeia. Com a derrocada do sistema feudal, surgiram duas modalidades de escolas: a da burguesia e a dos operários ^[11].

No Brasil, as primeiras formalizações do ensino ocorreram com os jesuítas no início da colonização. Nesse período, o ensino era baseado na oratória com explanação dos conteúdos pelo professor, levantamento das dúvidas dos estudantes e a realização de atividades teóricas de fixação. Tais estratégias ficaram enraizadas no ensino brasileiro e são ainda hoje utilizadas ^[11]. De uma forma ou de outra, percebe-se que o processo de ensino-aprendizagem sempre foi de grande importância para o desenvolvimento humano e para a manutenção e aprimoramento da cultura dos povos.

No entanto, o ensino e a aprendizagem desde o princípio, são fazeres que se manifestam unicamente como resultado das interações humanas ^[12]. Essas relações, não podem ser consideradas como algo secundário ou periférico ao processo, mas sim como o fator principal ou central que determina os procedimentos pedagógicos norteadores tanto do ensino quanto da aprendizagem. Nesse sentido, o papel do professor é desenvolver as condições necessárias para que o alunos se apoderem do conhecimento de forma interativa e ativa ^[12].

Segundo Libâneo (2013) ^[13], o ato de ensinar, muitas vezes, é visto como um processo de transmissão de conteúdos para os estudantes, que os memorizam através da execução de atividades consecutivas propostas pelo professor ou contidas no livro didático. O conteúdo é mecanicamente reproduzido nas avaliações que não servem como diagnóstico da aprendizagem e nem para garantir ao professor avançar na abordagem de novos temas. Esse tipo de ensino é, ainda, preponderante em boa parte das escolas ^[13]. Todo o processo é centrado na pessoa do professor, deixando o aluno em uma posição inerte e apenas com a incumbência de memorizar, repetir o conteúdo nas provas, competir com os colegas pelo melhor desempenho quantitativo e ser aprovado, mesmo sem nunca ter feito nenhuma pergunta ou comentário a respeito dos assuntos abordados pelo professor ^[10].

Tardif (2002) ^[12] considera que a relação dos professores com os saberes é a de se comportarem como “transmissores”, como “portadores” e não como produtores de conhecimentos. Nessa perspectiva, o professor se iguala a um técnico que apenas executa a transmissão de um conjunto de instruções previamente determinado para os alunos. Dessa forma, o único saber inerente ao professor seria aquele da prática pedagógica, de como transmitir os conteúdos adquiridos ao longo da formação profissional.

Seja durante a formação profissional, seja durante a prática, o professor não possui autonomia para definir o currículo que o forma ou que ensina ^[12]. Nesse sentido:

As universidades e os formadores universitários assumem as tarefas de produção e de legitimação dos saberes científicos e pedagógicos, ao passo que aos professores compete apropriar-se desses saberes, no decorrer de sua formação, como normas e elementos de sua competência profissional, competência essa sancionada pela universidade e pelo Estado. Os saberes científicos e pedagógicos integrados à formação dos professores precedem e dominam a prática da profissão, mas não provêm dela (TARDIF, 2002, p.41)

^[12]

Caldeira e Bastos (2009) ^[10], seguindo o raciocínio de John Dewey (1859-1952), afirmam que esse tipo de situação conduz a um ensino que traz consequências para os discentes, como a falta de ideias novas, o desgosto pela aprendizagem, a limitação do conhecimento e a perda da curiosidade e o apego aos livros. Libâneo (2013) ^[13], afirma que esse tipo de ensino, chamado por muitos de *tradicional*, limita a participação do aluno no próprio processo de aprendizagem, subestima a capacidade cognitiva, restringe a liberdade de pensamento e demarca o desenvolvimento intelectual.

Assim, o verdadeiro ensino é um processo que vai muito além. De acordo com Libâneo (2013) ^[13] o ensino é um conjunto de ações sistematizadas que envolve o professor e os alunos de maneira ativa, com a intenção de alcançar objetivos previamente definidos e tendo como ponto de partida as experiências e o nível cognitivo dos estudantes. Para o autor, “o verdadeiro ensino, ao contrário, busca a compreensão e a assimilação sólida das matérias; para isso, é necessário ligar o conhecimento novo com o que já se sabe, bem como prover os pré-requisitos, se for o caso” (LIBÂNEO, 2013, p. 84) ^[13]. Manter os estudantes em plena atividade não significa propor atividades para atender as suas necessidades momentâneas ou para mantê-los ocupados, mas definir situações didáticas que estimulem potencialidades cognitivas para utilizar os conhecimentos em situações cotidianas ^[13].

Desde o princípio, é oportuno que os estudantes assumam-se como protagonistas na produção dos próprios saberes, adquirindo a consciência de que o ensino não se resume na transmissão dos conteúdos, mas na oportunidade de construí-los ^[14]. Tal ação, pode conduzir o estudante a uma situação de curiosidade crescente e de criação no sentido de alcançar o desenvolvimento cognitivo ^[14].

Dessa forma, o processo de ensino possui, na visão de Libâneo, (2013, p.84-86) ^[13], as seguintes características:

O ensino caracteriza-se pelo desenvolvimento e transformação progressiva das capacidades intelectuais dos alunos em direção ao domínio dos conhecimentos e habilidades, e sua aplicação. (...) O ensino visa alcançar determinados resultados em termos de domínio de conhecimentos, habilidades, hábitos, atitudes, convicções e de desenvolvimento das capacidades cognitivas dos alunos. (...) O ensino tem um caráter bilateral em virtude de que combina a atividade do professor (ensinar) com a atividade do aluno (aprender). O processo de ensino faz interagir dois momentos indissociáveis: a transmissão e a assimilação ativa de conhecimentos e habilidades.

Percebe-se que o processo de ensino, pelo professor, e de aprendizagem, pelo aluno, são inseparáveis. De um lado o professor prepara a matéria a ser ensinada, elenca os objetivos a serem atingidos, planeja as condições e meios necessários para que o conteúdo seja assimilado e avalia o processo; por outro, os alunos assimilam ativamente a matéria adquirindo conhecimentos e desenvolvendo habilidades de maneira autônoma ^[13]. Ainda de acordo com Libâneo (2013) ^[13], só com o domínio dos conhecimentos, os estudantes se dotarão das capacidades intelectuais necessárias para alcançar independência de pensamentos, autonomia para continuar e aprimorar a aprendizagem.

Portanto, a condução do processo de ensino pressupõe o entendimento aprofundado do processo de aprendizagem, bem como o conhecimento dos sujeitos, das condições intrínsecas e extrínsecas que influenciam a ambos ^[13]. Para Libâneo, (2013, p.96) ^[13] “o ensino é uma combinação adequada entre a condução do processo de ensino pelo professor e a assimilação ativa como atividade autônoma e independente do aluno”. De acordo com Tardif, (2002, p.118) ^[12] “ensinar é desencadear um programa de interações com um grupo de alunos, a fim de atingir determinados objetivos relativos à aprendizagem de conhecimentos e à socialização” (grifo do autor). Nesse sentido, a ação do professor ao conduzir o processo de ensino deverá ter como consequência garantir a liberdade de interação e a motivação para aprendizagem por parte do aluno.

E o que é aprendizagem? Segundo Libâneo, (2013, p.98) ^[13] “a aprendizagem é a assimilação ativa de conhecimentos e de operações mentais, para compreendê-los e aplicá-los consciente e autonomamente”. Por ser um processo ativo e que envolve as operações intelectuais, para o estudante aprender é necessário que haja motivação. Segundo Pozo e Crespo (2009) ^[15], o aprendizado parte da intenção e requer práticas e esforços contínuos, carece de mobilização por parte dos sujeitos não sendo possível sem que haja a motivação. Segundo os autores, o aluno motivado aprende mais e, por aprender mais, sente-se com cada vez mais com ânimo a continuar aprendendo.

Tal motivação, na visão de Pozo e Crespo (2009) ^[15], pode ser: *extrínseca* quando o estímulo pelo aprendizado parte de fatores externos a necessidade de aprender, como por exemplo, nos sistemas de premiação e castigo, aprovação ou reprovação. Esta incitação tem suas limitações, tendo em vista que a exclusão da premiação ou do castigo abolirá as razões para aprender. Segundo os autores, tais

sistemas não funcionam mais devido à falta de sintonia entre a escola e as necessidades sociais, levando os alunos a valorizarem cada vez menos o sucesso ou o fracasso escolar ^[15]. A motivação é *intrínseca* quando o estudante encontra valor no conhecimento, faz indagações e busca as respostas, empenha-se em compreender o que estuda na busca de uma satisfação pessoal através da aprendizagem, esforça-se, preocupa-se mais em aprender do que em ficar reprovado, aliás, um aluno estimulado tem em mente que a aprovação não é um fruto do seu aprendizado, mas uma consequência dele ^[15].

Ainda de acordo com Pozo e Crespo (2009) ^[15], a motivação intrínseca para a aprendizagem parte do processo de ensino, quando o professor destaca estratégias que levam em conta os próprios interesses dos alunos e, de forma sutil, acaba introduzindo-os nos fazeres científicos estimulando-os a cooperação, a busca pela autonomia e a participação ativa nos fazeres em sala de aula. Portanto, a motivação obtida a partir dos resultados atingidos nas avaliações sendo, portanto, uma consequência do processo de aprendizagem. Cabe ao professor utilizar as avaliações como uma força fundamental para motivar os alunos ao adequar as atividades pedagógicas as suas reais capacidades cognitivas, de forma a aumentar as chances de êxito ^[15].

No entanto, a relação entre o ensino e a aprendizagem é mais do que uma situação na qual o professor ensina e o aluno aprende. É antes de tudo, “uma relação recíproca na qual se destacam o papel dirigente do professor e a atividade dos alunos” (LIBÂNEO, 2013, p.97) ^[13]. Desta forma, o ensino e a aprendizagem formam uma unidade na qual um inexistiria sem o outro. Para Freire (2018) ^[14], o ato de ensinar só adquire algum valor quando resulta em aprendizagem por parte do aluno e este, só aprende quando é capaz de recriar e refazer o conteúdo ensinado. Dessa forma, essa relação põe em ação todos os elementos didáticos: os objetivos, os conteúdos, o ensino e a aprendizagem em uma situação de operação concreta ^[13].

2.2. O ensino de Ciências

Historicamente, o ensino de Ciências teve influência de fatores políticos e econômicos externos, ocorridos em sucessivos momentos ao longo das últimas décadas. Com o fim da Segunda Guerra, o avanço industrial, técnico e científico suscitou alterações da grade curricular nas escolas dos Estados Unidos e de países

europeus, tendo como marco histórico inicial, “(...) o progresso científico soviético, evidenciado pelo lançamento do *Sputnik* em 1957 (KRASILCHIK, 2012. p. 18 grifo da autora) ^[16]. Esse raciocínio também é encontrado em Marandino, Selles e Ferreira (2009) ^[17] que atribuem as mudanças curriculares das disciplinas na década de cinquenta, como uma forma de reduzir as desvantagens tecnológicas ocidentais, em resposta ao lançamento do satélite soviético. Isso demonstra que a Segunda Guerra e os conflitos decorrentes dela, influenciaram mudanças no currículo de ciências suscitando alterações nos processos de ensino.

No Brasil, o ensino de Ciências foi influenciado pelos acontecimentos do pós-guerra. De acordo com Trivelato e Silva (2011) ^[18] e Krasilchik (2012) ^[16], antes da década de sessenta, os conteúdos de Ciências eram ensinados apenas nas duas últimas séries do “ginásial” e se estendeu as outras séries, quando da promulgação da “Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961”. As disciplinas Física, Química e a História Natural eram restritas ao curso colegial ^[16].

Para Trivelato e Silva (2011) ^[18] o ensino de Ciências tornou-se obrigatório para todas as séries do Ensino Fundamental somente a partir de 1971, com a promulgação da Lei nº 5.692. No entanto, de acordo com Brandim e Nogueira, (2018, p.12) ^[19] a nova “legislação não se preocupou com a metodologia de trabalho a ser utilizada nas salas de aula, nem tampouco com o profissional que viria trabalhar nessa área”. Dessa forma, a carência de professores levou a criação de cursos de Licenciatura em Ciências, em 1974, com o objetivo de formar docentes para os anos finais, do então, 1º grau.

Com a consolidação legal do currículo de Ciências para todas as séries da educação básica no Brasil, a partir do início da década de sessenta, foram pretendidas várias mudanças no ensino com o objetivo, segundo Krasilchik (2012) ^[16], de abandonar metodologias tradicionais centradas na oralidade do professor, na passividade dos alunos e na transmissão de informações, passando a adotar atitudes pedagógicas mais liberais, que permitissem ao estudante desenvolver a autonomia e liberdade nos processos de aprendizagem.

As mudanças foram baseadas nos seguinte pontos:

- A expansão do conhecimento científico, ocorridas durante a guerra, não tinha sido incorporada pelos currículos escolares. Grandes descobertas nas áreas da Física, da Química e da Biologia permaneciam distantes dos alunos (...) que aprendiam informações obsoletas. A inclusão, no currículo, do que havia de mais moderno na Ciência (...) possibilitaria a formação de

profissionais capazes de contribuir com o desenvolvimento científico e tecnológico. A finalidade básica da renovação era, portanto, formar uma elite que deveria ser melhor instruída a partir dos primeiros passos de sua escolarização.

- As mudanças curriculares incluíam a substituição dos métodos expositivos pelos chamados métodos ativos dentre os quais tinha preponderância o laboratório. As aulas práticas deveriam propiciar atividades que motivassem e auxiliassem os alunos na compreensão de conceitos (KRASILCHIK, 2012, p. 19) ^[16].

Segundo a autora, para promover essas mudanças, várias ações foram deflagradas internacionalmente e também no Brasil, como a criação de várias escolas e institutos, com a finalidade de atualização dos conteúdos científicos, para o desenvolvimento de materiais necessários as práticas de laboratório e aprimoramento do ensino. Em São Paulo, no início dos anos cinquenta, foi criado o Instituto Brasileiro de Educação Ciência e Cultura, voltado para melhoria do ensino de Ciências, que assegurasse a formação científica e tecnológica dos cidadãos, direcionada para a descoberta de jovens com habilidades e propensão para área científica, um dos objetivos do ensino de Ciências na época ^[16].

Por isso, a modernização dos métodos de ensino propostos e a busca por uma pedagogia ativa em substituição aos métodos *tradicionais*, buscaram superar o que ficou conhecido como senso comum pedagógico. Como bem afirma Delizoicov, Angotti e Pernambuco, (2009) ^[20] o senso comum pedagógico parte do princípio de que a memorização de regras, de conceitos, fórmulas e definições são a única maneira de aquisição dos conhecimentos científicos, ou seja, “transmissão mecânica” dos conteúdos, verificável ainda nas escolas da atualidade.

Seguindo o raciocínio de Krasilchik (2012) ^[16], durante os anos sessenta, teve início a democratização do ensino que, além do foco no método científico e na formação de especialistas, era destinado também aos indivíduos de classes menos favorecidas que, com o avanço industrial e tecnológico, tinham que conviver com seus produtos e careciam de conhecimentos científicos para se inserir em qualquer profissão.

Nesse sentido, “o objetivo passou a ser o homem comum, que precisa tomar decisões, que deve resolver problemas, e que o fará melhor se tiver oportunidade de pensar lógica e racionalmente” (KRASILCHIK, 2012, p.22) ^[16]. Outra característica dessa época, era a contínua reformulação do currículo e, para isso, foram criados os

“Centros de Ciências” ligados ou não as universidades e voltados para elaboração de materiais de ensino e preparação de professores.

Na década seguinte (70), em decorrência da grande intensidade da atividade industrial e tecnológica, o homem percebeu um grande problema que mais uma vez impactou mudanças no currículo de Ciências: os problemas socioambientais ^[18]. O desafio foi agregar ao currículo discussões sobre as questões sociais e ambientais decorrentes das atividades tecnológicas e industriais ^[16]. Essa década foi marcada, no Brasil, pela ampliação do acesso à educação e pela expansão do ensino profissionalizante com a finalidade de formar trabalhadores para as fábricas ^[20].

O ensino profissionalizante causou profundas mudanças curriculares, com a inserção das disciplinas técnicas em detrimento daquelas de relevância científica ^[16]. O mais preocupante, contudo, foi:

O curso secundário perdeu a identidade e uma das consequências foi a desvalorização da escola pública, pois as instituições privadas resistiram às mudanças(...). Assim, uma anomalia já de longa data instalada no sistema, os “cursinhos” preparatórios para o exame vestibular começaram a se ampliar e a oferecer cursos regulares de 1º e 2º Graus, mantendo as características de escola preocupada apenas com a transmissão de informações e reforçando o ensino, como exigiam as provas para entrada na universidade (KRASILCHIK, 2012, p.30) ^[16].

Devido a esses fatores, todas aquelas mudanças propostas inicialmente e voltadas para uma pedagogia ativa com liberdade e autonomia dos alunos, se perderam. A partir daí, ocorreu na educação brasileira a precarização das condições de trabalho dos docentes, dos processos de formação dos professores e supervalorização dos livros didáticos considerados como a principal referência em sala de aula ^[16].

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p.36) ^[20], advertem que “ainda é bastante consensual que o livro didático, na maioria das salas de aula, continua prevalecendo como principal instrumento de trabalho do professor, embasando significativamente a prática do docente”. Para Libâneo (2013) ^[13], o livro em sala de aula deve ser apenas um recurso auxiliar do professor, que ganha importância quando utilizado inteligentemente para dar significado aos conhecimentos e experiências dos alunos permitindo-os pensar por si só.

A partir dos anos oitenta, os currículos para o ensino de ciências são voltados para o avanço tecnológico que propõe novas modalidades de empregos exigindo dos

cidadãos a ampliação das capacidades de comunicação oral e escrita; uma crescente sobrecarga das escolas em face as novas exigências do mercado; a valorização de metodologias baseadas na transmissão de informações com a desvalorização das metodologias ativas propostas anteriormente ^[16].

Esse “*retorno ao básico*” assim denominado por Pozo e Crespo (2009) ^[15], foi possível mediante a necessidade de se recorrer a fórmulas antigas e utilizadas durante muito tempo, mas que se tornam inexecutáveis diante de tamanha mudança cultural. “Um dos problemas de defender o retorno ao básico é que ainda não fomos a lugar algum do qual tenhamos que voltar” (POZO; CRESPO, 2009, p.19) ^[15]. Segundo os autores, as dificuldades enfrentadas no ensino de ciências são decorrentes das mudanças que aconteceram na sociedade e que não estão refletidas no currículo, isto é, o currículo não contemplava as novas demandas dos alunos.

Nesse novo século, o grande desafio é sem dúvida disponibilizar os conhecimentos científicos ao alcance de todos e, para isso, as práticas pedagógicas não podem ser as mesmas de outrora, exercidas em escolas para uma minoria privilegiada ^[20]. Nesse sentido, “a razão disso é que não só o contingente estudantil aumentou, mas também porque a socialização, as formas de expressão, as crenças, os valores, as expectativas e a contextualização sociofamiliar dos alunos são outras” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p.33) ^[20].

Toda essa movimentação em prol do ensino de Ciências foi denominada por alguns autores de “alfabetização científica” ^[21, 22] “Ciência para todos” ^[20]. Os autores se referem a um amplo movimento de difusão científica, que também passou a se chamar posteriormente de “alfabetização científico-tecnológica”, com o objetivo de tornar os cidadãos mais críticos e capazes de participar das discussões referentes aos mais diversos temas de interesse social e que envolvam aspectos científicos e tecnológicos ^[21]. E com a necessidade de romper com o ensino voltado para formação de cientistas, ainda muito presente, para buscar metas que tenham como pressupostos um ensino de Ciências para todos os cidadãos alfabetizados ^[20].

Pozo e Crespo (2009) ^[15] nos alertam para o enfoque em que o processo de ensino e aprendizagem de Ciências deve refazer os passos das pesquisas científicas. De acordo com os autores, o professor não pode ser comparado a um “coordenador de pesquisas” por causa da sua função social e nem o aluno deverá, no seu processo em busca da aprendizagem, percorrer os mesmos passos de um cientista ^[15]. Os autores enfatizam, que o aluno não precisa chegar ao conhecimento seguindo os

mesmos passos com que a ciência o produziu, mas seguir os diversos métodos alternativos propostos pela ação pedagógica do professor.

Chassot (2004) ^[22] descreve a educação científica, como uma das dimensões que irão potencializar uma educação mais comprometida. O autor defende a ciência como uma “linguagem” de forma que um indivíduo alfabetizado cientificamente é aquele que conhece os termos que descrevem o universo natural. Desse modo, os estudantes ao adquirirem um vocabulário científico poderão fazer uma leitura compreendida dos fenômenos naturais ^[22].

Dessa forma, o processo de alfabetização científica ou ciência para todos, deve compor estratégias para melhorar o ensino de ciências e oferecer as condições necessárias para diminuir lacunas existentes entre os níveis de conhecimentos científicos e tecnológicos das nações desenvolvidas e aquelas em processo de desenvolvimento, como o Brasil ^[23]. Segundo a Declaração da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) ^[23] sobre Ciências para o Século XXI, a ciência, a tecnologia e a inovação devem contribuir para que esses países alcancem o desenvolvimento social, econômico e sustentável no sentido de:

Elevar a qualidade de vida da população; elevar os níveis educacional e cultural da população; propiciar um cuidado genuíno do meio-ambiente e dos recursos naturais; criar mais oportunidades de emprego e melhor qualificação dos recursos humanos; aumentar a competitividade da economia e diminuir os desequilíbrios regionais (CONFERÊNCIA MUNDIAL SOBRE CIÊNCIAS PARA O SÉCULO XXI, 1999, p.2) ^[23]

A declaração da UNESCO recomenda, ainda, uma renovação do ensino de Ciências objetivando uma compreensão geral da ciência e da tecnologia como elementos culturais e, para isso, os professores devem estar em constante processo de formação científica e tecnológica de forma a tornar o ensino mais ativo, dinâmico e culturalmente relevante. Tal ação docente, deve ser voltada para a apropriação de uma visão crítica do conhecimento científico e tecnológico por parte dos estudantes convertendo conhecimento em cultura ^[20]. Portanto, a construção e a constante renovação do currículo das disciplinas científicas, de forma que permitam acompanhar o desenvolvimento científico e tecnológico, são necessárias para permitir avanços sociais e culturais.

O progresso tecnológico dos últimos anos associado às mudanças na sociedade, fez surgir um novo modelo de aprendizagem na sociedade que, na visão

de Pozo e Crespo (2009, p. 24-25) ^[15], essa nova cultura de aprendizagem é caracterizada por três aspectos, a saber:

Na sociedade da informação a escola não é mais a primeira fonte de conhecimento para os alunos em muitos domínios. Os alunos, como nós, são bombardeados por diversas fontes que chegam, inclusive, a produzir uma saturação informativa (...);

Na sociedade de conhecimento múltiplo e descentralizado (...) Praticamente não restam saberes ou pontos de vista absolutos, (...) os alunos devem aprender a conviver com a diversidade de perspectivas, com a relatividade das teorias, com a existência de interpretações múltiplas de toda informação. E devem aprender a construir o seu próprio julgamento ou ponto de vista a partir de tudo isso. (...) boa parte dos conhecimentos que podem ser proporcionados hoje aos alunos não só são relativos, mas tem data de vencimento;

Na sociedade do aprendizado contínuo. A educação obrigatória e pós-obrigatória cada vez se prolonga mais e, além disso, devido à mobilidade profissional e ao aparecimento de novos e imprevisíveis perfis laborais, cada vez é mais necessária uma formação profissional permanente. (Grifo dos autores).

Pelo visto, para o século XXI o sistema educacional deve direcionar o currículo de ciências com a perspectiva de formar jovens cidadãos que sejam críticos, autônomos e com capacidades de aprendizagem contínua. O “aprender a aprender” nunca foi tão necessário no processo educacional diante da rapidez com que a tecnologia avança, exigindo dos estudantes todas essas características que lhes permitirão acompanhar as mudanças e a produção de novos conhecimentos ^[15].

Os produtos advindos das novas tecnologias são fortes aliados no processo de ensino-aprendizagem. Como bem assegura Costa (2014, p. 15) ^[24], “um dos grandes desafios para os educadores neste século é, conseguir integrar os saberes com as novas tecnologias de forma que essas novas ferramentas sejam potencializadoras e promotoras de saberes interessantes para os aprendizes”.

Por fim, as disciplinas do currículo educacional tem como função permitir que os educandos se apossassem verdadeiramente da cultura que os cerca, tornando-se difusores dos conhecimentos técnicos, científicos, artísticos, etc., da própria cultura; compreender todo o processo histórico de produção do conhecimento científico e tecnológico e desenvolver a capacidade de acessar, usufruir e modificar produtos culturais. Para isto, é necessário que ocorra uma “mudança cultural” na forma de ensinar e de aprender e criar uma “cultura da aprendizagem.” ^[15]

2.2.1 Da Biologia ao ensino de Biologia

O começo da Biologia remonta aos nossos antigos ancestrais na medida em que reconheciam e colhiam sementes, raízes, frutos e caçava animais como potenciais fontes de alimento. A Biologia iniciou a partir do momento em que o homem se tornou pastor e agricultor, surgindo a necessidade de apreender os processos de reprodução e desenvolvimento de plantas e de animais, com vistas a melhoria da produção e permitindo assim o início do conhecimento racional ^[22].

Esses saberes possibilitaram, posteriormente, aumentar a colheita sem expandir a área cultivada. Ao longo da história humana muitos povos fizeram uso dos conhecimentos da Biologia para o estudo de plantas com finalidades alimentares e medicinais, para o aprendizado da anatomia, no tratamento de diversas doenças e de como evitá-las, de forma que, diferentes culturas, deixaram contribuições importantes para a Ciência ^[22].

Mas o termo Biologia é relativamente recente, tendo sido empregado primeiramente, no início do século XIX, com o avanço nos estudos dos seres vivos “quando em 1802, Treviranus e Lamarck chegaram a sugerir um novo termo, Biologia, para nos referirmos ao estudo do fenômeno vivo” em substituição a História Natural (PRESTES, 1997, p. 44) ^[25].

Nas décadas seguintes, a palavra Biologia passou ser utilizada por vários autores e em diversas partes do mundo para designar a área do conhecimento voltada para estudar os seres vivos ^[25]. Ainda no século XIX, ocorreram avanços que consolidaram a nova disciplina, como o aumento da noção de célula, que culminou na formulação da Teoria Celular, em 1839, proposta por Mathias Schleiden e Teodor Schwann; e a teoria da evolução, de Alfred Russel Wallace e Charles Darwin, em 1859 ^[25].

No início do século XX, a biologia já existia como ciência. O próximo passo foi torná-la uma disciplina escolar com sua inserção nos currículos dos sistemas de ensino. A esse respeito, Marandino, Selles e Ferreira (2009, p. 52) ^[17] afirmam que:

A disciplina História Natural esteve fortemente presente nos currículos dos séculos XIX e XX, englobando estudos de Zoologia, Botânica, Geologia e Mineralogia. Posteriormente, no entanto, ela foi substituída pela disciplina escolar Biologia, incorporando os elementos que a modernizavam.

Tendo em vista a grande abrangência do termo Ciência Natural, Thomas Huxley propôs em 1878, a adequação do nome Biologia como ciência voltada especificamente para o estudo dos seres vivos, concedendo a Lamarck e Treviranus os créditos pela denominação. A Ciência Natural à época englobava, além da Zoologia e da Botânica voltadas para os seres vivos, a Geografia, a Física, a Geologia e a Mineralogia ^[19].

De acordo com os autores, a Biologia teve grande desenvolvimento no início do século XX e mesmo assim, o ensino se limitava a poucas instituições e ainda não fazia parte do currículo das escolas. O surgimento do movimento Escola Novista, que trazia uma nova abordagem para os conhecimentos advindos das novidades científicas, provocou mudanças no ensino no Brasil, com o Manifesto dos Pioneiros, em 1932, que propôs a inclusão da Biologia, Física e Química no currículo escolar ^[19].

Contudo, as primeiras licenciaturas para formação de professores só foram regulamentadas em 1939, e o curso de Ciências Biológicas apenas no início dos anos sessenta ^[19]. Tal demora, não causou estranheza, visto que, somente a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1961, o ensino de Ciências foi estendido a todas as séries do então ginásio e se tornou obrigatório, mais tarde, com a Lei 5.692/71 no ensino de 1º e 2º graus ^[19, 18].

Portanto, percebe-se que o ensino de Biologia passou por mudanças a partir da década de 50 quando incorporava, além do estudo dos seres vivos, a Mineralogia, a Geologia e a Paleontologia. Na década de 60, as modificações foram causadas pelo avanço da Biologia enquanto ciência, pela percepção da importância dos conhecimentos científicos a nível mundial e pela promulgação da LDB/61 ^[3].

Durante os anos setenta, a LDB/71 considerou o EB e de outras ciências importante para formação de trabalhadores e para o projeto de desenvolvimento do país proposto pelo governo militar ^[3]. Mas, apesar da valorização dada pelo texto da nova lei, as disciplinas científicas foram profundamente prejudicadas em função da introdução no currículo de outras matérias como a Zootecnia, Técnicas Agrícolas e Técnicas de Laboratório, que causaram prejuízos a formação básica dos estudantes sem a correspondente melhoria do ensino técnico ^[3].

Durante os anos oitenta e noventa, com a democratização do ensino, a Biologia se consolidou como disciplina no currículo de Ciências dos Ensinos Fundamental e Médio, tendo como bases legais a LDB 9.394/96 e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) em 1997 ^[19].

Mas qual o propósito do aprendizado de Biologia por parte dos estudantes? Nos últimos anos, houve crescimento na produção de conhecimentos na área das Ciências Biológicas e, de acordo com Brasil (2002) ^[1], esses saberes passaram a ocupar muito espaço na mídia com a introdução de um imenso vocabulário científico, que passou a fazer parte da vida dos cidadãos e, portanto, exigindo destes a necessidade de adquirir saberes necessário para participar de discussões a respeito de vários temas como, aquecimento global, DNA, transgênicos, genoma, clonagem, etc.

