



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - LICENCIATURA**

**FRANCISCO LEONARDO ARAÚJO JESUINO**

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE LIVRO-JOGO DIGITAL NA PERSPECTIVA  
TECNODOCENTE PARA O ENSINO DE CÉLULAS NO ENSINO MÉDIO**

**FORTALEZA**

**2024**

FRANCISCO LEONARDO ARAÚJO JESUINO

ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE LIVRO-JOGO DIGITAL NA PERSPECTIVA  
TECNODOCENTE PARA O ENSINO DE CÉLULAS NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de licenciado em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Luciana de Lima.

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- J55a Jesuino, Francisco Leonardo Araújo.  
Análise da produção de livro-jogo digital na perspectiva tecnodocente para o ensino de células no Ensino Médio / Francisco Leonardo Araújo Jesuino. – 2024.  
107 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2024.  
Orientação: Profa. Dra. Luciana de Lima.
1. Tecnocência. 2. Construcionismo. 3. Biologia Celular. 4. Material Autoral Digital Educacional. 5. Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação. I. Título.

CDD 570

---

FRANCISCO LEONARDO ARAÚJO JESUINO

ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE LIVRO-JOGO DIGITAL NA PERSPECTIVA  
TECNODOCENTE PARA O ENSINO DE CÉLULAS NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Ciências Biológicas -  
Licenciatura do Centro de Ciências da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
parcial à obtenção do grau de licenciado em  
Ciências Biológicas.

Aprovado em: 25/06/2024.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Luciana de Lima (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Robson Carlos Loureiro  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Raquel Crosara Maia Leite  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha família, Eva, Evandro, Vitória,  
Emerson e Eva Heloyse.

## **AGRADECIMENTOS**

A Instituição Universidade Federal do Ceará (UFC), pela oportunidade de vivenciar experiências enriquecedoras para minha formação e pelo apoio financeiro advindo das diferentes bolsas que a graduação permitiu, sem elas seria muito difícil minha manutenção na Universidade e em Fortaleza - CE.

A minha mãe, por sua grandiosidade e insistente necessidade de querer me ver crescer enquanto ser humano, pelas inúmeras vezes que refleti e pude me sentir acolhido em seu doce e seguro abraço mesmo que tão distante, lembro que ansiava pelos dias na qual pudesse vê-la novamente junto à minha família e reafirmar meus propósitos de vida.

A minha família como um todo, mãe, pai, irmã, irmão e sobrinha, como o núcleo maior dos meus sentimentos mais puros e verdadeiros, sendo eles a minha motivação diária, mesmo sem enaltecer tal fato diariamente, sabem que os amo imensamente.

A Profa. Dra. Luciana de Lima, por ser luz na minha vida como professora, orientadora e, sobretudo, amiga em momentos tão relevantes na minha caminhada pessoal e acadêmica até aqui e futuramente, se Deus permitir. Agradeço sua orientação e seus mais que valiosos ensinamentos junto à oportunidade de ser seu orientando, me sinto honrado.

Aos professores participantes da banca examinadora Raquel Crosara Maia Leite e Robson Carlos Loureiro pelo tempo, pelas colaborações e sugestões tão importantes a serem colocadas diante desta pesquisa.

Aos colegas da graduação e da vida, Ana Maria Cláudia, Anthony Lívio, Charles Cordeiro, Fernanda de Lima, Fillipe Bitu, Mateus Chagas e Nandarsete Marques, que se tornaram amigos e puderam amenizar a saudade de casa, permitindo e compartilhando comigo mesas de RPG e momentos outros únicos, desde os difíceis de lidar até os mais eufóricos.

“[...] quero transformar, evoluir a docência para parâmetros da contemporaneidade ou manter ações que se formaram tradicionalmente em raízes politicamente comprometidas com um único modelo de sociedade?” (Lima; Loureiro, 2019, p. 161).

## RESUMO

O ensino expositivo, predominante nas escolas públicas do Brasil, oferece pouco protagonismo aos estudantes, especialmente em Biologia Celular, não satisfazendo a aprendizagem sobre células humanas. A Tecnodocência e a construção de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) são alternativas inovadoras que utilizam Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) e têm como uma de suas bases teóricas o Construcionismo, que atribui um papel ativo ao estudante e proporciona significado ao processo de aprendizagem. O objetivo desta pesquisa é analisar como a aplicação de uma Sequência Didática (SD) para o desenvolvimento de MADEs no formato de livro-jogo, produzido por estudantes do 2º ano do Ensino Médio fazendo uso do *software Twine*, auxilia na compreensão do conceito de célula e de sua variedade no corpo humano. A pesquisa, de caráter qualitativo exploratório, contou com a participação de 8 estudantes de uma Escola Estadual em Fortaleza, Ceará. As etapas de desenvolvimento incluíram planejamento, coleta e análise de dados, com três fases de coleta de dados utilizando os instrumentos: (1) Questionário Inicial (QI), (2) SD e (3) Questionário Final (QF). A SD foi subdividida em cinco Intervenções: (1) Experimentação de livro-jogo, narrativa e *Twine*; (2) Produção do roteiro do MADE; (3) Produção do livro-jogo - Parte 1; (4) Produção do livro-jogo - Parte 2; e (5) Avaliação entre duplas e explicação dos conteúdos. A análise de dados comparou as respostas dos estudantes nos QI e QF, focando em três categorias de Biologia Celular: definição de célula, nome da célula e função da célula, para quatro grupos: musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais. Os resultados mostraram que os estudantes tiveram incremento conceitual na definição de célula e melhoraram a associação de seus nomes e funções, especialmente nos grupos de células musculares e imunológicas. A SD ajudou na aprendizagem ao envolver os estudantes na criação de seus próprios MADEs em formato de livro-jogo. Alguns estudantes avançaram mais nos conhecimentos sobre células sanguíneas e sexuais, enquanto outros encontraram dificuldades com as células musculares e imunológicas. Os resultados serão apresentados ao grupo de pesquisa do pesquisador e globalmente em congressos e periódicos acadêmicos para obter *feedback* imediato, promover discussões práticas e contribuir para o avanço do conhecimento na área, podendo fundamentar um futuro projeto de mestrado.

**Palavras-chave:** Tecnodocência; Construcionismo; Biologia Celular; Material Autoral Digital Educacional; Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação.

## ABSTRACT

Expository teaching, predominant in public schools in Brazil, offers little protagonism to students, especially in Cell Biology, not satisfying learning about human cells. Technoteaching and the construction of Digital Authorial Educational Materials (MADEs) are innovative alternatives that use Digital Information and Communication Technologies (TDICs) and have Constructionism as one of their theoretical bases, which attributes an active role to the student and provides meaning to the process of learning. The objective of this research is to analyze how the application of a Didactic Sequence (SD) for the development of MADEs in the gamebook format, produced by 2nd year high school students using the Twine software, helps in understanding the concept of cell and its variety in the human body. The research, of an exploratory qualitative nature, involved the participation of 8 students from a State School in Fortaleza, Ceará. The development stages included planning, data collection and analysis, with three phases of data collection using the instruments: (1) Initial Questionnaire (IQ), (2) SD and (3) Final Questionnaire (QF). SD was subdivided into five Interventions: (1) Experimentation with gamebooks, narratives and Twine; (2) Production of the MADE script; (3) Production of the gamebook - Part 1; (4) Production of the gamebook - Part 2; and (5) Assessment between pairs and explanation of content. Data analysis compared students' responses in IQ and QF, focusing on three Cell Biology categories: cell definition, cell name and cell function, for four groups: muscular, immunological, blood and sexual. The results showed that the students had a conceptual increase in the definition of cells and improved the association of their names and functions, especially in the groups of muscle and immune cells. SD helped with learning by involving students in creating their own MADEs in a gamebook format. Some students advanced further in their knowledge of blood and sexual cells, while others encountered difficulties with muscle and immune cells. The results will be presented to the researcher's research group and globally at conferences and academic journals to obtain immediate feedback, promote practical discussions and contribute to the advancement of knowledge in the area, which may form the basis for a future master's project.

**Keywords:** Technoteaching; Constructionism; Cell biology; Educational Digital Authorial Material; Digital Information and Communication Technologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática de uma célula animal.....	26
Figura 2 – Micrografia eletrônica de varredura de eritrócitos humanos normais.....	27
Figura 3 – Tipos de leucócitos do sangue humano.....	28
Figura 4 – Ilustrações dos três tipos de tecido muscular com suas respectivas células.....	29
Figura 5 – Representação esquemática de um espermatozoide.....	29
Figura 6 – Ovócito evidenciado em lâmina histológica de ovário.....	30
Figura 7 – Passagem principal de um livro-jogo.....	32
Figura 8 – Passagens de uma história no <i>Twine</i> .....	33
Figura 9 – Desenho da coleta de dados.....	38
Figura 10 – Passagem principal do livro-jogo “Sangueee”.....	56
Figura 11 – Trecho do Roteiro do MADE da dupla D3.....	58
Figura 12 – Livro-jogo “ <i>Muscle day</i> ” desenvolvido pela dupla D1.....	59
Figura 13 – Livro-jogo “A viagem de Zoide” desenvolvido pela dupla D2.....	60
Figura 14 – Livro-jogo “Sistema sanguíneo” desenvolvido pela dupla D3.....	60
Figura 15 – Livro-jogo “Doenças mortais” desenvolvido pela dupla D4.....	60

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Acesso dos sujeitos a <i>celular/smartphone</i> , computador/ <i>notebook</i> ou <i>tablet</i> .	47
Gráfico 2 – Tempo de uso do equipamento digital pelos sujeitos da pesquisa.....	48
Gráfico 3 – Uso do equipamento digital ao navegar pela internet.....	49
Gráfico 4 – Uso de softwares para desenvolver atividade na escola.....	49
Gráfico 5 – Definição de célula no QI.....	51
Gráfico 6 – Respostas das questões 21 a 24 do QI para o nome das células.....	52
Gráfico 7 – Respostas das questões 21 a 24 do QI para a função das células.....	54
Gráfico 8 – Média das notas atribuídas para o aspecto “Clareza da narrativa”.....	62
Gráfico 9 – Média das notas atribuídas para o aspecto “Relação do livro-jogo com o conteúdo de célula”.....	63
Gráfico 10 – Definição de célula no QF.....	65
Gráfico 11 – Subestágios de Aprendizagem para a definição de célula.....	66
Gráfico 12 – Respostas das questões 2 a 5 do QF para o nome das células.....	68
Gráfico 13 – Subestágios de Aprendizagem para o nome das células.....	69
Gráfico 14 – Respostas das questões 2 a 5 do QF para a função das células.....	71
Gráfico 15 – Subestágios de Aprendizagem para a função das células.....	73

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Categorias e subcategorias de “Acerto” e “Erro”.....	42
Quadro 2 – Análise comparativa entre conceitos prévios e posteriores dos estudantes...	43
Quadro 3 – Desenho da coleta de dados.....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	Atendimento Educacional Especializado
BIA	Bolsa de Iniciação Acadêmica
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
HTML	<i>Hyper Text Markup Language</i>
IPES	Instituição Pública de Ensino Superior
MADE	Material Autoral Digital Educacional
MEC	Matriz Extracelular
NEM	Novo Ensino Médio
PPP	Projeto Político Pedagógico
QF	Questionário Final
QI	Questionário Inicial
SD	Sequência Didática
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TDIC	Tecnologia Digital da Informação e Comunicação
UFC	Universidade Federal do Ceará

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.1</b>	<b>Histórico do autor</b> .....	14
<b>1.2</b>	<b>Problemática</b> .....	15
<b>1.3</b>	<b>Justificativa</b> .....	17
<b>1.4</b>	<b>Resumo dos capítulos</b> .....	21
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	23
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral</b> .....	23
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos</b> .....	23
<b>3</b>	<b>BIOLOGIA CELULAR E SEU ENSINO</b> .....	24
<b>4</b>	<b>LIVRO-JOGO NO SOFTWARE TWINE SOB A ÓTICA DA TECNODOCÊNCIA E CONSTRUÇÃO DE MADES</b> .....	31
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	37
<b>5.1</b>	<b>Delineamento e tipo de pesquisa</b> .....	38
<b>5.2</b>	<b>Sujeitos da pesquisa</b> .....	38
<b>5.3</b>	<b>Contextualização do <i>locus</i> da pesquisa</b> .....	38
<b>5.4</b>	<b>Coleta de dados</b> .....	39
<b>5.5</b>	<b>Análise de dados</b> .....	41
<b>5.6</b>	<b>Síntese metodológica</b> .....	44
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	46
<b>6.1</b>	<b>Perfil dos sujeitos</b> .....	46
<b>6.2</b>	<b>Questionário Inicial</b> .....	49
<b>6.2.1</b>	<b><i>Definição de célula</i></b> .....	49
<b>6.2.2</b>	<b><i>Nome da célula</i></b> .....	51
<b>6.2.3</b>	<b><i>Função da célula</i></b> .....	53
<b>6.3</b>	<b>Sequência Didática</b> .....	54
<b>6.3.1</b>	<b><i>Intervenção 1 - Experimentação de livro-jogo, narrativa e Twine</i></b> .....	54
<b>6.3.2</b>	<b><i>Intervenção 2 - Produção do roteiro do MADE</i></b> .....	56
<b>6.3.3</b>	<b><i>Intervenção 3 - Produção do livro-jogo - Parte 1</i></b> .....	57
<b>6.3.4</b>	<b><i>Intervenção 4 - Produção do livro-jogo - Parte 2</i></b> .....	58
<b>6.3.5</b>	<b><i>Intervenção 5 - Avaliação entre duplas e explicação de conteúdos</i></b> .....	60
<b>6.4</b>	<b>Questionário Final</b> .....	63

6.4.1	<i>Definição de célula</i> .....	64
6.4.2	<i>Nome da célula</i> .....	66
6.4.3	<i>Função da célula</i> .....	69
6.5	<b>Questionário de Autoavaliação</b> .....	73
7	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	76
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	79
	<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL</b> .....	84
	<b>APÊNDICE B - RELATÓRIO DE OBSERVAÇÃO</b> .....	92
	<b>APÊNDICE C - RELATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO DO</b> <b>LIVRO-JOGO</b> .....	98
	<b>APÊNDICE D - ROTEIRO DO MADE</b> .....	100
	<b>APÊNDICE E - RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO ENTRE DUPLAS</b> .....	102
	<b>APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO FINAL</b> .....	104
	<b>APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO</b> .....	107

## 1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é introduzir a pesquisa que culminou na escrita do presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), parte integrante das vivências e experiências educacionais dentro e fora da Universidade Federal do Ceará (UFC). Dessa forma, é evidente a necessidade de demonstrar os porquês por trás dessa investigação e de que maneira podem derivar novas pesquisas e discussões dentro do espectro educacional descrito ao longo do trabalho.

### 1.1 Histórico do autor

Inicialmente, o pesquisador obteve ingresso na Universidade Federal do Ceará (UFC) com apoio da família, sobretudo de sua mãe, que não mediu esforços para que a realização de mais um sonho pudesse ocorrer. O agudo interesse pela Biologia e pelas Ciências da Natureza de maneira geral, no decorrer de toda a Educação Básica, associado à notável facilidade de ensinar os colegas conteúdos classificados como “difíceis” se tornaram cruciais para a concretização do acesso ao ensino superior, especificamente ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Outrossim, internamente, o pesquisador buscou um campo de atuação no âmbito que o despertava, o da Educação, por meio da Bolsa de Iniciação Acadêmica (BIA), e que fosse ao encontro de sua formação no Ensino Médio Técnico Integrado ao curso de Informática. Sendo assim, a Tecnodocência, integração entre tecnologias digitais e docência, foi a área que mais chamou sua atenção. Dessa forma, no desenvolvimento de suas atividades, bem como no acompanhamento das turmas de Tecnodocência presencial, o pesquisador pode se apropriar dos válidos e funcionais pressupostos teóricos estabelecidos como alicerce deste conceito, que em sua compreensão saem da educação bancária descrita por Freire (1987) e se configuram como forte alternativa a esta.

Paralelamente, o estudo no campo científico das Ciências Biológicas, especialmente Biologia Celular, proporcionaram a reflexão sobre como a célula é apresentada aos estudantes no Ensino Médio, de maneira dualista, procarionte ou eucarionte, e dentro das eucariontes novamente a dualidade entre animal e vegetal. Essa inquietação foi importante no processo de desenvolvimento da proposta em questão, que visa demonstrar as peculiaridades dos formatos e funcionalidades diferentes entre células presentes no corpo humano.

Dessa forma, surge a intenção de investigar uma proposta na qual o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) possa ser de alguma forma efetivo, associando conhecimentos do curso técnico em Informática com novos elementos da Tecnodocência, bem como os de Biologia Celular, descobertos na UFC. Tal investigação é empírica e introduz metodologias e estratégias de ensino inovadoras e diferenciadas que mobilizam os estudantes para aprender Biologia de uma forma mais significativa.

## **1.2 Problemática**

Os estudantes do Ensino Médio estão limitados ao ensino pautado na exposição de conteúdos e privados de desenvolver um protagonismo diante da construção do conhecimento dentro de seu processo de ensino-aprendizagem. Freire (1987) destaca que os objetos de investigação educacional, os estudantes, não podem ser passivos no decorrer da sua formação, pois a ideia central não é que estes sejam “depósitos” de informação, mas sim agentes construtores, críticos e reflexivos sobre a maneira de adquirir o próprio conhecimento.

Tal concepção vai de encontro ao conceito descrito por Libâneo (1992) como tendência tradicional da pedagogia liberal, que se caracteriza pela falta de associação do que se é apreendido com o cotidiano e as realidades de cada estudante, sem dar enfoque à relação estudante-professor, visto que há predominância da figura e da palavra do professor, das regras impostas e do cultivo ao seu intelectual que corrobora a ideia do estudante apático, sem poder discutir ou duvidar do que lhe é apresentado. Conforme Bernardo (2023), essa problemática não é atual, a tendência pedagógica tradicional foi a grande responsável pela manutenção da estrutura do contexto escolar no Brasil, até o final do século XIX, mas que perdura até os dias atuais.

A opção disponível para estes é o livro didático seguido à risca pela maioria dos professores que o tem como maior aliado e que colocam a exposição de conteúdos como principal e mero meio de transmissão de informações (Alves, 2014). Oliveira (2008) ressalta que, mesmo diante dos avanços tecnológicos observados e vivenciados na atualidade, o livro escolar desponta como o material didático mais utilizado pelos professores em todos os níveis de Educação no Brasil. Oliveira (2008) pontua ainda que o livro didático é direcionado aos estudantes como única e possível fonte didática de pesquisa em sala de aula, e acaba por se tornar um fator limitante em relação às possibilidades de novos recursos e alheio à realidade dos estudantes.

Segundo Vesentini (2001), a “ditadura” do livro didático pode ser driblada pelo bom professor que deve ter um olhar mais apurado sobre o material e não classificá-lo como seu máximo recurso, mas como tão somente um apoio ou eventual complemento que possa integrar criticamente a compreensão do educando em relação ao seu processo de aprendizagem e ao mundo.

Em relação aos conteúdos de Biologia Celular, especificamente citologia, os estudantes geralmente estudam a classificação geral das células em procariontes e eucariontes, e dentro desta última se preocupam com as células animais, bem como suas respectivas estruturas, sem se dar conta da imensa variedade de formas presentes em todo o corpo humano e de compreender as funções que estas podem apresentar em seus respectivos sistemas fisiológicos, corroborando a exposição de conteúdos. Levandowski e Justus (2016) evidenciam que o comportamento dos organismos vivos pode ser entendido como uma junção de diversas ações que estão visíveis ao observador, como o desenvolvimento e o crescimento das plantas e animais, e outras são interiores que mantêm a homeostase corporal, como as funcionalidades vitais de respiração, coordenação e sentidos dentre diversas outras. Nesse sentido, existe a necessidade de interligar fisiologicamente o conceito de células com sua variedade associada intrinsecamente às suas respectivas funções no corpo humano.

Segundo Junqueira e Carneiro (1997), a célula é a menor parcela unitária viva dos organismos, estrutural e funcionalmente. Os processos fisiológicos básicos da vida, como respiração, batimentos cardíacos, digestão, produção de energia e reprodução são desempenhadas por células, que são restritas e especializadas a diferentes tecidos e órgãos do corpo. O que corrobora a ideia de estudar o conceito associado aos formatos e funções das células dentro de seus respectivos espectros funcionais no corpo humano, contribuindo para o entendimento holístico da vitalidade do organismo.

Segundo Levandowski e Justus (2016), a abordagem de temas que possuem conexão com o ensino de células envolvem majoritariamente metodologias de memorização e conceitos seccionados sem incluir o contexto, que venham a ser significativos, nem tampouco assuntos correlatos que integram a compreensão de células, visto que as demais estruturas do organismo como órgãos, tecidos e sistemas possuem especificidades, bem como as relações com o meio ambiente se pensado em um aspecto mais geral.

Vale ressaltar, que apesar de tal conteúdo ser rapidamente estudado na seção de Sistemas do Corpo Humano no livro didático, a proposta se apresenta de forma genérica e, por vezes, sequer é alocada na grade horária visto sua redução imposta pelo Novo Ensino Médio (NEM) como se apresenta o seguinte trecho:

[...] há milhares de substâncias orgânicas diferentes nos seres vivos, as quais se reúnem de forma altamente organizada na constituição das células, consideradas as unidades fundamentais da vida. Todos os seres vivos são constituídos por células, com exceção dos vírus. No mundo vivo há dois tipos de células: procarióticas e eucarióticas (Amabis *et al.*, 2020, p. 61).

Esse trecho evidencia o quão generalista a organização celular abordada nos livros didáticos do NEM são, trechos dessa magnitude se repetem ao longo do material a fim de manter a abordagem genérica, de modo a não explorar dentro do âmbito das células humanas, aquelas que compõem cada tecido e, por conseguinte, sistema do corpo humano. Sobre o último, o seguinte trecho é apresentado no livro:

Todos os outros animais apresentam tecidos verdadeiros, que em diversos grupos estão reunidos constituindo órgãos e sistemas corporais. Os tipos de tecido e a complexidade de órgãos e sistemas variam na escala zoológica [...] (Amabis *et al.*, 2020, p. 67).

Tais conteúdos não deveriam ser considerados como meros trechos introdutórios do assunto, por mais que sejam apresentadas as classificações da célula como procarionte e eucarionte, há a necessidade de promover a discussão sobre o conhecimento em construção, bem como refletir acerca das funcionalidades das células especializadas dispostas por todo o corpo quando a referência são as células animais.

Sem buscar alternativas para melhorar o processo de aprendizagem, os professores sujeitam tais estudantes a ficarem restritos a um tipo de célula animal generalista. Segundo Gatti (2014), os cursos de formação de professores possuem caráter bacharelesco tradicionalmente, sendo assim, aspectos didático-metodológicos são esquecidos ou ignorados muitas vezes, ocasionando uma formação deficitária para mitigar tal problemática. Lima e Loureiro (2019) ratificam, ainda, que tal abordagem ocorre durante a formação de licenciandos, uma vez que há certo distanciamento do espaço de crítica, culminando na mera transmissão de conteúdos vinculada à cultura de repetição e reafirmação das relações de poder ao colocar o professor como dominante intelectual na sala de aula, o que acaba se tornando moeda de oferta para uma formação humana integral, sem que a mesma ocorra de fato.

### **1.3 Justificativa**

Compreende-se que o uso de jogos no âmbito da docência pode auxiliar os estudantes a superar problemas vinculados à compreensão de conteúdos da Educação Básica, incluindo os citados na problematização deste trabalho. Gonçalves (2020) evidencia algumas vantagens de se trabalhar com jogos didáticos no ensino de Biologia, e o mesmo vale para os

livros-jogos, como um dos tipos de jogos existentes. O engajamento e a motivação dos estudantes são aspectos que surgem com a utilização de livros-jogos no âmbito da docência. O estudante se torna cada vez mais motivado na proposta e envolvido na narrativa que está criando e, conseqüentemente, na exploração de conceitos como o de célula, por exemplo, que podem ser entendidos com maior propriedade pelos estudantes.

A contextualização dos conteúdos é outra característica, e faz com que os estudantes possam aplicar aquilo que viram em teoria na prática, tornando os conceitos de Biologia Celular mais compreensíveis e relevantes pela relação que fazem com as questões cotidianas e mais próximas de suas respectivas realidades (Gonçalves, 2020). Por fim, a memorização e a apropriação de informações também se configuram como vantagens, haja visto que a resolução de problemas ao criar um livro-jogo é o ponto-chave para despertar como desenvolver e resolver a narrativa simultaneamente, quantos finais serão contemplados, quais são esses finais, dentre outros aspectos. Todos estes pontos testam e reforçam a memória e a apropriação de conceitos (Gonçalves, 2020).

Acerca dos diferentes tipos de jogos, Gomes, Pimentel e Spiegel (2019) enfatizam os livros-jogos, representando uma opção a mais em relação ao material didático presente nas escolas. Refere-se, assim, a uma produção narrativa não linear, em que o leitor tem o poder de escolha dentre trajetórias a que se coloca, de modo que torne o usuário personagem principal tanto do jogo em si, quanto do processo de aprendizagem.

Nesse sentido, um livro-jogo é um tipo de jogo, cuja proposta principal é contar uma narrativa com diferentes enredos, configurando-se então como um narrativa não linear, onde o usuário se torna protagonista por fazer as escolhas dentro desse formato. Tais características geram curiosidade, engajamento e motivação para descobrir os enredos ao qual o usuário não tenha acesso em sua primeira experiência (Jesuino; Lima, 2023).

O *software Twine*, por sua vez, é um *software on-line* que possui algumas características e funcionalidades. Possibilita que o usuário final interaja com uma narrativa e possa ser estimulado a expressar ações dentro desta. O *Twine* permite a abordagem das mais diferentes temáticas a depender de quem o utiliza. Fatores como liberdade na criação, praticidade, fácil manuseio e eficiência final do processo se configuram como pontos fortes e relevantes, visto que há possibilidade de potencialização da aprendizagem desenvolvida com tais tópicos associados à produção textual (Jesuino; Lima, 2023).

Para se trabalhar com o livro-jogo fazendo uso do *Twine*, opta-se por uma abordagem didático-metodológica pautada na Tecnodocência. A perspectiva Construcionista trazida por Papert (2008) se faz relevante nesse contexto, uma vez que é uma alternativa de

aproximar o estudante das TDICs e do próprio processo de aprendizagem. Esta teoria estabelece que a construção do conhecimento resulta em um produto palpável, desenvolvido por meio de um computador, com base na realização de uma ação concreta, gerando participação efetiva do indivíduo na construção da sua aprendizagem.

Sendo assim, ao tratar assuntos como o de Biologia Celular e na perspectiva construcionista, dentro da Tecnodocência, existe uma oportunidade maior de o estudante compreender conceitos e diferenciar células imunológicas de células musculares, por exemplo, e aprender de maneira mais significativa, estabelecendo conexões com o cotidiano a partir do desafio de construir algo, de produzir seu próprio conhecimento resultando em algo concreto desenvolvido no computador.

Por outro lado, é importante salientar que o tempo de preparação de uma narrativa de um livro-jogo, além do seu desenvolvimento, da necessidade de uma criação dentro de currículos escolares mais rígidos e de uma possível simplificação de conceitos podem implicar em dificuldades na aplicação de metodologias inovadoras para o ensino e a aprendizagem de Biologia Celular, por exemplo. No entanto, essa limitação se apresenta como um fator importante para se adentrar na investigação sobre o desenvolvimento de livros-jogos dentro dessa perspectiva tecnodocente abrangendo o Construcionismo, conseqüentemente, no sentido de se compreender o que pode ser aplicado e o que deve ser evitado.

O Construcionismo pode ser compreendido como uma filosofia educacional cética, ou seja, que se abstém da verdade óbvia. Todavia, a instrução não deixa de ter seu valor, uma vez que mesmo que a afirmação que cada ato de ensino priva, de certa maneira, o indivíduo da oportunidade de descobrir, não significa que há um contraponto com o ato de ensinar, mas certo controle sobre o ensino. O objetivo maior do Construcionismo é produzir o máximo de aprendizagem com o mínimo necessário de instrução, enquanto todo o exterior do processo fica inalterado (Papert, 2008).

A ideia de Papert (2008) contempla possibilitar meios para a aprendizagem do estudante, de modo que possa ter sua primeira leitura de mundo acerca do que é novo, e não que essa leitura seja lida pelo docente e, meramente, repassada ao estudante como se este não estivesse ali ou não tivesse a capacidade de ler. Analogamente, o estudante precisa desses meios de descoberta e, para isso, o Construcionismo coloca os computadores como peças fundamentais para que tal ação seja ampla, rica e explorável.

Outrossim, trabalhar com os preceitos da Tecnodocência requer apropriação da sua principal base epistemológica que é o Construcionismo, ou seja, seus pontos fracos e

fortes possuem certa semelhança. De modo geral, a aprendizagem de Biologia Celular associada à essência da Tecnodocência e ao desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais (MADEs) pelos estudantes proporciona estímulo e, por conseguinte aumento de interesse destes tanto pelo processo de criação mais autônoma, quanto pelo uso das TDICs que proporcionam o envolvimento dos estudantes no mundo celular e fisiológico humano.

Outro ponto relevante é que os professores possuem também maior autonomia e flexibilidade por fazer uso das diferentes TDICs, pois não somente o farão para mostrar imagens, vídeos, dentre outros, mas para propor estratégias em que os estudantes criem narrativas, jogos ou vídeos digitais e possam fazer a transposição entre os conceitos de Biologia Celular e textos adequados para suas produções concretas (Silva, 2023).

Lima e Loureiro (2019) definem Tecnodocência como integração entre Docência TDICs, de modo que os conhecimentos prévios dos envolvidos nos processos de ensino, aprendizagem e avaliação possam ser analisados de forma crítica, com base nos pressupostos teóricos dos modelos de interdisciplinaridade e transdisciplinaridade.

Dentro do conceito de Tecnodocência surge então o conceito de MADE que se refere ao processo em que um aprendiz, seja um estudante ou um educador, usa um dispositivo digital para criar um material de ensino e de aprendizagem. Este processo pode ser realizado individualmente ou em colaboração, e pode envolver etapas como concepção, planejamento, implementação, reflexão e avaliação (Lima; Loureiro, 2016). Vale ressaltar, que este processo ou produto final pode ser parte integrante do ensino, aprendizagem e avaliação, e não necessariamente requer uma conexão à internet (Lima; Loureiro, 2019). Sendo assim, a produção de um livro-jogo caracteriza a produção de um MADE dentro dos pressupostos teóricos destacados na Tecnodocência.

Portanto, diante dessas perspectivas, postula-se a seguinte pergunta para nortear o desenvolvimento desta pesquisa: de que forma a aplicação de uma Sequência Didática (SD) para o desenvolvimento de Material Autoral Digital Educacional no formato de livro-jogo, fazendo uso do *software Twine*, pautado nos pressupostos teóricos da Tecnodocência por estudantes do 2º ano do Ensino Médio auxilia na compreensão do conceito de célula e de sua variedade no corpo humano?

O conceito de SD utilizado neste trabalho pauta-se em Zabala (2014), a partir da compreensão que se trata de literais sequências de aulas ordenadas, estruturadas e organizadas diante da perspectiva de objetivos educacionais que, por sua vez, devem ser traçados e analisados a partir de variáveis presentes na prática pedagógica. Diante desse aspecto, traz-se a compreensão acerca dos conteúdos conceituais que segundo Zabala (2014), caracterizam-se

por fatos, objetos ou símbolos com traços semelhantes, cujos conceitos e ideias permitem dar significado àquilo que faz parte da realidade. Tais conteúdos são relevantes quando há necessidade de ler o mundo e construir um pensamento mais completo e crítico.

Por fim, existem algumas variáveis que podem surgir como as desvantagens decorrentes da produção de livros-jogos e o ensino-aprendizagem de Biologia Celular. Dentre estas, pode-se citar a associação do tempo de preparação e desenvolvimento, criatividade e simplificação de conceitos, pois há necessidade de aguçar os estudantes à criação de uma narrativa. Com a finalidade de organização, um roteiro deve ser pensado para que no decorrer do processo não haja perda de material e que possíveis alterações possam ser feitas neste roteiro a fim de evitar maiores problemas na construção do livro-jogo no *software on-line*. Soma-se a isso, a transposição que os estudantes devem fazer de um conceito, seja ele simples ou complexo, para o lúdico e tal ponto pode proporcionar a simplificação e perda conceitual pela abstração que se faz presente quando se trata dos conteúdos de células, suas respectivas formas e funcionalidades, visto que muitos dos conceitos empregados possuem aspectos microscópicos (Orlando *et al.*, 2009). Dessa forma, faz-se premente desenvolver estudos investigativos para aprofundar a compreensão sobre a utilização de livros-jogos no processo de ensino e de aprendizagem dos estudantes sobre Biologia Celular.

#### **1.4 Resumo dos capítulos**

O presente trabalho está dividido em 7 capítulos: (1) introdução, (2) objetivos, (3) Biologia Celular e seu ensino, (4) livro-jogo no *software Twine* sob a ótica da Tecnodocência e construção de MADEs, (5) metodologia, (6) resultados e discussão e (7) considerações finais. Cada um dos capítulos apresenta seus respectivos subcapítulos, a fim de organizar a escrita e os dados coletados durante a pesquisa.

O capítulo 1 (introdução) é o que se apresenta e possui 4 subcapítulos: (1.1) enfatiza brevemente o histórico do autor, sua perspectiva e motivações que o levaram a utilizar a Tecnodocência como base para sua pesquisa; (1.2) destaca elementos teóricos que embasam o problema relacionado ao ensino de Biologia Celular; (1.3) dispõe da justificativa e possível solução para resolução do problema a partir da proposta tecnodocente da construção de MADEs; (1.4) resume o que cada capítulo apresenta.

O capítulo 2 (objetivos) está subdividido em 2 subcapítulos: (2.1) evidencia o objetivo geral da pesquisa e (2.2) possui relação com os objetivos específicos traçados para se alcançar a proposta.

O capítulo 3 (Biologia Celular e seu ensino) fundamenta aspectos teóricos relevantes na pesquisa sobre: definição de Biologia Celular, seus elementos básicos, quais elementos estão sendo abordados na pesquisa e como ocorre a abordagem no ensino para tal conteúdo curricular.

O capítulo 4 (livro-jogo no *software Twine* sob a ótica da Tecnodocência e construção de MADEs) explana sobre a base teórica da proposta metodológica da pesquisa vinculada à Tecnodocência, a partir do histórico do livro-jogo, sua definição e dos demais conceitos relacionados à pesquisa: *Twine*, Construcionismo, Tecnodocência, os princípios da Tecnodocência e MADE. Vale ressaltar que, o capítulo também apresenta vantagens e desvantagens que podem ser relevantes para o desdobramento de pesquisas futuras.

O capítulo 5 (metodologia) estrutura e especifica o passo a passo da proposta metodológica aplicada durante a pesquisa com os seguintes subcapítulos: delineamento e tipo de pesquisa, sujeitos, contextualização do *locus* de pesquisa, coleta de dados, análise de dados e síntese metodológica.

O capítulo 6 (resultados e discussão) conta com os resultados de todo o processo e evidencia os seguintes subcapítulos: perfil dos sujeitos, Questionário Inicial (QI), Sequência Didática (SD), Questionário Final (QF) e Questionário de Autoavaliação.

Por fim, o capítulo 7 (considerações finais) sintetiza todos os achados científicos fruto da pesquisa e destaca elementos que foram alcançados, bem como contextualiza possíveis redesenhos para a proposta com base na experiência e condições nas quais o pesquisador foi submetido e as perspectivas de futuro com a produção.

Sendo assim, os 7 capítulos da pesquisa permeiam o delineamento de toda a proposta, colocando em evidência a base teórica da Tecnodocência e a construção de MADEs, bem como de outros elementos necessários para seu embasamento.

## 2 OBJETIVOS

Nesta seção são apresentados o Objetivo Geral e Objetivos Específicos delineados para o desdobramento da problemática colocada em evidência.

### 2.1 Objetivo geral

Analisar de que forma a aplicação de uma SD para o desenvolvimento de Material Autoral Digital Educacional no formato de livro-jogo, pautado nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, produzido por estudantes do 2º ano do Ensino Médio por meio do uso do *software Twine*, auxilia na compreensão do conceito de célula e de sua variedade no corpo humano.

### 2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver uma SD para o ensino e a aprendizagem de Biologia Celular com base nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, fazendo uso do *software Twine* para o desenvolvimento de MADEs no formato de livro-jogo;
- Analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio comparando-se os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos de Biologia Celular àqueles obtidos durante e após o desenvolvimento da SD, dentro de seu contexto pessoal e escolar a partir de seu perfil personográfico;
- Identificar elementos de redesenho da SD com base nos resultados de aprendizagem dos estudantes.

### 3 BIOLOGIA CELULAR E SEU ENSINO

A Biologia trata do estudo da vida e permeia diversos níveis de classificação sistemática como meio de organização. Os seres vivos estão alocados nesse sistema de acordo com suas semelhanças morfológicas e fisiológicas. Analogamente, cada uma das estruturas vitais pertencentes a esses organismos também possui níveis de organização e são estudadas por diferentes campos das Ciências Biológicas ou até mesmo da Medicina (Gomes *et al.*, 2014).

Em contexto macro, a anatomia humana se dedica ao estudo nominal das partes ou peças anatômicas que compreendem órgãos em geral e os sistemas do corpo humano, atribuindo, assim, os devidos nomes e especificando o comportamento de cada um. Paralelamente, a fisiologia humana se dedica à explicação da funcionalidade das partes ou peças anatômicas visualizadas e classificadas nominalmente pela anatomia. Em um escopo menor, a histologia humana se debruça ao estudo dos tecidos que compõem os diversos órgãos do corpo humano e como cada conjunto de células atua especificamente e seus respectivos espaços. Por fim, a área que serve de base para o entendimento das já mencionadas é a Biologia Celular, que propõe estudo em torno da classificação das células, suas estruturas e funcionalidades (Gomes *et al.*, 2014).

Historicamente, ao tratar de Biologia Celular, é necessário situar-se em um ponto na história na qual a célula pode ser observada e descrita formalmente. Carvalho e Recco-Pimentel (2013) indicam que, em 1665, Robert Hooke foi o cientista responsável por tal feito ao examinar cortes de cortiça em um microscópio rudimentar. Hooke, então, atribuiu nome aos inúmeros compartimentos que conseguiu observar no material, chamando-os de célula, haja vista que tais compartimentos representavam espaços (*celas*) que estavam ocupados por unidades sem vida.

De Robertis (2014) amplia o escopo do surgimento da Biologia Celular associado a seu par, a Biologia Molecular, as descrevendo como unidas, e associa que um conjunto de atividades de pesquisa que culminaram no surgimento da chamada Biologia Celular e Molecular. Tais atividades incluem: análise de organelas isoladas, cultura de células, manipulação do genoma por adição ou subtração de genes, além da grande quantidade de técnicas de uso comum aos diferentes ramos da pesquisa biológica.

Maye (2008) sugere que um passo importante na história para o surgimento dos estudos em Biologia Celular diz respeito à consagração de atribuir um papel determinante dos instrumentos na atividade científica, a popularização desses instrumentos junto ao

aprimoramento dos microscópios da época e o desenvolvimento de diferentes técnicas para fixação de tecidos, bem como o uso de corantes biológicos.

Adentrando ao desenvolvimento da ideia em torno da Biologia Celular, Martins (2011) indica que, inicialmente, o interesse biológico pelas observações de Robert Hooke pela academia era mínimo, mas seus postulados foram de extrema importância para execução de propostas que pudessem aprimorar estudos na área de microscopia e, conseqüentemente, Biologia Celular. A obra a qual Hooke é conhecido até os dias atuais nesta área se denomina “Micrografia ou algumas descrições fisiológicas de pequenos corpos, feitas com lentes de aumento, com observações e investigações sobre os mesmos” publicada em 1665 e contava com diferentes desenhos de variados materiais observados sob as lentes do seu microscópio óptico caseiro. Dentro os desenhos estão areia, fios de seda, lâmina de navalha, vidro, carvão, plantas, insetos, penas de aves e alguns fósseis.

Outro ponto na história lembrado e relevante no desenvolvimento da Biologia Celular está relacionado ao surgimento da perspectiva acerca de tecidos e o estabelecimento da relação dos conceitos de célula e tecido. Segundo Ronan (1987) *apud* Silva e Aires (2016), Bichat foi o pioneiro neste campo investigativo. Na época, identificou cerca de 21 tipos de tecidos em diferentes órgãos, ou seja, iniciava-se uma compreensão maior acerca de uma organização sistemática das células como intermediárias entre moléculas e órgãos.

Sendo assim, este é o cenário até chegar à principal teoria dentro da Biologia Celular, a Teoria Celular, proposta inicialmente por Mathias Schleiden indicando que todos os vegetais eram constituídos por células e, posteriormente, estendeu-se à percepção de que os animais também eram constituídos por células segundo Theodor Schwann em 1839 (Silva; Aires, 2016).

Levando em consideração os aspectos históricos citados e as concepções acerca da Biologia Celular, alguns estudos propõem a definição de tal conceito. De Robertis (2014) evidencia que a Biologia Celular está associada à Biologia Molecular e a resume como um estudo holístico das células, por meio de materiais técnicos acessíveis e disponíveis.

De maneira geral, a Biologia Celular se concentra na complexidade dos diferentes sistemas de células, com base no funcionamento de suas estruturas. Portanto, é uma área do conhecimento importante para a aprendizagem de conteúdos de Biologia como histologia, fisiologia animal, evolução e botânica, de maneira que as especificações de cada célula sejam compreendidas de maneira sistêmica e não superficial, visto que há complexidade em cada âmbito a que se refere. Para mais, curricularmente, os documentos de orientação costumam apresentar a célula com ideia unificadora que possibilita a compreensão dos processos

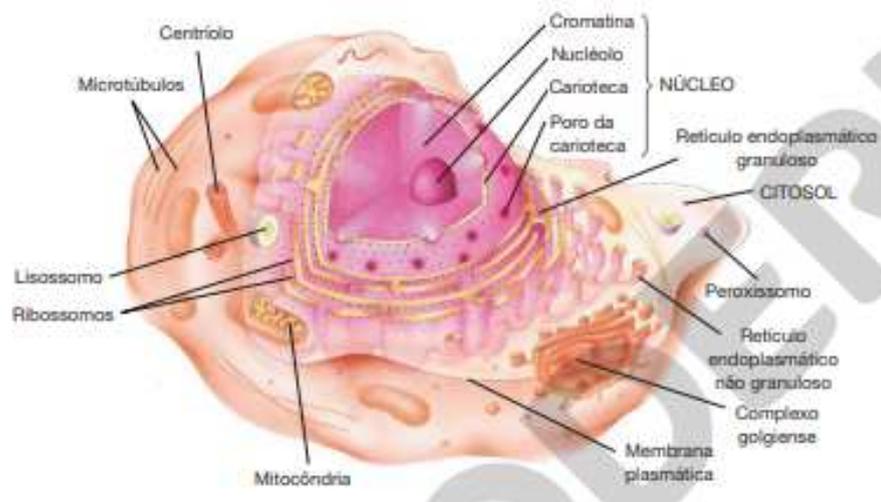
bioquímicos, da diversidade e da multiplicidade da existência destas no corpo humano e demais organismos (Brasil, 2018).

Alberts *et al.* (2016) explicam que a Biologia Celular ou citologia, especialmente, é o estudo de estruturas, funções e comportamentos das células. Devido a tal definição, as respostas às indagações sobre a vida e seu funcionamento devem ser pesquisadas, descritas, analisadas e explicadas por meio desta, por se tratar de apresentar a unidade fundamental da vida como objeto de pesquisa. Essa unidade conta com diferentes estruturas e de acordo com sua especificação, alguns elementos a constituem.

Junqueira e Carneiro (2012) destacam que o estudo da Biologia Celular aborda elementos relacionados às células como: organelas, membranas, transporte celular, divisão celular, técnicas de microscopia entre outras. Portanto, as estruturas, processos e demais especificidades das diferentes células compõem a Biologia Celular. E para sistematizar tais especificidades há uma classificação relacionada aos tipos de células existentes.