Nesse contexto, os PCNs+ citam algumas das finalidades do ensino de Biologia:

Dominar conhecimentos biológicos para compreender os debates contemporâneos e deles participar, no entanto, constitui apenas uma das finalidades do estudo dessa ciência no âmbito escolar. As Ciências Biológicas reúnem algumas das respostas às indagações que vêm sendo formuladas pelo ser humano, ao longo de sua história, para compreender a origem, a reprodução, a evolução da vida e da vida humana em toda sua diversidade de organização e interação. Representam também uma maneira de enfrentar as questões com sentido prático que a humanidade tem se colocado, desde sempre, visando à manutenção de sua própria existência e que dizem respeito à saúde, à produção de alimentos, à produção tecnológica, enfim, ao modo como interage com o ambiente para dele extrair sua sobrevivência (BRASIL, 2002, p.33-34) ^[1].

Portanto, o aprendizado de Biologia no Ensino Básico pretende garantir ao estudante conhecimento amplo sobre as relações dos seres humanos com as demais espécies, de forma a perceber o seu lugar na natureza e refletir sobre os problemas decorrentes das intervenções no ambiente. Para atingir tal objetivo, Brasil (2002, p.34) ^[1] propõe que desde o Ensino Fundamental, “os estudantes devem ser estimulados a observar e conhecer os fenômenos biológicos, a descrevê-los utilizando alguma nomenclatura científica, a elaborar explicações sobre os processos e confrontá-las com explicações científicas”.

Krasilchik (2009) ^[26] vai além, quando diz que o ensino e a aprendizagem de Biologia é fundamental para qualquer cidadão independente da sua origem ou estilo de vida, pois permite perceber a biosfera como um todo e as relações que interligam seus componentes. Conduz os alunos a adquirir uma percepção maior da complexa teia da vida, percebendo-se como parte dela e compreendendo o papel individual, social e responsabilidades como cidadão. Entretanto, apesar da importância, o EB muitas vezes causa aversão nos alunos que percebem a Biologia apenas como uma

disciplina repleta de termos complicados a serem memorizados, referentes a animais, plantas e outros organismos [26].

Dessa forma, para garantir uma formação plena dos cidadãos, os professores de Biologia precisam enfrentar alguns desafios que estão relacionados com a capacidade de proporcionar aos estudantes, um conhecimento consolidado que permita-os participar de forma crítica dos debates sobre diversos temas biológicos da atualidade, como transgênicos, clonagem, DNA, efeito estufa, etc., bem como fornecer suporte para opinarem sobre diversos aspectos do cotidiano como higiene, saúde do corpo, sexualidade, dentre outros [27].

Por isso, o EB não pode estar voltado para a simples memorização de informações, mas permitir a aquisição de conhecimentos com vistas a preparação científica e tecnológica, assegurando “formação geral e não específica, o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (Brasil, 2000, p. 5) [28].

Essa visão também é admitida por Krasilchik (2016) [3], quando considera que o EB deve favorecer a compreensão e o aprofundamento dos conceitos e temas atuais, percebendo a importância da ciência e da tecnologia para o bem estar, o respeito pelo mundo vivo e a capacidade de utilizar conhecimentos de forma respeitosa e ética para uma tomada de decisões. A aquisição dos saberes de Biologia deve se orientar pelos processos de “alfabetização científica” que conduz os educandos a conquista de um vocabulário científico, a compreensão das etapas do método e dos impactos causados pelo desenvolvimento da ciência e tecnologia sobre a sociedade e o meio ambiente [27].

Quando se analisa os documento oficiais – PCNs, LDB 9.394/96, as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio (DCNEM) – e o posicionamento de alguns autores, percebe-se que o EB, atualmente, não contempla as finalidades a ele atribuídas legalmente, como por exemplo, permitir a aquisição de saberes que possibilitem compreender a origem, a reprodução e a evolução da vida como um todo, bem como sua diversidade de organização e interação [1]. Os conteúdos e as práticas pedagógicas estão quase sempre voltadas a preparação para o ingresso nas universidades [27], sendo visto como “(...) um ensino teórico, enciclopédico, que estimula a passividade e o exame vestibular que exige conhecimentos fragmentários e irrelevantes” (KRASILCHIK, 2016, p. 18) [3].

Quais as estratégias para melhorar o EB? As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM) [27], um conjunto de competências e de habilidades norteadoras do EB, destacam a interdisciplinaridade e a contextualização como princípios fundamentais do fazer pedagógico, objetivando transpor o aluno para o centro do processo de aprendizagem [27].

Brasil (2002) [1] aponta, como estratégia para melhoria do EB, que o professor deve propor atividades que exijam várias habilidades dos alunos conduzindo-os a fazer conexões entre os conceitos e os processos tecnológicos e, ao mesmo tempo, desenvolver valores como respeito, responsabilidade e solidariedade. Para Krasilchick (2016) [3], em qualquer situação de ensino é necessário incluir uma variedade de situações didáticas que permitam envolver os alunos e favorecer as diferentes formas de aprendizagem. Nesse contexto, Brasil (2002) [1] coloca o professor como um mediador do processo de produção do conhecimento, agindo de maneira planejada de forma a aflorar todas as habilidades dos educandos.

2.2.2 Citologia, o estudo das células

Segundo Prestes (1997) [25], a maioria das pessoas, pelo menos aquelas que possuem conhecimento científico, sabem o que é uma célula e o seu papel na composição dos seres vivos. Entendem que a célula é a unidade formadora dos seres vivos e que, em seu interior, ocorrem diversos processos metabólicos que garantem a manutenção e a continuidade da vida [25].

A história da célula remonta ao século XVII, mais precisamente em 1663, quando o jovem cientista e membro da *Royal Society* inglesa Robert Hooke, observou-a pela primeira vez através das lentes de um microscópio de sua autoria. Prestes (1997, p.21) [25] afirma que:

era fascinante pensar na quantidade de coisas que poderiam ser vistas! Os detalhes de um pelo, (...) de um inseto, (...) da estrutura das penas das aves e das escamas dos peixes, (...) a metamorfose da larva do mosquito, alguns vermes e o bolor sobre os alimentos.

Segundo a autora, Hooke possuía uma curiosidade pueril e era dotado de grande inteligência e capacidade de invenção. Além do microscópio com partes removíveis que permitia a troca das lentes, também inventou a bomba de ar, um

quadrante regulado para a observação dos corpos celestes, dentre outras criações [25].

Mas foi justamente a sua enorme curiosidade, típica dos grandes cientistas, que levou Hooke a investigar a natureza da cortiça e a lançar pela primeira vez o termo célula. Suas ideias foram postas no *Micrographia*, livro de sua autoria publicado em 1665 em que se lê:

A leveza da cortiça, assim como a de “um favo vazio, uma esponja, uma pedra-pomes ou outro semelhante”, deve-se a “uma quantidade muito pequena de corpo sólido, estendido numa dimensão extraordinariamente grande”. A fluabilidade deve-se ao ar firmemente retido dentro de espaços diminutos e regulares – pequenas “celas” ou “células” – formadas por aquela distensão de matéria. “O microscópio facilmente nos informará que toda cortiça constitui-se de uma companhia infinita de caixas ou bolhas de ar, que é uma substância de natureza elástica” (HOOKE, 1665, apud, PRESTES, 1997, p. 22. Grifo da autora) [25]

A obra de Hooke, na visão de Almeida e Magalhães (2010) [29], é de grande interesse para a Biologia por conter, além de várias descrições referentes a plantas e animais, conceitos e observações a respeito dos seres vivos e também faz uma apresentação das propriedades da cortiça, material a partir do qual Hooke criou o termo célula.

Contudo, Prestes (1997) [25] assegura que apesar das pioneiras observações de Robert Hooke ao que ele denominou de célula, não é possível considerá-lo como o “pai” da Citologia, visto que, as suas considerações não contribuíram em nada para a formulação da Teoria Celular e nem para as noções que temos hoje sobre a célula. Tal concepção se deve a pesquisas posteriores a ele quando, no século XIX, da publicação da Teoria Celular de Schleiden e Schwann, permitiu incorporar os conhecimentos sobre a célula à recém criada Biologia, com a denominação específica de Citologia [25].

Conforme Mayr (2008) [30], nos mais de 150 anos após as observações e proposições de Hooke, outros microscopistas como Grew, Malpighi e Leeuwenhoek, procederam observações de vários objetos mas não com a seriedade que a ciência exige. Segundo o autor, foi somente com o aperfeiçoamento das lentes, no início do século XIX, que avanços no estudo das células foram protagonizados, como a descoberta do núcleo em 1831, por Robert Brown; os estudos de Schleiden e Meyen em 1838, com células vegetais; e os trabalhos de Schwann, com células animais, publicados em 1839 [30].

De acordo com Mayr (2008, p.123) ^[30], em seus achados “Schleiden afirmou que uma planta não consiste em nada senão células, ainda que algumas delas sejam muito modificadas” e na mesma linha de raciocínio, Schwann concluiu que “todos os tecidos animais, por mais que parecessem diferentes uns dos outros, não eram nada senão células modificadas”.

Contudo, para se chegar a generalização tão importante como a Teoria Celular, foi necessário o estabelecimento de caracteres partilhados que unissem as células, sejam elas animais ou vegetais. Duas estruturas foram identificadas como sendo comum em todas elas: a primeira tratava-se do núcleo, um pequeno corpúsculo denso, e a segunda a existência de uma substância gelatinosa de preenchimento, conhecida como protoplasma ^[25]. A presença contínua desses componentes passou a constituir um padrão universal em todas as células, independente do tecido de origem.

A publicação de Schwann em 1839, esclarece que animais e plantas são constituídos por unidades básicas, a célula, o que reuniu todos os seres vivos em uma mesma composição ^[30]. A partir de então, a Teoria Celular foi incluída nas diversas áreas da Biologia conferindo a célula, o *status* de principal objeto das pesquisas sobre os seres vivos na época ^[25].

Outras investigações foram realizadas após o ano de 1839. Schwann percebe a célula como “a base de todas as funções vitais e que a atividade metabólica, transformaria as substâncias atraídas para o interior das células em constituintes próprios da célula” (PRESTES, 1997, p. 55) ^[25]. Tal afirmação considera os processos e as atividades metabólicas, meios que garantem a vida dentro de células vivas, concebendo-as como entidades fisiológicas de todos os seres vivos.

Em 1855, o patologista Rudolf Virchow estabeleceu a célebre frase “*omnis cellula e cellula*” explicando que “todas as células derivam de células” após admitir as conclusões de Robert Remak que cada célula dos tecidos do embrião de rã, se formam a partir de uma célula precursora ^[30].

A partir desse momento, as pesquisas na área da Citologia tiveram como foco principal o núcleo celular. Nesse sentido, a descrição feita por Oskar Hertwig, em 1876, sobre a fusão dos núcleos do espermatozoide e do óvulo no processo de fertilização, além de refutar ideias errôneas concebidas a respeito do núcleo, serviu como ponto de partida para a percepção da importância genética do processo de fecundação ^[30]. Segundo Mayr (2008) ^[30], após 1880 o aperfeiçoamento da

microscopia permitiu a elucidação dos componentes nucleares e da dinâmica dos cromossomos durante os ciclos mitótico e meiótico.

Para Martins (2009) ^[31], o desenvolvimento de novas lentes e de modernas técnicas de microscopia, como uso de corantes e micrótomos, contribuíram para eliminar as distorções comuns nas observações microscópicas e aumentar o poder de ampliação e de visualização, favorecendo o desenvolvimento da Citologia ^[31]. Segundo o autor, o melhoramento da microscopia nos anos finais do século XIX foi tanto, que os microscópios de luz daquela época já poderiam ser equiparados aos atuais.

No início do século XX, os conhecimentos sobre a dinâmica dos cromossomos durante a divisão celular conduziram, por vias independentes, os cientistas Walter Sutton e Theodor Boveri a formulação da teoria cromossômica da hereditariedade, segundo a qual os fatores mendelianos (genes) estão localizados nos cromossomos ^[32]. Essas novas descobertas foram de grande significância para o desenvolvimento da Citologia no século XX, como escreveu Mayr (2008, p. 131) ^[30]:

Os avanços na compreensão da célula só fizeram se acelerar após 1900. A princípio, as grandes contribuições foram dadas pela genética e pela fisiologia celular, seguidas depois pela exploração da estrutura da célula com a ajuda da microscopia eletrônica, e por fim com o estudo de todos os componentes do citoplasma pela biologia molecular.

O século XX foi para a Citologia período de estudos em grande profundidade. O foco passou a ser o desvendamento dos processos fisiológicos e das estruturas moleculares constituintes da célula. Segundo Mayr (2008) ^[30], mais precisamente na segunda metade do século XX, a Biologia se tornou um campo amplo de pesquisas nas áreas da genética, biologia celular e molecular como nunca antes na história.

As pesquisas em Biologia, a partir dos anos cinquenta, a que se refere Mayr, foram facilitadas pelo advento do microscópio eletrônico (ME). De acordo com Reece et al. (2015) ^[33], o ME possui uma capacidade de visualização cem vezes maior do que os microscópios ópticos (MO), permitindo a observação de estruturas celulares impossíveis de serem visualizadas através do MO. Com a difusão das lentes de alta resolução, aliadas a técnica de fracionamento celular, foi possível separar os componentes subcelulares e determinar a função de cada um deles na célula ^[33]. Todo esse desenvolvimento causou um grande alvoroço industrial e científico, notadamente

perceptíveis nas áreas da medicina e produção de alimentos de origem animal e vegetal.

Nesse sentido, fica claro que a Citologia ocupa lugar de destaque dentro do ensino de Biologia, à medida que a aprendizagem dos processos celulares constituem-se como pré-requisitos para a compreensão e acompanhamento de outras áreas como a Histologia, a Genética, a Embriologia e a Fisiologia.

Diante de tal importância, Brasil (2002, p. 41) ^[1] levanta o seguinte questionamento: “Como lidar com a Biologia contemporânea na escola de maneira que esse conhecimento faça diferença na vida de todos os estudantes, independentemente do caminho profissional que vão seguir, de suas aptidões ou preferências intelectuais?” Como proposta os próprios PCN+ ^[1] estabelecem seis temas estruturadores para o ensino de Biologia:

1. Interação entre os seres vivos
2. Qualidade de vida das populações humanas
3. Identidade dos seres vivos
4. Diversidade da vida
5. Transmissão da vida, ética e manipulação gênica
6. Origem e evolução da vida (BRASIL, 2002, p.41.) ^[1]

Com isso, os PCN+ ^[1] contemplam os conhecimentos de Citologia como embaixadores de três deles: o terceiro tema, em que admitem os conhecimentos em Citologia, Genética e Bioquímica como importantes para que os estudantes percebam os seres vivos através da organização celular como evidência de sua ancestralidade comum; e o quinto e sexto temas, os quais propõem que a Citologia juntamente com a Genética, a Botânica, a Zoologia e a Evolução deem condições aos estudantes de adquirirem saberes relacionados a origem, evolução da vida e da espécie humana, bem como de temas atuais, tais como transgênicos, fertilização *in vitro*, clonagem, genoma, entre outros ^[1].

Nesse sentido, fica evidente a importância dos conhecimentos sobre as células para que os estudantes tenham visão ampla e integradora dos processos biológicos. De acordo com Brasil (2006) ^[27], tais conteúdos integradores devem garantir que os alunos percebam as relações entre os diversos assuntos da Biologia, e nesse contexto, os conhecimento em Citologia e hereditariedade, como unificadores do seres vivos, atribuindo-lhes ao mesmo tempo, identidade e diversidade.

Ao professor, cabe fazer com que os estudantes percebam a si próprios como organismos e, portanto, formados pelas mesmas unidades estruturais regidas por equivalentes processos fisiológicos e sujeitos a condições ambientais semelhantes aos demais ^[27]. Nesse sentido, afirma Brasil (2006, p. 24) ^[27] que:

(...) é preciso compreender a célula como um sistema organizado, no qual ocorrem reações químicas vitais, e que está em constante interação com o ambiente, distinguir os tipos fundamentais de célula e a existência de organelas com funções específicas, reconhecer os processos de manutenção e reprodução da célula (mitose e meiose) como forma de interligar a gametogênese e a transmissão dos caracteres hereditários, comparar e perceber semelhanças e diferenças entre os seres unicelulares e pluricelulares.

Para tanto, são necessárias estratégias diversificadas para o ensino e a aprendizagem dos conceitos envolvendo a célula. A escolha das modalidades didáticas depende de fatores, tais como: conteúdo, objetivos, perfil do público a que se destina, tempo e materiais disponíveis ^[3]. A autora propõe várias modalidades que o professor pode adotar de acordo com a situação: aulas expositivas, demonstrações, aulas práticas, discussões e debates, jogos, modelos didáticos, atividades individuais e em grupos, seminários, etc. Nesse contexto, os jogos e modelos são possibilidades de trabalho, usados como atividade didática para, de forma lúdica, os estudantes se apoderarem de conceitos fundamentais para compreensão dos processos celulares.

2.2.3 Jogos didáticos

Segundo Antunes (2014, p.11) ^[34] “jogo significa divertimento, brincadeira, passatempo sujeito a regras que devem ser observadas quando se joga”. Para o autor, nos jogos educativos o elemento essencial é, sem dúvidas, o professor. Krasilchik (2016, p. 92) ^[3] define jogos como sendo “um tipo de simulação simples cuja função é ajudar a memorizar fatos e conceitos”. De acordo com Silva e Pines Junior (2017, p. 94) ^[35] “pode-se definir jogos educativos como um instrumento motivador e facilitador do desenvolvimento, preparando os alunos para os conteúdos curriculares e para a vida, de forma lúdica”. Os autores exaltam o uso dos jogos didáticos como ferramenta capaz de desenvolver a capacidade de iniciativa e de autodesenvolvimento e de aproximar os conteúdos escolares com as vivências dos alunos ^[35].

No entanto, Huizinga (2000) ^[36] se refere as incertezas na hora de definir jogo e o seu papel biológico. No meio de tantas tentativas, nenhuma delas é capaz de

conceituá-lo na sua totalidade e deixa claro que “a intensidade do jogo e seu poder de fascinação não podem ser explicados por análises biológicas” (HUIZINGA, 2000, p. 8) [36]. Da mesma forma, para Kishimoto (2006) [37], existe dificuldade de se definir jogo, tendo em vista a grande quantidade de situações que são considerados como tal. A autora afirma que o jogo pode ser visto de três maneiras:

(1) como resultado de um sistema linguístico que funciona dentro de um contexto social, de forma que o jogo possui importâncias e significados diferentes em cada sociedade dependendo da linguagem e da cultura de cada grupo social; (2) como um sistema de regras que permitem identificar o jogo distinguindo-o dos demais e (3) como um objeto que pode ser constituídos por vários tipos de materiais que lhe dão características e identidade. (KISHIMOTO, 2006, p.16) [37].

Portanto, o jogo não se confunde com brinquedo. Os brinquedos representam expressões e simulações de situações da realidade não sendo precedidos, como são os jogos, por um conjunto de regras pré-estabelecidas. O brinquedo tem como objetivo representar no imaginário da criança, uma situação concreta permitindo o manuseio de objetos representativos da realidade adulta e para tanto, não exige certas habilidades como os jogos [37].

“A *brincadeira* e o *jogo* são atividades de caráter lúdico que pouco se diferenciam, exceto no jogo de regras, onde o objetivo, e, conseqüentemente o prazer, estão no cumprimento das regras do jogo”. (MALUF, 2012, p. 86. grifo do autor) [38]. O jogo, por suas características psicológicas, permite o autoconhecimento e reflete a cultura e a identidade de um povo [38]. Para Arrais et al. (2018) [39], as atividades lúdicas, por serem promotoras da imaginação, da criação e exploração das capacidades intelectuais, além da diversão, assumem um papel importante na construção do conhecimento. Dessa forma, as brincadeiras e os jogos quando bem utilizados no ambiente escolar podem contribuir para melhorar o ensino e a aprendizagem.

2.2.3.1 Jogo e aprendizagem

Os jogos, como metodologia de ensino, não são um fenômeno recente. Kishimoto (2006) [37], assegura que os jogos servem como forma de recreação desde as civilizações greco-romanas, quando foram utilizados como descontração após a realização de esforços físicos, intelectuais e escolares. Durante a Idade Média, os

jogos educativos foram associados ao azar e considerados atividades “não sério”. Somente a partir do Renascimento é que passaram a ser utilizados no ensino de várias disciplinas.

Existem três relações entre jogo e educação: “(1) recreação; (2) uso para favorecer o ensino de conteúdos escolares; (3) diagnóstico da personalidade infantil, como recursos para ajustar o ensino às necessidades infantis (KISHIMOTO, 2006, p.28) ^[37]. Como ferramenta que favorece o ensino, o jogo precisa ser desafiador e envolvente. Nesse sentido, Gomes e Rocha (2018, p. 228-229) ^[40] afirmam que

para que o jogo possa ser útil no processo educacional, ele deve propor uma situação problema desafiadora e interessante, de modo que todos os alunos possam participar ativamente desde o começo até o fim, sem que haja centralização da aprendizagem no professor.

O jogo, dentro do pensamento construtivista, constitui-se em parte importante do fazer pedagógico, por considerar que as ações dos alunos sobre os meios de conhecimentos são as únicas possibilidades de mudanças rumo a novas estruturas cognitivas ^[41]. Nessa visão, os jogos propostos devem obedecer ao nível cognitivo dos estudantes e, em todo esse processo, possibilitar avanços e a compreensão de novos conceitos.

Na concepção sócio interacionista, Moura (2006) ^[41] assegura que os jogos são carregados de elementos culturais cujas regras, adquiridas socialmente, promovem o desenvolvimento cognitivo por estarem impregnadas de conhecimentos socialmente difundidos. Não é exagero imaginar, dentro dessa visão, que o conhecimento é fruto das interações sociais e os jogos fomentadores da aprendizagem. Para isso, basta observar o envolvimento dos jovens com jogos, sejam virtuais, jogos de cartas, jogos esportivos e outras atividades lúdicas nos ambientes sociais, indicando ser um importante aliado nos processos educativos ^[18].

Nesse clima de brincadeira e de faz-de-conta que conduzem as mudanças cognitivas, Moura (2006, p. 80) ^[41] afirma que:

O jogo como promotor da aprendizagem e do desenvolvimento, passa a ser considerado nas práticas escolares como importante aliado para o ensino, já que colocar o aluno diante de uma situação de jogo pode ser uma boa estratégia para aproximá-lo dos conteúdos culturais a serem veiculados na escola, além de poder estar promovendo o desenvolvimento de novas estruturas cognitivas.

Nessa perspectiva, o jogo funciona como instância mediadora planejada e empregada pelo professor, para favorecer a aquisição dos saberes pelos alunos.

Nas palavras de Antunes (2014) ^[34], os jogos são vistos como ferramentas importantes que estimulam o interesse e ajudam no desenvolvimento das experiências individuais, auxiliando o aluno a realizar novas descobertas, desenvolver a personalidade, representando estratégia pedagógica que conduz o professor a situação de propositor e avaliador da aprendizagem de todos. Fialho (2008) ^[42] e Arrais (2018) ^[39], têm a mesma impressão quando afirmam que o jogo tem uma importância e uma finalidade pedagógica, se portando como atividade lúdica prazerosa e fomentadora da aquisição do conhecimento através de ações motivadoras que facilitam o processo de ensino-aprendizagem.

O jogo também favorecem a aprendizagem dos estudantes portadores de deficiência, pois cria um ambiente favorável ao aumento da autoestima, determinando o ritmo e fomentando a interação entre os pares tão necessária ao desenvolvimento das tarefas escolares ^[43]. O aumento da autoestima está relacionado com a elevação da satisfação e da possibilidade de êxito que o jogo proporciona, ajudando a reverter o “fracasso” escolar. Assim há a melhora da capacidade de escrever, ler e calcular, estimulados com a utilização de jogos educativos, especialmente em crianças com dificuldades de aprendizagem por privilegiar o desenvolvimento das funções cognitivas ^[43].

Dessa forma, os jogos auxiliam no desenvolvimento cognitivo permitindo a apropriação de novos conhecimentos que irão se somando e modificando aqueles já existentes. De acordo com Ide (2006) ^[43], o intelecto não é medido pela quantidade de informações, mas pelas capacidades de modificações e reestruturações dos conhecimentos existentes e pela assimilação de novas informações. Para Miranda (2002, p. 22) ^[5], “por intermédio do jogo, que evidentemente mobiliza a cognição, desenvolve-se na criança inteligência e personalidade proporcionando-lhe fundamentos para a construção do conhecimento”. O lúdico, característica inerente aos jogos, ajuda a melhorar as relações entre professor, alunos e conteúdos permitindo maior aproximação e socialização. Nesse sentido, o jogo adquire caráter pedagógico à medida que favorece a aquisição de conhecimentos ^[18].

Todo jogo é um material pedagógico? Segundo Antunes (2014) ^[34], todos os jogos se caracterizam pela ludicidade sendo que, os jogos pedagógicos vão mais além, pois eles possuem a finalidade de promover a “aprendizagem significativa”. O

caráter lúdico ultrapassa a capacidade de aprendizagem favorecendo outras dimensões do desenvolvimento. Conforme Arrais et al. (2018, p.106) ^[39] “a ludicidade na escola, perpassa a cognição e possibilita, dentre outros aspectos, o desenvolvimento físico, afetivo, social e criativo (...)”. Assim, o jogo didático se identifica pelos seus objetivos previamente propostos pelo professor, como um veículo de conhecimentos movido pela motivação e pela naturalidade.

Para Moura (2006) ^[41], o professor precisa tomar para si a função de organizador do trabalho pedagógico de forma a selecionar e adaptar atividades lúdicas (ex: jogo didático) para atingir os objetivos e dar consciência aos alunos que, para se apoderar do conhecimento, são necessárias ações adequadas e organizadas. Para isso, o professor precisa considerar durante o planejamento, as características sócioemocionais e culturais dos educandos ^[41].

Quando os jogos devem ser utilizados em sala de aula? Antunes (2014) ^[34] afirma que os jogos auxiliam na aprendizagem de conteúdos possibilitando atingir objetivos previamente programados, devendo ser utilizados quando a proposta permitir e os alunos se declararem capazes de superar seus desafios. Nesse sentido, Fialho (2008) ^[42] assegura que os jogos devem ser utilizados como uma ferramenta de apoio para aprofundamento de conteúdos, previamente ministrados pelo professor, devendo ter caráter educativo, competitivo e sutil na condução dos discentes ao aprendizado. Oliveira, Oliveira e Fraga (2018) ^[44] ressaltam que as atividades lúdicas não substituem a aula teórica expositiva, mas servem como complemento desta, facilitando a aquisição e aprofundamento dos conteúdos.

Ide (2006) ^[43] aconselha, que os jogos não podem ser considerados apenas do ponto de vista da diversão, pois são atividades que ajudam os alunos a superar desafios emocionais, cognitivos e sociais. Para Ribeiro ^[45], o jogo, enquanto atividade lúdica e prazerosa, não combina com a visão tradicional de educação, já que esta se pauta pela ordem e pela disciplina o que dificulta as mudanças das práticas pedagógicas. Mas, também, é preciso ter a consciência de que os jogos didáticos possuem certos limites, não sendo possível através deles, atingir todos os objetivos e resolver todos os problemas de aprendizagem apresentados pelos integrantes da classe ^[45].

Por isso, o professor deverá estar atento aos seguintes aspectos: (1) o jogo deve ser capaz de elevar a autoestima dos alunos, portanto, não pode ser muito fácil ou muito difícil que ultrapasse a capacidade dos mesmos de enfrentar seus desafios

individualmente ou em grupos; (2) o uso de jogos deve gerar “condições psicológicas favoráveis”, isto é, não poderá ser utilizado como uma tarefa escolar obrigatória, mas sim como uma ferramenta de aprendizagem ativa despertando nos alunos o interesse por jogar; (3) “as condições do ambiente” em que se realiza os jogos devem ser apropriadas, com espaços suficientes, limpeza e organização; (4) “os fundamentos técnicos” do jogo precisam ser executado sem interrupções, de forma que os alunos possam superar sozinhos ou em grupos todos os desafios e concluir todas as suas etapas sem frustrações ^[34].

Dessa forma, os professores precisam perceber os efeitos positivos do jogo:

(...) os jogos favorecem a *cognição* à medida que proporciona o exercício do intelecto, por lidar com a observação, a atenção, a memória, a imaginação, o vocabulário e outras dimensões da natureza humana. (...) *Socialização*: Por meio das interações sociais a criança galga os patamares necessários a construção da sua personalidade. (...) Jogando os alunos podem desenvolver a *afetividade*, (...) é a afeição quem mais facilmente se conecta ao cognitivo, principalmente por abrir os veios da sensibilidade por onde poderão se conduzir com fluidez os aspectos intelectuais. (...) *Motivação*: os jogos promovem maior estímulo e interesse à participação na aula, injetando alegria, ânimo e entusiasmo. (...) O ato de jogar requer toques de *criatividade*, assim como a criatividade desponta na realização do jogo (MIRANDA, 2002, p.22-32.) ^[5].

Finalmente, ao se perceber a importância dos jogos na aprendizagem, estes precisam estar presentes como recurso didático de caráter lúdico no planejamento dos professores, pois, como bem enfatiza Miranda (2002) ^[5], os jogos precisam estar integrados, assim como o livro didático, o giz e o diário de classe, no cotidiano do professor.

2.2.4 Aprendizagem com o uso de modelos didáticos

Além dos jogos, outra possibilidade bastante interessante no ensino de Biologia é a estratégia dos modelos didáticos. Por ser uma área impregnada de muita subjetividade, a construção de modelos de células é bastante instrutivo e motivador como alternativa pedagógica. Para Ferreira e Justi, (2008, p.32) ^[46]:

Um modelo pode ser definido como uma representação parcial de um objeto, evento, processo ou ideia, que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização; fundamentar elaboração e teste de novas ideias; e possibilitar a elaboração de explicações e previsões sobre comportamentos e propriedades do sistema modelado.