Com os avanços da microscopia eletrônica, ficou evidente que existem duas classes fundamentais de células: as procariontes, caracterizadas pela ausência de envoltório nuclear e as eucariontes que possuem núcleo delimitado pelo envoltório nuclear (Junqueira; Carneiro, 2012) (Figura 1). Todavia, este trabalho procurou se ater aos diferentes tipos de células presentes no corpo humano e, conseqüentemente, em diferentes tecidos.

Figura 1 - Representação esquemática de uma célula animal



Fonte: Amabis *et al.* (2020).

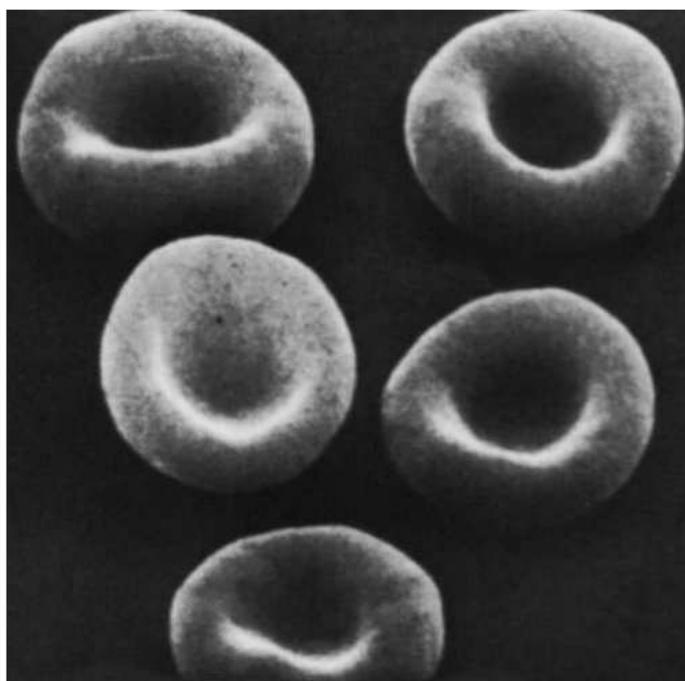
Os tecidos são formados por vários tipos de células que possuem características específicas do tecido ao qual fazem parte e pela formação da Matriz Extracelular (MEC).

Essas combinações costumam ser próprias e de certa modo facilitam o reconhecimento dos estudantes dos subtipos de tecidos. Para cada tipo de tecido existem células que podem ser nomeadas de acordo com estes: epiteliais, conjuntivas, adiposas, cartilagenosas, ósseas, nervosas, musculares, sanguíneas e imunológicas (Junqueira; Carneiro, 2012). Destacam-se também as células sexuais, oriundas das gônadas sexuais compostas de diferentes tecidos.

Nesse sentido, existem 10 tipos principais de grupos de células (incluindo as células sexuais), e foram abordadas mais especificamente 4 delas neste trabalho, pelas circunstâncias e número de participantes: sanguíneas, imunológicas, musculares e sexuais. Algumas dificuldades em relação a essa gama de tipos celulares levam o professor à apreensão e tentativa de superação de desafios diários.

Segundo Junqueira e Carneiro (2018), as células sanguíneas desempenham funções vitais no corpo humano. Existem três principais tipos de células sanguíneas: eritrócitos, plaquetas e leucócitos. Os autores destacam que os eritrócitos (Figura 2), um dos tipos de glóbulos presentes no sangue, têm a função primordial de transportar oxigênio e dióxido de carbono pelo corpo.

Figura 2 - Micrografia eletrônica de varredura de eritrócitos humanos normais

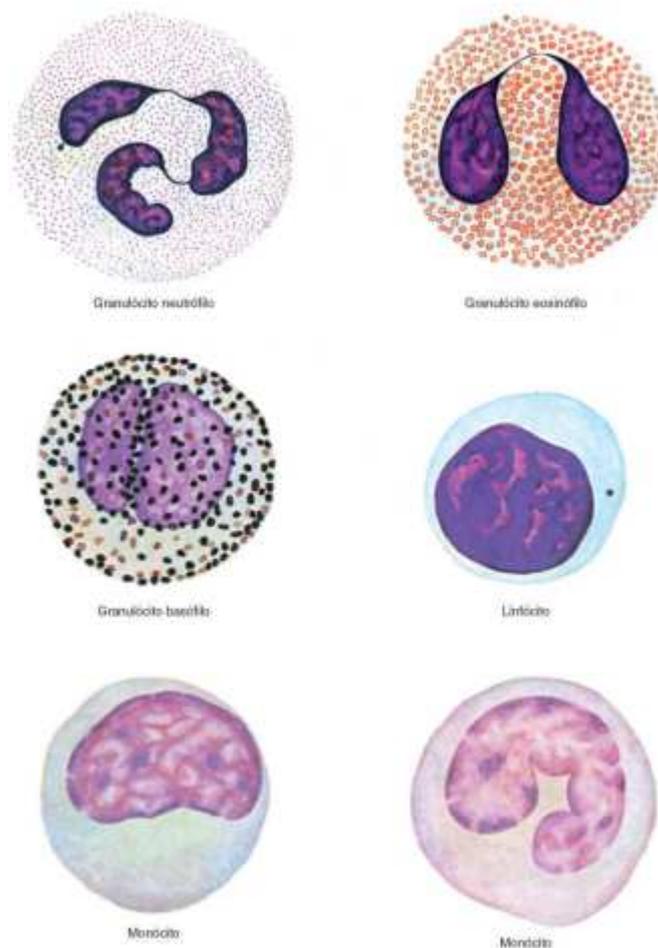


Fonte: Junqueira e Carneiro (2018).

Dentre os tipos de células sanguíneas, as células imunológicas ganham destaque. Também conhecidas como células de defesa, ou glóbulos brancos, desempenham um papel

relevante na manutenção do sistema imunológico. De acordo com Junqueira e Carneiro (2018), os leucócitos englobam diferentes tipos de células imunológicas, incluindo neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos, linfócitos B, linfócitos T e linfócitos NK (Figura 3). De acordo com os autores, os leucócitos, transportados pelo sangue, exercem diversas funções de defesa no organismo, constituindo uma das primeiras barreiras contra infecções. Além disso, essas células percorrem constantemente o corpo, atravessando as paredes das vênulas e capilares por meio de diapedese (nome do processo descrito), e concentram-se rapidamente nos tecidos que foram invadidos por microorganismos ou lesionados de alguma forma, para recuperá-los de possíveis danos.

Figura 3 - Tipos de leucócitos do sangue humano

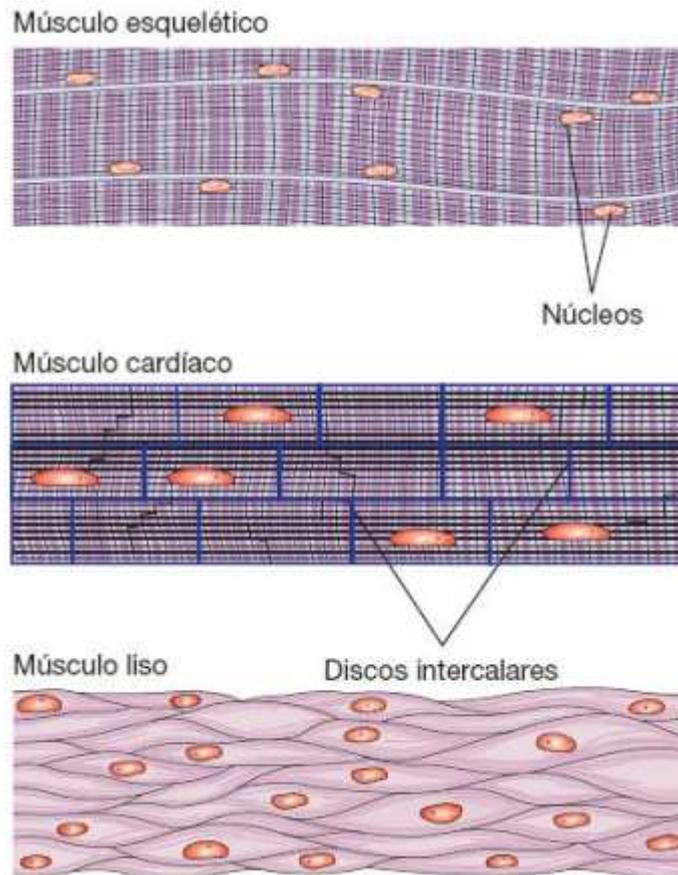


Fonte: Junqueira e Carneiro (2018).

As células musculares, por sua vez, formam o tecido muscular, um conjunto de células musculares especializadas. Existem três tipos de tecido muscular: liso, estriado esquelético e estriado cardíaco, as estrias presentes nas células destes últimos tecidos

musculares podem causar confusão devido à sua semelhança (Figura 4). Entre as principais funções das células musculares estão a constituição do tecido muscular e a contração dos músculos (Junqueira; Carneiro, 2018).

Figura 4 - Ilustrações dos três tipos de tecido muscular com suas respectivas células



Fonte: Junqueira e Carneiro (2018).

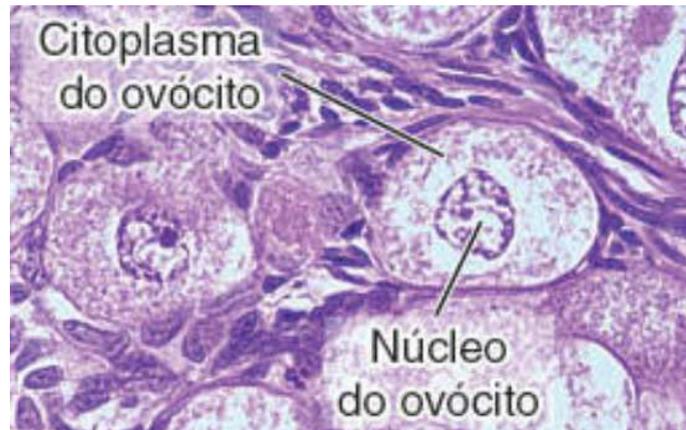
Por fim, as células sexuais são representadas pelos espermatozoides (gametas masculinos) (Figura 5) e ovócitos (gametas femininos) (Figura 6), desempenhando funções relacionadas diretamente aos processos de fecundação e reprodução subsequente (Junqueira; Carneiro, 2018).

Figura 5 - Representação esquemática de um espermatozoide



Fonte: Junqueira e Carneiro (2018).

Figura 6 - Ovócito evidenciado em lâmina histológica de ovário



Fonte: Junqueira e Carneiro (2018).

De acordo com Pedrisa (2001), ensinar Biologia Celular é desafiador pela complexidade da biologia em si, visto que há uma apresentação descontextualizada na maioria dos casos. Soma-se a isso um número reduzido de práticas em laboratório e, por vezes, limitadas ou ausentes. A formação insuficiente e a desvalorização social de professores também são outros fatores, além da iminente dependência da exposição de conteúdos auxiliados pelo livro didático.

Tanjura (2017) corrobora tal afirmativa e associa as dificuldades no ensino de Biologia Celular às condições estruturais inadequadas das escolas, problemas relativos à formação dos docentes, políticas públicas e até mesmo dificuldades estratégicas de ensino adotadas. Vale ressaltar que não somente os aspectos didático-metodológicos no ensino e curriculares relacionados à formação do professor são únicos em relação às problemáticas no âmbito do ensino de Biologia Celular, existem também as dificuldades conceituais.

Segundo Santos, Shigunov e Lorenzetti (2024), os estudos que envolvem Biologia Celular são complexos e completos para os estudantes, uma vez que há dificuldades de correlacionar as funções de cada célula aos seus respectivos tecidos, e também associar tais conceitos a um organismo pluricelular. Segundo Kitchen *et al.* (2003) *apud* Santos, Shigunov e Lorenzetti (2024), muitas das vezes os estudantes estão preocupados em, simplesmente, memorizar esses conceitos celulares e acabam por contextualizar e interpretá-los fora do espectro da realidade.

Ademais, Almeida e Lorencini-Junior (2018) colocam que a abstração se faz presente nos conceitos de Biologia Celular e o abstrair é um meio de representar as ideias e associações por trás da realidade. Sendo assim, o contexto abordado vai definir se um conceito abstrato pode ser mais ou menos concreto para os estudantes.

#### **4 LIVRO-JOGO NO SOFTWARE TWINE SOB A ÓTICA DA TECNODOCÊNCIA E CONSTRUÇÃO DE MADES**

Para trabalhar a Biologia Celular, esta pesquisa coloca em evidência, primeiramente, o conceito de livro-jogo. Gomes, Pimentel e Spiegel (2019) referem-se aos livros-jogos como uma produção narrativa não linear que possui diferentes trajetórias de modo que o leitor tem o poder de escolha diante dos cenários, tornando-se o personagem principal do jogo em si. Jesuino e Lima (2023) acrescentam que, um livro-jogo é um tipo de jogo, cuja proposta principal é contar uma narrativa com diferentes enredos, configurando-se então como uma narrativa não linear, onde o usuário se torna protagonista por fazer as escolhas dentro desse formato. Tais características geram curiosidade, engajamento e motivação para descobrir os enredos ao qual o usuário não tenha acesso em sua primeira experiência.

Para mais, de acordo com Silva (2019), livro-jogo pode ser compreendido como uma associação entre um livro, seja ele físico ou digital, com uma narrativa fictícia em prosa combinados em formato de jogo, cujo propósito é desafiar o usuário aos colocar obstáculos a serem superados na narrativa a partir de escolhas.

De acordo com Silva (2019), os primeiros livros-jogos eram originalmente impressos e compreendidos como o “objeto livro”. No entanto, com a emancipação das tecnologias digitais no final do século XX e início do século XXI, o livro, como tecnologia impressa, começou a se tornar insuficiente para definir um livro-jogo. Isso ocorreu devido à criação de outras mídias, como o livro-jogo digital e as versões de livros-jogos para computadores e videogames.

Sua popularização ocorreu em diferentes momentos em diferentes partes do mundo. Na Inglaterra, eles se tornaram populares no final da década de 1960. Já no Brasil, a popularização ocorreu entre as décadas de 1980 e 1990. Com isso, o primeiro livro-jogo traduzido para o português no país, pela Bertrand Brasil, foi “Lobo Solitário”, desenvolvido por Joe Dever. Sendo assim, é uma obra significativamente relevante nesse cenário da história dos livros-jogo no Brasil (Silva, 2019).

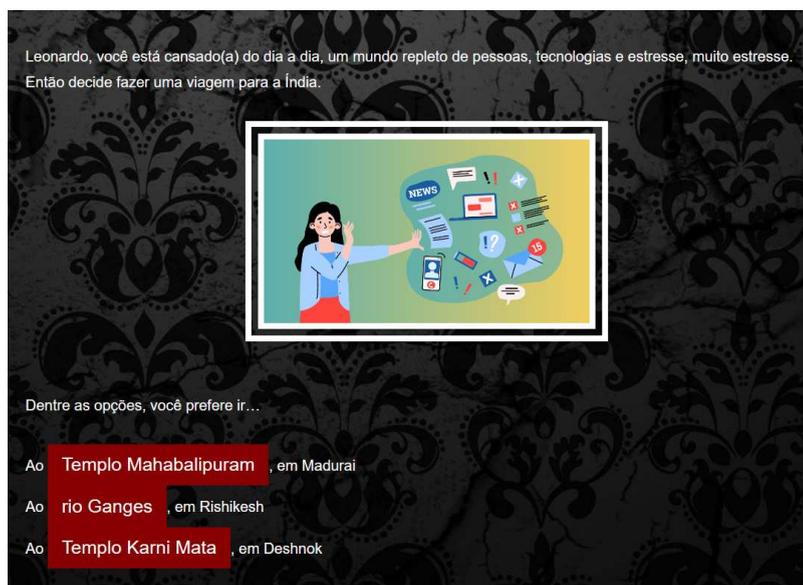
Silva (2019) destaca a figura de Joe Dever como um entusiasta da ficção científica e fantasia desde a infância, como um nome proeminente no desenvolvimento do livro-jogo. Inspirado por histórias em quadrinhos e as obras de J.R.R. Tolkien, Dever criou o *Magnamund*, o mundo fictício onde se passam suas histórias. Em dado momento de sua vida abandonou a carreira na música e se tornou escritor. Durante esse período, percebeu uma

oportunidade para criar a série Lobo Solitário. Apesar de enfrentar problemas com seu colaborador Gary Chalk, continuou a desenvolver a série. Suas primeiras inspirações para a escrita do livro foram textos clássicos medievais como *Beowulf*, Dom Galvão e o Cavaleiro Verde, e *Le Morte d'Arthur*.

Em torno de suas funcionalidades, Field (1995) evidencia que os livros-jogos funcionam por meio de uma constituição sólida a partir de uma estrutura igualmente sólida, elementos estruturantes e as conexões que acontecem durante seu desenvolvimento dentro da história contada. Murray (2003) sugere que há diferença na narrativa contada em livros-jogos, pois esta se caracteriza como não linear que, diferentemente das lineares, é possível entremear distintos caminhos na narrativa por meio de *hiperlinks*. Tal característica destaca a possibilidade de colocar o usuário para fazer escolhas, interagir com a história e ter uma experiência mais imersiva. Nesse sentido, a estrutura permite uma diversidade de cenários de acordo com as escolhas que oferece, proporcionando diferentes perspectivas para o usuário.

De modo complementar, ainda acerca das funcionalidades presentes na estrutura do livro-jogo, Alves (1997) ressalta e corrobora que os rumos do enredo da história são definidos pelo usuário em um processo lúdico e imersivo. Por esse motivo, a ideia é baseada num modelo de história não linear. Cada uma das ramificações geram diferentes formas de o usuário acompanhar trajetórias específicas de acordo com suas respectivas escolhas (Figura 7), tais ações são possíveis graças ao *software Twine*, que possui uma estrutura específica para escrita textual interativa.

Figura 7 - Passagem principal de um livro-jogo

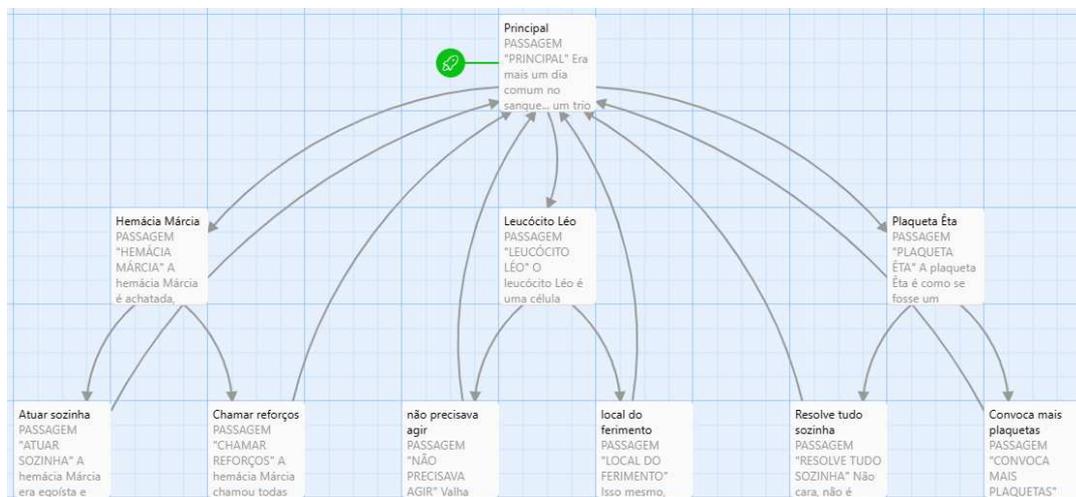


Fonte: autoral (2024).

O *Twine* conta com uma plataforma que permite ao usuário inserção de texto de modo direto, simples e rápido para criação de livros-jogos. A gratuidade do *software*, bem como sua acessibilidade, o fato de poder ser utilizado em diferentes idiomas, para utilização mais avançada, possuir código fonte livre, além da disponibilidade na internet de modo *on-line* são pontos relevantes a serem levados em consideração no contexto educacional. Há também as versões que podem ser baixadas para computadores com sistemas operacionais *Linux*, *Windows* e *Mac*. Não há preocupação em ter ou obter conhecimentos de programação para sua utilização e tal afirmativa quebra o paradigma de que para desenvolver jogos com essa finalidade são necessários tais conhecimentos (Dias, 2019).

Dias (2019) coloca ainda que o *Twine* (Figura 8) possui uma característica subjetiva, pois aflora a criatividade, expressividade e liberdade daqueles que o utilizam para criar histórias. As mais diferentes ideias e temas podem ser facilmente escritas e colocadas neste *software*, garantindo fluidez no processo de escrita. Nesse sentido, tais características de funcionamento potencializam habilidades de escrita e um ambiente de trabalho que proporciona criação e exploração textual mais contundente.

Figura 8 - Passagens de uma história no *Twine*



Fonte: autoral (2024).

Dentre os pontos relevantes que a produção de livro-jogo no *Twine* promove associados à aprendizagem de Biologia Celular, pode-se destacar a possibilidade que o estudante tem de explorar conceitos desse conteúdo por meio de uma narrativa não linear, que confere liberdade para abordar temáticas lúdicas e envolventes segundo cada estudante desenvolvedor. Pode ser conduzido à construção do conhecimento sobre células de forma

prática, simples e eficiente, aprofundando o estudo dos conceitos. Esse é um tópico relevante ao criar um livro-jogo neste *software*, visto que há potencialização da aprendizagem de conceitos micro que podem ser detalhados por meio da descrição instigada pela criatividade de cada indivíduo (Jesuino; Lima, 2023).

Em seu trabalho, Jesuino e Lima (2023) pormenorizam uma análise acerca de MADEs do tipo livro-jogo desenvolvidos por licenciandos de uma Instituição Pública de Ensino Superior (IPES). Os autores destacam que a associação com elementos de gamificação, tais como: sistema com *hiperlinks* e imagens (como objetos), sistematização fechada (pelo caráter pré determinado) e interatividade com uma narrativa não linear, podem proporcionar maior engajamento e protagonismo do aluno no seu processo de aprendizagem e na compreensão de conteúdos em geral sobre guerras, dança do ventre, hormônios, fração e morfologia animal.