Em importante levantamento bibliográfico, Greca e Santos (2005) ^[47] afirmam que a definição de modelo aparece na literatura de forma pouco clara, sendo um termo utilizado em diferentes contextos. Porém, esses teóricos destacam que os modelos são, ultimamente, a melhor estratégia didática para facilitar a explicação dos processos científicos. Para Ferreira e Justi (2008) ^[46], os modelos são a principal ferramenta usada pela ciência para representação de teorias, sendo fundamental na pesquisa e na construção do saber humano. No ensino, os modelos servem para consolidar e motivar o aprendizado, articular os conhecimentos, estimular a criatividade e aumentar a capacidade cognitiva e, dessa forma, conduzir os alunos a uma aprendizagem mais significativa ^[48]

Orlando et al. (2009) ^[49] argumentam que os modelos didáticos facilitam a aprendizagem e complementam os conteúdos e as imagens descoloridas e planas do livro didático, permitindo aos alunos detalhar e representar processos e revisar conteúdos, desenvolvendo assim, habilidades artísticas. Para Duso et al. (2013) ^[50] pensar na modelização como recurso didático é uma alternativa contrária ao “modelo universal” fragmentado, plano e de mão única estabelecido ao longo das últimas décadas pelos livros didáticos. Nos últimos anos, segundo os autores, os modelos despontaram como estratégia promissora para o ensino, ampliando a reflexão, o debate e a participação dos estudantes.

No entanto, o uso de modelos didáticos no EB ainda não atingiu a mesma intensidade como na Física e na Matemática ^[50]. O motivo “se dá em decorrência da natureza conceitual dessas diferentes áreas, aliado à forma e aos tipos de modelos e processos de modelização que foram traduzidos para o contexto escolar” (DUSO et al. 2013, p. 31) ^[50]. Apesar da modelização ter chegado as escolas através dessas disciplinas, na visão dos autores, aos poucos começam a ser construídos modelos representacionais de processos biológicos em sala de aula.

A modelização é utilizada como uma forma de mediação entre o teórico e o empírico permitindo fazer representações do conhecimento científico com a realidade ^[51]. Paz et al, (2006 p.159) ^[52] afirmam que:

os dados empíricos apesar de bem próximos da realidade, não podem ser inseridos em sistemas lógicos e gerar conhecimento. Desta aparente dicotomia entre teórico e empírico, a modelização pode se constituir em uma instância mediadora.

James D. Watson, um dos descobridores da dupla-hélice, em seu livro “DNA, o segredo da vida” menciona a construção de modelos como forma de representação tridimensional de moléculas como proteínas e DNA. Ao se referir ao trabalho do químico norte americano Linus C. Pauling sobre o modelo de α -hélice de uma proteína:

Pauling construiu modelos em escala das diferentes parte da molécula de proteína, criando conformações plausíveis em três dimensões. De uma maneira ao mesmo tempo simples e brilhante, ele reduziu o problema a um tipo de quebra-cabeça tridimensional (WATSON, 2005, p. 57) ^[32]

Quando cita a construção de um dos mais famosos modelos da história da ciência, o modelo da “dupla-hélice”, Watson assim descreve:

Chegara a hora de retomar a construção dos modelos helicoidais de DNA. (...) Instrui a oficina do Cavendish a fabricar uma série de bases de estanho, mas eles não conseguiam produzi-las rápido o bastante e acabei recortando aproximações grosseiras de papelão rijo (WATSON, 2005, p. 63-64) ^[32].

James Watson e Francis Crick, através do modelo da “dupla-hélice” apresentaram para o mundo, em 1953, as entranhas da molécula de DNA, utilizando-se da modelização como ferramenta de explicação, permitindo a abstração e a compreensão de um dos processos científicos mais importante da história da Ciência.

No entanto, alguns cuidados precisam ser tomados quanto a aplicação de modelos. Dentre eles, “está o perigo de não haver problematização e se não forem explicitados os limites do material como mera representação analógica” (JUSTINA; FERLA, 2006, p.39) ^[51]. Assim, o professor deve deixar claro que o modelo é uma retratação de um conhecimento com o objetivo de ampliar e facilitar a explicação de forma prática. Duso et al. (2013) ^[50] compartilham desse pensamento, quando afirmam que o mais importante não é a apresentação do modelo aos alunos pelo professor, mas sim a vivência do processo científico pelos alunos durante a montagem do mesmo.

Duso et al. (2013, p.33) ^[50] e Paz et al. (2006, p.160) ^[52] trazem uma relação de três tipos de modelos proposta por Kneller (1980):

O *modelo representacional* é caracterizado como sendo uma representação tridimensional de algo. Como exemplo, é possível citar os modelos do sistema solar, utilizados normalmente em museus ou escolas; maquetes que

representam obras de engenharia, como a construção de prédio, represa, carro, avião; maquetes que retratam cenários, pessoas, entre outros. O *modelo teórico* é composto por um conjunto de pressupostos sobre um objeto ou sistema, e atribui a estes uma estrutura ou mecanismo interno (...). Alguns exemplos são: modelo de bola de bilhar; modelo corpuscular da luz; modelo helicoidal da molécula de DNA. Outra característica importante desse tipo de modelo é a possibilidade de ele poder ser descrito matematicamente. O *modelo imaginário* é definido como um conjunto de suposições apresentadas para descrever como seria um objeto ou sistema se fossem satisfeitas certas condições. Esse modelo poderá melhorar a nossa compreensão sobre os pressupostos que o constituem e, com isso, podemos dar a ele certas aplicações (Grifo do autor).

Nas aulas de Física e de Matemática, as atividades de modelização tem como foco a construção de modelos teóricos matematicamente embasados, enquanto que nas aulas de Biologia e de Química, além de não serem frequentes, visam a construção de modelos representativos ^[50]. Este tipo, que faz uma representação tridimensional de algo, foi utilizado por alunos do Ensino Médio durante a execução deste trabalho, para representação de células eucarióticas e procarióticas em que ficaram evidenciadas as estruturas internas e permitiram perceber e explicar as relação entre os diversos organelos.

Tendo em vistas que a função do professor é fornecer explicações aos seus alunos sobre os mais variados processos, fica evidente que a atividade de modelização constitui-se em umas das estratégias didáticas das mais valorosas. Como afirma Paz et al. (2006, p.160) ^[52]:

A modelização no ensino de ciências naturais surge da necessidade de explicação que não satisfaz o simples estabelecimento de uma relação causal. Dessa forma, o professor passa a fazer uso de maquetes, esquemas, gráficos, para fortalecer suas explicações de um determinado conceito, proporcionando assim uma maior compreensão da realidade por parte dos alunos.

Portanto, quando trabalha a modelização, professores e alunos estão construindo saberes científicos e melhorando a qualidade do ensino e aprendizagem de Biologia. Nas escolas públicas, principalmente, os modelos podem ser uma alternativa de baixo custo a falta de laboratórios, possibilitando a explicação e o aprofundamento de conteúdos que carecem de abstração para o seu entendimento ^[49]. Além disso, a modelização permite o manuseio de diversos materiais pelos estudantes que percebem e compreendem os conteúdos observando por diferentes ângulos ^[49].

Dessa forma, percebe-se a importância do uso de tais metodologias como forma de dar significado a aprendizagem dos alunos, permitir a diversificação das atividades propostas e de gerar um ambiente favorável à socialização e ampliação dos conhecimentos. O professor tem a oportunidade de aprender e de melhorar sua técnica, ao mesmo tempo em que, os alunos brincando, aprendem e consolidam o conteúdo ministrado.

2.3 A aula expositiva dialogada como estratégia de ensino

O ato de ensinar é considerado muitas vezes, como processo mecânico de transferência de conteúdo para os alunos pelo professor. A matéria é abordada, os alunos ouvem, em seguida respondem aos questionários elaborados pelo professor ou do livro didático, memorizam e fazem a prova ^[13]. A maior parte do tempo de aula é ocupado com discursos do professor, não restando tempo para os alunos manifestarem seus pensamentos e expressões ^[3]. Há, portanto, uma necessidade de abertura para o diálogo e para a manifestação de ideias.

A aula expositiva pode ser modificada tornando-se uma aula “expositiva dialogada” com a introdução de questionamentos que incitem a participação e gerem discussões pelos estudantes, ao invés de apenas ouvirem o professor de forma passiva ^[3]. Para Lopes (2012, p. 30) ^[11], “a aula expositiva dialogada pode ser descrita como uma exposição de conceitos, com a participação ativa dos alunos, onde o conhecimento prévio é extremamente importante, devendo ser considerado este o ponto de partida”. A exposição oral é essencial sob vários aspectos, mas não precisa necessariamente ser unilateral.

A exposição oral é fundamental para introdução de novos conteúdos, para transmissão de ideias e para ressaltar aspectos importantes sobre o assunto abordado ^[3]. No entanto, a exposição dialogada busca através do diálogo, a mobilização da bagagem cognitiva que o aluno já traz com ele, permitindo a análise, a crítica e a construção de conhecimentos e, dessa forma, contribuir para retirar o estudante da passividade e do ócio intelectual ^[11].

Tal estratégia carece de planejamento que, segundo Lopes (2012, p.30) ^[11] pode ser feito de acordo com os seguintes passos:

1 - Planejamento do objeto de estudo: o professor elabora o processo de ensino-aprendizagem de forma pontual, escolhe a melhor estratégia de ensino para o objeto de estudo definido no plano de ensino, determina os limites do objeto de ensino e o tempo disponível para a apresentação do tema, bem como planeja os recursos materiais e tecnológicos necessários para a condução da estratégia.

2 - Apresentação do objeto de estudo: o professor apresenta o objeto de estudo para os alunos, a fim de mobilizar as estruturas mentais, e despertar as informações semelhantes de outros objetos aprendidos, levando os alunos a uma mobilização do conhecimento prévio.

3 - Exposição do tema: deve ser bem planejada a fim de oferecer oportunidade para os alunos fazerem conexões entre as experiências vivenciadas previamente e os novos conceitos. O professor deve promover um ambiente de respeito e diálogo, para que o aluno consiga apresentar seus questionamentos, críticas, resolver suas dúvidas e, principalmente, realizar a síntese integradora do objeto estudado. Nesta etapa deve ser possível a participação de todos os alunos de forma colaborativa.

Dessa forma, a aula expositiva dialogada pode ser adotada como alternativa a aula expositiva tradicional, baseada na oralidade e na centralidade do conhecimento no professor. Essa estratégia busca, antes de tudo, a mobilização dos conhecimentos prévios como pontos de ancoragem para estabelecimento de novos conhecimentos, conduzindo os estudantes a uma aprendizagem sólida e significativa. De acordo com Pozo e Crespo (2009) ^[15] os problemas decorrentes do ensino tradicional não tem relação com o seu aspecto expositivo, mas com a forma inadequada como se conduz a aprendizagem dos alunos. Para se alcançar a *aprendizagem significativa*, faz-se necessário, portanto, ampliar a capacidade de exposição considerando tanto a lógica das ciências quanto a dos estudantes ^[15].

A aula expositiva dialogada aliada a uma ambiente em que predomina o respeito e o diálogo, possibilita a apropriação dos saberes através da mobilização das experiências anteriores ^[11]. Tal estratégia torna-se mais eficaz à medida que se amplia a capacidade de interação entre os sujeitos do processo de ensino-aprendizagem, estabelecendo um clima de respeito e confiança na busca por novos conhecimentos ^[11].

3. METODOLOGIA

3.1 O ambiente da pesquisa e o público alvo

Realizou-se este trabalho de pesquisa na Escola Pública Centro de Ensino Integral (C.E.I.N) Hermano José Leopoldino Filho, localizada na cidade de Coroatá no estado do Maranhão, com três turmas de estudantes da 1ª série do Ensino Médio, com a participação de 92 discentes, divididos em dois grupos conforme a tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Caracterização do público alvo da pesquisa, na escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA.

GRUPOS	Nº DE ALUNOS	FAIXA ETÁRIA	SALAS DE AULA
A – AED + Jogos e Modelos Didáticos.	46	15 e 16 anos	100 e ½ da 101
B – AED + Jogos e Modelos Didáticos Virtuais.	46	15 e 16 anos	102 e ½ da 101

Fonte: Elaborado pelos autores (2019)

A escolha das turmas/séries ocorreu em função do conteúdo de Citologia ser abordado nessa etapa do Ensino Médio, constituindo-se num importante pré-requisito para compreensão das demais áreas da Biologia.

A escola está situada na zona urbana da cidade, sendo frequentada também por estudantes da zona rural, ofertando Ensino Fundamental e Médio nos turnos matutino e vespertino. Em 2018, iniciou-se a modalidade de Ensino Médio em tempo integral com três salas de aulas da 1ª série. As demais salas atendem séries do Ensino Fundamental (8º e 9º anos), 2ª e 3ª série do Ensino Médio Regular nos dois turnos.

Estruturalmente, a escola dispõe de banheiros, um pátio, uma sala de direção, uma sala de professores, dez salas de aulas e uma quadra poliesportiva. Os laboratórios de Ciências e de Informática, o refeitório e o espaço destinado a biblioteca, estão em processo de construção.

3.2 A natureza da pesquisa

A presente proposta de metodologia pedagógica, surgiu da necessidade de tornar o ensino-aprendizagem de Biologia mais atrativo e eficaz na referida escola. A pesquisa possui natureza descritiva, desenvolvida em campo e, quanto ao tratamento dos dados, realizou-se uma análise quali-quantitativa dos resultados e rendimentos apresentados pelos alunos, em resposta ao uso dos jogos e modelos didáticos materiais (JMDs) e jogos e modelos didáticos virtuais (JMDVs), ambos associados a aula expositiva e dialogada (AED), no ensino de Citologia. Segundo Koche (2011) ^[53], a pesquisa descritiva permite ao pesquisador fazer constatações e relações entre as variáveis sem a necessidade de manipulá-las. Para Prodanov e Freitas (2013) ^[54], por meio da pesquisa descritiva é possível observar e registrar os acontecimentos sem a intervenção direta do pesquisador, permitindo analisar relações entre variáveis.

Além disso, realizou-se levantamento bibliográfico a partir de livros impressos, *e-books*, artigos científicos, monografias e dissertações, obtidos a partir de fontes digitais como sítios eletrônicos, Google Acadêmico e Scielo. Segundo Koche (2011) ^[53], a pesquisa bibliográfica tem a função de permitir analisar e conhecer as proposições já existentes sobre um determinado assunto, sendo de elevada importância em qualquer tipo de investigação.

3.3 Desenvolvimento das atividades didáticas

A execução dos trabalhos ocorreu em sala de aula nos meses de dezembro de 2018 e janeiro de 2019, após a autorização do Conselho de Ética em Pesquisa CEP/UESPI, conforme parecer nº 3.046.442 de 29 de novembro de 2018 (vide anexo) e a assinatura dos termos de assentimento (TALE) e consentimento (TCLE) (vide apêndices) - a partir de dois cenários, tendo como conteúdo base o estudo das células.

Em ambos os cenários, os assuntos foram abordados utilizando-se a aula expositiva dialogada dos conteúdos, partindo-se dos conhecimentos e conceitos prévios dos estudantes. Todas as atividades foram desenvolvidas em sala de aula e no mesmo período nos dois grupos, durante as abordagens dos assuntos de Citologia.

Atividades como discussões, observações e comparações de imagens das células e estruturas constituintes, elaboração de tabela comparativa dos tipos celulares procariontes e eucariontes, descrição das estruturas das células e resolução

de atividades teóricas propostas pelo livro didático, Biologia volume 1 dos autores Silva Júnior, Sasson e Caldini Júnior (2016) ^[55], foram realizadas durante essa fase para a apropriação, pelos discentes, dos conceitos básicos em Citologia como: célula, membrana plasmática, citoplasma, citosol, organelas, núcleo, etc. O objetivo dessa etapa foi colocar os estudantes a par das relações entre as diversas estruturas celulares e dos processos fisiológicos que acontecem nas células. Para Libâneo (2013) ^[13], o método expositivo é necessário quando da impossibilidade de colocar o objeto de estudo em contato direto com o estudante ou, quando as percepções e ideias prévias dos mesmos sobre o assunto forem inexistentes ou escassas. A carga horária e as atividades desenvolvidas nessa fase, estão dispostas na Quadro 3.1.

Quadro 3.1 - Atividades realizadas durante as aulas expositivas dialogadas (AEDs) na abordagem teórica dos conteúdos de Citologia nos grupos A e B e suas respectivas cargas horárias, na escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA.

Conteúdos	Atividades	Nº de horas-aulas
1. Introdução a Citologia; conceitos de célula; descoberta da célula; Teoria Celular; tipos de células: procariótica, eucariótica animal e vegetal.	- Estudo e discussão de um texto sobre a descoberta da célula e a teoria celular; - Identificação e comparação dos tipos de células; - Apresentação em slides; atividades teóricas propostas no livro didático.	2 horas-aulas
2. Envoltórios celulares: estrutura, ocorrência, composição e função da membrana plasmática e parede celular.	- Apresentação em slides; - Identificação dos seres vivos cujas células apresentam parede; descrição do modelo do "Mosaico fluido" proposto por Singer e Nicholson (1972); atividades teóricas propostas no livro didático.	2 horas-aulas
3. O citoplasma celular: composição do citosol; organelas citoplasmáticas: citoesqueleto e movimentos celulares, cílios e flagelos.	- Apresentação em slides; identificação do citoplasma e seus componentes; - Descrição da estrutura e função dos organoides citoplasmáticos; - Preenchimento de tabela comparativa dos tipos de células;	4 horas-aulas
4. Núcleo celular: membrana nuclear, nucleoplasma, cromatina e nucléolo.	Apresentação em slides; identificação das estruturas e função do núcleo celular; atividades teóricas propostas no livro didático.	2 horas-aulas

Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Em seguida a exposição dos conteúdos, no primeiro cenário (grupo A), utilizou-se como proposta de aprofundamento a montagem de modelos didáticos de células procarióticas, eucarióticas animal e vegetal e aplicação do jogo Citocarteado. Os modelos foram produzidos utilizando-se como materiais: embalagem pet para bolo e bolas ocas de isopor de 250mm como envoltório celular representando a parede celular e a membrana plasmática; papelão como fundo citoplasmático; peças coloridas confeccionadas com massa para *biscuit* foram utilizadas simulando as organelas citoplasmáticas e o núcleo; tinta guache e tinta para tecidos de diversas cores. As paredes das células vegetais foram confeccionadas com peças de isopor, em seguida, pintadas e montadas sobre bases de papelão.

Em sala de aula, os grupos de estudantes procederam a identificação, a organização e a montagem das estruturas que compõe cada modelo de célula, preparadas previamente. Durante esse processo, os alunos foram orientados a realizar a montagem dos modelos seguindo uma organização lógica das peças no espaço intracelular, conforme imagens disponíveis no livro didático: primeiramente o núcleo e seus componentes, depois o retículo endoplasmático granuloso e não granuloso, em seguida o complexo golgiense, os lisossomos, peroxissomos, centríolos, mitocôndrias e cloroplastos.

Ao todo foram produzidos nove *kits* de peças para a montagem dos modelos conforme o Tabela 3.2, sendo: três referentes a célula procariótica; três referentes a célula eucariótica animal e mais três para montagem da célula eucariótica vegetal. Os estudantes foram organizados em nove grupos de quatro componentes cada, de forma que, a cada grupo oportunizou-se a montagem dos três modelos de células por meio de um rodízio dos *kits* entre os mesmos.

A fim de organizar e de proceder a montagem correta dos modelos, disponibilizou-se aos grupos uma lista de todas as partes da célula possibilitando aos alunos conferir se todas as estruturas haviam sido dispostas no modelo. Após a etapa, procedeu-se a aplicação do jogo Citocarteado.

Tabela 3.2 - Composição dos *kits* utilizados na confecção dos modelos didáticos materiais, na escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA.

Estruturas/peças	<i>Kits</i>		
	Célula Procariótica	Célula Eucariótica Animal	Célula Eucariótica Vegetal
Membrana Plasmática	1	1	1
Parede celular	1	0	1
Ribossomos	Vários	Vários	Vários
Polirribossomo	1	0	0
Retículo Endoplasmático Granuloso (rugoso)	0	3 peças	3 peças
Retículo Endoplasmático não-granuloso (liso)	0	2 peças	2 peças
Complexo Golgiense	0	(1) 5 peças	(1) 5 peças
Lisossomos	0	5	0
Peroxisomos	0	4	4
Vacúolo central	0	0	1
Mitocôndrias	0	5	5
Cloroplastos	0	0	4
Centríolos	0	1 par	0
Nucleóide	1	0	0
Plasmídeos	2	0	0
Núcleo e componentes:	0	1	1

Fonte: Desenvolvida pelos autores (2019).

O jogo de cartas foi impresso em folhas de papel cartão tamanho A4, as cartas foram recortadas com tesoura e plastificadas com papel adesivo. O jogo é composto

por um dado e por 54 cartas divididas em três grupos, sendo: 18 cartas-imagens, 18 cartas-nomes e 18 cartas de descrição e função. As cartas-imagens, contêm figuras dos tipos de células e dos organelos celulares; as cartas-nomes contêm a identificação dos tipos e das estruturas celulares e as cartas de descrição, contém informações que descrevem os tipos de células, as organelas e respectivas funções.

Na execução do jogo, os estudantes foram organizados em nove grupos de quatro componentes dispostos em torno de uma mesa. Cada jogador tinha como objetivo fazer a combinação do maior número possível de trincas de cartas, associando corretamente uma carta-imagem com a carta-nome e a respectiva carta de descrição e função do tipo ou organelo celular. Por exemplo, a carta que contém a imagem de uma mitocôndria deve ser combinada à carta com o seu nome e com a carta de descrição da estrutura e função da mitocôndria na célula, formando uma trinca. Cada trinca, corretamente formada, vale dez pontos, vencendo o jogo aquele jogador que ao final, conseguir fazer o maior número de trincas.

No segundo cenário (grupo B), os estudantes em grupos de seis componentes, aprofundaram os conteúdos de Citologia interagindo com modelos virtuais de células, utilizando *notebooks* e projetor de *slides* do tipo *datashow*.

Um dos modelos foi obtido a partir de um CD-ROM disponibilizado no livro didático de Biologia para Ensino Médio de Lopes e Rosso (2011) [56]. O modelo virtual permite ao aluno interagir com as células e estruturas internas em três dimensões. Um segundo modelo utilizado está associado a uma aula digital em arquivo *swf*, obtido do *site* Planeta Bio [57], que possibilitou aos estudantes a leitura e a observação de animações envolvendo a dinâmica dos processos fisiológicos internos da célula.

Após interagirem com os modelos virtuais, os estudantes participaram de um jogo de perguntas e respostas sobre o estudo das células, desenvolvido no programa *Microsoft Power Point (ppt)* e elaborado de acordo com orientações disponíveis em *sítio eletrônico da Microsoft* [58]. O jogo é formado por 24 perguntas de múltipla escolha. O estudante escolhe um número no *slide* inicial e, ao clicar, é conduzido para uma pergunta objetiva sobre o conteúdo abordado e que deve ser analisada. Ao escolher uma alternativa, pode acontecer o seguinte: estando correta, o aluno é conduzido a outro *slide*, recebe congratulações e depois para o *slide* inicial onde escolhe outra pergunta; estando errada é conduzido a um *slide* contendo lamentações e depois para outro que mostrará a resposta correta da pergunta e, em seguida, para o *slide* inicial. Para esse fim, os estudantes foram organizados em dois grupos

concorrentes de dezessete e dezoito alunos cada um, simulando uma espécie de gincana dentro da sala de aula.

3.4 A coleta de dados

Os dados foram coletados em três momentos distintos por meio da aplicação de questionário único composto por doze perguntas das quais, cinco eram abertas e sete eram fechadas, sobre o conteúdo de Citologia. O questionário é uma das formas mais rápidas e de menor custo operacional, utilizada na obtenção de dados. Constitui-se em num conjunto de perguntas a serem respondidas pelo público-alvo da pesquisa [59]

Além do questionário, solicitou-se, em cada ocasião, que os alunos fizessem um desenho representativo da célula procariótica e outro da célula eucariótica animal ou vegetal, objetivando-se a obtenção da capacidade de abstração e de representação do conteúdo pelos estudantes sobre os tipos e estruturas celulares. Para Andrade et al. (2007, p.3) [60] “Desenhar é um ato inteligente de representação que põe forma e sentido ao pensamento e ao conteúdo que foi assimilado”. Portanto, não deve ser utilizado como atividade recreativa, mas como algo útil para representação e organização dos conhecimentos em várias disciplinas [60].

A elaboração dos desenhos ocorreu em três momentos distintos: o desenho prévio (D1), para que o alunos externasse a percepção que já possuíam sobre a célula; o desenho efetuado em seguida as aulas expositivas dialogadas (D2) e o D3, elaborado após o aprofundamento com os jogos e modelos didáticos. Nesse sentido, buscou-se com o uso das metodologias, que os estudantes aprimorassem as impressões que tinham sobre as células e as expressassem por meio de desenhos.

As análises dos desenhos foram realizadas considerando-se quatro categorias criadas para este trabalho: insuficiente (desenho do discente que não o fez ou que, a partir do qual, não se percebe uma célula); regular (desenho a partir do qual se percebe uma célula); bom (desenho representando a maior parte das estruturas celulares) e excelente (o desenho com um nível de elaboração melhor e com a maioria das estruturas celulares identificadas).

A primeira aplicação do questionário (Q1) e elaboração dos desenhos (D1), ocorreram com a intenção de obter-se os conhecimentos prévios dos estudantes sobre as células e estruturas. Para Ausubel (1983) [61] a “aprendizagem significativa”

acontece por meio da aquisição de novas ideias e conhecimentos, partindo daquilo que os estudantes já possuem internalizado na sua estrutura cognitiva. Tal relação entre os conhecimentos anteriores e os novos, faz com que ambos sejam modificados, como bem afirma Moreira (2008, p.3) ^[62], “os novos conhecimentos adquirem significados e os prévios ficarão mais elaborados, mais ricos em significados, mais estáveis cognitivamente e mais capazes de facilitar a aprendizagem significativa de outros conhecimentos”.

A segunda aplicação do questionário (Q2) e elaboração de desenhos (D2) ocorreu após a abordagem expositiva dialogada dos conteúdos de Citologia e a realização de atividades de natureza teórica (Quadro 3.1), buscando mensurar os conhecimento alcançados até então pelos alunos. A terceira e última aplicação (Q3) e (D3) deu-se após a montagem dos modelos de células e a aplicação do jogo de cartas para os estudantes do grupo A e a interação com os jogos e modelos virtuais de célula pelos alunos do grupo B. Os Q1, Q2 e Q3 aplicados foram os mesmos nos três momentos.

Posteriormente, aplicou-se um questionário composto por dez perguntas fechadas, com o objetivo de obter-se o nível de satisfação e a avaliação por parte dos discentes sobre as metodologias, jogos e modelos didáticos, utilizados nas aulas de Citologia. Para cada pergunta, foram elaboradas quatro categorias alternativas que foram selecionadas pelos discentes: excelente, bom, regular e ruim.

O Quadro 3.2 contém um resumo de todas as etapas e das metodologias aplicadas em ambos os grupos A e B.

Quadro 3.2 - Etapas e metodologias desenvolvidas com os grupos A e B durante o desenvolvimento da pesquisa, com alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA.

Etapas	Grupo A	Grupo B
1ª Etapa	Pré-teste (Q1) + D1	Pré-teste Q1 + D1
2ª Etapa	AEDs	AEDs
3ª Etapa	Q2 + D2	Q2 + D2
4ª Etapa	Modelo + Jogo Citocarteado	MDV + JDV (jogo didático virtual).
5ª Etapa	Q3 + D3	Q3 + D3
6ª Etapa	Questionário de satisfação e avaliação	Questionário de satisfação e avaliação

Fonte: Desenvolvido pelos autores (2019).

Os dados foram tabulados e inseridos em tabelas de contingências. Para analisar as proporções de respostas dos dois grupos estatisticamente, foram utilizados dois testes: o teste qui quadrado (χ^2) de Pearson (1900), para analisar os resultados dos desenhos e o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney (1945), para comparar os resultados dos questionários, visto que, os dados foram considerados não paramétricos de acordo com o teste de normalidade *a priori* Shapiro-Wilk (1965).

Para a realização dos testes foi utilizado o *software* R versão 3.4.3 (R CORE TEAM, 2017) ^[63], e foram considerados significativos valores de $p < 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, são apresentados primeiramente os jogos e os modelos didáticos utilizados. Em seguida, serão feitas as análises dos resultados obtidos com as aplicações do questionário e dos desenhos das células realizados pelos alunos. Por último, os dados referentes ao questionário de satisfação e avaliação por parte dos discentes sobre o uso dos JMDs no EB.

4.1 Os jogos e os modelos didáticos

4.1.1 Montagem dos modelos

Durante as aulas expositivas, os alunos tiveram acesso a diversas imagens de células, seja nas apresentações em *slides*, como também aquelas disponíveis no livro didático. Além das aulas expositivas, os estudantes do grupo A tiveram a oportunidade de realizar a montagem de modelos de células representados na Figura 4.1. Também praticaram um jogo de cartas (Figuras 4.2 e 4.3), o Citocarteado, que contém imagens de células e de suas partes.

Figura 4.1 - Imagens da montagem dos modelos pelos alunos do Ensino Médio, da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) montagem dos modelos; b) modelo de célula animal; c) modelo de célula vegetal e d) modelo de célula procariótica.