No entanto, existem alguns entraves que permeiam tal proposta metodológica. Fardo (2013) ressalta que, trabalhar com metodologias que possuem caráter de gamificação esbarram na formação deficitária de boa parte dos profissionais atuantes no atual sistema de ensino e, conseqüentemente pode haver utilização de forma superficial e pouco produtiva. Dessa forma, é importante que haja uma investigação mais aprofundada sobre o desenvolvimento de livros-jogos pelos estudantes, no sentido de se compreender o quanto essa proposta pode impactar seu processo de aprendizagem.

A partir do exposto, é necessário enfatizar o conceito de MADE. Lima e Loureiro (2016) definem MADE como todo e qualquer material educacional desenvolvido por um aprendiz, seja estudante ou professor, que utilize um equipamento digital conectado ou não à internet com criação, planejamento, execução, reflexão e avaliação desenvolvidos pelo professor ou pelo estudante de maneira individual ou em grupo como processo tramado ou produto de ensino, aprendizagem e avaliação

Sendo assim, o livro-jogo apresenta elementos que o tornam um MADE, tais como: a possibilidade de ser elaborado, desenvolvido e testado com auxílio do computador, um equipamento digital, conectado à internet. Há, nesse contexto, um produto de autoria do estudante que durante todo o seu processo de construção do material pode refletir sobre as prioridades e necessidades envolvendo a narrativa e os conteúdos associados.

De acordo com Lima *et al.* (2021), essa metodologia difere da abordagem expositiva tradicional, pois não se limita à mera apresentação de conteúdos. Em vez disso, os estudantes são incentivados a explorar a autonomia, a criatividade e o raciocínio lógico por meio de um conflito cognitivo presente nos livros-jogos. Além disso, o trabalho em grupo é

estimulado, permitindo que os estudantes colaborem com colegas e recebam orientação do professor na compreensão da narrativa e na busca de soluções para os desafios propostos (Jesuino; Lima, 2023). Tais considerações levaram a ideia da utilização em sala de aula do livro-jogo como um MADE diante da perspectiva da Tecnodocência.

Tecnodocência é um conceito relativamente novo desenvolvido desde 2013. Segundo Lima e Loureiro (2019), refere-se à integração entre docência e TDICs. Pauta-se em abordagens epistemológicas interdisciplinares e transdisciplinares com a valorização dos conhecimentos prévios tanto dos professores quanto dos estudantes. O objetivo é estimular a reflexão crítica nos processos tramados de ensino, aprendizagem e avaliação.

Nesse contexto, existem 10 princípios que norteiam a Tecnodocência, são eles: (1) o professor aprendiz, (2) a parceria mútua, (3) a construção do conhecimento, (4) os conhecimentos prévios, (5) a base epistemológica, (6) a prática fundamentada, (7) as metodologias flexíveis, (8) o desenvolvedor consciente, (9) a transformação da docência, (10) a transformação das TDICs.

Dentre os princípios da Tecnodocência elencados pode-se enfatizar, para este trabalho, os princípios 3 e 8 em relação ao desenvolvimento de um livro-jogo. Esses princípios envolvem a utilização de recursos digitais interativos e adaptáveis, permitindo que os estudantes se envolvam como seres ativos na construção do seu conhecimento. À medida que estes estudantes se tornam desenvolvedores de processos e produtos, também desenvolvem habilidades de pensamento crítico e reflexivo durante o processo de aprendizagem, inter-relacionando a narrativa desenvolvida nos livros-jogos com os conteúdos de Biologia Celular.

Fica evidente, nesse contexto da Tecnodocência, portanto, que o livro-jogo caracteriza-se como MADE, pois trabalha com a ideia de integração entre docência e TDICs fazendo com que o professor proponha desafios para os estudantes, nesse caso de Biologia Celular, e estes construam o conhecimento a partir de uma ação protagonista para o desenvolvimento da autonomia durante o processo de aprendizagem (Lima; Loureiro, 2016).

Assim, o livro-jogo, possui relação direta com a Tecnodocência, como modelo íntegro de um MADE, cujo próprio nome reflete suas diferentes contribuições, tais como: a possibilidade de integração das TDICs no processo de ensino e aprendizagem, que promove um ambiente mais interativo e significativo. Além do que, há certa flexibilidade no acesso ao conteúdo em diferentes perspectivas, pois os estudantes se inserem como autores daquilo que, simultaneamente, estão a construir e aprender em relação aos conteúdos de Biologia Celular.

Embora possa apresentar vantagens significativas, vale colocar em evidência algumas considerações que se apresentam como desvantagens no processo de aprendizagem: possibilidade de causar dependência da tecnologia digital, pela característica do MADE, que precisa estar inserido no contexto digital para ser produzido, bem como a variabilidade de qualidade dos conteúdos em questão, que pode ser discrepante a depender da turma. Tais problemáticas podem acarretar na reflexão de que nem sempre pode ser uma abordagem pedagógica viável no contexto da escola pública que carece de infraestrutura para tal, por exemplo. Portanto, faz-se premente investigar o desenvolvimento de livros-jogos por estudantes de escola pública, em seu próprio contexto escolar, para se conhecer a real viabilidade e desempenho dos estudantes em relação ao conteúdo de Biologia Celular a partir da construção dos MADEs em contexto tecnodocente.

## 5 METODOLOGIA

Nesta seção é apresentada a sequência metodológica utilizada nesta pesquisa, com delineamento necessário para alcançar o objetivo: “Analisar de que forma a aplicação de uma SD para o desenvolvimento de Material Autoral Digital Educacional no formato de livro-jogo, pautado nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, produzido por estudantes do 2º ano do Ensino Médio por meio do uso do *software Twine*, auxilia na compreensão do conceito de célula e de sua variedade no corpo humano”. Para mais, apresenta-se toda a organização metodológica, desenvolvimento, bem como seus elementos: delineamento e tipo de pesquisa, sujeitos e *locus* da pesquisa, coleta de dados, seus instrumentos utilizados e posterior análise.

### 5.1 Delineamento e tipo de pesquisa

Utiliza-se a abordagem qualitativa nesta pesquisa, haja vista que há interação entre pesquisador, sujeitos, objetivos de pesquisa e obtenção de dados descritivos, que permitem uma compreensão ampla sobre as etapas de desenvolvimento com possível melhora de resultados.

Minayo (2001) evidencia que a pesquisa qualitativa envolve questões muito particulares. Há preocupação em nível de realidade e, por isso, não pode ser representado por números. Dessa maneira, debruça-se em “um o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.” (Minayo, 2001, p. 21).

De acordo com Yin (2016), a caracterização de uma pesquisa qualitativa permeia 5 pontos principais, são eles: estudo do significado da vida dos sujeitos participantes cada qual em seu contexto, a representação das diferentes perspectivas dos sujeitos de forma interpretativa, a abrangência do escopo contextual que condiciona os sujeitos de acordo com o meio ao qual está inserido, a utilização dos conceitos teóricos que proporcionam auxílio nas explicações do comportamento humano e, por fim, a utilização de diferentes fontes de evidência que podem ser comparadas. Pensando nessa perspectiva, a pesquisa em questão possui enquadramento nesses quesitos, visto que o contexto real dos estudantes em ambiente escolar está sendo evidenciado, os conceitos teóricos de Biologia e Tecnodocência, além da utilização de diferentes fontes de coleta de dados (Questionário inicial (QI), relatórios de

observação e Questionário Final (QF)) para a comparação interpretativa a *posteriori*, destacadas no subcapítulo acerca da coleta de dados.

Quanto aos objetivos, esta pesquisa possui caráter exploratório, pois há certa familiarização entre o pesquisador e seu objeto de estudo, soma essa que resulta em possíveis ajustes na hipótese a partir de informações e orientações. Nesse sentido, sua finalidade está em torno do desenvolvimento, esclarecimento, alteração de conceitos e ideias, com propósito na formulação de problemas específicos ou hipóteses investigativas para posterior estudo (Gil, 2008).

Quanto ao delineamento, trata-se de uma pesquisa de intervenção, pois há identificação do pesquisador, interação e troca com os sujeitos da pesquisa. O passo a passo segue, metodicamente, ações planejadas durante a realização da pesquisa, as intervenções perpassam ou não por modificações como forma de adaptar-se e gerar adaptação tanto do pesquisador quanto dos sujeitos envolvidos com relação aos conceitos de Biologia Celular atrelados à pesquisa (Matos; Vieira, 2001).

## **5.2 Sujeitos da pesquisa**

A coleta de dados ocorreu durante os meses de outubro e novembro de 2023 com 8 discentes do 2º ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio de Fortaleza matriculados no turno matutino. A faixa etária dos sujeitos compreende de 16 a 17 anos subdivididos em 50% do gênero masculino, 50% do gênero feminino. A escolha dos sujeitos ocorreu a partir da inserção do pesquisador na disciplina obrigatória Estágio Supervisionado no Ensino Médio I. Com isso, houve a possibilidade de se inserir de uma maneira formalizada em sala de aula para a aplicação da SD com os estudantes da rede pública de ensino.

## **5.3 Contextualização do *locus* da pesquisa**

A referida escola pública se localiza no bairro Panamericano, em Fortaleza, Ceará. Primeiramente, a escolha da instituição aconteceu por ser uma instituição relativamente próxima da Universidade Federal do Ceará - Campus do Pici, quanto da residência do pesquisador na condição de estagiário. Esta, atende a um público misto, parte dos anos finais do Ensino Fundamental 8º e 9º ano, bem como as três séries do Ensino Médio. As turmas são atendidas por turno, manhã ou tarde, o que não caracteriza o regime de tempo integral.

Como primeira atividade prevista para o estágio, a observação tanto do ambiente escolar quanto do cotidiano da escola tiveram Agosto de 2023 como marco inicial. A turma tinha 38 estudantes matriculados, mas esse número era bem menor na realidade, pois cerca de 18 a 24 estudantes estavam presentes nas primeiras aulas observadas, e foi diminuindo ao longo dos encontros que ocorreram no semestre. Para mais, o projeto desenvolvido contemplou 1 turma por questões de desenvolvimento e aplicação da fase de campo referente a esta pesquisa, a turma escolhida foi o 2º ano “A” com 38 estudantes - 16 meninas e 22 meninos como participantes (se considerarmos a lista de matriculados), mas ressalta-se que apenas 8 estudantes participaram efetivamente da pesquisa devido a evasão dos demais que não tinham frequência assídua e nem o professor supervisor nem a escola os identificava.

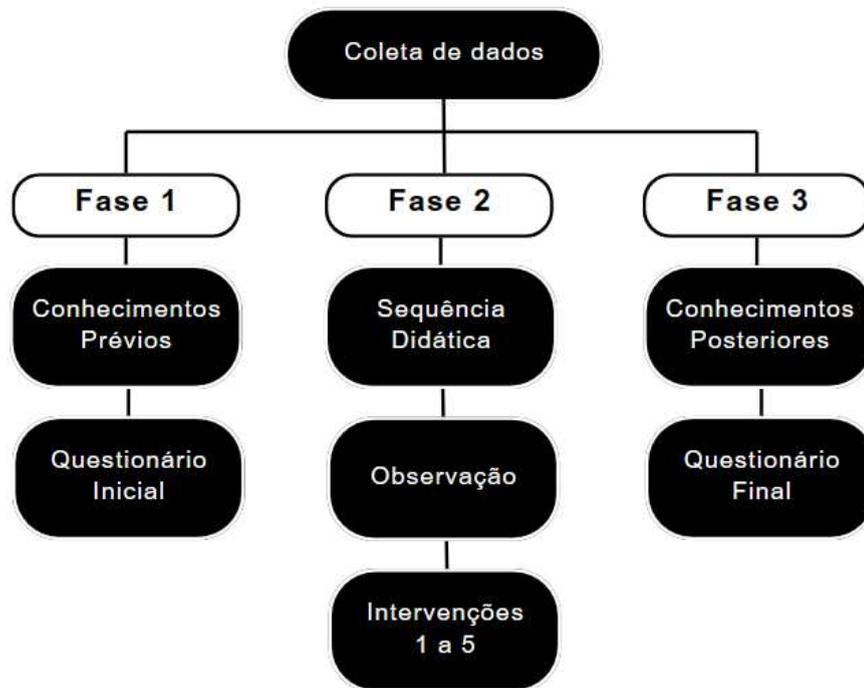
As observações acerca dos documentos da escola, contemplando o Projeto Político Pedagógico (PPP), da rota escolar, das dependências e estrutura física do prédio, bem como das aulas de Biologia foram realizadas pelo estagiário por 5 semanas, onde 4 horas do período vespertino da terça-feira foram dedicadas, das 13h10min (horário que se iniciam as atividades na escola pela tarde) às 17h10min (horário próximo do fim das atividades vespertinas na escola), além da sexta-feira pela manhã, das 7h10min (horário que se iniciam as atividades na escola pela manhã) às 11h 10min (horário próximo do fim das atividades matutinas na escola). Assim, as 40 horas de observação foram cumpridas.

A escola possui 13 salas de aula, uma sala de diretoria, uma sala de secretaria associada à coordenação pedagógica, uma sala dos professores com banheiros exclusivos, um laboratório de informática, um laboratório de Ciências (Biologia, Química e Física), uma cozinha/cantina com um refeitório com mesas e cadeiras de madeira, despensa, almoxarifado, um pátio principal coberto, mas é onde ocorre o momento de alimentação (merenda) dos estudantes e uma quadra poliesportiva onde aconteciam eventos científicos e esportivos, segundo o professor supervisor. A infraestrutura também inclui uma sala de recursos multifuncionais para Atendimento Educacional Especializado (AEE), uma biblioteca, um banheiro masculino e um feminino.

#### **5.4 Coleta de dados**

A coleta de dados está dividida em três fases: inicial, intermediária e final (Figura 9).

Figura 9 - Desenho da coleta de dados



Fonte: autoral (2024).

Na primeira fase (inicial), aplica-se o QI composto por 24 questões, subdivididas da seguinte maneira: 19 perguntas personográficas e 5 conceituais (Apêndice A), a fim de coletar as informações de identificação do perfil de cada sujeito, bem como seus conhecimentos a respeito dos conceitos de Biologia Celular.

Na segunda fase (intermediária), aplica-se uma SD, por meio de ações sistematizadas pautadas nos pressupostos teóricos da Tecnodocência e do Construcionismo, contemplando um total de 5 intervenções. Para a coleta de dados pormenorizada, utilizam-se Relatórios de Observação (Apêndice B), um para cada intervenção.

Na Intervenção 1 trabalha-se com aula teórica sobre narrativas, *software Twine* e dinâmica de experimentação de um livro-jogo abordando o conteúdo de células sanguíneas. Os estudantes formam duplas e preenchem o Relatório de Experimentação do livro-jogo (Apêndice C). Este livro-jogo é desenvolvido inicialmente pelo pesquisador e durante a Intervenção os estudantes acessam pelo grupo da pesquisa no *WhatsApp*, os que utilizam o computador precisam baixar o arquivo na turma da pesquisa no *Google Classroom* e importar para o *Twine*, que é *on-line*.

Na Intervenção 2, a atividade proposta se pauta na construção do Roteiro do MADE (Apêndice D) por parte dos estudantes. As orientações de produção, teste e envio do

MADE (via *e-mail*) são passadas pelo pesquisador e cada dupla escolhe um grupo de células para trabalhar seu roteiro aplicando, posteriormente, em seus livros-jogos. Sendo assim, elaboram passagens (trechos de história) associando os conceitos pesquisados sobre o grupo de células escolhido com alguma narrativa para implementação destas nos seus respectivos livros-jogos na Intervenção seguinte. Caso haja contratempos, reuniões via *Google Meet* são alternativas para mitigá-los.

Nas Intervenções 3 e 4, os estudantes implementam no *software Twine* o roteiro que produziram na Intervenção anterior. Em ambas as intervenções, os estudantes entram na turma do *Google Classroom* para acessar seus respectivos roteiros. Paralelamente, acessam o site do *Twine* ([twinery.org](http://twinery.org)) e inserem os elementos roteirizados. Na intervenção 4, especificamente, ocorre a testagem interna dos livros-jogos desenvolvidos com ajustes, caso sejam necessários. Ao final, os estudantes devem enviar o arquivo da história produzida por *e-mail* em formato *Hyper Text Markup Language* (HTML).

Na Intervenção 5, os livros-jogos produzidos por um grupo foram jogados por outros grupos para que aprendam sobre os conteúdos abordados de uma maneira ampla e completa. Para isso, preenchem o Relatório de Avaliação entre duplas (Apêndice E) dos livros-jogos produzidos sobre células musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais.

Na terceira fase da pesquisa (conhecimentos *a posteriori*), aplicam-se dois questionários, ambos elaborados no *Google Forms*: o QF (Apêndice F), com 5 questões conceituais semelhantes às apresentados no QI e o Questionário de Autoavaliação (Apêndice G), composto por 4 indagações autoavaliativas.

## 5.5 Análise de dados

A análise de dados ocorre na terceira etapa com interpretação direta dos textos coletados de modo a comparar tais dados com o referencial teórico descrito inicialmente. etapa requer triangulação metodológica conforme destaca Stake (2010), a fim de verificar convergências e divergências das interpretações.

Vale ressaltar, que o referencial teórico de Biologia celular se baseia em Junqueira e Carneiro (2012, 2018), referências estas utilizadas pelos livros didáticos do Ensino Médio sobre o conteúdo e, portanto, as definições e termos são cabíveis para comparação e análise com as respostas do estudantes, a partir das perguntas elencadas no QI e QF.

Para analisar a mudança na compreensão acerca de células musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais por meio da triangulação metodológica, são empregadas

as técnicas e estratégias delineadas por Lima e Loureiro (2024), utilizando duas categorias distintas: "Acerto" (A) e "Erro" (E) (Quadro 1). A categoria "Acerto" está relacionada com a correspondência parcial ou completa das definições das células, da atribuição dos nomes das células, bem como do reconhecimento de suas funções, em relação ao que é apresentado na base teórica científica. Esta categoria é subdividida em duas subcategorias: "Acerto parcial" (A1) e "Acerto completo" (A2). Já a categoria "Erro" está associada à falta de correspondência das definições de células musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais, bem como a nomenclatura utilizada e suas respectivas funções, em relação à fundamentação teórica. Essa categoria é subdividida em três subcategorias: "Incipiente" (E1), "Inadequado" (E2) e "Troca conceitual" (E3). A subcategoria E1, "Incipiente", diz respeito às respostas vinculadas ao termo "Não sei" ou similar, além de situações em que as respostas são diretamente copiadas e coladas de fontes de informação externas como internet, livros didáticos, dentre outros. A subcategoria E2, "Inadequado", diz respeito às respostas que não têm correlação teórica com aquelas apresentadas na fundamentação teórica deste trabalho. A subcategoria E3, "Troca conceitual", diz respeito às respostas que se conectam a conceitos, nomes ou funções biológicas, mas distintos daqueles que são apresentados academicamente.

Quadro 1 - Categorias e subcategorias de "Acerto" e "Erro"

<b>Categoria</b>	<b>Acerto</b>	<b>Erro</b>
Subcategoria	Parcial (A1)	Incipiente (E1)
	Completo (A2)	Inadequado (E2)
		Troca conceitual (E3)

Fonte: adaptado de Lima e Loureiro (2024).

É importante salientar que a numeração atribuída às subcategorias segue uma progressão de níveis de conhecimento do mais superior ao mais inferior respectivamente: A2, A1, E3, E2, E1. Nesse sentido, as subcategorias da categoria "Erro" indicam que o estudante está em um patamar de conhecimento inferior em relação aos da categoria "Acerto". Essa classificação das categorias é aplicada aos resultados obtidos pelos estudantes no QI e QF, de forma comparada.

A análise das combinações das subcategorias de acerto e erro revela a existência de cinco (5) situações distintas: retrocesso, superação, aprofundamento, estagnação e aprendido.

Dessa forma, avalia-se a aprendizagem dos estudantes de três (3) formas: em processo, em estagnação ou finalizada (Quadro 2). Consta-se que os estudantes estão em processo de aprendizagem quando a situação se enquadra em retrocesso, superação ou aprofundamento. Admite-se que estão estagnados no processo de aprendizagem quando a situação se enquadra em estagnação. Considera-se, ainda, que a aprendizagem está finalizada quando a situação se enquadra em aprendido (Quadro 2).

Quadro 2 - Análise comparativa entre conceitos prévios e posteriores dos estudantes

Estágio de aprendizagem	Situação dos estudantes	Conceito de Biologia Celular	
		QI	QF
Processo de Aprendizagem	Superação	E3	A1
		E2	E3
		E1	E2
		E3	A2
		E2	A1 ou A2
		E1	E3 ou A1 ou A2
	Aprofundamento	A1	A2
	Retrocesso	A2	A1
		A1	E3
		E3	E2
		E2	E1
		A1	E1 ou E2 ou E3
		A2	E1 ou E2
Estagnação da Aprendizagem	Estagnação	A1	A1
		E1	E1

		E2	E2
		E3	E3
Aprendizagem Finalizada	Aprendido	A2	A2

Fonte: adaptado de Lima e Loureiro (2024).

O estágio de aprendizagem “em processo” compreende três (3) subestágios. Quando um estudante passa de uma subcategoria de menor nível para um nível maior, significa que se encontra no subestágio de “superação”, ou seja, o estudante teve incremento conceitual em termos de conhecimento. Quando sai da subcategoria de acerto A1 para A2, o estudante encontra-se em subestágio de “aprofundamento”, pois houve complementação do que antes sabia parcialmente. O subestágio “retrocesso” sinaliza que o estudante teve decréscimo de um nível em relação às subcategorias, configurando um retorno ao conhecimento anterior, denotando um desequilíbrio no processo, já esperado pelo fato de se tratar de um processo de aprendizagem.

Quando o estudantes se mantém no mesmo nível de subcategoria do início ao fim, encontra-se no estágio de aprendizagem “estagnado” e subestágio de “estagnação”, ou seja, não houve modificação em relação à aprendizagem. Há um caso especial que foge do estágio estagnado, ocorrendo quando se mantém no nível máximo de compreensão acerca do conceito baseado no ponto de vista acadêmico (subcategoria A2), sendo assim não há alteração da compreensão, que já fazia parte da estrutura cognitiva do estudante antes mesmo da aplicação da SD. Configura-se, assim, o subestágio “aprendido” e o estágio de aprendizagem como “finalizado”, pelo menos no momento da aplicação da pesquisa.

Vale enfatizar que, a generalização pode ser atingida em face da leitura pelo próprio leitor, quando submete-se ao processo de imersão contextual, metodológica e analítica dos dados (Stake, 2010).

## 5.6 Síntese metodológica

Assim sendo, com o intuito de cumprir com o objetivo geral da pesquisa de “analisar de que forma a aplicação de uma SD para o desenvolvimento de Material Autoral Digital Educacional no formato de livro-jogo, pautado nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, produzido por estudantes do 2º ano do Ensino Médio por meio do uso do

*software Twine*, auxilia na compreensão do conceito de célula e de sua variedade no corpo humano”, foi elaborado o seguinte quadro sintético (Quadro 3).

Quadro 3 – Desenho da coleta de dados

Objetivos específicos	Instrumento de coleta de dados
Analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio comparando os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos de Biologia Celular àqueles obtidos durante e após o desenvolvimento da SD, dentro de seu contexto pessoal e escolar a partir de seu perfil personográfico.	Aplicação do QI composto por 5 perguntas abertas com estudantes do Ensino Médio sobre os conceitos de células musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais.
Desenvolver uma SD para o ensino e a aprendizagem de Biologia Celular com base nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, fazendo uso do <i>software Twine</i> para o desenvolvimento de MADEs no formato de livro-jogo.	Aplicação de SD composta por 5 intervenções com estudantes do 2o ano Ensino Médio sobre os conceitos de células musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais, fazendo uso do <i>software Twine</i> , com coleta de dados realizada por meio de Relatórios de Observação.
Analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio comparando os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos de Biologia Celular àqueles obtidos durante e após o desenvolvimento da SD, dentro de seu contexto pessoal e escolar a partir de seu perfil personográfico.	Aplicação do QF composto por 5 perguntas abertas com estudantes do Ensino Médio sobre os conceitos de células musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais.
Identificar elementos de redesenho da SD com base nos resultados de aprendizagem dos estudantes.	Inserção de propostas de redesenho nos Relatórios de Observação, conforme forem aplicadas as Intervenções da SD.

Fonte: elaborado pelo autor (2024).

Portanto, os objetivos de pesquisa traçados são satisfeitos, por meio da coleta de dados contínua em cada uma das fases desenhadas. Cabe destacar, que todos os dados são separados de acordo com sua respectiva fase em pastas e subpastas digitais e físicas, quando necessário, de modo organizado para facilitar acesso posterior.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As discussões a seguir têm como base informações obtidas pela coleta de dados realizada durante a pesquisa. Os sujeitos participantes recebem denominações individuais, de S1 a S8. Vale ressaltar que as linguagens utilizadas pelos estudantes que foram transcritas conservam os erros gramaticais e de digitação.

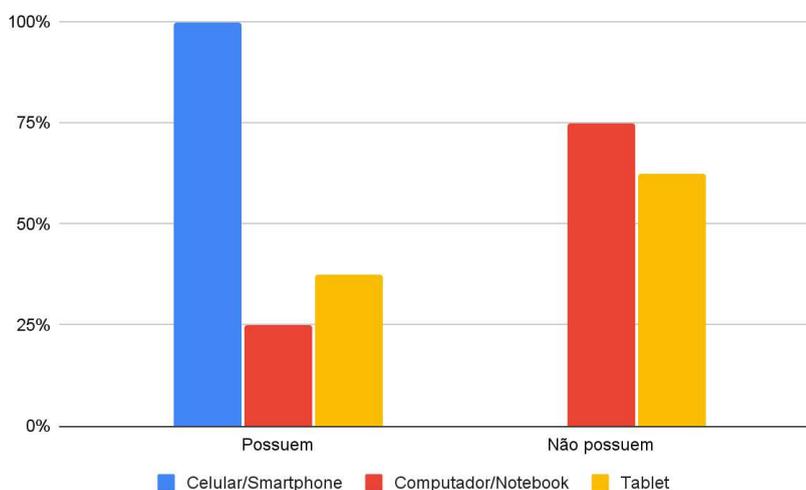
Este capítulo apresenta o perfil dos sujeitos e a análise comparativa dos resultados da aplicação dos instrumentos de coleta de dados: QI, SD, QF e Questionário de Autoavaliação.

### 6.1 Perfil dos sujeitos

A aplicação do QI, para coletar dados referentes ao perfil dos sujeitos, ocorreu no dia 3 de outubro de 2023, participando 8 indivíduos neste processo. Os sujeitos apresentaram uniformidade em relação ao número de meninos e meninas com 50% de frequência para cada gênero, bem como as idades 16 e 17 anos que também representaram 50% de frequência para cada. 75% dos sujeitos moram numa casa com mais de 4 pessoas; 25% moram numa casa com com outra pessoa, apenas;

Em relação aos aspectos tecnológicos digitais, 100% dos estudantes possuem celular/*smartphone*, 25% possuem computador/*notebook* e 75% não possuem; 38% possuem *tablet* e 63% não possuem (Gráfico 1).

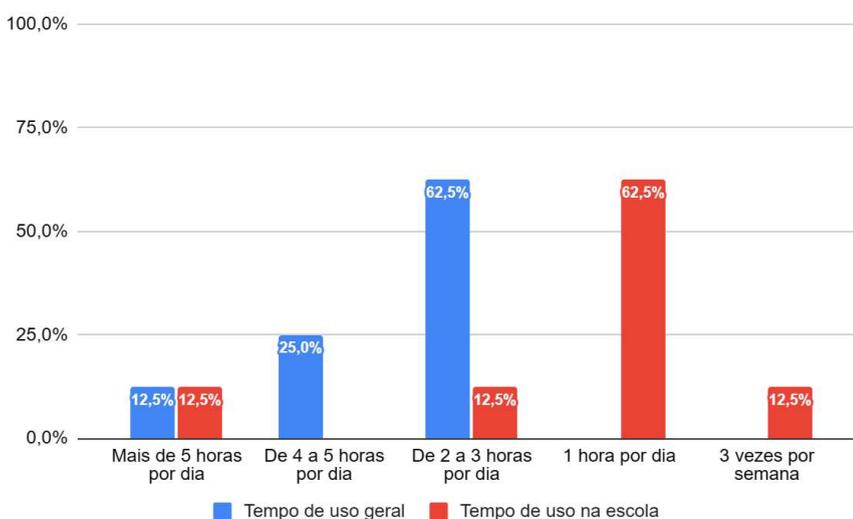
Gráfico 1 - Acesso dos sujeitos a celular/*smartphone*, computador/*notebook* ou *tablet*



Fonte: autoral (2024).

O tempo de uso de maneira geral e no espaço escolar aponta semelhanças e diferenças consideráveis: 62,5% utilizam o equipamento digital, de maneira geral, de 2 a 3 horas por dia e o mesmo percentual é indicado aos que fazem uso de cerca de 1 hora por dia na escola (Gráfico 2), o que indica que utilizar estes equipamentos digitais no espaço escolar faz parte da rotina da maioria dos estudantes.

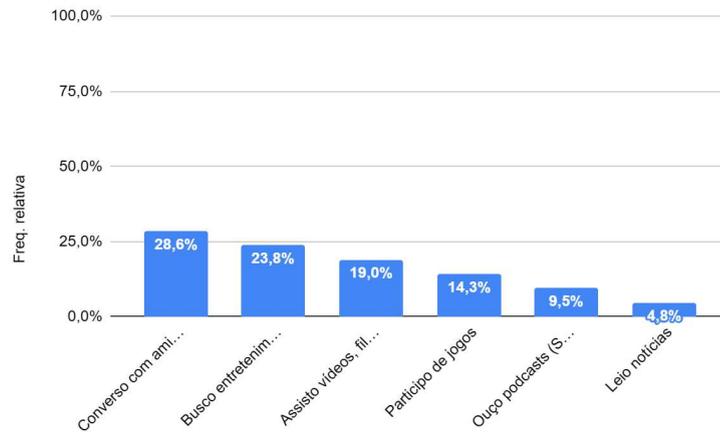
Gráfico 2 - Tempo de uso do equipamento digital pelos sujeitos da pesquisa



Fonte: autoral (2024).

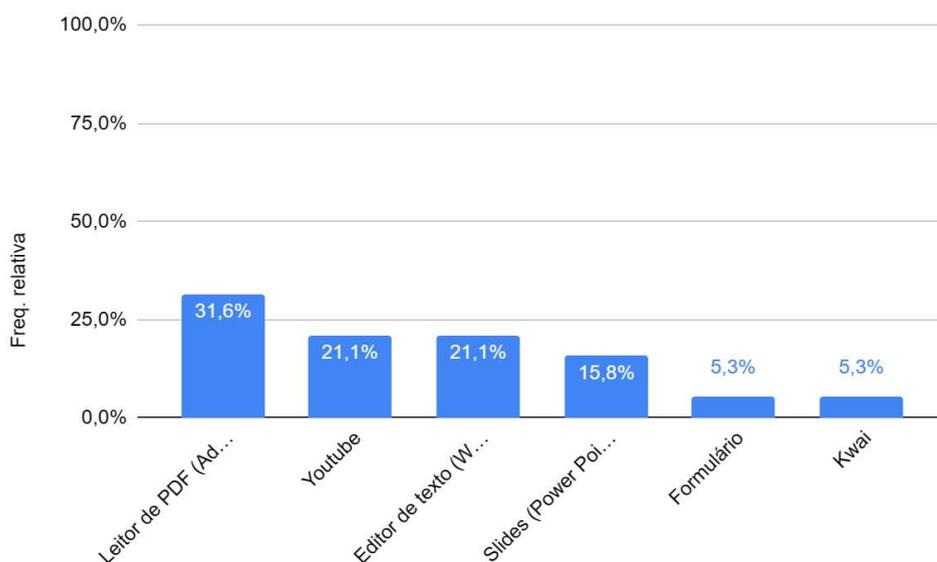
Em relação ao uso do equipamento digital, ao navegar pela internet, 28,6% utilizam para conversar com amigos pelas Redes Sociais; 23,8% buscam entretenimento e lazer em diferentes aplicativos do segmento; 19% utilizam para assistir vídeos, filmes e séries; 14,3% participam de jogos; 9,5% escutam Podcasts e os 4,8% restantes lêem notícias (Gráfico 3).

Gráfico 3 - Uso do equipamento digital ao navegar pela internet



Fonte: autoral (2024).

Ao utilizar *softwares* para desenvolverem suas atividades na escola, 31,6% têm o leitor de PDF como sendo o de maior frequência de uso; 21,1% o *Youtube*; 21,1% editores de texto; 15,8% utilizam *slides*, 5,3% formulários e 5,3% o *Kwai* (Gráfico 4). Além disso, 100% dos estudantes indicaram nunca ter tido contato com qualquer tipo de livro-jogo ou utilizado o *Twine*.

Gráfico 4 - Uso de *softwares* para desenvolver atividade na escola

Fonte: autoral (2024).

Sendo assim, pode-se constatar que os sujeitos da pesquisa são adolescentes de um grupo uniforme em relação a gênero e idade. Em sua maioria, possuem

celulares/*smartphones* como equipamentos digitais e os utilizam todos os dias tanto para entretenimento, quanto para desenvolver atividades escolares. Além disso, nunca tiveram contato com um livro-jogo ou o *software Twine*, o que infere que os *softwares* utilizados no contexto escolar podem ser de uso genérico não vinculados ao desenvolvimento de livros-jogos. Paralelamente, os estudantes têm certo nível de proximidade com as tecnologias digitais que fazem parte do cotidiano de cada sujeito.

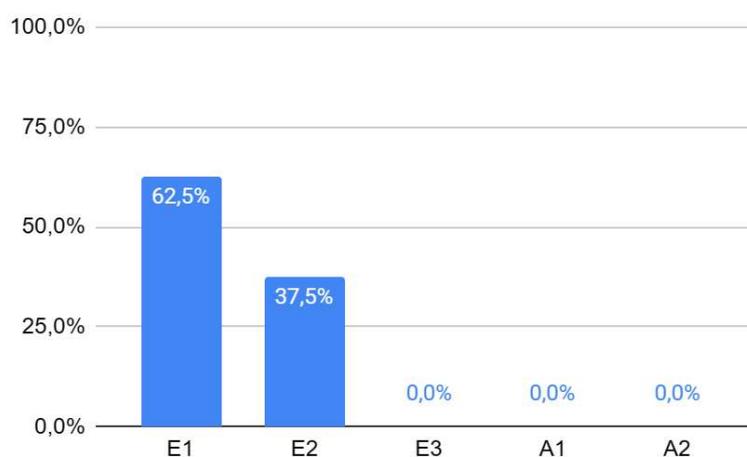
## 6.2 Questionário Inicial

O objetivo específico “analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio comparando-se os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos de Biologia Celular àqueles obtidos durante e após o desenvolvimento da SD, dentro de seu contexto pessoal e escolar a partir de seu perfil personográfico” foi cumprido em diferentes momentos da pesquisa. Primeiramente, obteve sucesso mediante a aplicação do QI aplicado no dia 03 de outubro de 2023, onde um questionário *on-line* (Apêndice A) foi enviado aos estudantes por meio da plataforma *Google Classroom* e da rede social *Whatsapp*. Participaram desse processo 8 estudantes, sendo respondidas 24 questões, objetivas e conceituais. As perguntas visavam principalmente seus conhecimentos prévios acerca do conceito de célula e de quatro grupos de células específicas: musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais, escolhidos pelos estudantes e respeitando o número de sujeitos participantes que iniciou e finalizou a pesquisa (8).

### 6.2.1 Definição de célula

Para coletar informações sobre a definição de célula, os estudantes responderam à questão 20, cujo enunciado destacava “Para você, o que célula?”. No geral, os estudantes não conseguiram definir o conceito de célula academicamente, considerando-se que 62,5% cometeram erro E1 (incipiente) e 37,5% cometeram erro E2 (inadequado) (Gráfico 5).

Gráfico 5 - Definição de célula no QI



Fonte: autoral (2024).

Os estudantes que se encaixaram na subcategoria E1 definiram célula com as seguintes respostas: “células, são a unidade básica dos seres vivos” (S3); “Célula é uma unidade básica de um ser vivo” (S4); “NÃO SEI” (S5); “Células são as unidades estruturais e funcionais que constituem todos os seres vivos” (S6); e “Não me recordo ” (S7). Vale destacar, que as respostas dos sujeitos S3, S4 e S6 estão nesta subcategoria, pelo fato de que durante o processo foi observado a retirada de informações da internet.

Os estudantes que se encaixaram na subcategoria E2 (inadequado), definiram célula da seguinte forma: “algo que compõe o corpo humano ” (S1); “algo que compõe o corpo” (S2); e “Para mim, elas são aquilo que compõem o nosso corpo e o mantém saudável” (S8). Nestes casos, Junqueira e Carneiro (2018) descrevem que o conceito de células está vinculado a unidades estruturais e funcionais que constituem os seres humanos, porém por mais que a definição dos sujeitos S3, S4 e S6 estejam corretas, estão categorizadas pela subcategoria E1 como incipientes pela cópia direta da internet, tal constatação ocorreu durante o momento de aplicação do QI e foi registrado no Relatório de Observação (Apêndice B). As respostas dos sujeitos S1, S2 e S8 não estão adequadas segundo a literatura por apresentarem teor generalista ao conceito, uma vez que, em síntese, o corpo humano é composto por diversas estruturas intracelulares e extracelulares, não ficando restrito a células (Junqueira; Carneiro, 2018).

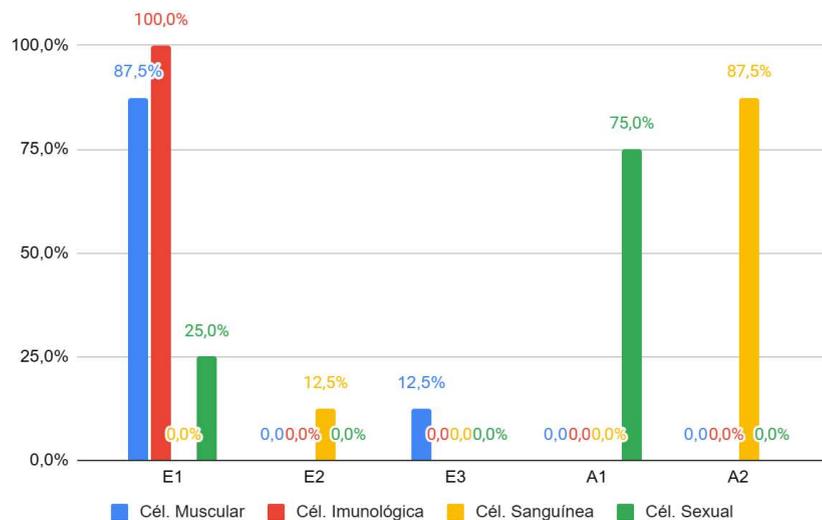
### 6.2.2 Nome da célula

Para coletar a informação sobre o nome dos grupos de células trabalhados, os estudantes responderam às questões 21 à 24 cujo enunciado, seguido de imagem representativa, era o seguinte: “Qual o nome e a função da célula abaixo?”. Vale destacar, que os grupos levados em consideração dizem respeito a 4 tipos celulares: musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais, nessa ordem. Para a organização da análise dos dados, os resultados das questões 21 à 24 foram separados em dois itens: nome e função da célula.

Em geral, os estudantes conseguiram nomear adequadamente, do ponto de vista acadêmico, as células sanguíneas, apresentando 87,5% dos estudantes que se encontram na subcategoria A2 (acerto completo). Para as células sexuais, 75,0% conseguiram acerto parcial, encaixando-se na subcategoria A1. No entanto, apresentaram dificuldade em nomear as células musculares e imunológicas, apresentando, respectivamente, 87,5% e 100,0% de estudantes na subcategoria E1 (erro incipiente) (Gráfico 6).

Os estudantes que se enquadraram na subcategoria E1 (erro incipiente), para a questão 21, responderam “não sei” (S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7) para o nome referente à célula muscular, com exceção do sujeito S7 que respondeu “Células epiteliais”, porém caracterizou-se pertencente à subcategoria E3 (erro por troca conceitual). Em relação à questão 22, todos os estudantes responderam “não sei” ou “desconheço” para célula imunológica, encaixando suas respostas à subcategoria E1 (incipiente).

Gráfico 6 - Respostas das questões 21 a 24 do QI para o nome das células



Fonte: autoral (2024).

Os estudantes que se encaixaram na subcategoria A2 (acerto completo) para a questão 23, nomearam célula sanguínea como “globulo vermelho” (S1 e S3); “glóbulo vermelho” (S2); “Glóbulo vermelho” (S4); “GLÓBULOS VERMELHOS” (S5); “Glóbulos vermelho” (S6) e “Glóbulos sanguíneos” (S8), visto que a imagem associada à questão trazia a representação de um eritrócito, hemácia ou glóbulo vermelho, como destaca a literatura descrita por Junqueira e Carneiro (2018). O sujeito S7 se encaixou na subcategoria E2 (erro inadequado), visto que sua resposta, “E alguma coisa haver com o sangue”, é inadequada do ponto de vista acadêmico pela generalização do conceito.

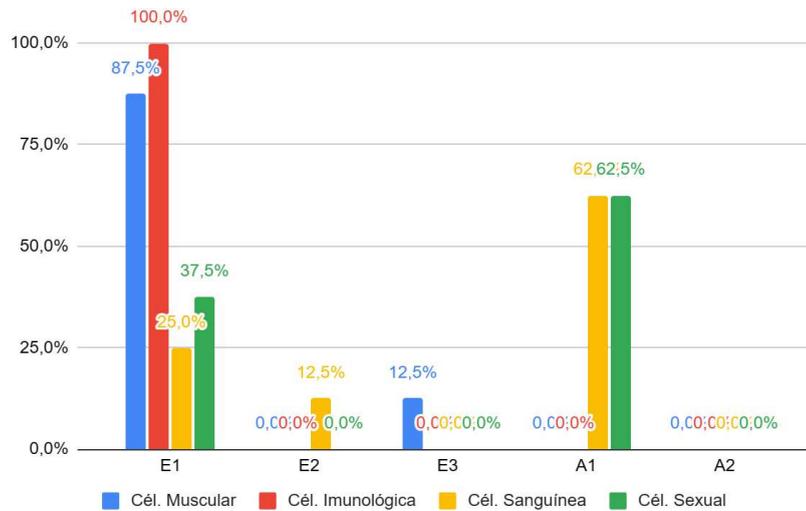
No que diz respeito à questão 24, os estudantes nomearam as células sexuais em evidência como: “espermatozoide” (S1 e S3); “Espermatozóides” (S4); “ESPERMATOZOÍDE” (S5); “Espermatozoide” (S6) e “Espermatozóide” (S8). Sendo assim, estas respostas pertencem à subcategoria A1 (acerto parcial), pois segundo Junqueira e Carneiro (2018), as células sexuais são representadas pelo espermatozoide e pelo ovócito, não somente pelo espermatozoide. Já os sujeitos S2 e S7 responderam “não sei” à questão, caracterizando a subcategoria E1 (erro incipiente).

### **6.2.3 Função da célula**

Ainda em relação às questões 21 à 24, mas com foco na função dos grupo de células trabalhadas, em geral, pode-se perceber que houve acerto parcial A1 em relação às células sanguíneas e sexuais com 62,5% para cada. Em contrapartida, apresentaram dificuldades para a função das células musculares, imunológicas e sexuais, apresentando, respectivamente, 85,0%, 100,0% e 37,5% de estudantes na subcategoria E1 (erro incipiente) (Gráfico 7).

Os estudantes que se enquadraram na subcategoria E1 (erro incipiente), para a questão 21, em relação à função da célula muscular, responderam “não sei” (S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7), com exceção do sujeito S7 que respondeu “defender o corpo humano de agentes invasores fora do corpo humano”, porém caracterizou-se pertencente à subcategoria E3 (erro por troca conceitual), visto que estava se referindo a células imunológicas de maneira geral. Em relação à questão 22, todos os estudantes responderam “não sei” ou “desconheço” para célula imunológica, encaixando suas respostas na subcategoria E1 (erro incipiente) assim como ocorreu para o nome de tal célula.

Gráfico 7 - Respostas das questões 21 a 24 do QI para a função das células



Fonte: autoral (2024).