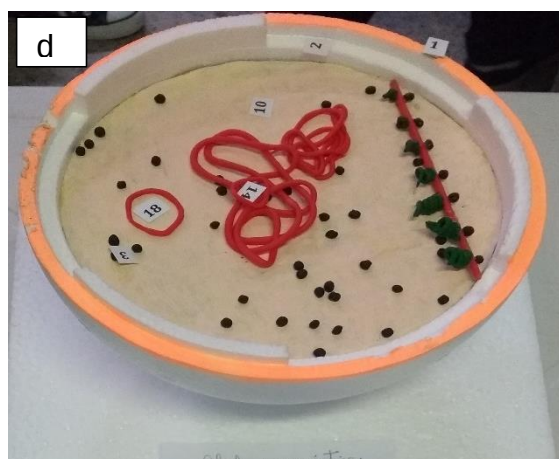
Fonte: Foto produzida pelos autores (2019).



Fonte: Foto produzida pelos autores (2019).



Fonte: Foto produzida pelos autores (2019).



Fonte: Foto produzida pelos autores (2019).

As peças utilizadas na montagem dos modelos foram confeccionadas previamente com massa de *biscuit*, tingida com tinta para tecidos e tinta guache. Depois de secas, as peças foram divididas em *kits* de acordo com a Tabela 3.2. Pelo fato das peças não serem coladas, mas apenas posicionadas, os modelos puderam ser montados e desmontados por vários grupos de alunos e, posteriormente, guardados para serem remontados em outras ocasiões.

Durante a montagem dos modelos, percebeu-se intensa empolgação dos alunos. A modelagem possibilitou a vivência e a concretização daquilo que estava apenas no imaginário deles, a célula. É oportuno salientar que o mais importante

nessa atividade não é simplesmente montar um modelo, mas como montar, como posicionar cada peça de forma a aproximá-lo o máximo possível daquilo que é a dinâmica interna da célula. Paz et al. (2006) ^[52] também compartilham dessa ideia, quando dizem que os modelos devem ser utilizados para facilitar a compreensão e a explicação de algo, não como uma realidade, mas como uma aproximação dela.

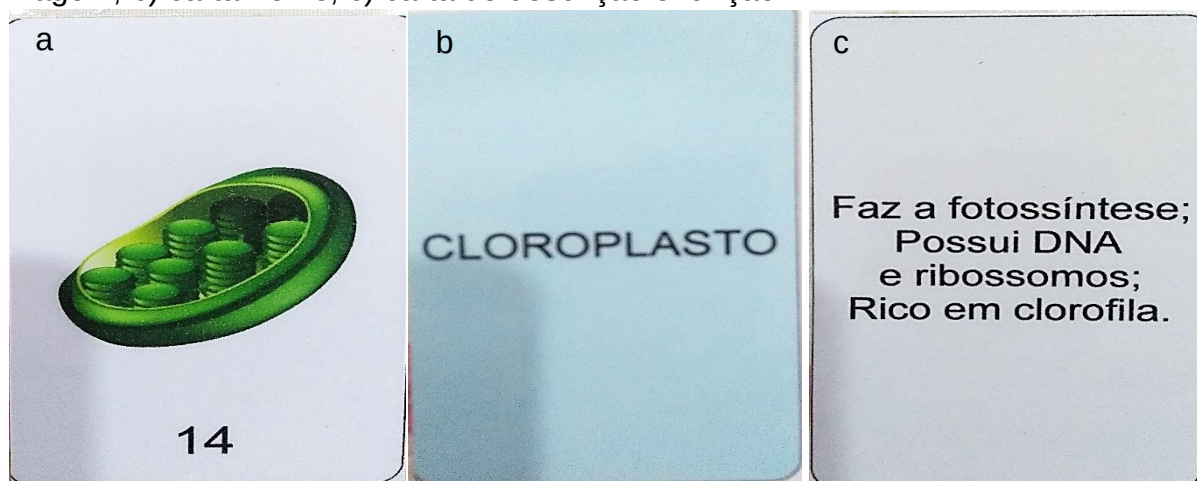
Portanto, é lógico pensar que numa situação assim, as discussões são inevitáveis entre os componentes do grupo e até mesmo entre os grupos, e é justamente nesse ponto que a aprendizagem é favorecida. A atividade proporcionou grande interatividade entre os alunos, com diálogos sobre a posição das organelas, funções e como se relacionam. Muitos recorreram a pesquisa para ter certeza ou para provarem que suas afirmações estavam corretas.

Nesse contexto, a montagem de modelos foi uma atividade que favoreceu a aprendizagem por permitir explicar, representar e suscitar a discussão e estimular a pesquisa. Resultados semelhantes foram encontrados nos trabalhos de Mendonça e Santos (2011) ^[64]; Orlando et al. (2009) ^[49]; PAZ et al. (2006) ^[52]; Duso et al. (2013) ^[50].

4.1.2 O jogo de cartas

Associado aos modelos, foi utilizado o jogo de cartas, Citocarteado (Capítulo 7). O jogo é composto por 54 cartas, cada uma medindo aproximadamente 7 cm x 10 cm e um dado (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Cartas do jogo apresentado aos alunos do Ensino Médio, da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) carta-imagem; b) carta-nome; c) carta de descrição e função.

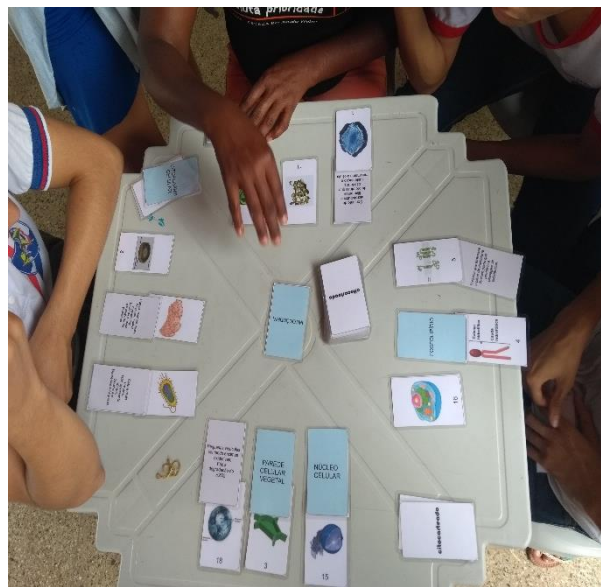


Fonte: Fotos produzidas pelos autores (2019).

O objetivo do jogo foi aprofundar o conteúdo de Citologia com uma boa dose de ludicidade. Se a modelagem fascina pelo ato do aprender fazendo, o jogo é ainda mais empolgante, pois vem recheado de desafios, regras e competição saudável entre os que dele participam. Corrobora com esse pensamento, Antunes (2014, p. 17) ^[34] quando afirma que “o jogo, em seu sentido integral, é o mais eficiente estimulador das inteligências. (...) Socialmente, impõe o controle dos impulsos e a aceitação de regras, mas sem que se aliene a elas (...)”

Inicialmente, os discentes enfrentaram dificuldades consideradas normais, visto que ainda não estavam familiarizados com as cartas, com as regras, nem com o conteúdo das cartas. Aqueles que iam aprendendo, agiam como monitores ensinando os demais (Figura 4.3). É oportuno destacar, que antes de ser aplicado em sala de aula, o jogo foi testado com um pequeno grupo de alunos com os quais o professor contou para ensinar os demais. Tal atitude, evita a desorganização e as frustrações por parte dos discentes, pois o professor sozinho, não conseguirá orientar satisfatoriamente todos os grupos ao mesmo tempo.

Figura 4.3 - Imagens de uma partida em andamento do Citocarteado, por alunos do Ensino Médio, da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA.



Fonte: Fotos produzidas pelos autores (2019).

O jogo consiste basicamente em associar corretamente uma carta-imagem com as respectivas carta-nome e a carta de descrição e função, constituindo uma trinca. Para fazer a trinca de modo correto, o jogador precisa reconhecer a célula ou

organela da carta-imagem pelo nome e pela sua descrição e função. Nas primeiras partidas muitos recorreram a anotações e ao livro didático como forma de conferir suas trincas. Portanto, o jogo foi considerado eficaz para a aprendizagem, por favorecer a busca pelo conhecimento, a interação entre os jogadores e por ser uma forma prazerosa de obter e consolidar conceitos. Conforme Spiegel et al. (2008, p. 27) [65] “os jogos educativos também favorecem conquistas de importantes objetivos pedagógicos relacionados à cognição, afetividade, socialização e criatividade”.

O Citocartado pode ser jogado por dois jogadores ou mais, sendo quatro o número ideal. No início, os jogadores formaram duplas em que um movimentou as cartas e o outro atuou como monitor, auxiliando na formação correta das trincas. A dinâmica do jogo não é rígida e pode ser adaptada para outros conteúdos e séries.

4.1.3 Os modelos virtuais

Os discentes do grupo B, após as aulas expositivas dialogadas, aprofundaram os conhecimentos interagindo com modelos virtuais de células. “Na era da tecnologia, a geração atual tem acesso disponível a recursos tecnológicos onde aprendem de forma prazerosa, divertida e dinâmica” (COSTA, 2014, p. 16) [24]. Portanto, fazer uso das novas tecnologias como forma de potencializar o ensino-aprendizagem é dever do professor do século XXI, cabendo a escola fornecer os meios para que isso aconteça.

O primeiro modelo (Figura 4.4) foi obtido de um CD-ROM componente do livro didático Lopes e Rosso (2011) [56].

Figura 4.4 - Modelo virtual de célula em 3D apresentado aos alunos do Ensino Médio, da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) célula animal; b) célula vegetal.



Fonte: Lopes e Rosso (2011) [55].

– print screen do aplicativo swf Opener no sistema operacional Windows 10.

Os modelos representados (Figura 4.4), podem girar 360° e, ao posicionar-se o mouse sobre uma das partes da célula, esta é evidenciada e tem sua identificação e função descritas numa janela, permitindo aos alunos observar todas as estruturas da célula em três dimensões. Dessa forma, as novas tecnologias associadas a educação forneceram aos docentes novas ferramentas que permitem planejar aulas mais dinâmicas, mas com o devido cuidado de propor atividades que aproximem o aluno do seu cotidiano e favoreça a sua aprendizagem [24].

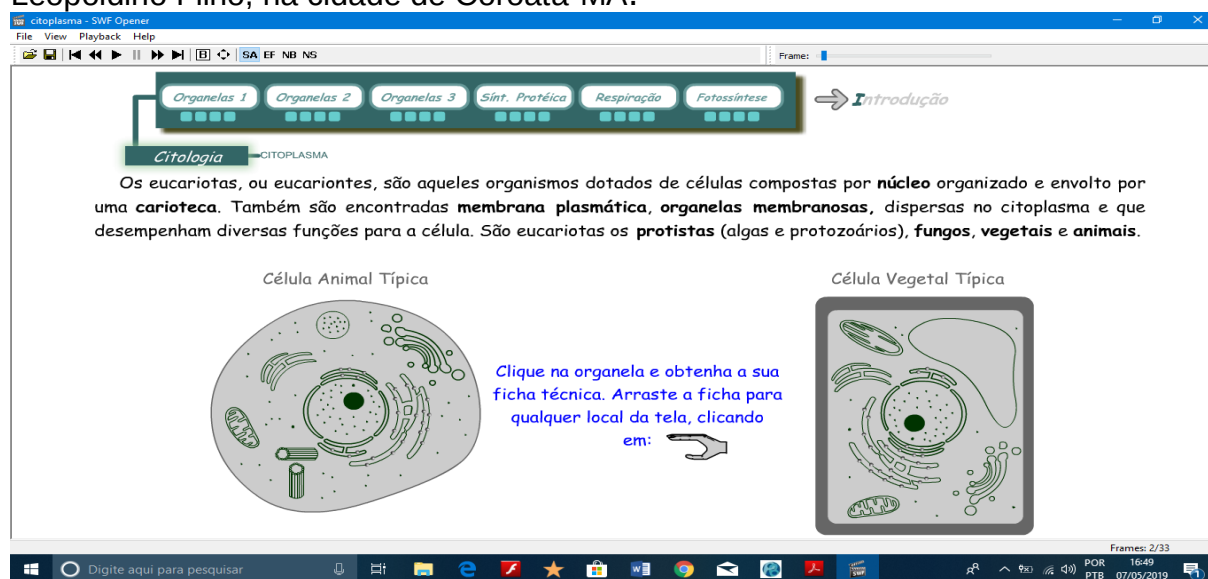
As interações com os modelos virtuais também foram acompanhadas de muita empolgação e motivação pelos discentes e, como muitos dominam as novas

tecnologias, não demonstraram dificuldades. Ao utilizar ferramentas virtuais de maneira pensada, o professor conduz os discentes a inúmeras descobertas e a aprendizagem divertida [66, 24]. Nesse clima, os alunos foram organizados em grupos de quatro a seis componentes e, devido a carência de Laboratório de Informática na escola, foram utilizados *notebooks* e um projetor do tipo *data-show*. Por meio de revezamento, os discentes puderam interagir com os modelos e entre si a cada clique no *mouse*.

A atividade oportunizou a obtenção de conhecimentos através de tecnologias com as quais a maioria dos alunos estão familiarizados. Infelizmente, por se tratarem de recursos onerosos, vários estudantes ainda não tem acesso ao computador. Como enfatiza Oliveira et al. (2017) [67], oriundos da “era digital”, os alunos não têm dificuldades em lidar com as novas tecnologias, mas nem todos podem tê-las e a escola também não está suficientemente equipada para contornar essa realidade.

Também foram utilizados outros modelos virtuais de células que estão associados a uma aula interativa (Figura 4.5), obtida a partir do *site* Planeta Bio [57]. Por meio dela, os alunos tiveram a oportunidade de interagir com as células animais e vegetais e observar animações da dinâmica interna.

Figura 4.5 - Modelos de célula animal e vegetal associados a aula interativa, apresentados aos alunos do ensino médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA.



Fonte: <http://www.planetabio.com.br/citoplasma.html> [56]

– print screen do aplicativo *swf Opener* no sistema operacional Windows 10.

Durante a aula interativa, os alunos fizeram uma verdadeira viagem pelo interior da célula. As animações permitiram visualizar processos como fagocitose, formação de vesículas de secreção, transcrição de RNA, tradução, espermiogênese, entre outros conteúdos de difícil abordagem. Dessa forma, os modelos virtuais também se mostraram eficazes para a aprendizagem, principalmente por fazerem parte do cotidiano dos estudantes. Oliveira et al. (2017, p. 75) ^[67] corroboram com essa constatação, quando afirmam que:

As novas abordagens do processo de ensino e aprendizagem direcionam o professor para um trabalho com novos artifícios que visam estimular e motivar os alunos a participarem do processo com intenção de que aprendam com maior facilidade os conteúdos tratados.

É importante salientar que as novas tecnologias, por estarem inseridas no contexto social e no cotidiano dos alunos, exigem que a escola seja uma extensão dessa conjuntura, a fim de garantir acesso àqueles que não tem condições materiais, mas que não podem ser excluídos desse cenário. O autor Costa em seu livro, afirma que as novas tecnologias são ferramentas que podem dar um novo rumo para a educação e que “A escola jamais poderia ser indiferente, pois se constitui um lugar de posturas e mudanças sociais” (COSTA, 2014, p. 30) ^[24].

4.1.4 O jogo virtual

O jogo utilizado pelos alunos do grupo B, foi desenvolvido no *Microsoft Power Point (ppt)*, seguindo instruções existentes na página da *Microsoft* ^[58]. Trata-se de um jogo composto por vinte e quatro (24) perguntas e respostas sobre o conteúdo de Citologia (Figura 4.6), que pode ser adaptado para outros assuntos. Atualmente, o grande desafio é desenvolver os jogos digitais de forma que possam favorecer a aprendizagem de maneira cooperativa e efetiva ^[68].

Figura 4.6 – Imagens do jogo Disputa Citológica apresentado aos alunos do Ensino Médio, da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) *slide* inicial com os números das perguntas; b) *slide* com pergunta.



Fonte: Print screen do Microsoft office Power point no sistema operacional Windows 10.

O jogo virtual possibilitou um momento de interação e disputas entre os alunos do grupo B. A descontração e o lúdico, características inerentes aos jogos, foi uma excelente oportunidade de aprendizagem. Os recursos virtuais, na atualidade, são importantes como complementação das aulas expositivas, seja pela capacidade de promover a interatividade, seja pela facilidade de obter-se tais recursos ^[68]. Oliveira et al, (2017) ^[67] também concordam que as tecnologias digitais favorecem as relações entre os estudantes e promovem a aprendizagem por meio da coparticipação dos sujeitos.

4.2 Resultados e análises das respostas as perguntas do questionário

4.2.1 Análises das respostas as perguntas abertas do questionário

Para analisar as perguntas abertas, quatro categorias foram utilizadas: não respondeu, respondeu incorretamente, respondeu parcialmente e respondeu corretamente. Na primeira pergunta (P1), foi indagado sobre o que é célula (Quadro 4.1).

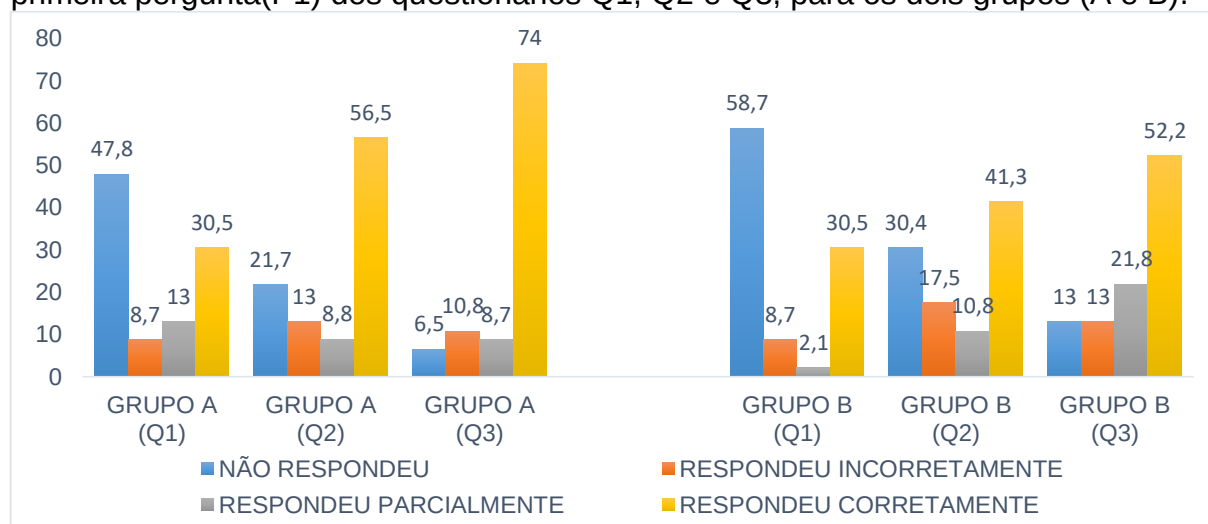
Quadro 4.1 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à primeira pergunta (P1) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q3.

Pergunta 1 – O que é célula?		
Aluno X	Q1	“É a menor estrutura existente que forma todos os seres vivos”
	Q2	“É uma pequena estrutura que compõe todos os seres vivos tanto os pluricelulares quanto os unicelulares”
	Q3	“É a menor parte dos tecidos que compõem todos os seres vivos, menos os vírus”
Aluno Y	Q1	“Célula é a menor parte de todo ser vivo”
	Q2	“A célula é a menor parte de um ser vivo, é o que forma os tecidos e os órgãos”
	Q3	“Célula é a menor parte do ser vivo, ou seja, todo ser vivo é constituído por uma ou mais células procariótica ou eucariótica”

Fonte: Produzido pelos autores a partir das respostas dos alunos (2019).

Pelos dados do quadro, é possível perceber um aprimoramento nas respostas tanto do aluno X quanto do aluno Y para a mesma pergunta em Q1, Q2, e Q3 respectivamente, demonstrando um aumento gradual na compreensão do conceito. As respostas foram elaboradas livremente e sem consulta pelos alunos, com o objetivo de se obter o nível de compreensão de cada um. O gráfico da Figura 4.7, mostra os resultados das respostas dos alunos a P1, dos questionários Q1, Q2 e Q3 dos grupos A e B.

Figura 4.7 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à primeira pergunta(P1) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).



Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

A partir dos resultados apresentados no gráfico, infere-se que em ambos os grupos (A e B) houve uma grande porcentagem de alunos que não responderam a P1 no questionário prévio (Q1). Também é possível notar uma nítida redução desse percentual em ambos os grupos, principalmente após a aula expositiva dialogada (Q2) e após o uso dos JMDs e JMDVs (Q3). Consequentemente, houve um aumento gradual da porcentagem de acertos a partir de Q2 e de Q3, com valores divergentes entre os grupo A e B.

A segunda pergunta (P2) do questionário, indaga sobre quais os tipos de células existentes. O Quadro 4.2 contém exemplos das respostas dos alunos a esta pergunta.

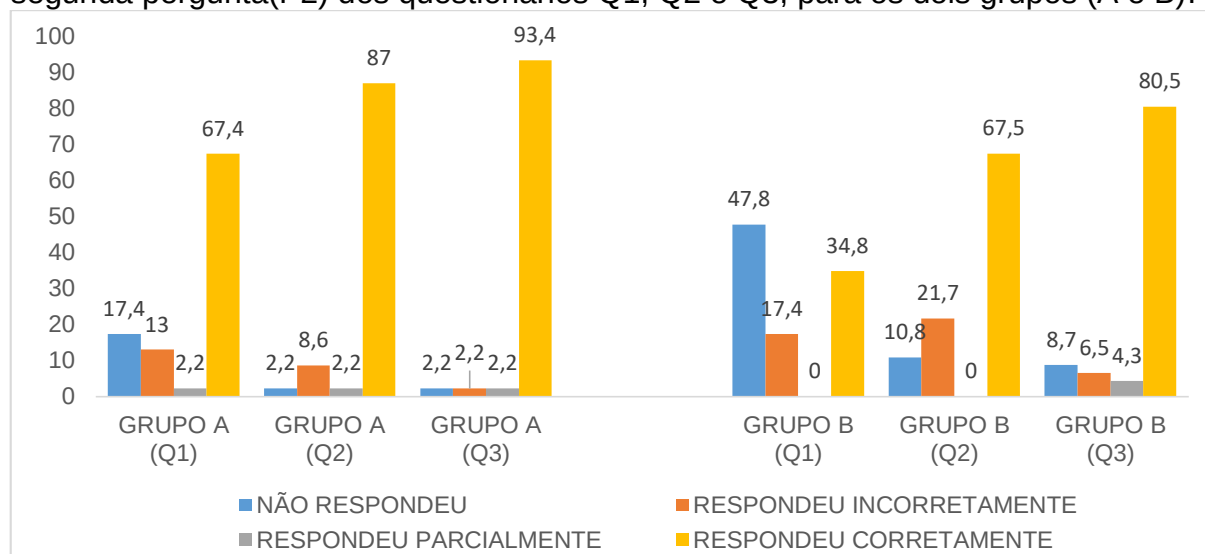
Quadro 4.2 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à segunda pergunta (P2) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q3.

Pergunta 2 – Quais os tipos de células existentes?		
Aluno X	Q1	“Células musculares, células animais e vegetais”
	Q2	“Célula vegetal, célula animal, procariótica e eucariótica”
	Q3	“Célula procariótica e eucariótica”
Aluno Y	Q1	“Célula animal e célula vegetal”
	Q2	“Célula animal e célula vegetal”
	Q3	“Células eucarióticas e células procarióticas”

Fonte: produzido pelos autores a partir das respostas dos alunos (2019).

Apreende-se a partir das respostas, que os alunos X e Y confundiram os tipos de células com a origem delas, no Q1 e no Q2. No Q3, após a utilização dos jogos e modelos didáticos, essa dúvida foi sanada, pois nota-se que ambos responderam corretamente. Os resultados das respostas estão dispostos no gráfico da Figura 4.8.

Figura 4.8 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à segunda pergunta(P2) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).



Fonte: dados obtidos pelos autores (2019).

Apesar da pergunta ser direta, não deixando muita margem para interpretação, verificou-se que muitos estudantes confundiram os tipos de células, procariótica e eucariótica, com a origem da célula, animal ou vegetal, no Q1, com valores entre os que não souberam responder e os que responderam incorretamente, de 30,4% no grupo A e 65,2% no grupo B.

A quantidade de acertos para esta pergunta variou muito do Q1 ao Q3. Percebe-se que no grupo A essa variação foi menor (26%) do que no grupo B (45,7%) em função do número de alunos que não souberam responder ou que responderam incorretamente ter sido menor no grupo A. Os resultados mostram que em ambos os grupos, o uso das metodologias foi bastante satisfatório para o aprendizado.

A pergunta três (P3) faz uma interpelação sobre quais as diferenças principais existentes entre os dois tipos de células, procariótica e eucariótica (Quadro 4.3). A percepção dessas diferenças, é importante para a compreensão de vários temas da Biologia.

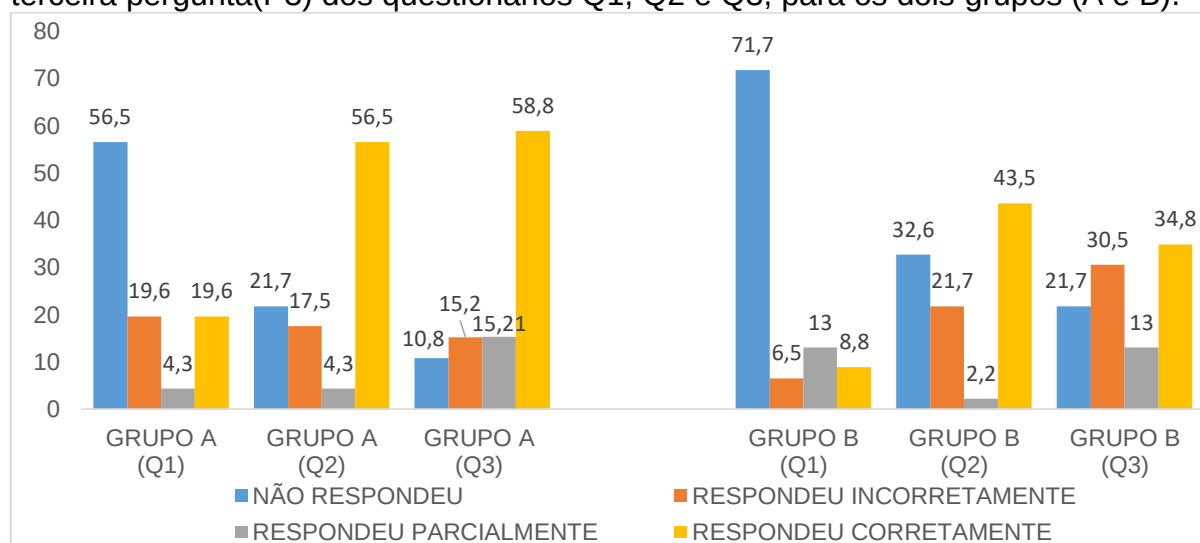
Quadro 4.3 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à terceira pergunta (P3) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q3.

Pergunta 3 – Quais as principais diferenças entre os tipos de células?		
Aluno X	Q1	“Eucarionte e procarionte, animal e vegetal compõem diferentes tipos de organismos.”
	Q2	“A eucariótica contém núcleo e organelas membranosas.”
	Q3	“A procariótica não contém núcleo nem organelas membranosas e compõe as bactérias. Eucariota contém núcleo, organelas e compõe animais e plantas.”
Aluno Y	Q1	“A diferença entre as células eucariontes e procariontes é que uma possui núcleo e a outra não.”
	Q2	“A célula eucariótica possui núcleo e a célula procariótica não possui núcleo.”
	Q3	“A célula eucariótica possui núcleo que contém o material genético, já a procariótica tem o material genético mas não possui núcleo.”

Fonte: Produzido pelos autores a partir das respostas dos alunos (2019).

Como na P1, também aqui é possível notar uma melhora gradativa das respostas indicando aumento na capacidade de abstração e expressão do conhecimento, de forma que é possível observar o aumento das informações e a organização das respostas a cada questionário. O resultado geral das respostas dadas a esta pergunta pelos dois grupos, está disposto no gráfico da Figura 4.9.

Figura 4.9 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à terceira pergunta(P3) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).



Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

De acordo com os dados do gráfico, no grupo A, houve uma grande redução do percentual de alunos que não responderam a P3 (45,7%) e um significativo aumento dos acertos do Q1 ao Q3, sendo a variação entre Q1 e Q2 maior (36,9%) do que entre Q2 e Q3 (2,3%). Isso se deu em função do aumento do número de respostas parciais entre Q2 e Q3 da ordem de 10,9%. No grupo B também houve grande redução das porcentagens de alunos que não responderam a P3 (50,00%) e um incremento do número de respostas corretas do Q1 para o Q2 (aula expositiva dialogada), com variação de 34,7% e redução do Q2 para Q3 (JMDs). O motivo dessa redução pode estar relacionado com as sucessivas aplicações do mesmo questionário, o que pode ter contribuído para desestimular alguns discentes, haja visto que o resultado para esta pergunta no Q2, foi satisfatório. Verifica-se que, nessa questão, além do aumento do percentual de acertos, também houve elevação da porcentagem de respostas parciais no grupo A e das respostas incorretas no grupo B.

A quarta pergunta (P4) pede que os alunos estabeleçam as diferenças entre a célula animal e a célula vegetal (Quadro 4.4). Ambas as modalidades de células são eucarióticas e o objetivo da P4 é fazer os discentes perceberem algumas variações entre elas, como a presença, na célula vegetal, da parede celular, cloroplastos e vacúolo central.

Quadro 4.4 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à quarta pergunta (P4) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q3.

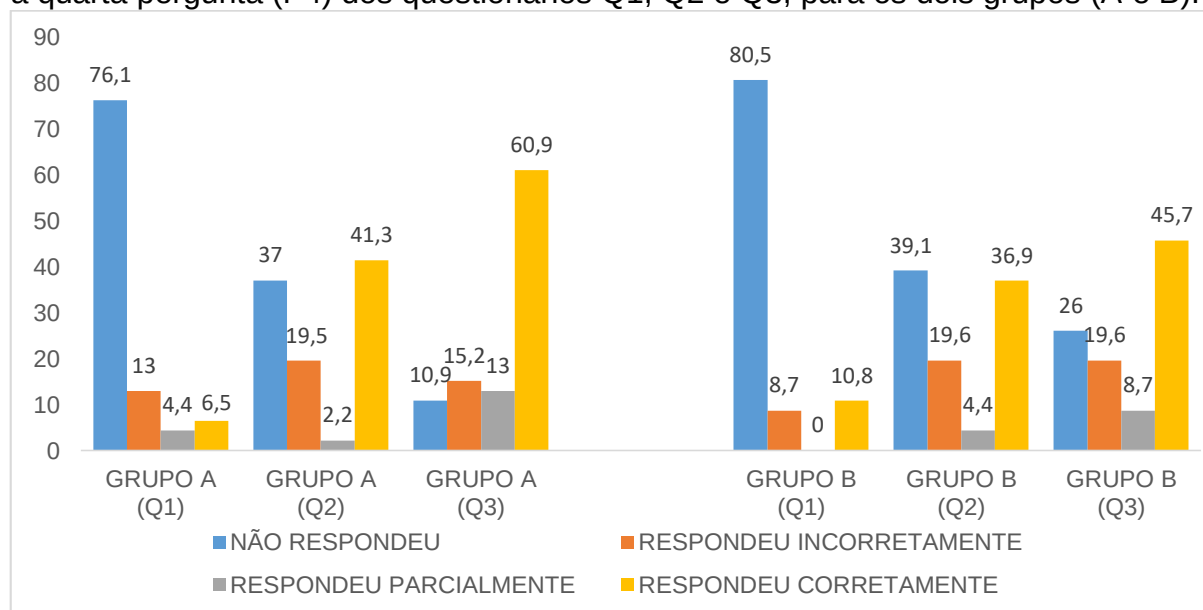
Pergunta 4 – Diferencie a célula animal da célula vegetal.		
Aluno X	Q1	“Uma contém núcleo e a outra não; uma compõe os animais e a outra compõe os vegetais (plantas).”
	Q2	“Animal – não contém parede celular, possui centríolos e muitas organelas. Vegetal – tem parede celular, vacúolo, cloroplastos e outras organelas.”
	Q3	“Animal - não contém parede celular nem vacúolo central.” “Vegetal – não tem centríolos.”
Aluno Y	Q1	“Todas as células vegetais tem núcleo e não contém ribossomos. As animais nem todas tem núcleo”.
	Q2	“Célula vegetal contém vacúolo central, parede celular e cloroplastos, já a célula animal não contém essas estruturas”.
	Q3	“A célula animal não possui parede celular, cloroplastos, vacúolo central diferentemente da célula vegetal.”

Fonte: Produzido pelos autores a partir das respostas dos alunos (2019).

A P4 permitiu aos alunos fazerem uma comparação, como na P3, citando estruturas existentes em uma célula e em outra não. Para fazê-la, é necessário que o aluno internalize os conceitos que permitam estabelecer as relações entre a presença de determinadas estruturas e a modalidade celular. É necessário relacionar os cloroplastos com o processo de fotossíntese que acontece na célula vegetal, mas não na célula animal, por exemplo.

Como nas perguntas anteriores, as respostas dadas a esta questão também apresentaram melhoras gradativas a partir do Q1. Neste, as respostas apresentam equívocos e generalizações incorretas que foram sanadas no Q2, após a aula expositiva dialogada e no Q3 durante o aprofundamento com os JMDs. No gráfico da Figura 4.10, estão os resultados das respostas obtidas para P4.

Figura 4.10 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à quarta pergunta (P4) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).



Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

Considerando-se os que não responderam e os que responderam incorretamente, percebe-se inicialmente que a maioria (89,1%) do grupo A e do grupo B (89,2%) não sabia distinguir uma célula animal de uma célula vegetal, conforme os resultados do Q1. Com o uso dos JMDs e JMDVs, associados a aula expositiva dialogada, observa-se um incremento do número de acertos, com variação entre o Q1 e o Q3 mais significativa (54,4%) no grupo A do que no grupo B (34,9%). O menor rendimento no grupo B deu-se em função da porcentagem das respostas incorretas

não terem sofrido grande redução e, também, pelo aumento das respostas parciais entre o Q2 e o Q3.

Na pergunta de número cinco (P5), investigou-se como surgem as células objetivando-se sondar os conhecimentos sobre a reprodução (divisão), formação e renovação dos tecidos que compõem os seres vivos. O Quadro 4.5, contém algumas respostas dadas a P5.

Quadro 4.5 - Exemplos das respostas dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à quinta pergunta (P5) do questionário, nas três aplicações Q1, Q2 e Q3.

Pergunta 5 – Como surgem as células?		
Aluno X	Q1	“Surgem através de bactérias.”
	Q2	“Toda célula surge a partir de outra através da divisão da célula.”
	Q3	“Surgem a partir de outra célula através da divisão celular.”
Aluno Y	Q1	“Na origem, ou seja, no nascimento de um animal ou de um vegetal”.
	Q2	“As células surgem de outras células através da auto divisão.”
	Q3	“As células se originam de outras células preexistentes.”

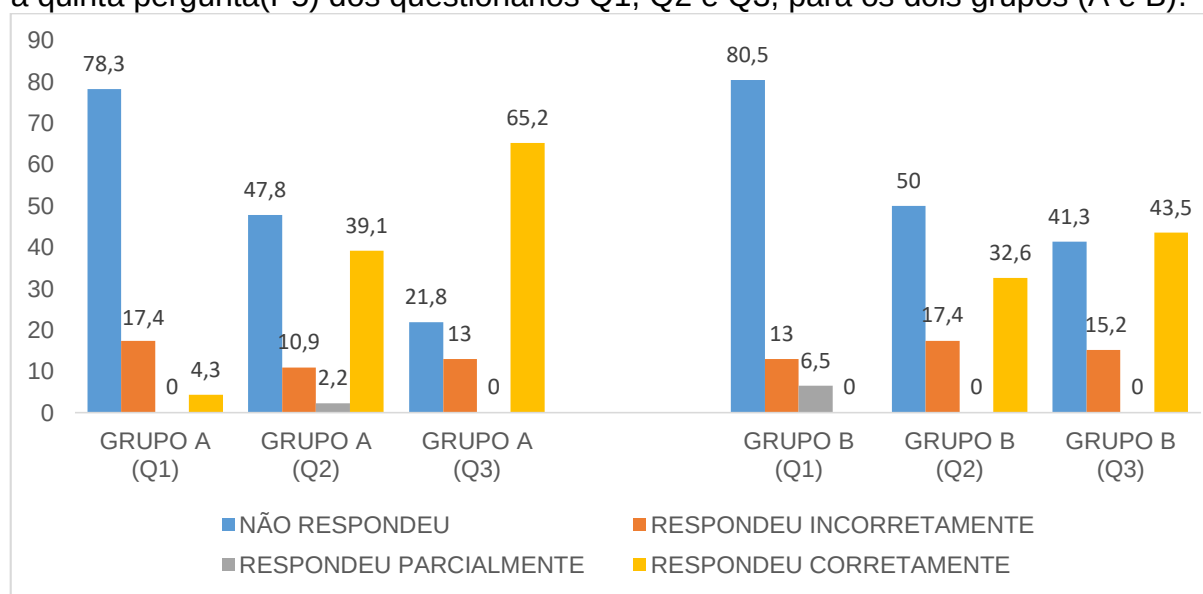
Fonte. Produzido pelos autores a partir das respostas dos alunos (2019).

No Q1, os alunos incorreram em erros, faltando apenas melhorar a organização das palavras e das ideias, o que é constatado a partir do Q2 e do Q3. Quando o aluno X diz no Q1 que as células “surgem através de bactérias” admite-se que o mesmo possui algum conhecimento prévio que as bactérias, como seres unicelulares que são, surgem por divisão de outras bactérias. Já o aluno Y quando diz que as células surgem “na origem, ou seja, no nascimento de um animal ou de um vegetal” fica subentendido que esse estudante sabe que, a origem de todos os seres vivos começa com uma célula.

Dessa forma, fica evidenciada a importância do professor no planejamento e na sistematização dos conteúdos, competindo a este, dar oportunidades para o aluno reorganizar a estrutura cognitiva com a adição de novos conhecimentos àqueles que já possui. Nesse sentido, Moreira (1999) ^[62], seguindo o raciocínio de Ausubel, admite ser necessário organizar os conhecimentos prévios do aluno para servirem como base de desenvolvimento de novas definições, que proporcione a aquisição de novos conhecimentos ^[62].

A P5 faz parte de uma das generalizações mais importante da Biologia, a Teoria Celular. Como foi tratado no capítulo 2 no tópico sobre a Citologia, em 1855, Rudolf Virchow estabeleceu, após observações, que todas as células surgem a partir de outras células ^[25]. O gráfico da Figura 4.11, apresenta as porcentagens das respostas dadas para a P5 por ambos os grupos.

Figura 4.11 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à quinta pergunta(P5) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).



Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

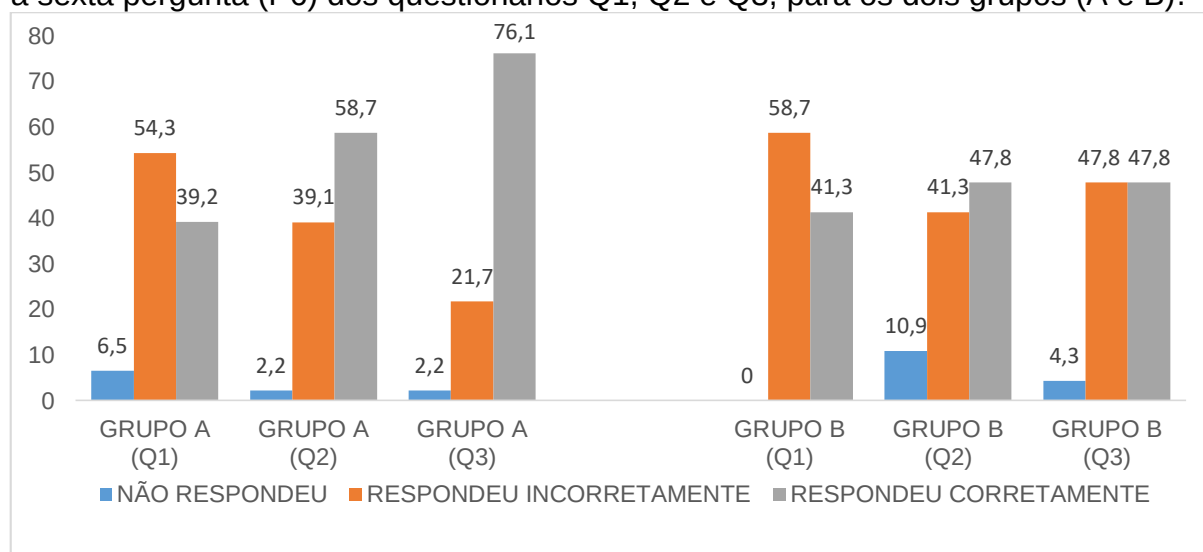
Verifica-se, o alto índice de discentes que não responderam a P5 no Q1. Ao longo do processo de coleta de dados houve uma redução acentuada da porcentagem de alunos que não responderam a P5 no grupo A mais do que no grupo B. Fica evidente também o incremento da porcentagem de acertos com nítida vantagem para o grupo A em relação ao B. A variação da porcentagem de acertos entre o Q1 e o Q3 no grupo A, foi de 60,9%, enquanto no grupo B, essa variação foi de 43,5%. Essa diferença decorre do fato de que no grupo B, houve um ligeiro acréscimo de respostas incorretas e uma menor redução da porcentagem de alunos que não respondeu a P5. Diferenças no rendimento entre A e B também foram observadas nas questões anteriores, não sendo possível inferir, ainda, se são decorrentes da metodologia ou das características dos componentes da amostra.

4.2.2 Análises das respostas às perguntas fechadas do questionário

Para as perguntas fechadas, foram criadas três categorias de análise: não respondeu, respondeu incorretamente e respondeu corretamente. Cada uma das perguntas fechadas é composta por quatro alternativas com apenas uma possibilidade de acerto. Tais perguntas estão direcionadas para as estruturas que formam a célula e suas funções.

A pergunta número seis (P6), indaga sobre qual estrutura é responsável pelas trocas de substâncias entre a célula e o meio ambiente. A questão se refere ao papel da membrana plasmática, parte importante da célula, responsável pela identidade química e pela integridade da célula em relação ao meio extracelular. As porcentagens das respostas dadas a P6, estão dispostos no gráfico da Figura 4.12.

Figura 4.12 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à sexta pergunta (P6) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).

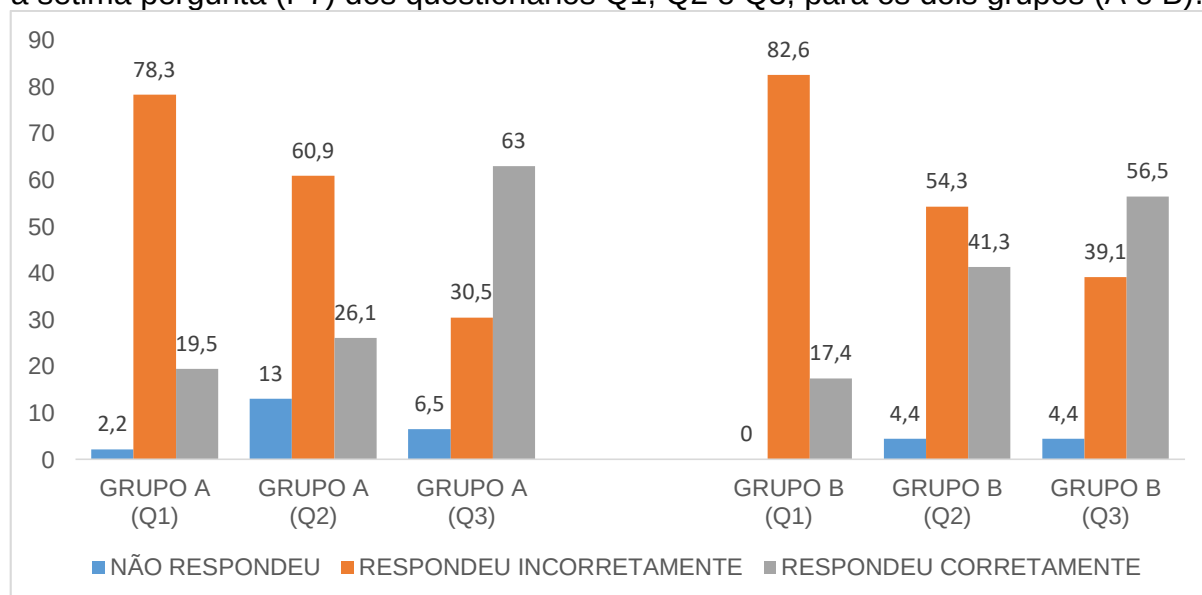


Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

As variações entre os resultados do Q1 e do Q3 no grupo A nas categorias respondeu incorretamente e respondeu corretamente são bastante visíveis diferentemente do que aconteceu no grupo B. As porcentagens de respostas erradas caíram 32,6% e as de respostas certas aumentaram 36,9% no grupo A, enquanto que no grupo B houve uma redução de 10,9% das respostas incorretas e apenas 6,5% de incremento das respostas corretas do Q1 ao Q3.

A pergunta número sete (P7) questiona sobre qual organela realiza a respiração celular com geração de energia para a atividade das células. A P7, aborda o papel das mitocôndrias, organoides com dupla membrana, DNA, RNA e ribossomos próprios, sendo a sede de importantes processos bioquímicos relacionados com a oxidação de compostos orgânicos a partir dos quais são liberadas grandes quantidades de energia para prover as atividade da célula. A figura 4.13, contém o gráfico com as porcentagens das respostas dadas a P7.

Figura 4.13 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroa-Ma, à sétima pergunta (P7) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).



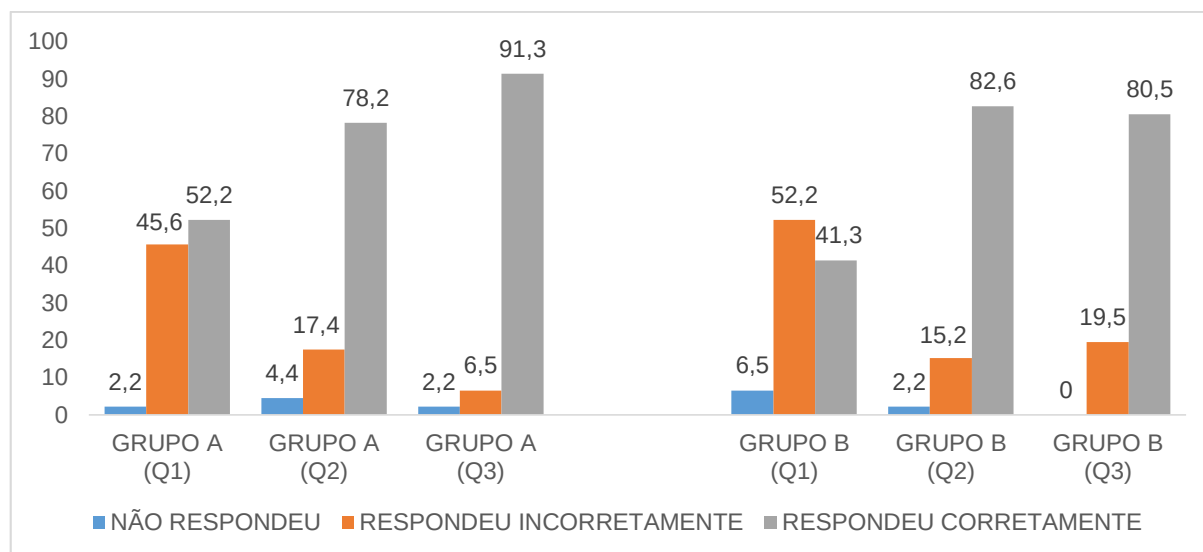
Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

De acordo com o gráfico, nota-se que, para esta pergunta, os resultados do grupo B estão mais próximo do grupo A. No Q3, o grupo A apresenta uma pequena vantagem de 6,5% no número de acertos e 8,6% a menos no número de erros em relação ao grupo B. De forma que em ambos os grupos é perceptível a redução do percentual de erros com o consequente aumento da porcentagem de acertos após a utilização dos JMDs e pelos JMDVs, associados a aula expositiva dialogada.

Na pergunta oito (P8) foi inquirido sobre a parte das células animais e vegetais que armazena o DNA. A pergunta se refere a importância do núcleo celular, estrutura presente apenas nas células eucarióticas e que foi descrita por Robert Brown em 1831. O núcleo é a estrutura sede da maior parte da informação genética das células, cuja membrana dupla, se confunde com a do retículo endoplasmático. Como detentor

da informação genética, o núcleo comanda as atividades metabólicas da célula através da síntese de RNAs e proteínas. Os dados sobre as respostas a P8, estão elencados no gráfico da Figura 4.14.

Figura 4.14 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à oitava pergunta (P8) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).

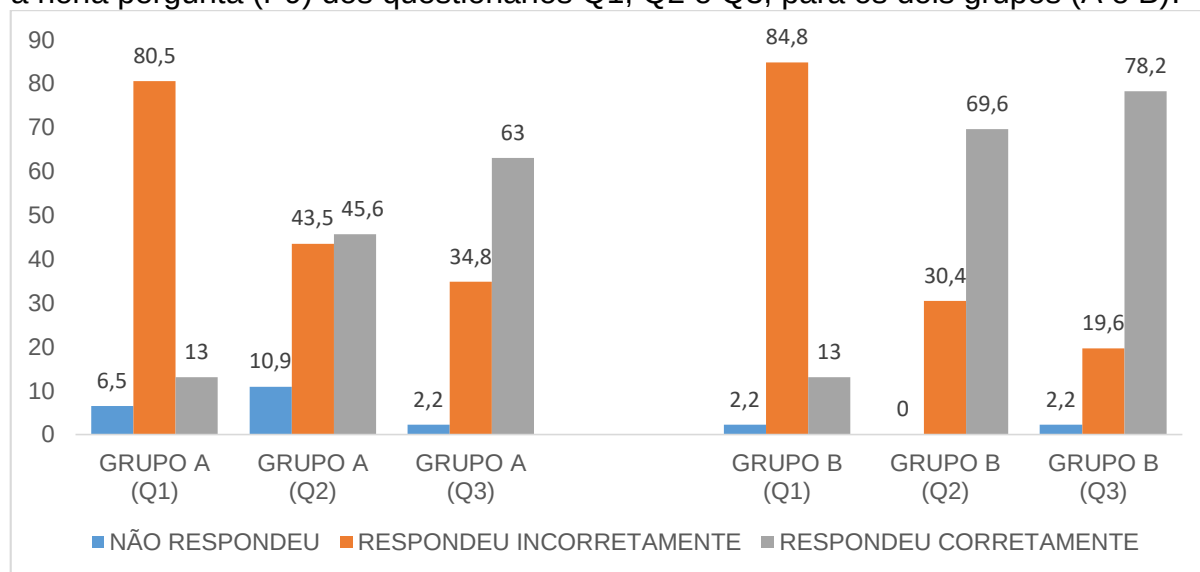


Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

O grupo A obteve uma variação de 39,1% para mais no percentual de acertos ao longo da coleta de dados com consequente redução do mesmo valor nas respostas erradas. Já o grupo B obteve uma variação de 41,3% de acertos para mais no Q2 só com a aula expositiva. No Q3, há uma leve redução dos acertos e um pequeno aumento na porcentagem de erros. Entre os que não responderam, houve no grupo A uma elevação do percentual em Q2. E no grupo B, que era de 6,5% em Q1 diminuiu para zero no Q3.

O gráfico da Figura 4.15, traz os resultados da pergunta nove (P9) do questionário. Os discentes foram questionados sobre em qual organela a fotossíntese acontece. A pergunta versa sobre os cloroplastos de célula de plantas, organelo sede da fotossíntese que, como as mitocôndrias, apresentam informação genética própria. A fotossíntese é um processo bioquímico de suma importância para a manutenção da vida, pois é por meio dela que a energia da luz é convertida em energia química durante a síntese de compostos orgânicos. O processo também libera como produto o gás oxigênio (O₂) necessário a respiração de muitos seres vivos.

Figura 4.15 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à nona pergunta (P9) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).

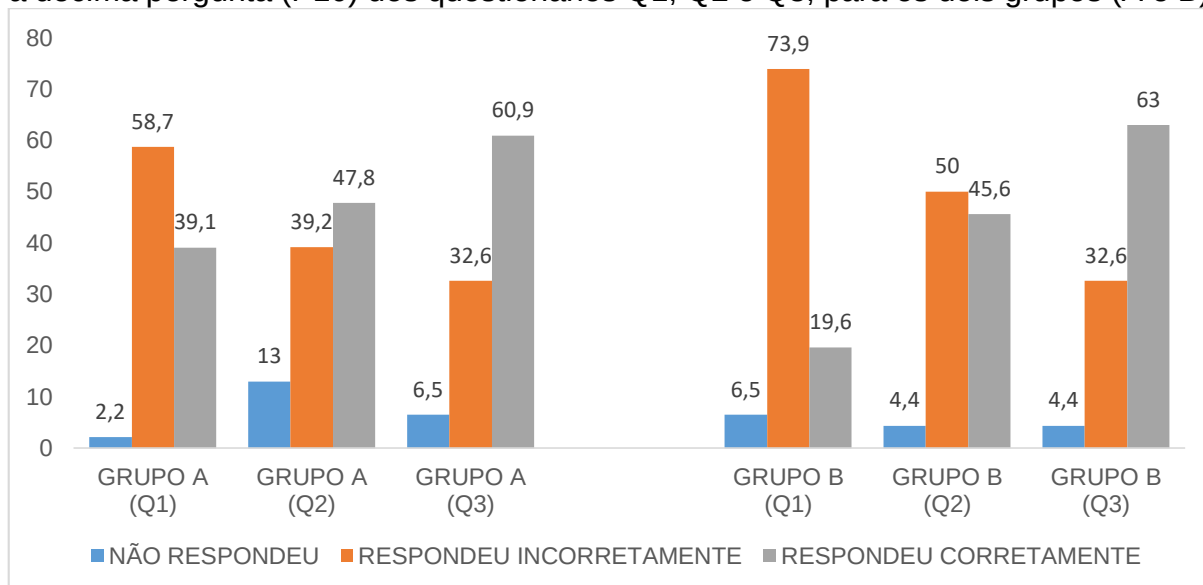


Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

Após o uso da metodologia (Q3), constata-se que apenas 2,2% dos discentes não responderam a P9 nos dois grupos. Entre os que responderam incorretamente, houve uma redução de 45,7% no grupo A e de 65,2% no grupo B. Consequentemente, houve aumento de 50% de acertos em A e 65,2% em B. Aqui é possível verificar que o grupo B foi mais eficiente nas respostas a P9 do que o A, evidenciando que os JMDVs assim como os JMDs são importantes como metodologia de ensino quando aliado as AEDs.

A pergunta número dez (P10) do questionário trata da estrutura celular responsável pela síntese de proteínas. A P10 refere-se aos ribossomos, pequenos grânulos formados por duas subunidades de RNAr e proteínas, que são os responsáveis pela tradução do código genético moldado a partir do DNA na forma de RNAm cujo resultado constitui-se numa sequência de aminoácidos que forma uma proteína ou parte dela. O gráfico da Figura 4.16 contém os resultados, em porcentagens, das respostas dadas a P10.

Figura 4.16 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à décima pergunta (P10) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).



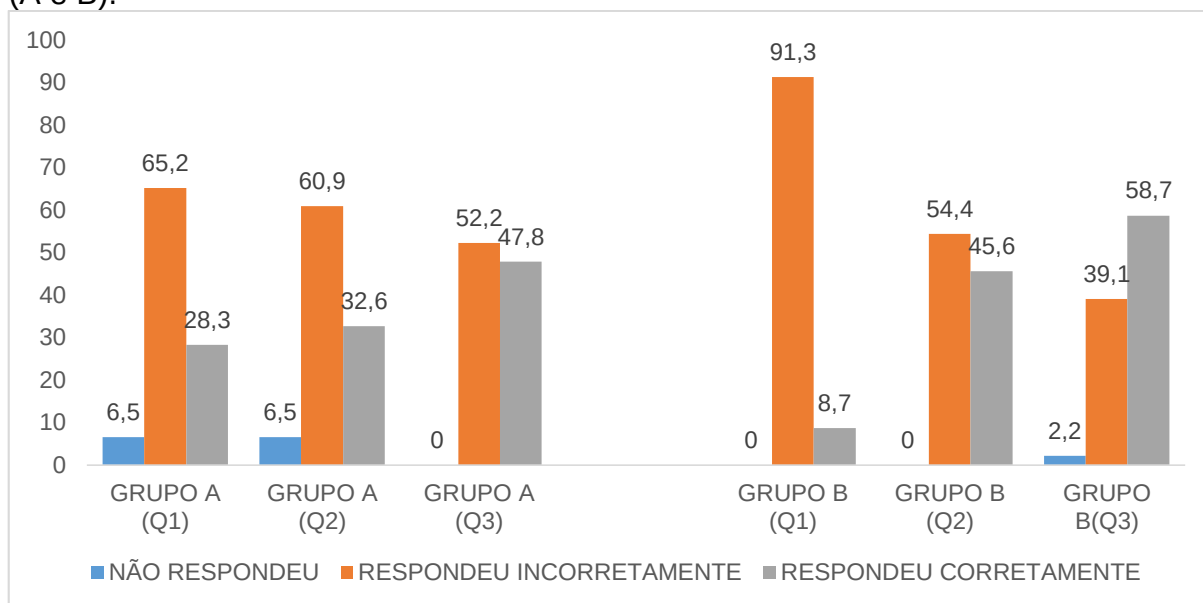
Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

Quando perguntado qual a estrutura celular é responsável pela síntese de proteínas, observa-se redução da quantidade de respostas incorretas nos dois grupos e um consequente aumento do número de respostas corretas em função das metodologias utilizadas. Na categoria não respondeu, é perceptível no grupo A uma variação percentual para mais de 10,8% no Q2 e depois uma redução menor no Q3. No grupo B, há uma redução dos que não responderam em Q2 que se mantém em Q3. Também chama a atenção os 39,1% de alunos do grupo A que já tinha algum conhecimento prévio sobre os ribossomos; no grupo B, esse valor está bem abaixo, apenas 19,6%. A turma dos JMDVs obteve uma leve vantagem no percentual de acertos no Q3 em relação ao grupo dos JMDs, permitindo inferir que tanto uma metodologia, quanto a outra são importantes para incrementar a aprendizagem.

A pergunta onze (P11) do questionário indaga os discentes sobre qual a organela da célula é responsável pela digestão celular. A pergunta faz referência ao papel dos lisossomos, pequenas vesículas membranosas contendo enzimas digestivas. A atividade dos lisossomos na célula está relacionada com os processos de digestão intracitoplasmática de materiais fagocitados do meio extracelular, bem como, a digestão de estruturas da própria célula como um processo natural de renovação. As células com maior quantidade de lisossomos, são aquelas que possuem intensa atividade fagocitária como alguns tipos de leucócitos [69]. O gráfico

da Figura 4.17, contém os resultados das respostas à pergunta onze (P11) do questionário.

Figura 4.17 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à décima primeira pergunta (P11) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).