Os estudantes que se encaixaram na subcategoria A2 (acerto completo) para a questão 23, associaram as seguintes respostas à função da célula sanguínea: “transportar oxigênio e a cor do sangue” (S1) e “transporte do oxigênio e pela cor vermelha do sangue” (S6). Nesse sentido, Junqueira e Carneiro (2018) colocam como principais funções desta célula não somente o transporte de gás oxigênio, mas também o transporte de gás carbônico. Para mais, os estudantes que se encaixaram na subcategoria E1 (erro incipiente) compreendem as respostas “não sei” (S4 e S5) e a subcategoria E2 (erro inadequado) conta com a resposta “E alguma coisa haver com o sangue” (S7). Cabe colocar que levou-se em consideração a mesma resposta do sujeito S7 tanto para nome quanto para função da célula sanguínea evidenciada, visto que sua classificação seria inválida, se levado em consideração a subjetividade do aluno na resposta elencada.

Por fim, em relação à questão 24, os estudantes associaram as seguintes respostas para a função das células sexuais: “gerar um feto” (S1); “responsavel pela fecundacao” (S3); “GERAR UM BEBÊ” (S5); “gerar um bebê” (S6) e “fecundar ovócito ” (S8). As respostas elencadas, entremeiam os pressupostos teóricos de Junqueira e Carneiro (2018). Os autores colocam que a associação das funções primordiais de células sexuais, tanto espermatozoides quanto dos ovócitos, é o passo de fecundação e posterior reprodução. Como os estudantes colocaram respostas que se relacionavam com fecundação ou reprodução, o acerto se caracteriza na subcategoria A1 (acerto parcial). Já os sujeitos S2 e S7 responderam “não sei” à questão, caracterizando a subcategoria E1 (erro incipiente).

Desse modo, pode-se constatar que inicialmente os estudantes apresentaram certa familiaridade com as representações de células sanguíneas e células sexuais de modo geral, haja vista que, tanto para nome quanto para função, os estudantes se enquadraram, majoritariamente, em subcategorias de acerto (A). No entanto, as células musculares e células imunológicas parecem não fazer parte de aspectos do dia a dia, uma vez que percentuais acima de 85% indicaram a ausência de conhecimentos acerca desses grupos celulares. Tais resultados, levam a crer que propagandas, campanhas de sangue e de prevenção de gravidez na adolescência colocam em evidência as células sanguíneas e sexuais, mais presentes no dia a dia da população em geral e, normalmente, cativam mais interesse nos estudantes. Tal aspecto pode influenciar as respostas dos estudantes, já que captam seus conhecimentos prévios.

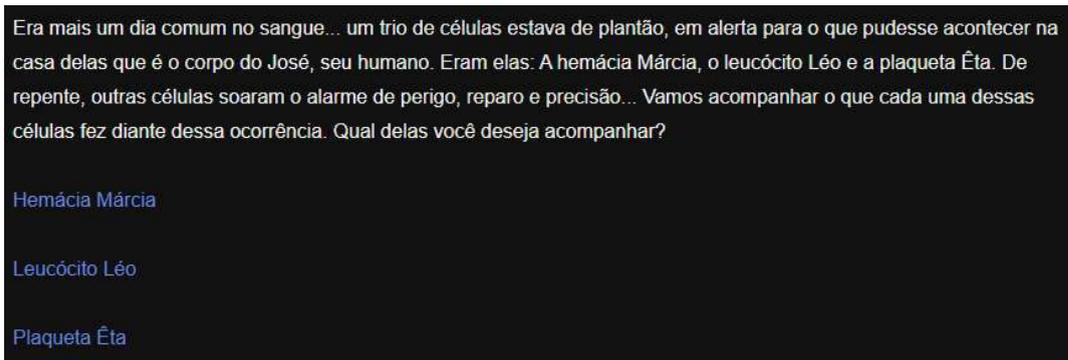
### **6.3 Sequência Didática**

O objetivo específico “desenvolver uma SD para o ensino e a aprendizagem de Biologia Celular com base nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, fazendo uso do *software Twine* para o desenvolvimento de MADEs no formato de livro-jogo” foi cumprido em diferentes momentos da pesquisa. Em um segundo momento, obteve-se sucesso mediante a aplicação da SD aplicada entre os dias 3 e 31 de Outubro de 2023, onde foram utilizados Relatórios de Observação (Apêndice B) após cada uma das Intervenções. Participaram desse processo 8 estudantes, que passaram por momentos de experimentação de um livro-jogo sobre células sanguíneas, roteirização do MADE a ser desenvolvido, implementação do MADE no *software Twine*, interação e avaliação com os MADEs desenvolvidos por todas as duplas de modo a contemplar os conteúdos de células musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais.

#### ***6.3.1 Intervenção 1 - Experimentação de livro-jogo, narrativa e Twine***

A Intervenção 1 ocorreu no dia 3 de outubro de 2023, contou com 8 sujeitos participantes e foram trabalhados elementos do gênero narrativa no *software Twine* e a experimentação de um livro-jogo sobre o conteúdo de células sanguíneas (Figura 10).

Figura 10 - Passagem principal do livro-jogo “Sangueee”



Fonte: autoral (2024).

Os estudantes puderam utilizar este livro-jogo desenvolvido pelo pesquisador e preencheram o Relatório de Experimentação referente a esse material (Apêndice C). O intuito desta dinâmica foi elucidar aos estudantes qual seria a proposta a ser desenvolvida por eles e introduzir o conteúdo de Biologia Celular, neste caso, especificamente células sanguíneas. Os conceitos de célula, hemácia, plaqueta e leucócito, bem como suas respectivas funções, foram abordadas. Vale destacar que, os leucócitos se encaixam na perspectiva de serem células sanguíneas que fazem parte do sistema imunológico humano, evidenciado no livro-jogo e em explicação posterior apresentada pelo pesquisador.

Os estudantes fizeram duplas: D1 (S7 e S8), D2 (S1 e S2), D3 (S3 e S4) e D4 (S5 e S6), que permaneceram as mesmas até o fim da pesquisa. Nesta ocasião houve o preenchimento do Relatório de Experimentação do livro-jogo, contendo as mesmas opções disponíveis em *links* no livro-jogo desenvolvido pelo pesquisador, para que os estudantes marcassem a opção que escolheram durante a execução da atividade. Apresentava também um espaço reservado para descrever qual foi o desfecho das suas escolhas e o que aprenderam a cada vez que utilizavam o livro-jogo. Vale destacar que, como se tratava de uma experimentação, os estudantes repetiram o processo 6 vezes para que pudessem explorar todos os enredos possíveis. Além disso, os estudantes responderam o passo a passo da primeira utilização, porém, por conta do pouco horário disponibilizado pela escola, não justificaram os finais dos demais enredos a partir da segunda utilização.

O contexto do livro-jogo envolve 3 tipos de células que possuem nomes (Plaqueta Êta, Hemácia Márcia e Leucócito Léo), haja vista que são personagens, dentro do corpo de um indivíduo chamado José. A dupla poderia escolher um desses 3 tipos de células e em seguida (na passagem seguinte) escolher se diante de uma situação de emergência convocaria mais células do mesmo tipo ou resolveria que essa célula deveria atuar isoladamente.

As duplas D2, D3 e D4 percorreram, inicialmente, as opções “Plaqueta Êta” e “Convocar mais plaquetas”, constatando-se as seguintes respostas para a ação das plaquetas a partir das escolhas: “Foi uma ótima escolha e aprimorou o trabalho de parar o sangue e reparar o tecido epitelial (da pele) dos braços, joelho e a parte do rosto do José” (D2); “Quando ocorre uma lesão na pele, o corpo ativa as plaquetas e inicia uma junção chamada tampão plaquetári, que é suficiente para lidar com algumas lesões mais leves” (D3); e “O trabalho em grupo aprimorou o trabalho de reparar o tecido e parar o sangramento” (D4). O que são destacadas como interpretações corretas segundo Junqueira e Carneiro (2018), ao colocarem que a função das plaquetas é promover a coagulação do sangue e evitar perda de sangue, uma vez que as paredes dos vasos sanguíneos são reparadas.

Ademais, apenas a dupla D1 fez o caminho com as opções “Leucócito Léo” e “Vai até o local do ferimento”. A partir disso, constataram que “Léo estimulou a produção de anticorpos que se ligaram aos antígenos presentes na superfície dos invasores” (D1). Sendo assim, a dupla conseguiu descrever corretamente o que se passou neste enredo com suas próprias palavras, segundo Junqueira e Carneiro (2018), pois estas células são especializadas na defesa do corpo humano contra microrganismos agressores por meio de anticorpos. Tais respostas representam uma evolução na aprendizagem, por mais que se trate de um livro-jogo de experimentação, isso em comparação com as respostas presentes no QI dos estudantes, uma vez que existe um sentido mais completo e uma associação com o conceito acadêmico mais presente.

### **6.3.2 Intervenção 2 - Produção do roteiro do MADE**

A Intervenção 2 estava prevista para ocorrer no dia 10 de outubro de 2023, mas ocorreu de fato no dia 17 do mesmo mês, pois houve uma palestra e atendimento de saúde mental aos professores no dia previsto inicialmente. A Intervenção contou com somente 6 sujeitos e foi dedicada à produção dos roteiros dos MADEs, livros-jogos, a serem utilizados posteriormente pelos estudantes.

Ao iniciar a aula, em dupla, os estudantes tiveram que elaborar as passagens (trechos de história) utilizando o arquivo Roteiro do MADE (Apêndice D) (Figura 11), associando os conceitos pesquisados sobre o grupo de células escolhido com alguma narrativa para implementação destas nos seus respectivos livros-jogos na Intervenção seguinte. Nesse sentido, a distribuição dos grupos de células para cada dupla foi: D1 - células musculares, D2 - células sexuais, D3 - células sanguíneas, D4 - células imunológicas.

Figura 11 - Trecho do Roteiro do MADE da dupla D3



Universidade Federal do Ceará  
Centro de Ciências  
Departamento de Biologia  
Licenciatura em Ciências Biológicas  
Trabalho de Conclusão de Curso

**Pesquisa de produção autoral de livro-jogo digital para a compreensão de célula**  
**Profº Francisco Leonardo Araújo Jesuino**

**ROTEIRO DO MADE**

<b>DATA</b> (Data da Escrita do Roteiro)	17/10/2023
<b>NOME</b> (Seu nome completo e da dupla)	Ruan da Silva Lemos/Francisco Yago (Rugo)
<b>TÍTULO</b> (Título do seu Livro-jogo)	Sistema Sanguíneo
<b>GRUPOS DE CÉLULAS</b> (Grupo de células você vai trabalhar)	Sanguíneas
<b>PESQUISA SOBRE CONCEITOS</b> (Pesquise na internet sobre o seu conteúdo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual o nome de cada célula do grupo escolhido?</li> <li>• Onde eu posso encontrar no corpo humano as células do grupo escolhido?</li> </ul>

Fonte: autoral (2024).

A maioria das duplas encontraram dificuldades e não conseguiram desenvolver o Roteiro em tempo hábil. As duplas que vieram (D2, D3 e D4) estavam com um início da proposta somente, sendo assim, horários no contraturno foram combinados com todas as duplas para que pudessem finalizar essa escrita por meio do *software Google Meet*.

### 6.3.3 Intervenção 3 - Produção do livro-jogo - Parte 1

A Intervenção 3 aconteceu no dia 24 de outubro de 2023, contou com 7 sujeitos participantes. Com o Roteiro do MADE em mãos, os estudantes implementaram todos os elementos que constavam no Roteiro dentro do *software Twine* ([twinery.org](https://twinery.org)) previamente aberto nos computadores de cada dupla pelo pesquisador. O momento da implementação foi desenvolvido em duas Intervenções para a produção com mais calma e maior qualidade, pois o tempo reservado para cada Intervenção era curto (40 minutos). Sendo assim, as Intervenções 3 e 4 foram destinadas completamente para a implementação do Roteiro do MADE na produção do livro-jogo propriamente dito.

Apesar do acompanhamento via *Google Meet* com todas as duplas, a dupla D1 ainda não havia passado para o roteiro digital tudo aquilo que era necessário para seguir à

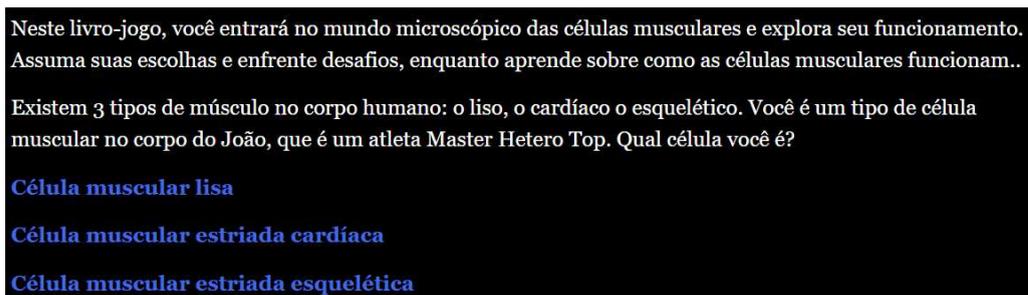
etapa de implementação do livro-jogo. A dupla D4 tinha completado o roteiro, porém não pode desenvolver na aula, visto que o sujeito S6 faltou no dia desta Intervenção e tinha posse do roteiro apenas escrito, a dupla não havia passado as informações para o documento no *Google Classroom*.

Os integrantes da dupla D1 começaram então a passar suas ideias para o roteiro digital. O sujeito S5 da dupla D4 que veio, pediu a contribuição da sua dupla que estava em casa para enviar o Roteiro para que fosse documentado digitalmente. Já as duplas que possuíam o Roteiro do MADE completo começaram a implementar o livro-jogo com alguns ajustes avaliados e conversados com os estudantes a nível de ortografia, gramática e conceitos.

#### 6.3.4 Intervenção 4 - Produção do livro-jogo - Parte 2

A segunda parte da implementação dos livros-jogos no *software Twine* foi realizada durante a Intervenção 4 que ocorreu no dia 31 de outubro de 2023, contou com todos os 8 sujeitos participantes. As duplas D1 e D4 haviam finalizado seus respectivos Roteiros do MADE e então começaram a implementação. Uma indagação importante do sujeito S2 (D2): “Estamos quase terminando com as passagens, tá bom essas 3?” e o pesquisador pontuou que as 3 passagens eram insuficientes, pois não caracterizam exatamente um livro-jogo e não estavam abarcando o conteúdo proposto. Sugeriu-se que fossem criadas, ao menos, mais quatro passagens e assim o fizeram. Enfatizando a necessidade de uma narrativa ter que abarcar os conteúdos para a explicação de tais células, neste caso em especial, estava se referindo às células sexuais. Sendo assim, as duplas D2 e D3 continuaram a implementar seus respectivos livro-jogos (Figuras 12, 13, 14 e 15) e ao finalizar aproveitaram para testá-los no tempo restante da aula promovendo os ajustes necessários.

Figura 12 - Livro-jogo “*Muscle day*” desenvolvido pela dupla D1



Fonte: autoral (2024).

Figura 13 - Livro-jogo “A viagem de Zoide” desenvolvido pela dupla D2

Vários espermatozoides estão entrando com o Zoide no útero e saindo dos sacos escotrais de João e indo para o óvulo da Marie. Lá, Zoide ira lutar para que ele entre sozinho e comece a se reproduzir no útero.

**ir sozinho?**

**chamar reforços?**

Fonte: autoral (2024).

Figura 14 - Livro-jogo “Sistema sanguíneo” desenvolvido pela dupla D3

No corpo de Francisco que aspira ser um bodybuilder temos as células sanguíneas Red, White e Plaquete. Este grupo de células começa a sentir um nível maior de atividade no corpo que se hospedam, aparentemente Francisco estava na academia.

**RED**

**WHITE**

**PLAQUETO**

Fonte: autoral (2024).

Figura 15 - Livro-jogo “Doenças mortais” desenvolvido pela dupla D4

Um homem chamado Sérgio foi viajar e não tomou a vacina antes de ir mas na última hora ele resolveu viajar para outros países e ter novas experiências. em umas dessas experiências acabou contraindo umas enfermidades. Essas enfermidades são: pneumococo, Herpes, varicela e bacilo de konch.

**chamar reforços**

**lutar sozinho**

**O fugitivo**

Fonte: autoral (2024).

Houve uma testagem interna rápida dos livros-jogos desenvolvidos com ajustes que foram necessários, por todas as duplas. Ao final, os estudantes enviaram o arquivo da história produzida por *e-mail* em formato HTML.

Diante das circunstâncias apresentadas, percebeu-se que é necessário reservar mais tempo para produção do roteiro em sala de aula, bem como dar ênfase na parte de criatividade da narrativa dos estudantes e da testagem do livro-jogo já implementado, pois constatou-se que esses pontos devem ser levados em consideração a partir de momentos

reservados especificamente para a concepção do MADE e outro somente para a testagem dos MADEs desenvolvidos.

Além disso, a alternativa viável encontrada pelo pesquisador, quando não houve tempo em sala de aula para realizar as atividades previstas nas Intervenções, foi a de reservar um tempo extra com os estudantes que tiveram dificuldades e fazer uma videochamada via *Google Meet* para orientação e acompanhamento.

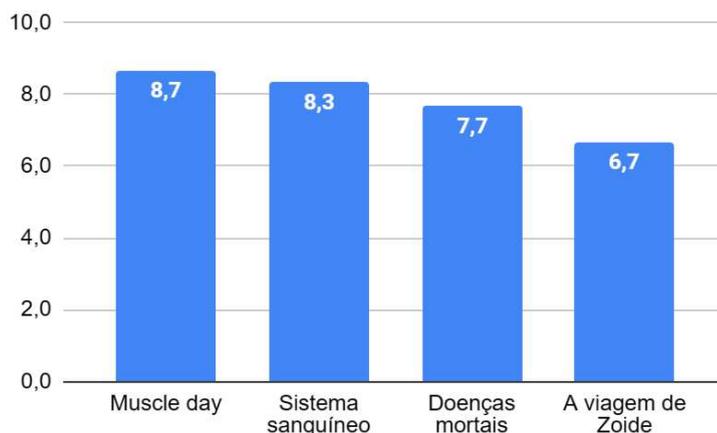
Cabe ainda destacar que o número de participantes nesta pesquisa foi relativamente baixo por conta da realização da pesquisa no último horário da manhã, das 11h30min às 12h10min, quando boa parte dos estudantes já havia ido embora e a concentração diminuiu. Além desse aspecto, a pesquisa foi aplicada em situação de estágio, dificultando a compreensão dos estudantes em relação à necessidade da realização das atividades previstas. Percebe-se, portanto, a necessidade de se pensar em abordagens diferenciadas em situações específicas como essas, na tentativa de minimizar o problema e alcançar um envolvimento maior dos estudantes no processo de aprendizagem.

### **6.3.5 Intervenção 5 - Avaliação entre duplas e explicação de conteúdos**

A Intervenção 5 foi a última a ser realizada e contou com 2 momentos, foram eles: avaliação entre duplas e explicação de conteúdos. Esta Intervenção aconteceu no dia 1 de novembro de 2023, um dia após a Intervenção 4, haja vista que surgiu uma oportunidade de realizar tal intervenção dentro de 2 aulas de 50 minutos, o que foi algo muito positivo em termos de qualidade para realização das atividades propostas.

Os 4 livros-jogos produzidos foram jogados entre as duplas, para que pudessem aprender sobre os conteúdos abordados de uma maneira ampla, mas ao mesmo tempo com traços específicos de jogabilidade trazidos por cada um. Para isso, as duplas utilizaram o Relatório de Avaliação entre duplas (Apêndice E) com a finalidade de atribuir notas para os livros-jogos desenvolvidos pelas outras duplas e também para que, posteriormente, fosse gerada uma média, contemplando aspectos de “Clareza da narrativa” (Gráfico 8) e “Relação do livro-jogo com o conteúdo de célula” (Gráfico 9). Além disso, as duplas tinham que justificar as notas atribuídas para os aspectos citados. Vale destacar, que as duplas D1, D2, D3 e D4 produziram, respectivamente, os livros-jogos “*Muscle Day*”, “A viagem de Zoide”, “Sistema sanguíneo” e “Doenças mortais”.

Gráfico 8 - Média das notas atribuídas para o aspecto “Clareza da narrativa”

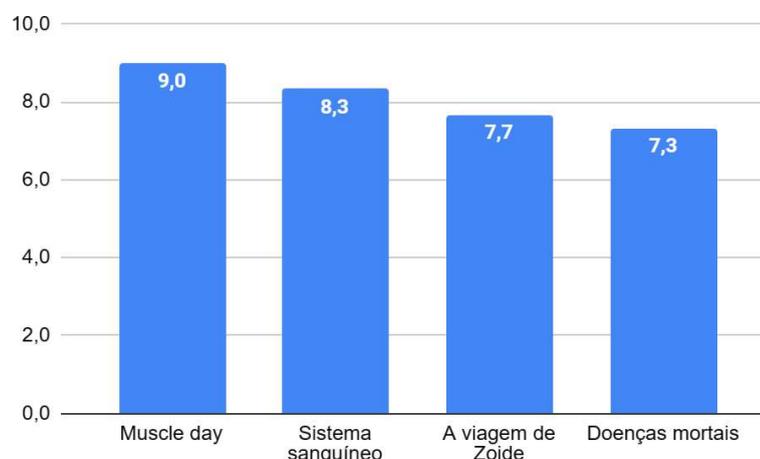


Fonte: autoral (2024).

Os livros-jogos “*Muscle day*” (D1) (<https://leonardojesuino.itch.io/muscle-day>), média 8,7, e “Sistema sanguíneo” (D3) (<https://leonardojesuino.itch.io/sistema-sanguineo>), média 8,3, abordam narrativas com características do gênero textual crônica que levam os usuários a diferentes ambientes, a depender do tipo de célula escolhida, sejam as musculares ou sanguíneas. Em relação ao livro-jogo “*Muscle day*” (D1), a dupla D4 atribuiu a nota e a justificou da seguinte forma: “10, achei a narrativa legal de uma forma que te mantém nela”. E para o livro-jogo “Sistema sanguíneo” (D3), a dupla D2 destacou: “9, também estava bem claro”. Tais justificativas embasam a ideia de terem sido narrativas regulares quanto à clareza ao ponto de prender a atenção dos usuários. Vale acrescentar que, as respostas se encontram na flexão gramatical singular pela escrita ter sido feita por somente um integrante da dupla.