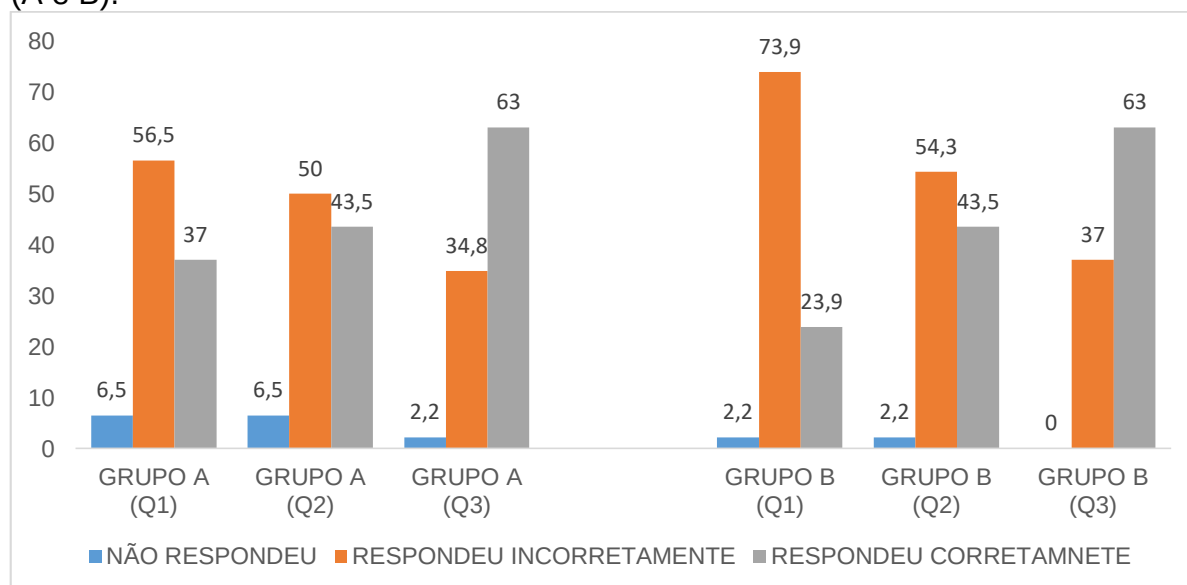
Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

Pela análise dos resultados, compreende-se que, incluindo os que não responderam e os que responderam incorretamente, 71,7% dos discentes do grupo A e 91,3% dos do grupo B, demonstraram não terem conhecimentos prévios sobre os lisossomos e sua importância no metabolismo celular. Mesmo com essa diferença de resultados no Q1 entre os grupos, a intervenção causou uma variação percentual para menos do número de respostas incorretas de 13% no grupo A e de 52,1% no grupo B entre Q1 e Q3. A variação do percentual de acertos entre Q1 e Q3 foi maior no grupo B (50%) do que no grupo A (19,5%), ou seja, para essa questão, as metodologias tiveram uma eficiência maior no grupo B.

Finalmente, a pergunta de número doze (P12) do questionário que indaga sobre qual organela celular que desempenha as funções de armazenar, modificar e secretar substâncias da célula. A P12 se refere ao complexo golgiense, um conjunto de bolsas e vesículas membranosas existentes no citoplasma de células eucarióticas e que desempenha importantes funções na dinâmica interna da célula. O complexo golgiense complementa as modificações pós-tradução de proteínas e destina essas e

outras substâncias, por intermédio de vesículas, para diversas partes da célula e para fora dela ^[69]. O gráfico da Figura 4.18 integra os resultados, em porcentagens, das respostas dadas à pergunta doze (P12) do questionário.

Figura 4.18 - Gráfico com os resultados das respostas dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, à décima segunda pergunta (P12) dos questionários Q1, Q2 e Q3, para os dois grupos (A e B).



Fonte: dados obtidos pelos autores (2019).

É possível notar por meio dos resultados que, do Q1 ao Q3, a variação percentual, para menos, dos que responderam incorretamente no grupo A foi de 21,7% e no grupo B essa variação foi de 36,9%, bem maior. Já a variação do percentual de acertos para mais foi de 26% no grupo A e de 39,1% no grupo B, permitindo concluir que as metodologias se mostram mais eficientes no grupo B em relação ao A para os resultados da P12.

Após a análise dos gráficos para cada pergunta do questionários verificou-se que nos resultados do Q1, a soma das porcentagens referentes as categorias “não respondeu” e “respondeu incorretamente”, foram maiores do que a soma das porcentagens referentes as categorias “respondeu parcialmente” e “respondeu corretamente” em todas as questões, exceto nas perguntas P2 e P8 do grupo A. Observou-se também que, com exceção da P3 do grupo B em que o resultado de Q3 foi menor que do Q2 e na P6 do mesmo grupo em que os resultados do Q3 foram iguais aos do Q2, em todas as outras questões os resultados do Q3 superaram os

resultados do Q2 e do Q1 e também notou-se que em todas as perguntas, a porcentagem de acertos do Q2 foram maiores do que as do Q1.

Conclui-se, portanto, que a aula expositiva dialogada quando bem planejada e com abertura para perguntas, comentários e discussões constitui-se numa importante estratégia de ensino, principalmente quando os discentes possuem pouco ou nenhum conhecimento sobre o assunto, como ficou evidenciado nessa pesquisa. Tal afirmação encontra respaldo nas palavras de Libâneo que nos afirma:

Não existe possibilidade de atividade mental sem o conhecimento teórico da matéria, sem a explicação da matéria pelo professor. O importante é a combinação da explicação com o movimento interno que acontece na mente do aluno, de modo que o conteúdo, a pergunta, o problema se convertam em conteúdo, pergunta, problema, na cabeça do aluno (LIBÂNEO, 2013, p. 116) [13].

Isso demonstra que, além das atividades de natureza teórica utilizadas após a exposição dialogada, faz-se necessário também associar a estas atividades práticas, de preferência lúdicas, buscando consolidar ainda mais o aprendizado. Portanto, é dessa forma que os jogos e modelos didáticos exercem um papel fundamental como ferramentas de concretização e fortalecimento da aprendizagem dos conteúdos de Biologia.

Conclui-se também, que as atividades práticas e lúdicas aqui utilizadas deram importante contribuição para o aprendizado como estratégias para aprofundamento do conteúdo aliando a teoria à prática. Esses resultados, condizem com os trabalhos de Oliveira, Oliveira e Fraga (2018) [44] quando admitem que a exposição do conteúdo pelo professor não pode ser substituída pelo jogo, pois este deve ser utilizado como um reforço para a aprendizagem. Condizem também com as postulações de Ribeiro, Brito e Dantas (2018) [70] quando afirmam que a associação da teoria com a prática potencializa a aquisição do conhecimento; com os trabalhos de Campos; Bertoloto e Felício (2003) [71]; Souza, et al. (2013) [72] que também endossam essas afirmações quando dizem que os jogos e os modelos como atividades pedagógicas de caráter lúdico contribuem para intensificar o aprendizado, preenchendo os espaços deixados pelas aulas expositivas; Marques et al. (2016) [73] quando afirmam que os jogos são melhor avaliados quando utilizados para dirimir dúvidas, revisar e aprofundar os conceitos após as aulas expositivas.

4.2.3 Análise estatística dos resultados do questionário

Para verificar a existência de diferenças significativas entre os dois grupos avaliados com relação aos questionários, utilizou-se o teste Wilcoxon-Mann-Whitney, visto que, os dados foram considerados não paramétricos de acordo com o teste de normalidade *a priori* Shapiro-Wilk.

4.2.3.1 Análise estatística dos resultados das perguntas abertas

As análises estatísticas foram importantes para confirmar os resultados e permitiram maior segurança nas conclusões. Para isso, calculou-se as médias para as quatro categorias: não respondeu, respondeu incorretamente, respondeu parcialmente e respondeu corretamente no Q1, Q2 e no Q3 para as perguntas abertas. A Tabela 4.1 apresenta as médias das respostas as perguntas abertas obtidas pelos grupos A e B da amostra.

Tabela 4.1 - Médias e desvio padrão das respostas às perguntas abertas dos questionários Q1, Q2 e Q3, dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, para os grupos A e B.

Média e desvio padrão dos resultados do Q1					
Categoria	Grupo	Média	Desvio padrão	W	P
Não respondeu	Grupo A	25.4	11.4	7.5	0.34
	Grupo B	31.2	6.57		
Respondeu incorretamente	Grupo A	6.6	1.9	18.5	0.23
	Grupo B	5	2		
Respondeu parcialmente	Grupo A	2.2	2.2	14	0.83
	Grupo B	2	2.5		
Respondeu corretamente	Grupo A	11.8	11.7	13.5	0.91
	Grupo B	7.8	6.9		
Média e desvio padrão dos resultados do Q2.					
Categoria	Grupo	Média	Desvio padrão	W	P
Não respondeu	Grupo A	12	7.9	9	0.52
	Grupo B	15	6.6		
Respondeu incorretamente	Grupo A	6.4	2.1	3.5	0.07
	Grupo B	5	1		
Respondeu parcialmente	Grupo A	1.8	1.3	15	0.66
	Grupo B	1.6	2.1		
Respondeu corretamente	Grupo A	25.8	8.8	17.5	0.34
	Grupo B	20.4	6.2		
Média e desvio padrão dos resultados do Q3.					
Categoria	Grupo	Média	Desvio padrão	W	P
Não respondeu	Grupo A	4.8	3.3	4.5	0.11
	Grupo B	5	5.8		
Respondeu incorretamente	Grupo A	5.2	2.5	7.5	0.33
	Grupo B	7.8	4.1		
Respondeu parcialmente	Grupo A	3.6	3	11.5	0.91
	Grupo B	4.4	3.8		
Respondeu corretamente	Grupo A	32.4	6.5	21	0.09
	Grupo B	23.6	8		

Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

Com base nos resultados apresentados na tabela é possível assegurar que não houve diferenças significativas entre os grupos com relação as médias de respostas das categorias analisadas em nenhum dos questionários. Em todas elas, o p -valor ficou acima de 0,05 ($p > 0,05$), permitindo concluir até aqui, não ser possível afirmar

que os jogos e modelos didáticos (JMDs) e os jogos e modelos didáticos virtuais (JMDVs), ambos associados as aulas expositivas dialogadas (AEDs), sejam um mais eficientes do que o outro, como proposta didática que favoreça a aprendizagem. Porém, quando cada modalidade é analisada separadamente (ver gráficos das Figuras 4.7 – 4.18), percebe-se um avanço considerado nas respostas corretas evidenciando a eficácia dessas estratégias de ensino.

Tal resultado, encontra embasamento nos trabalhos de Souza et al, (2013) ^[72] quando consentem que “a aplicação do lúdico, como os jogos e modelos didáticos, se apresentam como alternativa potencial, capaz de promover a motivação da aprendizagem”, e nas teorizações de Dantas et al, (2016) ^[74] na conclusão do trabalho sobre uso de modelos no ensino de Citologia, ao afirmar que o uso de tais metodologias conduziu os alunos a uma maior aprendizagem, além de facilitar a compreensão e promover a motivação.

4.2.3.2 Análise estatística dos resultados das perguntas fechadas

Para as perguntas fechadas, calculou-se as médias para as três categorias de análises: não respondeu, respondeu incorretamente e respondeu corretamente. Novamente utilizou-se o teste Wilcoxon-Mann-Whitney, visto que os dados foram considerados não paramétricos de acordo com o teste de normalidade *a priori* Shapiro-Wilk. Para a realização do teste, foi usado o *software* R versão 3.4.3 (R core team, 2017) ^[63] e foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. Os resultados estão dispostos na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Médias e desvio padrão das respostas às perguntas fechadas dos questionários Q1, Q2 e Q3, dadas pelos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, para os grupos A e B.

Média e desvio padrão dos resultados das perguntas fechadas do Q1					
Categoria	Grupo	Média	Desvio padrão	W	P
Não respondeu	Grupo A	2.14	1.1	36	0.13
	Grupo B	1.14	1.3		
Respondeu errado	Grupo A	27.6	7.4	12.5	0.14
	Grupo B	34	6.5		
Respondeu certo	Grupo A	15	6.1	32	0.36
	Grupo B	10.9	6		
Média e desvio padrão dos resultados das perguntas fechadas do Q2					
Categoria	Grupo	Média	Desvio padrão	W	P
Não respondeu	Grupo A	3.7	2	40.5	0.04*
	Grupo B	1.6	1.7		
Respondeu errado	Grupo A	20	6.8	25	1
	Grupo B	19.7	6.9		
Respondeu certo	Grupo A	21.9	7.9	20	0.06
	Grupo B	24.7	7.3		
Média e desvio padrão dos resultados das perguntas fechadas do Q3					
Categoria	Grupo	Média	Desvio padrão	W	P
Não respondeu	Grupo A	1.42	1.1	27	0.78
	Grupo B	1.14	0.9		
Respondeu errado	Grupo A	15.6	8.3	23	0.89
	Grupo B	15.4	4.9		
Respondeu certo	Grupo A	30.6	6.3	27.5	0.74
	Grupo B	29.4	5.3		

Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

* Valor significativo.

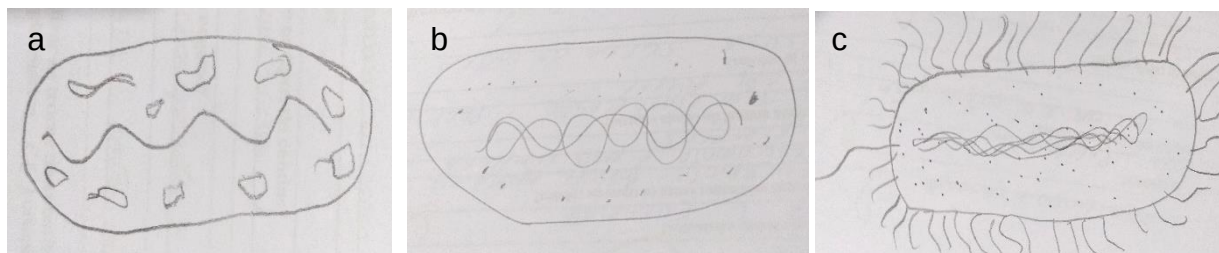
Analisando-se os dados dispostos na Tabela 4.2, é possível afirmar que não houve diferenças significativas entre os grupos com relação as médias de respostas nas categorias “não respondeu”, “respondeu errado”, “respondeu certo” em nenhuma das avaliações para a maioria dos casos. Entretanto, houve diferenças significativas entre as médias de respostas dos grupos apenas na categoria “não respondeu” do Q2, em que o grupo A apresentou, em média, maior número de questões não respondidas, em relação ao grupo B ($p < 0,05$).

Os resultados analisados até aqui, permitem afirmar que tanto os JMDs quanto os JMDVs são importantes para a aprendizagem dos conteúdos apresentando resultados semelhantes. Como mostrado nas Tabelas 4.1 e 4.2, estatisticamente as diferenças entre os rendimentos dos grupos A e B não são significativas e, portanto, não permitem afirmar que uma metodologia é mais eficaz do que a outra.

4.3 Análises dos desenhos das células

Com o objetivo de verificar a influência dos jogos e modelos didáticos, associados a aula expositiva dialogada no ensino de Biologia, solicitou-se que os discentes, além de responder ao questionário, também elaborassem um desenho representativo das células procariótica e eucariótica. Carregado de pensamentos e sentimentos, o desenho conduz a criatividade e ao aprendizado [75]. De acordo com Hanauer (2011) [75], o desenho expressa o pensamento, os sentimentos e a compreensão do mundo a nossa volta. A Figura 4.7 apresenta uma sequência de desenhos feitos por uma aluna do 1º ano do Ensino Médio.

Figura 4.19. Desenhos da célula procariótica realizados por aluno do Ensino Médio, da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) elaboração prévia (D1); b) elaboração após a aula expositiva (D2) e c) elaboração após uso dos JMDs.



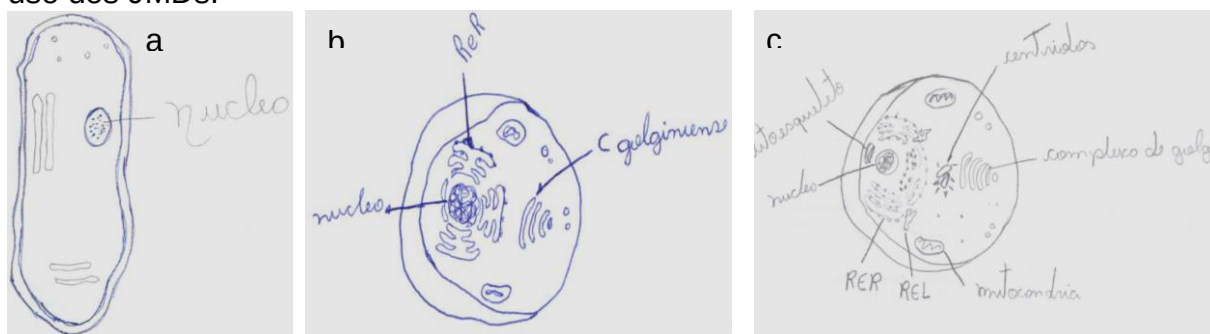
Fonte: Dados obtidos dos desenhos (D1, D2 e D3) em 2019.

Os desenhos estão organizados da esquerda para a direita, na ordem em que foram produzidos. Quando solicitado que o aluno faça um desenho sobre algo, ele transfere para o papel o retrato de uma representação mental e pré-concebida do objeto. Percebe-se que ao longo da coleta de dados, e a medida em que as metodologias eram utilizadas e os conteúdos aprofundados, a capacidade de abstração e de representação também eram potencializadas. No início o aluno parece ter dúvidas sobre a organização interna da célula procariótica ao incluir no D1

organelos membranosos no citoplasma, no D2 essas dúvidas parecem ter sido sanadas e no D3 ela rabisca a célula incluindo os seus detalhes externos.

A Figura 4.8 apresenta uma sequência de desenhos da célula eucariótica feitos por um voluntário da pesquisa também do 1º ano do Ensino Médio.

Figura 4.20. Desenho da célula eucariótica realizado por aluno do Ensino Médio, da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA. a) Elaboração prévia (D1); b) elaboração após a aula expositiva; c) elaboração após o uso dos JMDs.



Fonte: dados obtidos dos desenhos (D1, D2 e D3) em 2019.

Por intermédio dos desenhos é possível perceber a evolução da capacidade de expressão e conseqüentemente a melhora da aprendizagem do discente à medida que o mesmo internaliza os conceitos. No D1 o estudante faz uma projeção da célula eucariótica destacando o núcleo, mas não demonstra conhecimento sobre as outras estruturas e a organização delas no espaço intracelular. Em seguida, percebe-se que o mesmo reelaborou seus conhecimentos prévios com novas informações que foram adicionadas expressando-as no D2 e no D3 com maior clareza e riqueza de detalhes. Essa informação encontrou respaldo no trabalho de Andrade et al. (2007)^[60] sobre as contribuições dos desenhos no ensino-aprendizagem, os quais afirmaram que por meio do desenho, o discente desenvolve as dimensões inventiva, imaginativa e intuitiva contribuindo para a aprendizagem.

A Citologia é uma área do conhecimento biológico que se caracteriza pela enorme quantidade de termos com os quais os alunos não estão acostumados. A escolha das atividades ocorreu com o objetivo de envolver os discentes com o conteúdo e contornar as dificuldades causadas pelo excesso de terminologia nessa área. As atividades lúdicas potencializam a cognição e facilitam a apreensão de conceitos complexos e abstratos pelos educandos^[71]. Após a coleta das impressões, procedeu-se as análises.

Os resultados das análises dos desenhos dos grupos A e B da amostra, estão dispostos na Tabela 4.3. A comparação estatística dos resultados dos grupos A e B foi realizada por meio do teste de qui-quadrado (X^2) em tabela de contingência. “O teste X^2 proposto por Pearson tem indicação precisa: serve para testar a hipótese de que dados de frequência se distribuem de acordo com alguma teoria ou postulado” (VIEIRA, 2011, p. 252) ^[76].

Tabela 4.3 - Resultados das análises dos desenhos feitos pelos alunos do Ensino Médio, da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, para os grupos A e B.

Avaliação	Grupos	Número de respostas				Valores estatísticos	
		Insuficiente	Regular	Bom	Excelente	X^2	p
1ª avaliação (D1)	Grupo A	23	17	6	0	5.55	0.06
	Grupo B	13	28	5	0		
2ª avaliação (D2)	Grupo A	1	10	32	3	8.4	0.038*
	Grupo B	1	23	21	1		
3ª avaliação (D3)	Grupo A	0	1	36	9	18.69	0,001*
	Grupo B	0	16	28	2		

Fonte: Dados obtidos pelos autores (2019).

* Valores significativos.

Houve diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$) na segunda avaliação (D2), na qual o grupo A apresentou mais desenhos considerados bons e excelentes do que o grupo B. Houve também, diferenças significativas entre os grupos ($p < 0,05$) na terceira avaliação, na qual o grupo A continuou a apresentar mais desenhos bons e excelentes do que o grupo B. Na primeira avaliação (D1) não houve diferenças entre os grupos, possivelmente por se tratar de uma avaliação prévia. Pelos dados, é nítido que a maioria dos desenhos na D1 foram classificados como insuficientes e regulares e, em D2 e D3 nota-se que houve uma redução significativa desse número com a consequente melhoria da capacidade de representação dos educandos.

Esses resultados estão de acordo com as considerações de Hanauer (2011) ^[75] quando afirma que, por meio do desenho, as crianças organizam informações e melhoram a sua capacidade de representação à medida que desenvolvem as suas capacidades cognitivas e de representação do meio à sua volta. E com as conclusões de Andrade et al. (2007, p. 7) ^[60] quando afirmam que “o desenho do aluno passa a se desestereotipar, como consequência de um conhecimento adquirido sobre as várias formas de representação de um mesmo sentimento, objeto ou ideia”.

4.4 Análises da avaliação e satisfação dos alunos

Após a finalização dos trabalhos, aplicou-se um questionário (Tabela 4.4) para obter-se a avaliação e o nível de satisfação dos discentes componentes da amostra. O questionário continha dez aspectos sobre as metodologias utilizadas e por eles vivenciadas. Para isso, foram criadas quatro categorias de análise: excelente, bom, regular e ruim. A Tabela 4.4, contém os dados em porcentagens das respostas obtidas para uma amostra de 87 alunos de ambos os grupos, tendo em vista que alguns estudantes que faziam parte da amostra não compareceram à escola na data da aplicação do questionário.

Tabela 4.4 - Resultados da satisfação e avaliação dos alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA, com relação ao uso dos JMDs.

Perguntas	Categorias			
	Excelente	Bom	Regular	Ruim
P1. Sobre o uso de jogos e modelos no ensino.	70,12%	29,88%	0,00%	0,00%
P2. Como você classifica seu nível de aprendizagem com o uso de jogos e modelos?	23,00%	62,06%	14,94%	0,00%
P3. Como você classifica seu nível de aprendizagem sem o uso de jogos e modelos didáticos?	10,34%	40,22%	46,00%	3,44%
P4. Com relação ao uso de jogos didáticos como metodologia no ensino de biologia.	52,88%	44,82%	2,30%	0,00%
P5. Com relação ao uso de modelos didáticos como metodologia no ensino de biologia.	41,38%	56,32%	2,30%	0,00%
P6. Os jogos e modelos como facilitadores da aprendizagem.	51,72%	40,23%	8,05%	0,00%
P7. Os jogos e modelos foram adequados ao conteúdo?	59,77%	37,93%	2,30%	0,00%
P8. Com relação ao manuseio dos modelos e jogos didáticos.	59,77%	37,93%	2,30%	0,00%
P9. Com relação as explicações, orientações e postura do professor durante as aulas.	78,16%	18,04%	3,44%	0,00%
P10. Como você avalia o seu nível de interesse e de participação na aula?	23,00%	56,32%	20,68%	0,00%

Fonte: dados obtidos pelos autores (2019).

A partir dos dados evidenciados na tabela, percebe-se que a categoria excelente obteve maior percentual em seis perguntas (60%). Destaca-se, o percentual de excelente e bom na P1, indicando que os alunos preferem aula com JMDs. A categoria bom, superou o percentual da excelente apenas nas perguntas P2, P3, P5 e P10 (40%). A P2 e a P10, são perguntas em que o aluno faz uma auto avaliação do seu aprendizado e participação respectivamente. A P3 foi a única em que o percentual da categoria “regular” superou as demais categorias. Também foi nessa pergunta que o percentual da categoria “ruim” foi maior que 0%. Outra observação que é possível fazer, são os percentuais das perguntas P4 e P5. A P4 avalia o uso dos jogos e a P5 avalia os modelos. Os jogos foram melhor avaliados com 52,88% na categoria “excelente”, provavelmente pelo fato de serem repletos de ludicidade, incitarem a competição e gerarem mais expectativas do que os modelos. Conclui-se que as modalidades foram bem avaliadas e aceitas pelos alunos e, pelos resultados obtidos, parecem ter sido conveniente com o conteúdo e com o nível cognitivo dos mesmos. Com relação a auto avaliação (P10) alguns alunos ficaram cautelosos e, pelos resultados, constatou-se que os mesmos tem consciência de que precisam ser mais participativos. Os resultados das perguntas P1, P4, P5, P6 e P8, que são diretamente relacionadas com a utilização dos modelos e jogos na aprendizagem, se confirmaram pelos comentários posteriores, a boa avaliação e aceitação.

Durante as aplicações, foram ouvidos comentários como: “hoje vamos ter uma aula diferente”; “precisamos de mais aulas assim”; “assim a gente aprende mais”, indicando que os estudantes querem adquirir conhecimentos, mas almejam atividades que proporcionem motivação e interação com o outro.

A fascinação pelo jogo de cartas foi tamanha que vários grupos de alunos solicitavam as cartas para jogar algumas partidas após o almoço. Portanto, é interessante que exista nas escolas uma sala de meios e recursos didáticos que possam estar disponíveis tanto para professores aplicarem nas suas aulas, quanto para os alunos recordarem conteúdo.

Tal fascinação e aceitação também foi percebida em vários trabalhos, como Souza et al. (2013) ^[72] sobre o uso de jogos e modelos didáticos em Biologia quando afirmaram que “esse retorno positivo dos alunos é visto como algo concreto da metodologia aplicada, um vez que os alunos não foram incentivados por notas, mas sim pelo conhecimento”; Spiegel et al, (2008, p. 27) ^[65] em um trabalho sobre jogo

educativo na área de Biologia Celular e Molecular quando afirmaram que “os alunos ficam mais entusiasmados se a aprendizagem acontece em formas agradáveis e interativas”; Marques et al, (2016) ^[73] em importante trabalho sobre uso de jogos didáticos na aprendizagem de Biologia Celular, que tiveram seu trabalho muito bem avaliado pelos alunos participantes, quando utilizados após a abordagem teórica dos conteúdos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por intermédio das análises dos resultados obtidos, constatou-se que os JMDs e os JMDVs são ferramentas pedagógicas importantes para o EB, mais especificamente, na área de estudo da célula. Os jogos e modelos contribuíram para melhorar os níveis de aprendizagem dos conteúdos de Citologia após as AEDs, demonstrando a sua eficácia como atividade didática.

O jogo e os modelos desenvolvidos mostraram-se eficazes para o aprendizado e proporcionaram uma aquisição significativa dos conceitos de forma divertida e prazerosa, potencializando e preenchendo as lacunas deixadas pelas aulas expositivas. Dessa forma, os resultados deixaram claro que o real papel dos JMDs é o de promover uma aprendizagem significativa dos conteúdos, permitindo resolver problemas de maneira ativa, participativa e interativa por parte dos discentes, quando associados às AEDs.

Sobre as AEDs, é importante que elas sejam planejadas com espaços para arguições que suscitem discussões sobre o tema e que se dê liberdade para os alunos demonstrarem suas incertezas e conclusões. Essas discussões mostraram-se importantes para mobilizar os conhecimentos prévios sobre os assuntos em estudo.

Os JMDs são atividades terminativas, ou seja, devem ser utilizados após as AEDs para a compreensão de conceitos, aprofundamento, revisões de conteúdos e para sanar deficiências na aprendizagem. Com base no levantamento bibliográfico e na pesquisa *in situ*, foi possível constatar que os JMDs são ferramentas indicadas para consolidar os assuntos abordados em sala de aula.

Os jogos e esses modelos não resolvem todos os problemas de aprendizagem dos alunos. Eles apresentam benefícios, como o de permitir a vivência dos conteúdos e a concretização dos conhecimentos advindos das AEDs e das atividades teóricas como exercícios de fixação, leituras do livro didático etc., mas é preciso que o professor compreenda que o jogo ou o modelo ideal é aquele que ajuda os alunos a aumentar seus níveis de conhecimento. Apesar de serem práticas lúdicas em que os discentes aprendem brincando, o planejamento e a condução das atividades não são,

por isso, é importante escolher jogos e modelos que sejam exequíveis e o mais adequado possível ao conteúdo e aos alunos.

Detectou-se fatores limitantes dos JMDs utilizados nessa pesquisa, um deles foi os recursos materiais. A escola não dispõe ainda de uma sala de recursos didáticos com jogos e modelos prontos e também não dispõe de Laboratório de Informática o que dificultou o uso dos jogos e modelos didáticos virtuais. Além disso, a extensa carga horária que o professor tem que cumprir, em mais de uma escola, não dispondo de tempo para o planejamento e para desenvolvimento de tais recursos é um problema. Assim, o tempo de sala de aula também é limitado, a carga horária de Biologia é de apenas duas horas aulas semanais, o que é insuficiente para desenvolver as atividades propostas.

A metodologia utilizada nessa pesquisa permitiu atingir os objetivos que haviam sido apresentados como, desenvolver JMDs, investigar, descrever e demonstrar a influência e o papel dessas ferramentas na aprendizagem de Citologia, bem como avaliar qualitativa e quantitativamente os estudantes através dos resultados dos questionários, elaboração dos desenhos, realização das atividades teóricas, participação na montagem dos modelos e na execução dos jogos.

A recepção dos alunos, a empolgação e a motivação em aprender por meio das atividades propostas, foram positivas. Foi possível perceber nas falas dos discentes a carência de aulas diferenciadas que os envolvam completamente e que mobilizem as estruturas cognitivas na busca pelo saber.

Por fim, conclui-se que tanto os jogos e JMDs como os JMDVs, quando associados às aulas expositivas dialogadas, se comportaram como eficientes meios didáticos, influenciado positivamente a aprendizagem dos conteúdos de Citologia. Assim, sugere-se que esses meios não sejam desenvolvidos e empregados apenas para a realização de pesquisas, mas que façam parte da agenda e do planejamento dos professores de Biologia e de outras área do conhecimento.