Em contrapartida, os livros-jogos “A viagem de Zoide” (D2) (<https://leonardojesuino.itch.io/a-viagem-de-zoide>) e “Doenças mortais” (D4) (<https://leonardojesuino.itch.io/doencas-mortais>), obtiveram as menores médias dentre os MADEs produzidos, 7,7 e 6,7, respectivamente. A dupla D1 atribuiu a seguinte nota e justificativa para o livro-jogo “A viagem de Zoide” (D2): “6, interessante, mas bem curto”. E para o livro-jogo “Doenças mortais” (D4), a dupla D3 atribuiu a seguinte nota e crítica: “4, faltou mais detalhes para o entendimento”. Tais justificativas denotam a falta de clareza em relação ao que estava sendo contado, em termos de narrativa, e como tal aspecto está relacionado a uma trama que possa manter o usuário imerso numa história por certo período de tempo com os devidos detalhamentos, uma vez que se trata de conteúdo científico e educativo.

Gráfico 9 - Média das notas atribuídas para o aspecto “Relação do livro-jogo com o conteúdo de célula”



Fonte: autoral (2024).

Tratando-se do aspecto “Relação do livro-jogo com o conteúdo de célula”, o livro-jogo “*Muscle day*” (D1) abordou as células musculares mais evidentes no corpo humano, como as estriadas cardíacas, estriadas esqueléticas e lisas, construindo uma narrativa mais elaborada com as células sendo personagens da história, tal qual o livro-jogo “Sistema sanguíneo” que abordou as células presentes no sangue como hemácias, plaquetas e leucócitos atribuindo nomes fictícios a estas e, assim puderam ter a melhor média de notas nesse quesito. A dupla D4 trouxe a seguinte consideração acerca do aspecto em questão para o livro-jogo “*Muscle day*”: “10, também por ser novo nesse tipo de aprendizado mas, o conteúdo é bem explicativo”. E para o livro-jogo “Sistema sanguíneo” a seguinte consideração foi feita pela mesma dupla (D4): “10, 100% educativo”. O que denota livros-jogos que possuíam conteúdos de biologia e que puderam ser vistos como educativos e explicativos nesse contexto.

Em contraponto, os livros-jogos “Doenças mortais” (D4) e “A viagem de Zoide” (D2) obtiveram as menores médias novamente, respectivamente, 7,7 e 7,3 agora para o aspecto “Relação do livro-jogo com o conteúdo de célula”. Percebeu-se que o livro-jogo “Doenças mortais” trouxe células mais específicas do sistema imunológico, como os neutrófilos, mas de modo incompleto quando não trouxe os demais tipos de leucócitos. Já o livro-jogo “A viagem de Zoide” (D2) demonstrou informações sobre as células sexuais, espermatozoide e ovócito, com foco na fecundação e reprodução, porém as informações estavam desalinhadas e, por vez, “soltas” nas passagens.

A dupla D3 atribuiu a seguinte nota e justificativa para o livro-jogo “Doenças mortais”: “5, faltou informação sobre células”. E para o livro-jogo “A viagem de Zoidé”, a dupla D1 deu nota “7” e justificou dizendo: “muito conteúdo sobre célula, mais que não se encontravam na linha de raciocínio”. Tais notas e justificativas, correspondem à falta de algumas informações associadas à coesão e coerência em determinados momentos da narrativa.

Para finalizar a Intervenção 5, houve o momento de Explicação dos conteúdos e por conta da limitação de tempo, foi feita uma exposição breve acerca das dúvidas que os estudantes tiveram em relação às definições de célula, seus nomes e respectivas funções. Sendo assim, não houve detalhamento esquematizado dos conteúdos, mas sim uma explicação pautada no que restou de dúvidas sobre o conteúdo de Biologia Celular após o desenvolvimento dos MADEs.

Pode-se inferir que, ao final da SD, os estudantes tiveram avanço conceitual moderado, levando em consideração os MADEs do tipo livro-jogo produzidos. A definição de célula foi o ponto que mais ficou em evidência ao analisar que todos os grupos estavam trabalhando com a definição base para só então desenvolver suas respectivas narrativas. No quesito nomenclatura e função das células trabalhadas, alguns estudantes saíram da perspectiva de não saber o nome ou função de algumas células até conseguir identificá-los pelo seu grupo, seja muscular, sanguínea, imunológica ou sexual. Mas ao mesmo tempo, houve estudantes que não compreenderam o que deveria ser feito, associaram células muito específicas em seus livros-jogos e se prenderam a elas em determinados momentos da história. A ideia era trabalhar com os principais tipos e não ramificar os grupos celulares a ponto de especificar e se perder dentro da própria narrativa, o que acarretou em menores notas na avaliação entre duplas.

#### **6.4 Questionário Final**

O objetivo específico “analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio comparando-se os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos de Biologia Celular àqueles obtidos durante e após o desenvolvimento da SD, dentro de seu contexto pessoal e escolar a partir de seu perfil personográfico” foi alcançado no dia 7 de novembro de 2023, por meio da aplicação do QF (Apêndice F), como instrumento de coleta de dados. No momento, um questionário *on-line*, elaborado pelo pesquisador na plataforma *Google Forms*, foi enviado aos estudantes por meio da plataforma *Google*

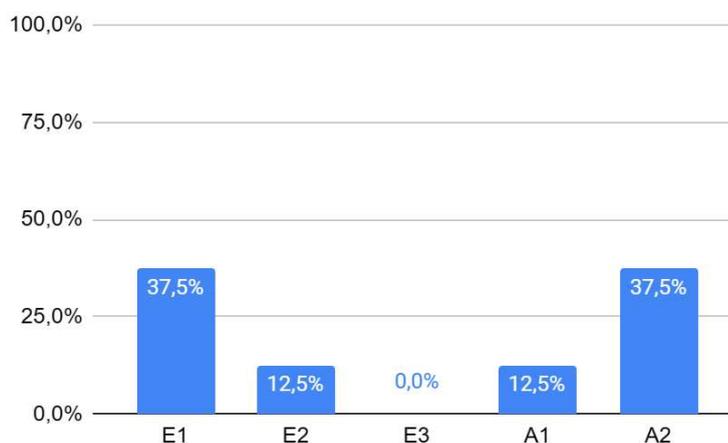
*Classroom* e da rede social *Whatsapp*, tal qual ocorreu para o QI. Sendo assim, participaram desse processo todos os 8 sujeitos, no qual 5 questões conceituais foram respondidas semelhantes às utilizadas no QI. As perguntas buscavam, sobretudo, captar os conhecimentos dos estudantes após a aplicação da SD, em relação ao conceito de célula, além do nome e da função dos quatro grupos de células específicas trabalhadas: musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais.

#### 6.4.1 Definição de célula

Coletando informações acerca da definição de célula, os estudantes responderam à questão 1, no qual o enunciado salientava “Para você, o que célula?”. Em geral, os estudantes se dividiram no quantitativo de acertos e erros para definir o conceito de célula academicamente. Obtendo-se os seguintes números, na categoria acerto: 37,5% apresentaram acerto A2 (completo) e 12,5% apresentaram acerto A1 (parcial); na categoria erro: 37,5% apresentaram erro E1 (incipiente) e 12,5% erro E2 (inadequado) (Gráfico 10).

Os estudantes que se encaixaram na subcategoria E1 (incipiente) definiram célula com as seguintes respostas: “Células são a unidade básica de um ser vivo” (S3); “Não sei” (S4); e “As células são as unidades funcionais e estruturais, cada uma dessa células são importantes para o corpo do seres vivos. Porque elas tem funções diferentes” (S6). Vale ressaltar, que as respostas dos sujeitos S3 e S6 estão nesta subcategoria, pelo fato de que suas respostas terem sido muito semelhantes às do QI, as quais durante o processo foi observado a retirada de informações da internet.

Gráfico 10 - Definição de célula no QF



Fonte: autoral (2024).

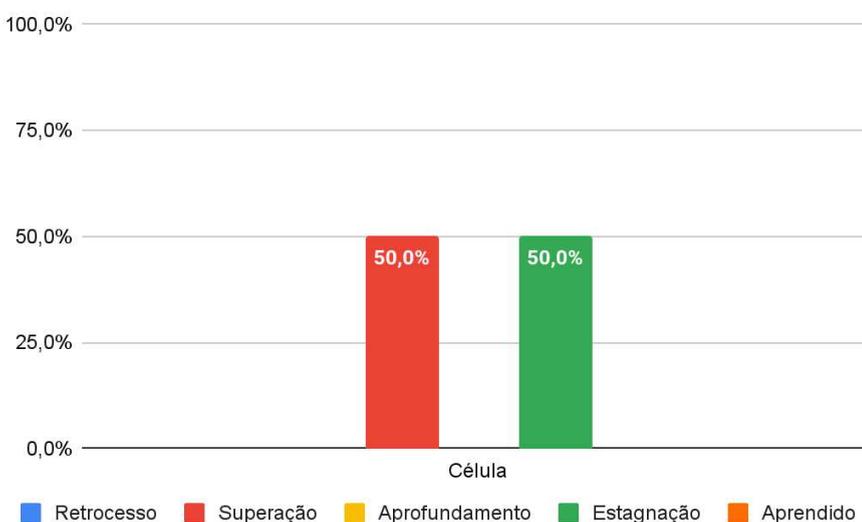
O estudante que se encaixou na subcategoria E2 (inadequado), definiu célula como: “Um um pequeno organismo q compõe o corpo humano e entre outros” (S8). Tal definição não está adequada segundo à literatura pela generalidade do conceito, uma vez que, as células são compreendidas como partes estruturais e não como um todo completo a ponto de caracterizar-se como um organismo (Junqueira; Carneiro, 2018).

Na categoria de acerto A1, o estudante S5 definiu célula como: “Células são grupos importantes em várias áreas principalmente no corpo e criação de várias coisas que ajudam na sua saúde” que está parcialmente completa, pela caracterização de ser uma unidade estrutural e funcional, edificando e incorporando processos pelo corpo sendo indispensáveis para a homeostase do organismo resultando em qualidade positiva de saúde (Junqueira; Carneiro, 2018).

Por fim, os estudantes que tiveram acerto A2 definiram célula da seguinte forma: “São unidades estruturais e funcionais dos seres vivos” (S1); “unidades estruturais e funcionais do corpo” (S2) e “são unidades funcionais e estruturais dos seres vivos” (S7). Tais considerações são compreendidas como corretas academicamente, visto que Junqueira e Carneiro (2018) trazem esses aspectos de a células serem e fazerem parte da estruturação e desempenho de diferentes funções do corpo humano, como já mencionado anteriormente.

É possível constatar o Estágio de Aprendizagem que os estudantes se encontraram, após a experiência com a SD e o desenvolvimento de MADEs pautado em livros-jogos para o estudo de células diante da comparação dos resultados apresentados no QI e no QF (Gráfico 11).

Gráfico 11 - Subestágios de Aprendizagem para a definição de célula



Fonte: autoral (2024).

Sendo assim, pode-se perceber que, em relação à definição de célula, metade dos estudantes (50,0%) (S1, S2, S5, S7) entrou no subestágio de superação, dentro do estágio processo de aprendizagem. Tal constatação permite inferir que houve incremento conceitual dos estudantes considerando todo o processo e comparando suas percepções iniciais e finais acerca desta definição (Lima; Loureiro, 2024).

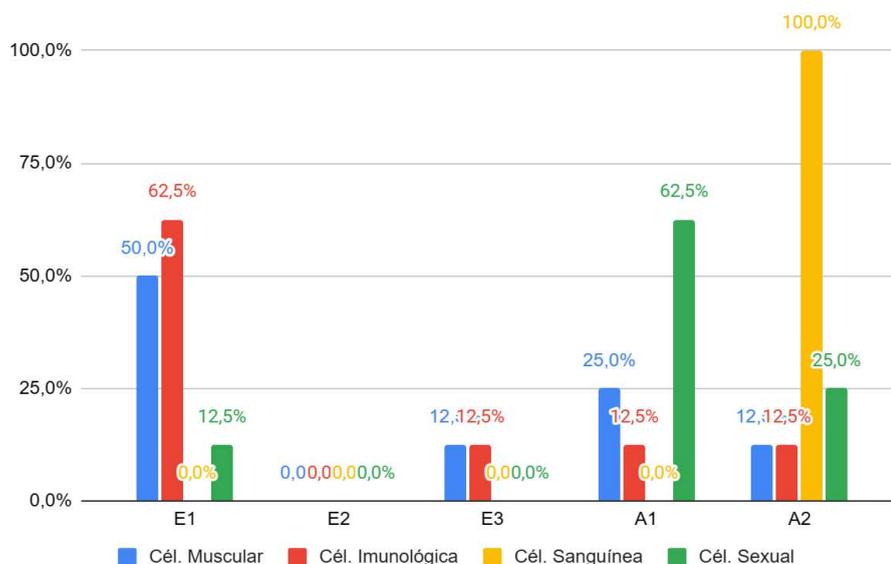
A outra metade dos estudantes (50,0%) (S3, S4, S6, S8) permaneceu estagnada no estágio de estagnação de aprendizagem e para entender melhor tal classificação, pode-se lembrar que boa parte das respostas dos sujeitos presentes nesse estágio foram copiadas da internet, caracterizando erro E1 (incipiente). Tais definições permaneceram após o processo, tornando-se indefinido se as informações foram ou não internalizadas pelos estudantes (Lima; Loureiro, 2024).

#### **6.4.2 Nome da célula**

A respeito da coleta de informações sobre o nome dos grupos de células trabalhados, os estudantes responderam às questões 2 a 5 do QF, cujo enunciado, com uma imagem representativa, era o seguinte: “Qual o nome e a função da célula abaixo?”. Vale destacar, que os grupos levados em consideração dizem respeito aos 4 tipos celulares trabalhados ao longo da SD: musculares, imunológicas, sanguíneas e sexuais, nessa ordem. Para a organização da análise dos dados, os resultados das questões 2 a 5 foram separados em dois itens: nome e função da célula.

De modo geral, todos os estudantes conseguiram nomear adequadamente, do ponto de vista acadêmico, as células sanguíneas, apresentando 100% dos estudantes que se encontram na subcategoria A2 (acerto completo). Para as células sexuais, 62,5% conseguiram acerto parcial, encaixando-se na subcategoria A1 e 25,0% na categoria A2 (acerto completo). Além disso, houve um decréscimo na dificuldade que apresentaram para nomear as células musculares e imunológicas, apresentando, respectivamente, 50,0% e 62,50% de estudantes na subcategoria E1 (erro incipiente), que indica melhora nos percentuais, mas ainda não satisfatórios (Gráfico 12).

Gráfico 12 - Respostas das questões 2 a 5 do QF para o nome das células



Fonte: autoral (2024).

Os estudantes pertencentes à subcategoria E1 (erro incipiente), para a questão 2, responderam novamente “não sei” (S2, S3, S4, S5) para o nome referente à célula muscular evidenciada (estriada esquelética). O sujeito S8 respondeu “Células epiteliais” novamente, portanto continuou fazendo parte da subcategoria E3 (erro por troca conceitual). Os demais sujeitos responderam: “Musculares” (S1); “tecido muscular” (S6) e “Estriada cardíaca” (S7), sendo assim, houve um aumento conceitual em relação a qual tipo de célula estava sendo evidenciada na imagem.

De maneira geral, “Musculares” e “tecido muscular” estão dentro do que Junqueira e Carneiro (2018) denotam como tecido muscular. Ao inferir este termo os estudantes englobam o conjunto de células musculares que compõem o tecido muscular, por sua vez. Quando o estudante denota “Estriada cardíaca”, há uma confusão em relação às estrias que caracterizam tanto as células dos tecidos musculares estriado cardíaco quanto o estriado esquelético, mas não deixa de fazer referência a uma célula muscular. Em síntese, o sujeito S1 obteve acerto completo (A2) e os sujeitos S6 e S7 contemplaram acerto parcial (A1).

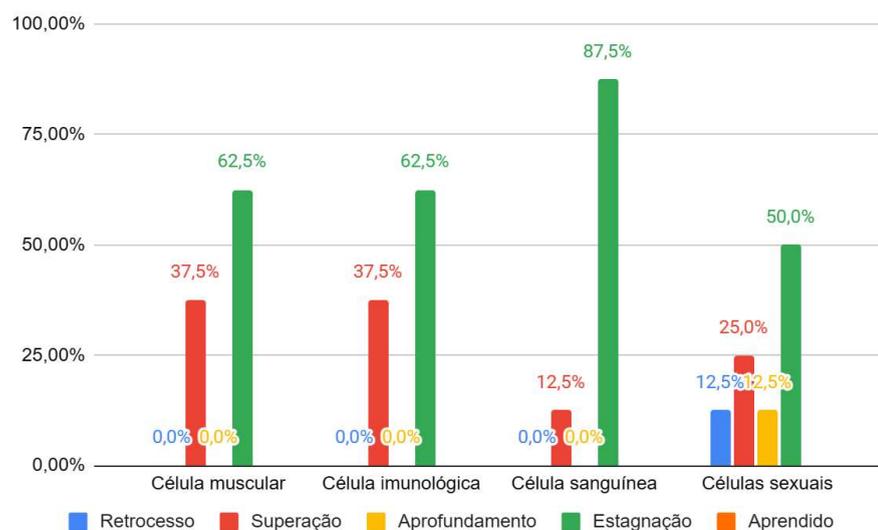
Em relação à questão 3, os sujeitos S2, S3, S4, S5, S8 responderam “não sei” ou “não conheço” para célula imunológica, encaixando suas respostas à subcategoria E1 (incipiente). O sujeito S1 nomeou a célula em questão como “Nervosa”, havendo portanto erro por troca conceitual (E3). Os sujeitos S6 e S7 responderam, respectivamente, “basófilos” e “Imunológica”, caracterizando acerto completo e parcial em sequência. Segundo Junqueira e

Carneiro (2018), o sangue é composto por três principais tipos de células: eritrócitos, plaquetas e leucócitos. Estes últimos, contemplam as também conhecidas células imunológicas, de defesa ou glóbulos brancos que sugerem, como o próprio nome, a manutenção do sistema imunológico do corpo humano por meio de diferentes tipos de células: neutrófilos, eosinófilos, basófilos, monócitos, linfócitos B, linfócitos T e linfócitos NK. Sendo assim, aos que responderam posteriormente como "imunológica" ou "basófilo" tiveram ganho de conhecimento, caracterizado com acerto completo (A2).

Em relação à questão 4, todos os estudantes se encaixaram na subcategoria A2 (acerto completo) ao nomear a célula sanguínea em evidência como “Sanguínea” (S1, S4, S5, S7) ou “Glóbulo vermelho” (S2, S3, S6, S8), visto que a imagem associada à questão trazia a representação de um eritrócito, hemácia ou glóbulo vermelho, como evidenciam Junqueira e Carneiro (2018) na literatura.

No que cerne à questão 5, os estudantes responderam o seguinte para o nome das células sexuais em evidência: “espermatozoide” (S2); “Espermatozóide” (S3 e S6); e “Espermatozóides” (S5)”. Sendo assim, estas respostas pertencem à subcategoria A1 (acerto parcial), pois segundo Junqueira e Carneiro (2018), as células sexuais são representadas pelo espermatozoide e pelo ovócito, não somente pelo espermatozoide. Já os sujeitos S1, S7 e S8 obtiveram acerto completo (A2) ao indicarem “Sexuais” ou “Celulas sexuais” à nomeação das células em evidência.

Gráfico 13 - Subestágios de Aprendizagem para o nome das células



Fonte: autoral (2024).

Pode-se constatar que, em relação à nomenclatura das células, 37,5% dos estudantes entraram no subestágio de superação, dentro do estágio processo de aprendizagem para células musculares e imunológicas. Sendo assim, é possível supor que estes estudantes obtiveram incremento conceitual em relação aos grupos de células com o maior índice de respostas incipientes (erro E1) no QI. Para mais, 12,5% e 25,0% dos estudantes entraram no mesmo subestágio para os grupos de células sanguíneas e sexuais, respectivamente.

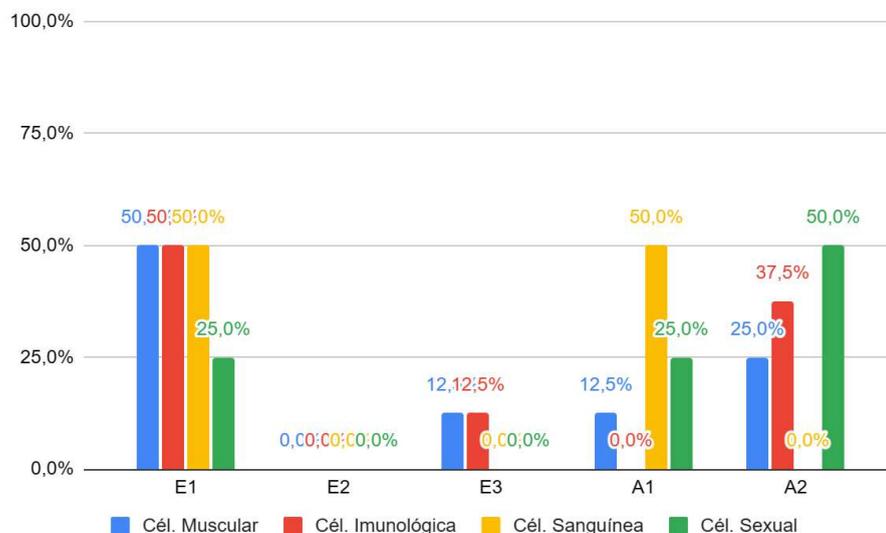
Além disso, 50,0% ou mais dos estudantes se encontraram no subestágio de estagnação para todos os grupos de células. Para compreender estes resultados, pode-se associar dois fenômenos ocorridos: (1) as respostas iniciais e finais foram erros incipientes (E1) que continuaram acontecendo após o processo e, na maior parte das vezes, (2) acerto parciais (A1) que estavam relacionados, principalmente, às células sanguíneas e sexuais, no qual os estudantes parecem ter maior contato no dia a dia, como explicitado anteriormente.

Silva (2023) destaca que ao desenvolverem MADEs para estudo dos conteúdos de biologia, os estudantes possuem uma alternativa a mais além das convencionais que os aproximam de seus mundos particulares, mais imerso de tecnologias digitais e isso acaba envolvendo-os no processo de aprendizagem de tal forma que parte das respostas ao QF são influenciadas por esse processo.