Essa pesquisa não representa um fim em si, mas um meio a partir do qual novas investigações possam ser realizadas e que se busquem aprimorar os jogos e os modelos produzidos e utilizados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRASIL. **PCN+ ENSINO MÉDIO**: Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias. Brasília - DF: MEC, 2002. 144 p.
2. TEMP, D. S. **Facilitando a aprendizagem de Genética**: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia. 2011. 84 p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, (Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências). Santa Maria, RS, 2011.
3. KRASILCHIK, M. **Práticas de ensino de Biologia**. 4 ed. rev. e ampl. 5ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016, 200 p.
4. SANTOS, V. R. D. **Jogos na escola**: os jogos nas aulas como ferramenta pedagógica. 1 ed. Petrópolis: Vozes, 2014, 125 p.
5. MIRANDA, S. D. No fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Linhas Críticas**, v. 8, n. 14, p. 21-34. 2002.
6. ALBERTS, B; JOHNSON, X; LEWIS J; RAFF, M; MORGAN, D; ROBERTS, K; WALTER, P. **Biologia molecular da célula**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 1427 p. *E-book*.
7. ARAUJO, C.M; STARLING, G; BRITO, A.Z.P; PEREIRA, A; MACIEL, V.F.A. Arte no ensino de citologia. **Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX EMPEC**, Águas de Lindóia, SP, 2013.
8. SOUSA, R.M; BARRIO, R. B. M. A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de biologia aprovados no PNLD 2015. **Anais do XI Encontro Nacional de pesquisa em educação em Ciências – XI ENPEC**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2017.
9. FRANÇA, J.P.R; SOVIERZOSKI, H.H. Conhecimentos dos estudantes sobre a célula animal. **Anais da 70ª Reunião Anual da SBPC**, UFAL, Maceió – AL, 2018.
10. CALDEIRA, A. M. A; BASTOS, F. A didática como área de conhecimento. *In*: CALDEIRA, A. M. A; ARAÚJO, E. S. N. N. (orgs.). **Introdução à didática da Biologia**, São Paulo: Escrituras, p. 6 – 29. 2009. *E-book*.
11. LOPES, T. O. **Aula expositiva dialogada e aula simulada**: comparação entre estratégias de ensino na graduação de enfermagem, 2012. 125 p. Dissertação (Mestrado), Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

12. TARDIFF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 6 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002, 321 p.
13. LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2013, 288 p.
14. FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 57 ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2018, 143 p.
15. POZO, J.I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 296 p.
16. KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das Ciências**. [Reimp.] São Paulo: E.P.U, 2012 (Temas Básicos de Educação e Ensino), 92 p.
17. MARANDINO, M; SELLES, S. E; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: história e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009, 215 p.
18. TRIVELATO, S. F; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2011, 135 p. (Coleção Ideias em Ação).
19. BRANDIM, M.R.L; NOGUEIRA, J.F. O Ensino de Ciências e de Biologia no Brasil: Uma Linha de/no tempo?!. In: BRANDIM, M.R.L; NOGUEIRA, J.F.(orgs.) **Ensino de Ciências e de Biologia: reflexões e práticas**. Parnaíba: Edufpi, p. 8-16. 2018. *E-book*.
20. DELIZOICOV; D; ANGOTTI, J. A; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009, 364 p.
21. CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M.; PRAIA, J; VILCHES. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005, 263 p.
22. CHASSOT, A. **A Ciência através dos tempos**. 2 ed. São Paulo: Moderna, 2004, 280 p.
23. UNESCO. **Ciência para o século XXI: uma visão nova e uma base de ação**. Conferência Mundial sobre Ciência, Santo Domingo, Lisboa: 1999. Disponível em: <http://www.dominionpublico.gov.br/download/texto/ue000112.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2019.
24. COSTA, I. **Novas tecnologias e aprendizagem**. 2 ed. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2014, 108 p.
25. PRESTES, M. E. B. **Teoria Celular: de Hooke a Schwann**. 1 ed. São Paulo: Scipione, 1997, 61 p. (Ponto de Apoio).

26. KRASILCHIK, M. Biologia – ensino prático. *In*: CALDEIRA, A. M. A; ARAÚJO, E. S. N. N. de (orgs.). **Introdução à didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, p. 249-258. 2009. *E-book*.
27. BRASIL. **Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, v. 2. 2006. 135 p.
28. BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. MEC, 2000, 109 p.
29. ALMEIDA, A.V; MAGALHÃES, F.O. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. **Scientia e Studia**, v. 8, n. 3, São Paulo, p. 367-88. 2010,
30. MAYR, E. **Isto é Biologia: a Ciência do mundo vivo**. Tradução de Cláudio Ângelo – São Paulo: Companhia das letras, 2008. 427 p. *E-book*.
31. MARTINS, R. de A. Instrumentos e técnicas nas ciências biológicas. *In*: CALDEIRA, Ana Maria de Andrade; ARAÚJO, Elaine S. Nicolini Nabuco de (orgs.). **Introdução à didática da Biologia**. São Paulo: Escrituras, p. 99-138. 2009, *E-book*.
32. WATSON, J. D. **DNA: o segredo da vida**. Tradução de Carlos Afonso Malferrari. São Paulo: Companhia das letras, 2005. 470 p.
33. REECE, J. B; URRY, L.A; CAIN, M.L; WASSERMAN, S.A; MINORSKY, P.V; JACKSON, R.B. **Biologia de Campbel** [recurso eletrônico]. 10 ed. Porto Alegre: Artmed, 2015, 1442 p. *E-book*.
34. ANTUNES, C. **Jogos para estimulação das múltiplas inteligências**. 20 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014, 295 p.
35. SILVA, T.A.C; PINES JUNIOR, A.R. **Jogos e Brincadeiras: ações lúdicas nas escolas, ruas, hotéis, festas, parques e em família**. Petrópolis – RJ: Vozes, 2017, 175 p.
36. HUIZINGA, J. **Homo Ludens: o jogo como elemento na cultura**. São Paulo: Perspectiva, 2000, n.p. *E-book*.
37. KISHIMOTO, T.M (org.). O jogo e a educação infantil. *In*: KISHIMOTO, T.M. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e Educação**. 9 ed. São Paulo: Cortez, p. 13-43. 2006,
38. MALUF, A. C. M. **Brincar: prazer e aprendizado**. 8 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012, 111 p.
39. ARRAIS, I. de M.V. A contribuição do lúdico para o ensino de Ciências Naturais. *In*. OLIVEIRA, F.C.S. de; OLIVEIRA, A.D.S. de; QUEIROZ, C.Y.S.de. (orgs.) **Reflexões e práticas docentes no ensino de Ciências Naturais**. 1 ed. Teresina: EDUFPI, p. 105-120. 2018.

40. GOMES, L. R; ROCHA, D. P. O jogo didático trilhando a primeira lei de Mendel. *In: OLIVEIRA, F.C.S. de; OLIVEIRA, A.D.S. de; QUEIROZ, C.Y.S.de.(Orgs.) Reflexões e práticas docentes no ensino de Ciências Naturais*. 1 ed. Teresina: EDUFPI, p. 227-252. 2018.
41. MOURA, M.O. A séria busca no jogo: do lúdico na Matemática. *In: KISHIMOTO, T.M. (Org.) Jogo, brinquedo, brincadeira e educação*. 9 ed. São Paulo: Cortez, p. 73-87. 2006.
42. FIALHO, N. N. Os jogos pedagógicos como ferramentas de ensino. **Anais do VIII EDUCERE**, Curitiba, 2008.
43. IDE, S. M. O jogo e o fracasso escolar. *In: KISHIMOTO, T.M.(Org.) Jogo, brinquedo, brincadeira e educação*. 9 ed. São Paulo: Cortez, p. 89-107. 2006.
44. OLIVEIRA, R.C.N de; OLIVEIRA, F.C.S. de. FRAGA, E.C. Anomassomia: proposta didática para o ensino de genética. *In: OLIVEIRA, F.C.S. de; OLIVEIRA, A.D.S; QUEIROZ, C.Y.S. (orgs.). Reflexões e práticas docentes no ensino de Ciências Naturais*. 1 ed. Teresina-PI: EDUFPI, p. 11-37. 2018.
45. RIBEIRO, M. L. S. O jogo na organização curricular para deficientes mentais. *In: KISHIMOTO, T.M.(Org.) Jogo, brinquedo, brincadeira e educação*. 9 ed. São Paulo: Cortez, p. 133-142. 2006.
46. FERREIRA, F.M.F; JUSTI, R.S. Modelagem e o “Fazer Ciências”. **Química Nova na Escola**, n. 28, p. 32-36, 2008.
47. GRECA, I. M; SANTOS, F. M. T. Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da física e da química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.10, n.1, p. 31-46, 2005.
48. PALHANO, J. S.; COSTA, M. D. M. A construção de modelos didáticos com materiais diversificados para o estudo da embriologia. *In: O professor PDE e os desafios da escola paranaense*. Cadernos PDE, Jaguariaíva – PR, 2014.
49. ORLANDO, T. C. *et al.* Plaejamento, 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**, v. 1, p. 1-17, 2009.
50. DUSO L; CLEMENT, L; PEREIRA, P. B; ALVES FILHO, J. P. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Revista Ensaio**, v.15, n. 2: Belo Horizonte, p. 29-44, 2013.
51. JUSTINA, L.A.D; FERLA, M.R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arqui Mudi**. v.10, n.2, P. 35-40, 2006.

52. PAZ, A. M; ABEGG, I; ALVES FILHO, J. P; OLIVEIRA, V. L. B. Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar. **Revista Ensaio**, v. 8, n.2, p. 133-146. 2006.
53. KOCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**: teoria da ciência e iniciação a pesquisa. Edição digital. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011, 182 p. *E-book*.
54. PRODANOV, C. C; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2 ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 275 p. *E-book*.
55. SILVA JUNIOR, C; SASSON, S; CALDINI JÚNIOR, N. **Biologia**: Ensino Médio, vol. 1, 12 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
56. LOPES, S; ROSSO, S. **Bio**: vol. 1. São Paulo: Saraiva, 2011. 1 CD-ROM.
57. TONON, J. C; OKUMA, M. **Planeta bio**. São Paulo, [2018]. Disponível em: <http://www.planetabio.com/citoplasma.html>. Acesso em: 22 maio 2018.
58. MICROSOFT (2018). **Adicionar um hiperlink a um slide**. Brasil. Disponível em: <https://support.office.com/pt-br/article/adicionar-um-hiperlink-a-um-slide-239c6c94-d52f-480c-99ae-8b0acf7df6d9>. Acesso em: 14 maio 2018.
59. GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002, 175 p. *E-book*.
60. ANDRADE, A. F; ARSIE. K. C; CIONEK, O. M; RUTES, V. P. B. A contribuição do desenho de observação no processo de ensino-aprendizagem. Curitiba: **Graphica**, n.p. 2007.
61. AUSUBEL, D.P. Significado y aprendizaje significativo. *In*: AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D.& HANESIAN, H. **Psicología educativa**: un punto de vista cognoscitivo. Mexico: Editorial Trillas, P. 55-107, 1983.
62. MOREIRA, A. M. A teoria da Aprendizagem significativa de Ausubel. *In*: MOREIRA, A. M. **Teorias de aprendizagem**. EPU: São Paulo, p. 151-165, 1999.
63. R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 22 mar. 2019.
64. MENDONÇA, C.O; SANTOS, M.W.O. Modelos didáticos para o ensino de ciências e biologia: aparelho reprodutor feminino da fecundação a nidação. **V Colóquio Internacional**, Sergipe, 2011.
65. SPIEGEL, C. N; ALVES, G. G; CARDONA, T. S; MELIM, L. M. C; LUZ, M. R. M. P; ARAUJO-JORGE, T. C; HENRIQUES-PONS, A. Discovering the cell: an educational game about cell and Molecular Biology. **Journal of Biological Education**, v. 43, n. 1, p. 27-35, 2008.

66. SILVA, E. P. da; ROSA-SILVA, P. de O. O uso das tecnologias digitais nas aulas de biologia. **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**, v. 1, Paraná, 2014.
67. OLIVEIRA, L. S. C; BENEDITO, D. V; SANTOS, N. A. R; LUNA, K. P. O. Apresentação metodológica com uso de tecnologia digital no ensino de ciências. **Revista Sustinere**, v. 5, n. 1, p. 68-89, 2017.
68. FERREIRA, G. R. A. M; PEREIRA, S. L. P. de O. Jogos digitais no ensino formal em escolas da rede pública: possibilidades e interações. **Simpósio em tecnologias digitais e sociabilidade**, Salvador, 2013.
69. JUNQUEIRA, L. C; CARNEIRO, J. **Histologia básica**: texto e atlas. Rio de janeiro: Guanabara Koogan, 2013, 538 p. *E-book*.
70. RIBEIRO, K. V; BRITO, R. C; DANTAS, S. M. M de M. Jogo didático como ferramenta para o ensino de biologia. In. OLIVEIRA, F.C.S. de; OLIVEIRA, A.D.S. de; QUEIROZ, C.Y.S. (orgs.) **Reflexões e práticas docentes no ensino de Ciências Naturais**. 1 ed. Teresina-PI: EDUFPI, p. 39-71, 2018.
71. CAMPOS, L. M. L; BORTOLOTO, T. M. e FELÍCIO, A. K. C. A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**, São Paulo, p. 35-48, 2003.
72. SOUZA, J. P. P; ARAUJO, C. P; ZUZA, H. O. B; COSTA, I. A. S. Uso de jogos e modelos didáticos em biologia: uma proposta para consolidar conteúdos sobre microorganismos. In. **Anais do Congresso Internacional de educação no Brasil**. Porto Seguro – BA, 2013.
73. MARQUES, V. L. M; TEÓFILO, F. B. S; FEITOSA, R. A; GALLÃO, M. I; HISSA, D.C. Uso de jogos didáticos na aprendizagem de biologia celular: estudo antes e depois da explicação do conteúdo teórico. **Revista da SBEnBio**, n. 9, p. 3907-3918. 2016.
74. DANTAS, A. P. J; DANTAS, T. A. V; FARIAS, M.I.R; SILVA, R. P; COSTA, N. P. Importância do uso de modelos didáticos no ensino de citologia. In: **Anais do III Congresso Nacional de Educação**, Natal: Editora Realize, 2016.
75. HANAUER, F. Riscos e rabiscos – o desenho na educação infantil. **Revista de educação do Ideau**. Vol. 6, n. 13, p. 2-13. 2011.
76. VIEIRA, S. **Introdução à Bioestatística**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011, 345 p.

7. PRODUTOS

7.1 Manual do jogo Citocarteadado

7.1.1 Apresentação.

O citocarteadado é um jogo destinado a estudantes do Ensino Médio e possibilita o aprendizado em citologia de forma lúdica e interativa. Tem função terminativa na abordagem sobre os tipos e estruturas celulares, ajudando na fixação de um assunto de grande relevância para compreensão das demais áreas da Biologia. Conduz o estudante a reconhecer as organelas e suas funções, bem como os tipos de células (procariótica, eucariótica animal, eucariótica vegetal) suas semelhanças e diferenças.

O jogo é composto por 54 cartas divididas em três grupos: cartas-figuras, cartas-nomes e cartas de descrição e função das estruturas celulares. Os jogadores podem competir individualmente ou em duplas sendo necessário um mínimo de dois e um máximo de oito jogadores (quatro duplas).

7.1.2 Objetivos pedagógicos

- Identificar através de imagens os tipos de células e suas estruturas;
- Conhecer a função e as relações existentes entre os diversos tipos de organelas;
- Desenvolver o espírito de grupo e de competição saudável na busca pelo conhecimento em Citologia;
- Estimular a participação ativa e a troca de ideias através de atividades lúdicas.

7.1.3 Materiais que compõem o jogo

O citocarteadado é composto por:

- 54 cartas de 7cm x 10 cm divididas em três grupos: 18 cartas-figuras; 18 cartas-nomes e 18 cartas de descrição/função das estruturas celulares;
- 01 dado.

7.1.4 Indicação do jogo

O jogo é indicado para o aprofundamento e para a fixação dos conceitos de Citologia através do reconhecimento das células procarióticas, eucarióticas e de suas principais estruturas e organelas, geralmente abordadas na primeira série do Ensino Médio, podendo ser adaptado para sua utilização também no Ensino Fundamental e em outro conteúdos escolares.

7.1.5 Temas/conteúdos trabalhados com o jogo

Citologia – Estudo das células:

- Tipos de células: procariótica, eucariótica animal e vegetal;
- Estrutura e composição da parede das células vegetais;
- Estrutura, composição e funções da membrana plasmática;
- Citoplasma celular: citosol, estrutura e funções dos organoides citoplasmáticos: ribossomos, lisossomos, peroxissomos, retículo endoplasmático, complexo golgiense, mitocôndrias, cloroplastos, vacúolo central e centríolos;
- Citoesqueleto;
- Núcleo celular.

7.1.6 Confecção do jogo

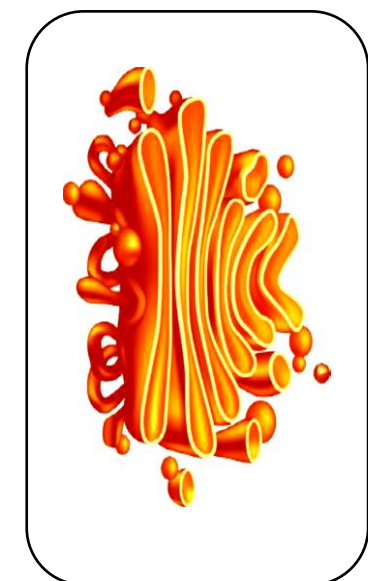
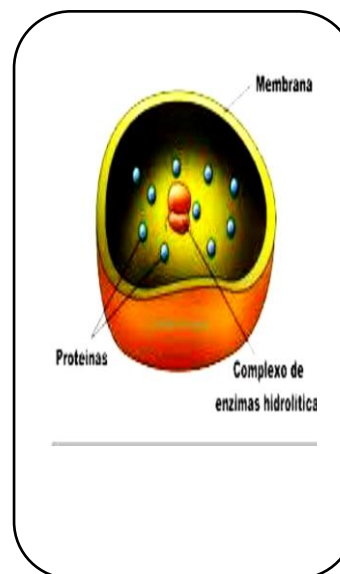
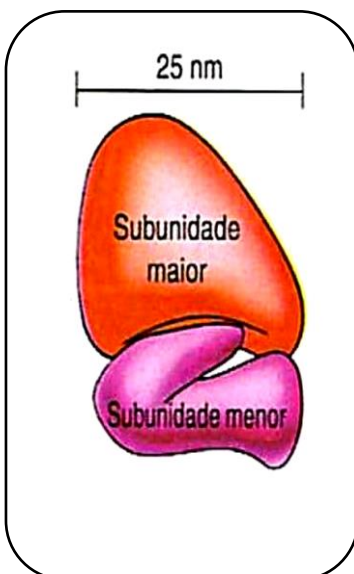
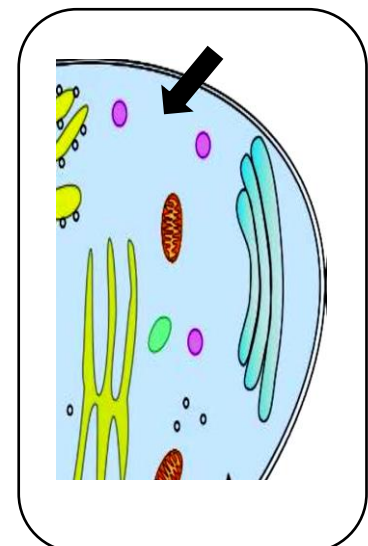
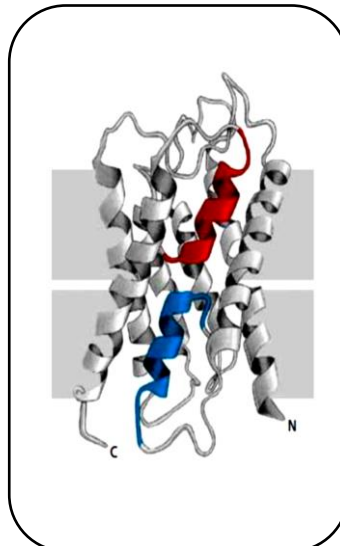
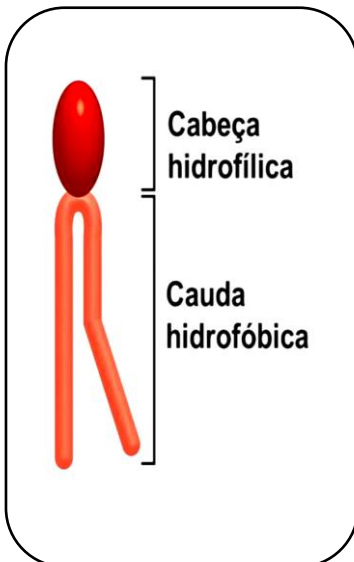
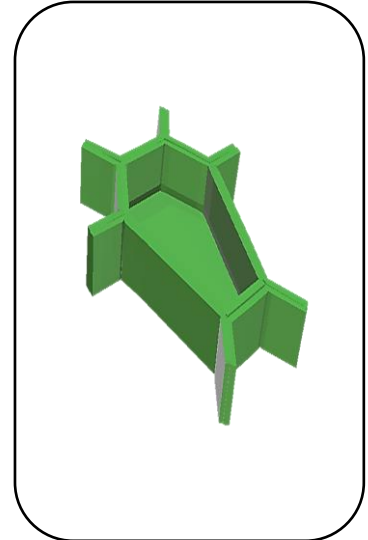
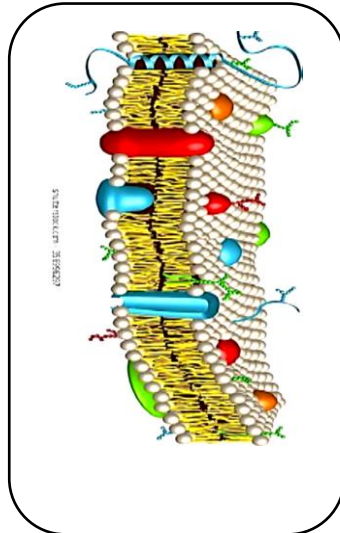
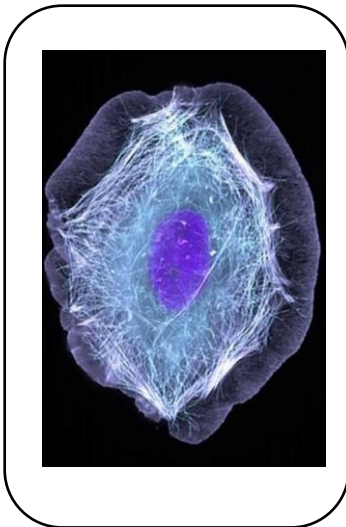
O jogo foi desenvolvido no *Microsoft Word* (2013) e impresso em folhas de papel cartão tamanho A4. Em seguida, as cartas foram recortadas e plastificadas utilizando-se plástico adesivo para maior durabilidade. As imagens das células e suas estruturas, foram obtidas e adaptadas do Google Imagens e de livros didático (vide referências). As cartas de descrição/função contêm tópicos retirados a partir de livros didáticos de Ensino Médio e de ensino superior, como: Bio vol. 1 dos autores Sonia Lopes e Sérgio Rosso (2016); Biologia vol. 1 de Viviam L. Mendonça (2016) e Biologia Molecular da Célula de Alberts, et al. (2017).

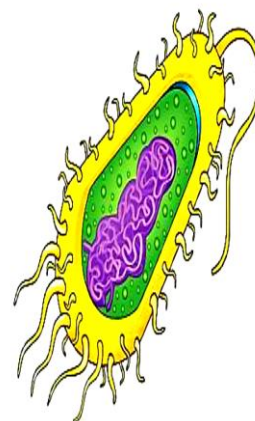
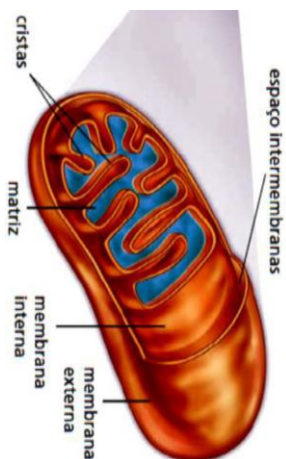
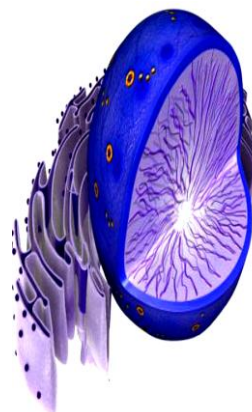
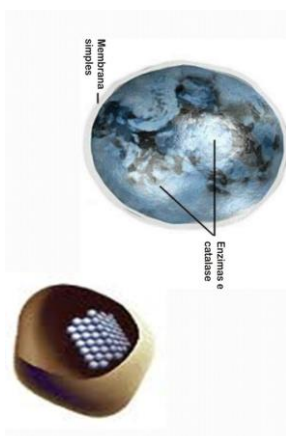
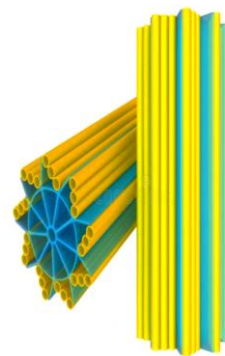
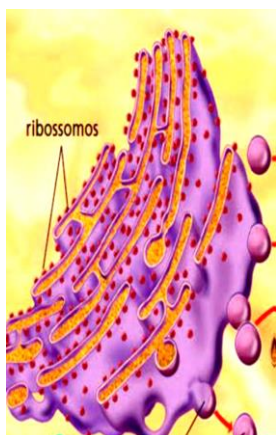
7.1.7. Regras do jogo (como jogar)

- Primeiramente, as cartas devem ser separadas em dois montes: primeiro monte as cartas-figuras e as demais formarão o segundo monte;
- O jogo poderá seguir o sentido horário ou anti-horário a partir do jogador que deu início à partida.
- Cada jogador, individualmente ou em dupla, seleciona aleatoriamente duas cartas-figuras colocando-as desviradas sobre a mesa;
- Em seguida, cada um dos jogadores deverá lançar o dado e, aquele que obtiver a maior pontuação iniciará a partida apanhando a primeira carta do segundo monte. Caso a carta identifique ou descreva alguma das figuras em seu poder a mesma ficará anexada, se não, deverá ser depositada no centro da mesa e disponibilizada para o jogador seguinte apenas. Este, poderá anexá-la a uma de suas cartas-imagens ou desprezará-la. Caso despreze, poderá apanhar outra carta do segundo monte podendo anexá-la ou disponibilizá-la para o terceiro jogador e assim sucessivamente. A retirada de cartas do segundo monte só poderá ser feita caso o jogador não aceite a carta desprezada pelo jogador anterior. Caso o jogador anexe uma carta a uma de suas figuras o próximo continuará o jogo apanhando uma carta do segundo monte.
- Cada jogador ou dupla tem como objetivo formar o maior número possível de combinações de três cartas, as trincas, associando corretamente as cartas-figuras às cartas-nomes e as cartas de descrição e função.
- Ao formar uma trinca, o jogador poderá retirar outra carta-imagem do primeiro monte. As trincas corretamente formadas valerão 10 pontos; em caso de trincas incorretamente formadas a equipe ou jogador perderá 10 pontos. Nenhum jogador poderá “segurar” uma carta com a intenção de prejudicar o próximo, caso seja constatado, o mesmo perderá 10 pontos e ficará uma rodada sem jogar.
- Ao findar as cartas do segundo monte e ainda havendo carta-imagem no primeiro monte, as cartas desprezadas no centro da mesa poderão ser misturadas para recompor o segundo monte, permitindo a continuidade da partida.

-
- O jogo termina quando não houver mais cartas suficientes para continuar. Vence a partida o jogador ou equipe que, ao final, contar com maior número de trincas formadas.

7.1.8 Cartas-figuras





7.1.9 Cartas-nomes

CITOESQUELETO

**MEMBRANA
PLASMÁTICA**

**PAREDE
CELULAR
VEGETAL**

FOSFOLIPÍDIO

**PROTEÍNA
INTEGRAL**

**CITOPLASMA
CELULAR**

**RETÍCULO
GRANULOSO
(RUGOSO)**

**RETÍCULO
NÃO
GRANULOSO
(LISO)**

CENTRÍOLOS

MITOCÔNDRIA

CLOROPLASTO

**NÚCLEO
CELULAR**

**CÉLULA
EUCARIÓTICA**

**CÉLULA
PROCARIÓTICA**

PEROXISSOMO

RIBOSSOMO

LISOSSOMO

**COMPLEXO
GOLGIENSE**

7.1.10 Cartas de descrição e função

Conjunto de microtúbulos e filamentos de proteínas que dão forma sustentação e movimento a célula

Presente em células vegetais; é composta por celulose; garante a resistência mecânica as células

Região interna das células preenchida pelo citosol; nas células eucariotas possui várias organelas

É um lipídio anfipático que possui uma extremidade polar e outra apolar; é um dos componentes da membrana.

Proteína que atravessa o plano da membrana formando poros que permitem a passagem de substâncias.

Bicamada de fosfolipídios com proteínas; realiza trocas de substâncias entre a célula e o ambiente.

É responsável pela síntese de proteínas; possui duas subunidades; Podem estar livres ou ligados ao RE.

Fazem a digestão dentro da célula; Contém enzimas hidrolíticas.

Pilha de sacos membranosos achatados. Armazenam e fazem secreção de substâncias através de vesículas.

**Canais
membranosos;
Possuem
muitos
ribossomos;
Local de
síntese e
transporte de
proteínas.**

**Realiza a
fotossíntese;
Possui DNA e
ribossomos;
É rico em
clorofila.**

**Armazena o
DNA na forma
de cromatina;
É envolvido
por dupla
membrana;
Existe apenas
em células
eucariotas.**

**Duas
estruturas
cilíndricas
formadas por
microtúbulos;
Se modificam
formando
cílios e
flagelos.**

**Realiza a
respiração
celular;
Contém DNA e
ribossomos
próprios;
Possui dupla
membrana.**

**Pequenas
vesículas
contendo
enzimas
oxidativas;
Faz a
degradação do
H₂O₂**

**Tipo celular
mais complexo;
Possui
membrana,
citoplasma e
núcleo;
Ocorre em
animais e
plantas.**

**Célula mais
simples;
Não apresenta
núcleo;
Ocorre em
Bactérias e
Arqueas.**

**Canais
membranosos;
Não possuem
ribossomos;
Local de
síntese de
lipídios e
desintoxicação**

7.1.11 Referências utilizadas na confecção do jogo.

ALBERTS, B; JOHNSON, X; LEWIS J; RAFF, M; MORGAN, D; ROBERTS, K; WALTER, P. **Biologia molecular da célula**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 1427 p. il. *E-book*.

ALENCAR, T. **You tube**: Ribossomo. [2014]. Figura do ribossomo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=PhY-5GVkLpY>. Acesso em: 12 maio 2018.

ALVES, G. **Dicas e Curiosidades**: O que é o citosol? Como é diferente do citoplasma? [2018]. Figura do citoplasma. Disponível em: <https://www.dicasecuriosidades.net/2017/12/o-que-e-o-citosol-como-e-diferente-do-citoplasma.html>. Acesso em: 12 maio 2018.

BIOLOGIA net: **Modelo do mosaico fluído**. [2018]. Imagem da membrana plasmática. Disponível em: <https://www.biologianet.com/biologia-celular/modelo-mosaico-fluido.htm>. Acesso em: 12 maio 2018.

BIOLOGIA net: **Núcleo celular**. [2018]. Imagem do núcleo celular. Disponível em: <https://www.biologianet.com/biologia-celular/nucleo-celular.htm>: 12 maio 2019.

DREAMSTIME: **Estructura del centríolo**. [2018]. Imagem do retículo endoplasmático não granuloso. Disponível em: <https://es.dreamstime.com/stock-de-ilustraci%C3%B3n-estructura-del-centr%C3%ADolo-image55592990>. Acesso em: 12 maio 2018.

GASPARIN, B. R; KREPS, E. A; WARNAVA, F; ZIGLER, J. I. **Biologando**: Citoesqueleto. [2015]. Imagem do citoesqueleto. Disponível em: <https://biologando1.webnode.com/news/citoesqueleto/>. Acesso em: 12 maio 2018.

LOPES, S; ROSSO, S. **Bio**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016, 288 p.

MENDONÇA, V. L. **Biologia**. São Paulo: AJS, 2016, 288 p. il. color.

P3D.IN: **Parede celular vegetal**. [2018]. Imagem da parede da célula vegetal. Disponível em: <https://p3d.in/rzwRf>. Acesso em: 12 maio 2018.

PASSOS, R; LOPES, T. **Saiba +**: Doenças do Retículo Endoplasmático Não - Granuloso. [2009]. Imagem do retículo endoplasmático não granuloso. Disponível em: <http://primeirobgastaavidigal.blogspot.com/2009/09/doencas-do-reticulo-endoplasmatico-nao.html>. Acesso em: 12 maio 2018.

PINTEREST: **Lisossomo**. [2018]. Imagem de um lisossomo. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/595249275729104589/>. Acesso em: 12 maio 2018.

RAMALHO, K. **SlidePlayer**: Peroxissomos, microtúbulos, microfilamentos e centríolos. [2018]. Imagem do peroxissomo. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/379226/>. Acesso em: 12 maio 201.

SANTOS, V. S. dos. **Alunos Online**: Complexo golgiense e a secreção celular. [2018]. Imagem do complexo golgiense. Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/biologia/complexo-golgiense-secrecao-celular.html>. Acesso em: 12 maio 2018.

SANTOS, V. S. dos. **Escola Kids**: Célula eucarionte. [2018]. Imagem da célula eucarionte. Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/celula-eucarionte.htm>. Acesso em: 12 maio 2018.

SANTOS, V. S. dos. **Escola Kids**: Célula procarionte. [2018]. Imagem da célula procarionte. Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/celulas-procarioticas-e-eucarioticas.htm>. Acesso em: 12 maio 2018.

SANTOS, V. S. dos. **Mundo Educação**: Plastídios. [2018]. Imagem do cloroplasto. Disponível em: <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/plastidios.htm>. Acesso em: 12 maio 2018.

SLIDE 1: **Membranas celulares**. [2018]. Imagem do fosfolipídio. Disponível em: <http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Morfologia/Laboratorios/LaboratoriodeGenomicaIntegrativa/4aMembranaEstrutura.pdf>. Acesso em: 12 maio 2018.

7.2. Confecção dos modelos didáticos

Para confecção dos modelos didáticos, foram utilizados os seguintes materiais:

- Massa para biscuit – aproximadamente 1 Kg;
- Tinta para tecidos – sete frascos de 37 ml, nas cores: azul marinho, marfim, verde kiwi, vermelho flamingo, salmão, salmão bebê e amarelo canário;
- Tinta guache – uma caixa com seis frascos nas cores: branco, verde, amarelo, azul, preto e vermelho.
- Papelão – 1 m aproximadamente;
- Isopor.
- Cola para isopor;
- Tesoura e estilete.

Os organoides celulares foram confeccionados utilizando-se porções de massa para biscuit misturadas manualmente com tinta para tecido ou tinta guache, até adquirir coloração uniforme. Em seguida, as peças foram moldadas e postas para secagem. No Quadro 7.1, constam as imagens das partes das células, os materiais e alguns dos procedimentos realizados durante a confecção dos modelos.

Quadro 7.1 Imagens das peças e descrição dos materiais utilizados na confecção dos modelos didáticos das células procariótica e eucarióticas animal e vegetal.

Estruturas celulares	Materiais
 Mitocôndrias	Massa para <i>biscuit</i> colorida com tinta vermelha, simbolizando a membrana externa, e fio branco colado, representando a membrana interna.
 Cloroplastos	Massa para <i>biscuit</i> tingida com tinta verde escuro, configurando a membrana externa; fios verdes claros enrolados e colados no interior, representando os <i>gran</i> as.
 Núcleo	Massa para <i>biscuit</i> tingida com tinta amarela reproduzindo a membrana nuclear; bordas pintadas com tinta azul e espaçamentos equivalentes aos poros; nucléolo e novelo de cromatina em vermelho.

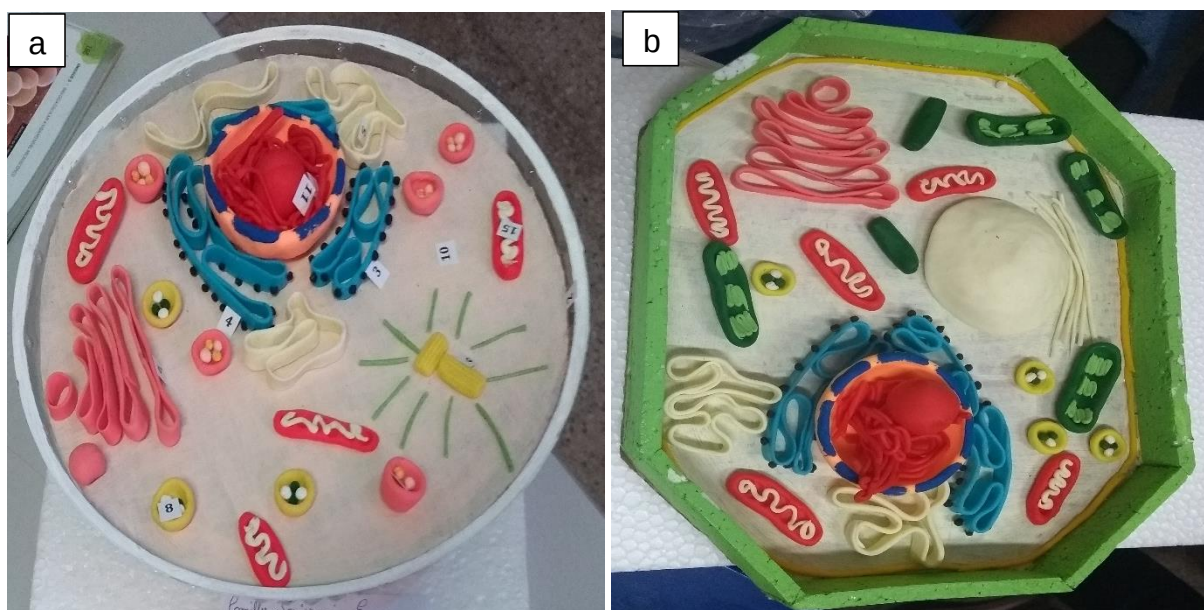
Estruturas celulares	Materiais
 Retículo endoplasmático granuloso (REG)	Massa para <i>biscuit</i> pintada com tinta azul simbolizando a membrana do REG; pequenas bolinhas em preto aderidas, retratando os ribossomos.
 Retículo endoplasmático não granuloso (RENG)	Massa par <i>biscuit</i> colorida com tinta da cor marfim, simulando as dobras da membrana do retículo endoplasmático não granuloso.
 Complexo golgiense	Massa para <i>biscuit</i> tingida com tinta vermelho flamingo, representando as dobras da membrana que formam as várias bolsas e vesículas que compõem o complexo golgiense.
 Vacúolo central	Massa para <i>biscuit</i> sem coloração, corresponde a membrana do vacúolo central da célula vegetal.
 Lisossomos	Massa para <i>biscuit</i> tingida com tinta vermelho flamingo, simulando a membrana lisossômica; pequenas bolinhas brancas e amarelas indicando as enzimas existentes na organela.
 Peroxissomos	Massa para <i>biscuit</i> pintada com tinta amarela simbolizando a membrana; pequenas bolinhas brancas e verdes no interior, indicando as enzimas do peroxissomo.
 Centrossomo	Massa para <i>biscuit</i> enrugada e tingida com tinta amarela, constituindo os centríolos; microtúbulos do citoesqueleto em verde.
 DNA procarioto	Massa para <i>biscuit</i> tingida com tinta vermelha moldada em fio dobrado sobre si mesmo, representando o cromossomo da célula procariótica.

Estruturas celulares	Materiais
 Plasmídeos bacterianos	Massa para <i>biscuit</i> tingida com tinta vermelha e moldada em pequenos anéis indicando os plasmídeos bacterianos.
 Polirribossomo	Massa para <i>biscuit</i> em vermelho, representando o RNAm (mensageiro); pequenos novelos em verde caracterizando as cadeias polipeptídicas em construção; bolinhas na cor preta simulando os ribossomos aderidos ao RNAm.
 Parede da célula vegetal, membrana e citoplasma	Pedacos de isopor pintados com tinta verde e colados sobre papelão, configurando a parede celular; massa para <i>biscuit</i> em amarelo simulando a membrana plasmática; papelão pintado com tinta da cor marfim como fundo citoplasmático.
 Membrana plasmática e citoplasma	Embalagem pet representando a membrana plasmática da célula animal; papelão pintado com tinta da cor marfim, retratando o citoplasma celular.

Fonte: Produzido pelos autores (2019).

Para montagem dos modelos das células eucarióticas, as estruturas internas foram posicionadas no espaço citoplasmático pela ordem: (1) núcleo com seus componentes; (2) retículo endoplasmático granuloso e não granuloso; (3) vacúolo central (célula vegetal) e complexo golgiense; (4) cloroplastos (célula vegetal) e mitocôndrias; (5) demais organoides nos espaços restantes, conforme a Figura 7.1.

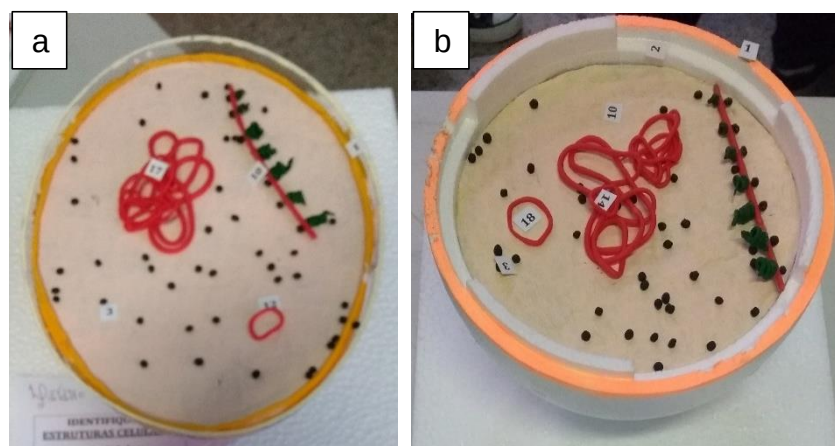
Figura 7.1 – Modelos de células construídos por alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) célula eucariótica animal; b) célula eucariótica vegetal.



Fonte: Foto obtida pelos autores (2019)

O procedimento para a montagem do modelo da célula procariótica (Figura 7.2), consistiu em posicionar primeiramente o cromossomo procarioto, seguido do polirribossomo, dos plasmídeos e, por último, os ribossomos distribuídos por todo o espaço citoplasmático.

Figura 7.2 – Modelos da célula procariótica construídos por alunos do Ensino Médio da escola pública C.E.I.N. Hermano José Leopoldino Filho, na cidade de Coroatá-MA: a) envoltórios celulares representados por uma embalagem *pet*; b) envoltórios representados por uma bola de isopor.



Fonte: Fotos obtidas pelos autores (2019).

Em ambos os modelos, as peças foram apenas posicionadas no fundo citoplasmático, permitindo a desmontagem e a remontagem posteriormente.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO - TCLE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – CCN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA - PROFBIO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO -TCLE

Prezados pais ou responsáveis.

O seu filho(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa: **A AUTILIZAÇÃO DE JOGOS E MODELOS DIDÁTICOS (JMDs) NO ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM A AULA EXPOSITIVA DIALOGADA ASSOCIADA AO USO DE MODELOS VIRTUAIS** coordenada pelo professor Fábio José Vieira e realizada pelo professor Antonio Sérgio de Sousa estudante do curso de mestrado da Universidade Estadual do Piauí. O senhor(a) poderá autorizar ou não a participação do seu filho(a) na nossa pesquisa. Por favor, leia esse termo com cuidado e qualquer dúvida pode ligar para um dos nossos telefones: (86) 99957-9821 (Prof. Fábio); (86) 99907-0574, (86) 99479-3693 (Prof. Antonio Sérgio) ou conversar pessoalmente na escola do seu filho(a).

A pesquisa será realizada na escola do seu filho(a), o Centro de Ensino Hermano José Leopoldino em Coroatá – MA e tem o objetivo de descobrir se o uso de jogos modelos podem ajudar a melhorar o ensino e a aprendizagem dos assuntos de Biologia. A pesquisa é necessária pois procura desenvolver novas formas de ensinar e de aprender. Caso autorize, o seu filho(a) irá responder a dois questionários e fará alguns trabalhos em grupo com os colegas. Os trabalhos são: desenhos de células, assistir aulas sobre células, observar modelos de células através do computador, participar de um jogo de cartas sobre a célula e suas partes e também fazer a montagem de modelos de células usando materiais como papelão, tinta guache, massa de modelar e isopor. Caso seu filho(a) participe desta pesquisa, o seu filho(a) terá como benefícios a oportunidade de aprender mais sobre as células, a

unidade que forma os seres vivos, e de estudar Biologia de forma ativa e divertida com uso de jogos e construção de modelos.

A pesquisa será realizada na sala de aula em que seu filho(a) estuda. Durante o desenvolvimento dos trabalhos os riscos físicos são mínimos, como por exemplo: o seu filho(a) poderá sentir algum desconforto como uma dor de cabeça, ficar enjoado(a), se sentir constrangido ou envergonhado(a). Caso se sintam mal, o seu filho(a) será conduzido imediatamente ao médico mais próximo se necessário e poderá se retirar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo. Se o seu filho(a) tiver algum gasto por causa da participação na pesquisa, receberá todo dinheiro de volta. Se o seu filho(a) sofrer algum dano físico, psicológico ou moral, ele será completamente indenizado. Os trabalhos serão registrados em imagens e vídeos, mas todas as informações do seu filho(a), como o nome e a imagem dele(a) ficarão em segredo e não serão revelados. Os dados serão guardados e a divulgação dos resultados da pesquisa não irá identificar o seu filho(a) nem qualquer pessoa participante dela como voluntário.

O senhor(a) ficará com uma via deste termo e poderá, assim como seu filho(a), ter acesso aos resultados desta pesquisa. Qualquer dúvida que tiver a respeito, poderá perguntar diretamente a mim ou para o coordenador da pesquisa, professor Fábio José Vieira, no telefone: (86) 9.9957-9821 ou no e-mail: fjvieira@pcs.uespi.br. Poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética da Universidade Estadual do Piauí, através do e-mail: **comitedeeticauespi@hotmail.com**, ou pelos telefones (86) 3221-4749 e 3221-6658 no horário de 9 às 17 horas.

Coroatá – MA, ____ de _____ de _____

Assinatura do pesquisador

Assinatura do responsável legal

APÊNDICE B

TERMO DE ASSENTIMENTO – TALE

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA – CCN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Prezado(a) estudante.

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa: **A UTILIZAÇÃO DE JOGOS E MODELOS DIDÁTICOS (JMDs) NO ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM A AULA EXPOSITIVA DIALOGADA ASSOCIADA AO USO DE MODELOS VIRTUAIS** coordenada pelo professor Fábio José Vieira e realizada pelo professor Antonio Sérgio de Sousa, estudante do curso de mestrado da Universidade Estadual do Piauí. Você poderá participar ou não da nossa pesquisa. Por favor, leia este termo com atenção e qualquer dúvida entre em contato comigo através dos telefones: (86) 99957-9821 (Prof. Fábio) (86) 99907-0574, (86) 99479-3693 (Prof. Antonio Sérgio) ou conversar pessoalmente na sala de aula.

A pesquisa será realizada nas salas de aula da sua escola, C.E. Hermano José Leopoldino Filho e tem como objetivo, descobrir se o uso de jogos e modelos podem ajudar a melhorar o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Biologia. A pesquisa é necessária, pois procura desenvolver novas formas de ensinar e de aprender. Você só participará da pesquisa se quiser e poderá desistir em qualquer momento sem nenhum prejuízo. Caso você aceite participar, irá realizar algumas atividades como responder a dois questionários e realizar os seguintes trabalhos em grupo com seus colegas: fazer desenhos de células, assistir aulas sobre células, observar modelos virtuais de células através de um computador, participar de um jogo de cartas sobre células e suas estruturas, montar modelos dos tipos de células utilizando materiais como: papelão, isopor, tinta guache e massa de modelar.

Como benefícios, você terá a oportunidade de aprender mais sobre as células, a unidade que forma os seres vivos, e de estudar Biologia de forma ativa com uso de jogos e construção de modelos. Durante a realização dos trabalhos, você poderá sentir algum desconforto, como uma dor de cabeça, cansaço ou se sentir enjoado(a) por exemplo. Caso aconteça, você será conduzido(a) ao médico mais próximo imediatamente se necessário e poderá se retirar da pesquisa sem nenhum prejuízo. Se você tiver algum gasto por causa da participação nesta pesquisa, você receberá todo seu dinheiro de volta. Caso você sofra algum dano físico, psicológico ou moral durante a sua participação na pesquisa, será totalmente indenizado(a). Os trabalhos serão registrados em imagens e vídeos, mas todas as suas informações, como o seu nome, a sua imagem, ficarão em segredo e não serão revelados. Os dados serão guardados em local seguro e a divulgação dos resultados da pesquisa não irá identificar você e nem qualquer pessoa participante dela como voluntário.

Você ficará com uma via deste termo e poderá ter acesso aos resultados desta pesquisa. Qualquer dúvida que tiver a respeito, poderá perguntar diretamente a mim ou para o coordenador da pesquisa, professor Fábio José Vieira, no telefone: (86) 9.9957-9821 ou no e-mail fjvieira@pcs.uespi.br. Poderá ainda entrar em contato com o Comitê de Ética da Universidade Estadual do Piauí, através do e-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com, ou pelos telefones (86) 3221-4749 e 3221-6658 no horário de 9 às 17 horas.

Coroatá - MA, ____ de _____ de _____.

Assinatura do pesquisador

Assinatura do participante menor

APÊNDICE C

QUESTIONÁRIO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA - CCN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DEBIOLOGIA – PROFBIO

QUESTIONÁRIO

1. RESPONDENTE.

NOME:

(Sua identificação será totalmente preservada)

IDADE:

2. JUSTIFICATIVA

A sua resposta a este questionário irá contribuir enormemente com uma pesquisa sobre a influência dos jogos e modelos didáticos no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Biologia.

3. INSTRUÇÕES.

Nas perguntas abertas, escreva de forma bem legível.

Nas perguntas fechadas, faça uma marcação com um **X** em apenas uma alternativa;

4. PERGUNTAS.

P1. O que é célula?

P2. Quais os tipos de células existentes?

P3. Quais as principais diferenças existentes entre os tipos de células?

P4. Quais as principais diferenças existentes entre uma célula animal e uma célula vegetal?

P5. Como surgem as células?

P6. Que estrutura é responsável por realizar as trocas de substâncias entre a célula e o meio ambiente?

- | | |
|------------------|-------------------------------|
| A.() núcleo | B.() membrana plasmática |
| C.() citoplasma | D.() retículo endoplasmático |

P7. Na células musculares de um atleta, especializadas na produção de energia através da respiração celular para realização de movimentos, vamos encontrar uma grande quantidade de:

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| A.() cloroplastos | B.() lisossomo |
| C.() complexo golgiense | D.() mitocôndria |

P8. Nas células animais e vegetais, o DNA fica armazenado em qual estrutura?

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| A.() membrana plasmática | B.() lisossomo |
|---------------------------|-----------------|

C.() núcleo

D.() complexo golgiense

P9. A fotossíntese acontece em qual organela?

A.() cloroplasto

B.() mitocôndria

C.() parede celular

D.() ribossomo

P10. Qual a estrutura celular responsável pela síntese de proteínas?

A.() núcleo

B.() ribossomo

C.() lisossomo

D.() peroxissomo

P11. Qual a organela da célula é responsável pela digestão intracelular?

A.() mitocôndria

B.() complexo golgiense

C.() lisossomo

D.() peroxissomo

P12. Qual a organela celular que é responsável pelas funções de armazenamento, modificação e secreção de substâncias na célula?

A.() mitocôndria

B.() complexo golgiense

C.() lisossomos

D.() ribossomos

APÊNDICE D

QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO DO ALUNO

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ – UESPI
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA - CCN
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO E SATISFAÇÃO DO ALUNO, COM RELAÇÃO AO USO DE JOGOS E MODELOS DIDÁTICOS.

Prezado estudante, para responder cada pergunta, marque um x em apenas uma das alternativas: Excelente, bom, mais ou menos ou ruim

DATA	Nome do(a) estudante (sua identidade será preservada)

Perguntas	Excelente	Bom	Mais ou menos	Ruim
P1. Sobre o uso de jogos e modelos no ensino.				
P2. Como você classifica seu nível de aprendizagem com o uso de jogos e modelos didático?				
P3. Como você classifica seu nível de aprendizagem sem o uso de jogos e modelos didáticos?				
P4. Com relação ao uso de jogos didáticos como metodologia no ensino de Biologia.				
P5. Com relação ao uso de modelos didáticos como metodologia no ensino de Biologia.				
P6. Os jogos e modelos didáticos como facilitadores da aprendizagem.				
P7. Os jogos e modelos foram adequados ao conteúdo?				
P8. Com relação ao manuseio dos modelos e jogos didáticos.				
P9. Com relação as explicações, orientações e postura do professor durante as aulas.				
P10. Como você avalia o seu nível de interesse e de participação nas aulas?				

ANEXO A

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
PIAUÍ - UESPI



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: UTILIZAÇÃO DE JOGOS E MODELOS DIDÁTICOS (JMDs) NO ENSINO DE BIOLOGIA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM A AULA EXPOSITIVA DIALOGADA ASSOCIADA AO USO DE MODELOS VIRTUAIS

Pesquisador: Fábio José Vieira

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 93038318.4.0000.5209

Instituição Proponente: Universidade Estadual do Piauí - UESPI

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.046.442

Apresentação do Projeto:

A pesquisa será de natureza descritiva, desenvolvida através de uma análise quantitativa dos resultados e rendimentos apresentados pelos alunos, em resposta a questionários sobre os conteúdos ministrados. O trabalho será desenvolvido na escola pública Centro de Ensino Hermano José Leopoldino Filho, com turmas da 1ª série do Ensino Médio. As referidas turmas contarão com um universo de aproximadamente 120 alunos divididos em três salas de aula com 40 estudantes cada uma. Para efetivação dessa metodologia, serão trabalhados conteúdos de Citologia em três cenários concomitantemente. Em cada situação, será aplicado um questionário misto com pelo menos 13 perguntas abertas e fechadas a respeito do conteúdo explorado, com a finalidade de medir o nível de aprendizagem dos estudantes. No primeiro cenário, serão trabalhados conteúdos utilizando-se apenas a metodologia tradicional de ensino, baseada na exposição oral, discussão, demonstração e aplicação de exercícios de fixação. No segundo cenário, serão aplicados jogos e modelos didáticos - adaptados ou criados pelos alunos sob a orientação do professor - que mais se adequem aos conteúdos. Durante a produção ou adaptação dos jogos e modelos, bem como na aplicação dos mesmos, os alunos serão divididos em grupos com a finalidade de melhorar a interação e o espírito de cooperação entre os mesmos. No terceiro cenário, os conteúdos serão abordados de forma mista, isto é, com uso da metodologia tradicional juntamente com a aplicação dos jogos e modelos pedagógicos. Em seguida, será feita uma análise comparativa dos

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
PIAUI - UESPI



Continuação do Parecer: 3.046.442

rendimentos dos alunos com o intuito de verificar qual o real impacto do uso dos jogos e modelos no ensino aprendizagem dos conteúdos em questão.

Objetivo da Pesquisa:

Demonstrar como a utilização de jogos e modelos didáticos contribuem com o ensino e a aprendizagem dos conteúdos de Biologia na escola C.E. Hermano José Leopoldino Filho, tendo como benefício tornar o processo de ensino aprendizagem mais significativo e os alunos mais ativos e participativos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Durante o desenvolvimento dos trabalhos os riscos físicos são mínimos, como por exemplo: o seu filho(a) poderá sentir algum desconforto como uma dor de cabeça, ficar enjoado(a), se sentir constrangido ou envergonhado(a). Caso se sintam mal, o seu filho(a) será conduzido imediatamente ao médico mais próximo se necessário e poderá se retirar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo. Se o seu filho(a) tiver algum gasto por causa da participação na pesquisa, receberá todo dinheiro de volta. Se o seu filho(a) sofrer algum dano físico, psicológico ou moral, ele será completamente indenizado.

Benefícios:

Como benefício da pesquisa terá a oportunidade de aprender mais sobre as células, a unidade que forma os seres vivos, e de estudar Biologia de forma ativa e divertida com uso de jogos e construção de modelos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa viável e de grande alcance social.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

As pendências do parecer anterior foram apresentadas:

- Retirar o endosso ao final no TCLE;
- Substituir o termo cópia por via nos TCLE e TALE.

Recomendações:

APROPRIAR-SE da Resolução CNS/MS Nº466/12 (que revogou a Res. Nº196/96) e seus complementares que regulamenta as Diretrizes Éticas para Pesquisas que Envolvam Seres Humanos.

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAÚÍ - UESPI



Continuação do Parecer: 3.046.442

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com a análise, conforme a Resolução CNS/MS Nº466/12 e seus complementares, o presente projeto de pesquisa apresenta o parecer APROVADO por apresentar todas as solicitações indicadas na versão anterior.

Considerações Finais a critério do CEP:

APRESENTAR/ENVIAR O RELATÓRIO FINAL APÓS O TÉRMINO DA PESQUISA.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1159087.pdf	13/11/2018 09:31:31		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOMODIFICADO2.pdf	13/11/2018 09:30:48	Fábio José Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALEAssentimentomodificado2.pdf	13/11/2018 09:30:14	Fábio José Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEModificado2.pdf	13/11/2018 09:28:53	Fábio José Vieira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOMODIFICADO.docx	18/10/2018 05:52:39	Fábio José Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEModificado.docx	18/10/2018 05:51:00	Fábio José Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Assentimentomodificado.doc	18/10/2018 05:49:24	Fábio José Vieira	Aceito
Outros	avaliacao_aluno.pdf	04/07/2018 06:47:56	Fábio José Vieira	Aceito
Outros	avaliacao_do_jogo.pdf	04/07/2018 06:46:37	Fábio José Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Formulario.pdf	04/07/2018 06:45:21	Fábio José Vieira	Aceito

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ - UESPI



Continuação do Parecer: 3.046.442

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	assentimento.pdf	04/07/2018 06:38:41	Fábio José Vieira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	04/07/2018 06:38:24	Fábio José Vieira	Aceito
Declaração de Pesquisadores	compromisso.pdf	04/07/2018 06:37:50	Fábio José Vieira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	04/07/2018 06:36:49	Fábio José Vieira	Aceito
Folha de Rosto	Folha.pdf	04/07/2018 06:32:30	Fábio José Vieira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	15/06/2018 10:25:18	Fábio José Vieira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

TERESINA, 29 de Novembro de 2018

Assinado por:

LUCIANA SARAIVA E SILVA
(Coordenador(a))

Prof.ª Ma. Iara Sayuri Shimizu
Vice Coordenadora do CEP/UESPI
Matrícula: 2698705

Endereço: Rua Olavo Bilac, 2335

Bairro: Centro/Sul

CEP: 64.001-280

UF: PI

Município: TERESINA

Telefone: (86)3221-6658

Fax: (86)3221-4749

E-mail: comitedeeticauespi@hotmail.com