#### ***6.4.3 Função da célula***

Fazendo referência às questões 2 a 5, com observação aos aspectos funcionais dos grupos de células trabalhadas, verificou-se de modo geral, que houve acerto completo (A2) em relação às células imunológicas e sexuais com, respectivamente, 37,5% e 50,0% e 50,0% para as células sanguíneas com acerto parcial (A1). Todavia, apresentaram dificuldades nas células musculares, imunológicas e sanguíneas, apresentando, 50,0% de estudantes na subcategoria E1 (erro incipiente) para todos esses grupos de células.

Gráfico 14 - Respostas das questões 2 a 5 do QF para a função das células



Fonte: autoral (2024).

Acerca da função da célula muscular, na questão 2, quatro sujeitos responderam “não sei” (S2, S3, S4, S5) e, portanto, enquadraram-se na subcategoria E1 (erro incipiente). O sujeito S8 respondeu “Proteção contra todo e qualquer tipo de micro organismo do lado de fora do corpo”, porém caracterizou-se pertencente à subcategoria E3 (erro por troca conceitual), visto que estava se referindo, estritamente, às células de defesa do corpo (leucócitos) presentes no sangue. Segundo Junqueira e Carneiro (2018), dentre as funções das células musculares, destaca-se a constituição do tecido muscular e a contração de músculos.

Partindo desse conceito funcional, os sujeitos S1 e S6 conseguiram alcançar uma resposta semelhante ao indicarem, respectivamente, a função “responsável por formar os nossos músculos” e “responsável pela contração muscular”, ou seja, obtiveram acerto completo (A2). O sujeito S7 respondeu que a funcionalidade das células musculares é de “bombear o sangue”, tal função pode ser entendida como parcialmente correta (A1), com relação às células musculares presentes no coração (estriadas cardíacas), que desempenham essa funcionalidade por meio do sistema gerador de impulsos com produção e condução do estímulo cardíaco (Junqueira; Carneiro, 2018). Isso indica que o livro-jogo sobre células musculares pode ter levado, este sujeito, a colocar esta função específica de um dos tipos de células musculares apresentados.

Em relação à questão 3, os estudantes S2, S3, S4, S5 e S8 responderam “não sei” para a função da célula imunológica, encaixando suas respostas na subcategoria E1 (erro incipiente) assim como ocorreu para o nome de tal célula. O sujeito S1 indicou a seguinte

funcionalidade para as células imunológicas: “responsável por conduzir os impulsos para outras células”, indicando a associação às células nervosas, que além de tudo não foi um grupo de células trabalhado na proposta da pesquisa, indicando associação incorreta e troca conceitual (E3).

O sujeito S7 respondeu que a função da célula imunológica dizia respeito a "prevenir e lutar contra doenças", tal dado denota incremento conceitual e acerto parcial (A1). Do mesmo modo, o sujeito S6 indicou como função a "ajuda na recuperação de alergias e inflamações", ou seja, a proposta de indicar a função da célula apresentada foi contemplada. Sendo assim, os pressupostos de Junqueira e Carneiro (2018) foram incorporados nas respostas desse quantitativo de estudantes. Os autores escrevem que é através do sangue, atuando como meio de transporte, que os leucócitos ou células imunológicas desempenham suas inúmeras funções de defesa no organismo e constituem uma das primeiras barreiras contra a infecção, além de percorrer constantemente o corpo, atravessam a parede das vênulas e capilares por diapedese e concentram-se, rapidamente, nos tecidos que foram invadidos por outros microorganismos ou lesionados de alguma forma para recuperá-los de possíveis danos.

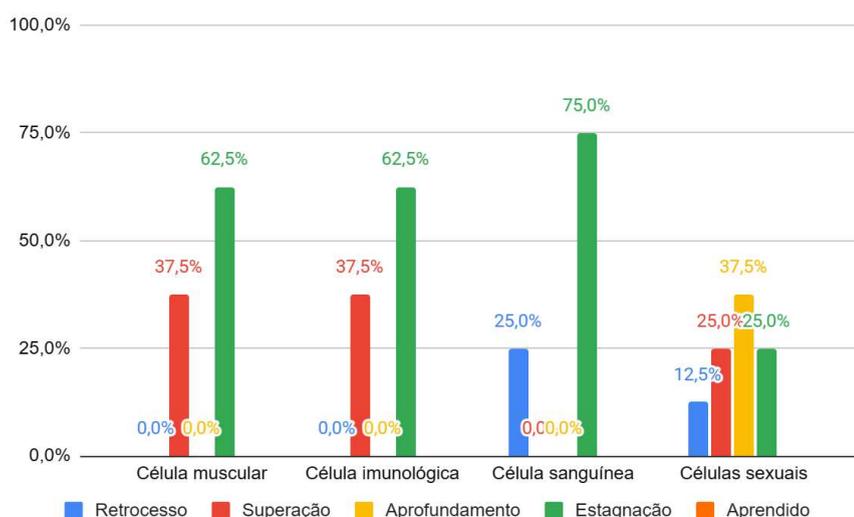
No que diz respeito à função do eritrócito destacado na imagem, houve um aumento no número de estudantes que não souberam responder qual sua função (S3, S4, S5, S7). Os sujeitos S1, S6 e S8 destacaram a função "transporte de oxigênio", indicando uma resposta parcialmente correta, uma vez que Junqueira e Carneiro (2018) colocam como principais funções desta célula não somente o transporte de gás oxigênio, mas também o transporte de gás carbônico. O sujeito S2 respondeu que a função da célula sanguínea é "dar cor ao sangue", que não está errada, mas não configura como função principal desta célula como citado anteriormente. Sendo assim, as respostas dos sujeitos S1, S2, S6 e S8 caracterizam-se como acerto parcial (A1).

Por fim, no que se refere à função das células sexuais destacadas na questão 5, os estudantes que tiveram acerto completo (A2) responderam: "a função é de fecundar o óvulo assim se aceita pelo o óvulo, pode ser gerado um bebê" (S3); “participa do processo de reprodução” (S4); “sua função é a reprodução” (S5) e “se reproduzir” (S7). As respostas configuram como acerto completo por contemplarem as ideias de Junqueira e Carneiro (2018), onde definem que associação das funções primordiais de células sexuais, tanto espermatozoides quanto ovócitos é o processo de fecundação e posterior reprodução.

Os estudantes que obtiveram acerto parcial (A1) ao responder a mesma questão sobre a função de células sexuais colocaram: “formar um feto” (S2) e “tem como propósito perpétua a geração de uma espécie” (S8). Em resumo, estas respostas exploradas e anotadas

pelos estudantes estão parcialmente corretas seja a curto prazo, com relação à formação de um feto após fecundação do ovócito, seja de maneira mais generalizada quando colocam a perpetuação da geração de uma espécie. No que cerne aos estudantes que não sabiam a função das células sexuais, os sujeitos S1 e S6 responderam, respectivamente, “Desconheço” e “Não sei”.

Gráfico 15 - Subestágios de Aprendizagem para a função das células



Fonte: autoral (2024).

Em relação à função das células apresentadas, 37,5% dos estudantes entraram no subestágio de superação tanto para células musculares quanto para imunológicas, além de 25,0% para as células sexuais. Tais percentuais indicam que parte dos estudantes teve incremento de conhecimento a respeito da função de células que, primordialmente, sequer sabiam o nome e, após a aplicação da SD, conseguiram associar corretamente a função destas células. Dentro dessa perspectiva, vale destacar que o percentual de aprofundamento (37,5%) foi proeminente e maior sobre as células sexuais, visto que os estudantes passaram de um acerto parcial (A1) para um acerto completo (A2) pela percepção de estruturas que viabilizam as funções tanto do espermatozoide quanto do ovócito.

No que diz respeito aos estudantes que entraram em estagnação durante o processo de aprendizagem para a função das células, tem-se os seguintes percentuais: 62,5% para células musculares, 62,5% para células imunológicas, 75,0% para células sanguíneas e 25,0% para células sexuais. Assim como ocorreu para respostas vinculadas ao nome da célula, os resultados indicam que: (1) as respostas iniciais e finais foram erros incipientes (E1) que

continuaram acontecendo após o processo e, em maior número, (2) acerto parciais (A1) estavam relacionados, sobretudo, às células sanguíneas, no qual os estudantes possuem maior maior contato cotidianamente. Em síntese, estes percentuais denotam que os estudantes mantiveram os mesmos pensamentos antes e após a aplicação da SD.

De modo geral, o percentual de estudantes que entrou no estágio de processo de aprendizagem é significativo e demonstra que o desenvolvimento de MADEs proporciona momentos incorporados na sua definição como os de criação, planejamento, execução, reflexão e avaliação, todos inter-relacionados com conteúdos de Biologia Celular. Essas etapas são relevantes para destacar a autonomia dos estudantes e fazer com que participem ativamente do processo de aprendizagem de modo satisfatório (Silva, 2021).

### **6.5 Questionário de Autoavaliação**

Ao final do processo, foi aplicado um Questionário de Autoavaliação com 4 perguntas para que os estudantes pudessem trazer suas perspectivas e opiniões em torno do processo vivenciado. A seguir, tem-se alguns elementos relevantes para entendimento da dimensão desse processo e de seus resultados, por meio da expressão escrita dos próprios estudantes.

Ao serem indagados sobre o que aprenderam, os estudantes responderam: “aprendi algumas coisas que já tinha estudado mais botando em prática algumas que também não sabia muito sobre e com as pesquisas pude apreciar mais um pouco” (S1); “várias coisas sobre as células e o nome de algumas doenças,e como não morrer kkkkk” (S2); “Consegui aprender o funcionamento em prática de grupos de celulas no nosso corpo” (S3); “Eu não me aprofundei muito no assunto mas com o livro jogo sinto que conseguiria aprender bastante se me focasse” (S5); “Sobre a importância das células e a suas funções” (S6); e “As funções de algumas células e tirado bastantes dúvidas” (S7). Pode-se compreender que os estudantes puderam aprender conceitos e funcionalidades dos grupos de células estudados e o sujeito S3 enfatiza que, caso houvesse mais oportunidades, sente que poderia aprender mais com o desenvolvimento de MADEs do tipo livro-jogo.

É importante saber em que parte do processo os estudantes tiveram mais dificuldades, e para isso responderam da seguinte forma: “pesquisar sobre os grupos de células” (S1); “Em lembrar de algumas células que já tinha visto” (S8); “Nenhuma” (S3); “Senti dificuldade em explicar de uma maneira mais detalhada como funciona o trabalho de uma célula” (S4); “Porque teve assuntos q eu não sabia e tive que aprender para criar o

livro-jogo” (S5); “Identificar as imagens das células” (S6); “Acho q por n termos estudado mais afundo sobre cada tipo de celula e oq elas fazem nas aulas, creio q teria me saído melhor do q fui” (S7); e “Para entender principalmente as palavras mais difíceis. E suas funções” (S8). Sinteticamente, os estudantes encontraram dificuldades no conteúdo de Biologia Celular, seja para pesquisar, explicar as funções ou para inserir no livro-jogo. Percebe-se que houve, segundo os sujeitos, a necessidade de explicação mais aprofundada do conteúdo na sala de aula, o que facilitaria esse processo de construção da narrativa a ser implementada no *software Twine*.

No que diz respeito ao que gostaram de na experiência, os estudantes responderam: “De fazer e interpretar bem” (S1); “pesquisar sobre as coisas e jogar o livro jogo dos outros” (S2); “Gostei muito de jogar a experiência que eu mesmo criei no Twine” (S3); “De criar o livro jogo” (S4); “Ver o resultado” (S5); “Como da para usar um jogo e biologia juntos” (S6); “A ideia de cria um livro interativo” (S7); “As aulas na sala de informática” (S8). Nesse sentido, os estudantes gostaram de trabalhar no *Twine* e desenvolverem seus próprios MADEs, do tipo livro-jogo, e para além disso, ver o resultado e jogar aquilo que eles e os outros colegas conseguiram construir associando conteúdos de biologia e jogos simultaneamente.

Para entender o que poderia ser melhorado na proposta, os estudantes não tiveram muitas sugestões, mas três delas foram levadas em consideração e são compreendidas como marcantes para o pesquisador, de certa forma. Sendo assim, os estudantes responderam: “Prejudica muito sendo uma aula por semana, acho que deveríamos ser apresentados a outros comandos de pôr imagem, som e etc” (S3); “Ampliar as áreas a serem trabalhadas” (S7); e “Passe uma cópia na lousa dizendo oq cada celula faz exatamente e onde se encontram, como agem e pq agem. Isso ajudaria bastante se tivessem feito isso antes” (S8). As sugestões dos sujeitos S3 e S7 colocam em destaque a perspectiva de que a proposta poderia ter sido melhor trabalhada inserindo elementos a mais nos livros-jogos, como som e imagem, e que esses MADEs poderiam ser implementados para conteúdos diversos. O sujeito S8 deixa evidente que prefere ser receptor passivo no processo de aprendizagem e sua sugestão estava presente na proposta, mas não em toda ela. Visto o breve tempo de cada aula, não pode-se trabalhar expositivamente os conteúdos após o desenvolvimento dos MADEs, houve apenas um momento de explicações a respeito do que os estudantes ainda tinham de dúvidas em relação a conceitos e funcionalidades das células trabalhadas.

As condições em que a pesquisa foi realizada não oportunizaram momentos de maior eficiência do processo na totalidade, na prática, uma vez que o pesquisador se

encontrou na posição de estagiário com pouco acompanhamento e suporte do professor supervisor. Além disso, houve agravantes para a quantidade e interesse dos sujeitos participantes da pesquisa, são eles: (1) as aulas aconteciam no último horário da manhã, das 11h 30min às 12h 10min, ou seja, aulas reduzidas comparadas à normalidade (50 min/aula); e (2) a evasão era muito alta ao longo do dia, até mesmo pelo fato de a atividade não formar um sistema de recompensa, para os estudantes, em formato de pontuação e em alguns momentos a não presença do professor supervisor era percebida como “aula livre”.

A partir do exposto, pode-se constatar que, após a aplicação da SD, diante das dificuldades de execução apresentadas, alguns estudantes permaneceram com o pensamento que tinham quando o processo se iniciou e dentre estes, houve quem colocou respostas como “não sei” em ambos os questionários, ocorrendo casos de inicialmente saberem do que se tratava e posteriormente não colocaram nenhuma resposta, como se não mais soubessem. Esse aspecto pode ser observado para todas as células trabalhadas. Além disso, houve dificuldade significativa dos estudantes em escrever nome e função das células musculares e imunológicas, especialmente, tanto no QI quanto no QF. No entanto, os conhecimentos acerca de células sanguíneas e sexuais ficaram mais evidentes. Os índices apontaram acertos parciais (A1) e completos (A2) ainda mais acentuados comparados com o QI. Tal constatação permite a reafirmação de que estes grupos de células estão mais presentes no dia a dia dos estudantes e da população de modo geral, haja vista que ocasiões publicitárias de campanhas e afins se mostram mais frequentes e despertam mais interesse a este público cotidianamente.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudantes do Ensino Médio estão limitados pela exposição de informações estabelecidas nas instituições de ensino, sendo privados de desenvolver protagonismo em seus respectivos processos de aprendizagem. Trata-se de um ensino focado no uso estrito do livro didático e na transmissão de informações, sem levar em consideração o envolvimento direto dos estudantes e das TDICs permanentes na contemporaneidade. Ao tratar especialmente da Biologia Celular, dentro da Biologia, o estudo é superficial e aborda apenas a classificação geral das células e algumas estruturas gerais, sem explorar a variedade e as funções das células presentes no corpo humano. Dessa forma, os estudantes ficam sujeitos a receber essas informações tal qual o livro didático dispõe.

O objetivo geral desta pesquisa foi “analisar de que forma a aplicação de uma SD para o desenvolvimento de Material Autoral Digital Educacional no formato de livro-jogo, pautado nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, produzido por estudantes do 2º ano do Ensino Médio por meio do uso do *software Twine*, auxilia na compreensão do conceito de célula e de sua variedade no corpo humano”. Constatou-se que este objetivo foi alcançado após a aplicação dos instrumentos de coleta de dados e da SD.

O objetivo específico “desenvolver uma SD para o ensino e a aprendizagem de Biologia Celular com base nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, fazendo uso do *software Twine* para o desenvolvimento de MADEs no formato de livro-jogo” foi alcançado por meio da aplicação da SD desenvolvida.

Para “analisar os resultados de aprendizagem dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio comparando-se os conhecimentos prévios que apresentam sobre os conceitos de Biologia Celular àqueles obtidos durante e após o desenvolvimento da SD, dentro de seu contexto pessoal e escolar a partir de seu perfil personográfico” utilizou-se a aplicação dos QI e QF com a finalidade de coleta de dados e, posterior, análise dos resultados de aprendizagem dos estudantes, concluindo, portanto, o objetivo específico citado.

Com base nas estratégias inseridas no Relatório de Observação (Apêndice B), cujas sugestões podem ser incorporadas em trabalhos futuros, o objetivo específico “identificar elementos de redesenho da SD com base nos resultados de aprendizagem dos estudantes” foi alcançado.

Nesse sentido, a SD apresentada caracterizou-se como uma inovação metodológica ao promover aos estudantes a construção de MADEs utilizando o *software Twine*, como artefato tecnológico digital, fundamentando o processo nas perspectivas da

Tecnodocência. Ao incentivar a aprendizagem ativa por meio da criação dos MADEs, desenvolvendo habilidades críticas e criativas, e ao integrar TDICs no ensino, tornando a aprendizagem mais significativa e interativa. A SD em evidência destacou que, em consonância, estas abordagens engajaram os estudantes, desenvolveram competências tecnológicas, promoveram a colaboração e estimularam o pensamento crítico e criativo dos estudantes.

Nos QI e QF, foram apresentadas questões conceituais com base teórica vinculada à Biologia Celular acerca de três categorias: definição de célula, nome das células e funções das células pertencentes a quatro grupos evidenciados em imagens presentes nestes questionários.

Os resultados foram semelhantes para as três categorias, portanto, conclui-se que a SD colaborou, em termos de incremento conceitual de Biologia Celular, com a aprendizagem dos estudantes ao colocá-los como protagonistas desse processo, produzindo seus próprios MADEs em formato de livro-jogo, dentro de um contexto tecnodocente. Além disso, destaca-se que, para as categorias nome e função das células sexuais, alguns estudantes puderam entrar em substância de aprofundamento diante do que trouxeram de conhecimentos prévios. No entanto, vale ressaltar que alguns estudantes tiveram mais dificuldade nas categorias nome e função, em relação às células musculares e imunológicas, permanecendo no estágio de estagnação da aprendizagem após a aplicação da SD.

Ao final da pesquisa, pode-se refletir quais seriam as sugestões e redesenho para cada uma das intervenções. O que ficou em evidência como a principal e única, foi a necessidade de incremento de tempo para realização de cada uma das intervenções, bem como das fases da pesquisa. A constatação pode ser observada em todo o processo e, conseqüentemente, pode ter sido um dos fatores que contribuíram para algumas dificuldades vivenciadas pelos estudantes no decorrer da pesquisa.

A SD apresentada destacou-se por seu caráter inovador, demonstrando potencial metodológico que pode ser amplamente aplicado em outras disciplinas e conteúdos, além de ser particularmente eficaz em disciplinas eletivas por conta da maior demanda de tempo. Seu enfoque tecnodocente não apenas rompeu com abordagens expositivas, mas também aprimorou as práticas educacionais existentes. Essa metodologia ofereceu novas formas de engajamento e aprendizagem, tornando o processo educacional mais dinâmico e alinhado com as demandas contemporâneas de ensino, ao passo que os estudantes se tornaram protagonistas do processo de aprendizagem.

Novos apontamentos podem surgir diante desta pesquisa, tais como: em âmbito

regular, é possível desenvolver esta SD em menos tempo? E, em âmbito profissionalizante, é possível aplicar esta SD? Quais outros tipos de MADEs podem ser desenvolvidos dentro dessa proposta? A produção de MADEs, do tipo livro-jogo, possui potencial para ser explorada em outras áreas do conhecimento? Esses questionamentos são relevantes para a otimização e a adaptação da metodologia, contemplando sua eficácia e aplicabilidade em diversos contextos educacionais. Avaliar esses aspectos permitirá ajustes que podem aumentar os benefícios da SD, facilitando sua implementação e expandindo seu impacto positivo.

Em contraponto, a pesquisa apresentou algumas limitações e ameaças à validade que merecem destaque. Uma delas foi a realização com um número reduzido de estudantes, o que pode comprometer a generalização dos resultados. Além disso, o pouco tempo disponível para a execução das Intervenções durante a aplicação da SD e o insuficiente suporte do professor supervisor representaram desafios significativos. Eventos externos à escola e avaliações concomitantes também interferiram no andamento da pesquisa, dificultando a plena implementação e acompanhamento das atividades propostas. Essas fragilidades apontaram para a necessidade de ajustes e suporte adequado em futuras aplicações para garantir a efetividade da SD.

Pretensões futuras incluem a apresentação dos resultados de forma local e global. Localmente, os resultados serão compartilhados com o grupo de pesquisa do qual o pesquisador faz parte, incluindo orientadora e colegas de pesquisa, permitindo um *feedback* imediato e discussões sobre a implementação prática da SD. A nível global, a intenção é apresentar os achados em congressos a partir de resumos e artigos, além de publicações em periódicos acadêmicos. Essa disseminação ampla busca contribuir para o avanço do conhecimento na área e poderá servir como base para um projeto de mestrado, aprofundando ainda mais a pesquisa e suas nuances.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B.; BRAY, D.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WALTER, P. **Fundamentos da Biologia Celular**: Uma introdução à biologia molecular da célula. Artes Médicas. 2006.
- ALMEIDA, H. A.; LORENCINI-JUNIOR, A. As concepções de um professor de Biologia quanto ao uso de analogias na prática docente. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 173-194, mai./ago. 2018. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/8085/5285> Acesso em: 11 mar. 2024.
- ALVES, M. A. **Tudo o que o seu mestre mandar**: a figuração do narrador e do leitor nos textos interativos. 1997. 225f. Tese (Doutorado em Literatura Brasileira) – Faculdade de Letras, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: [http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFRJ\\_772a3cc1676eac3cbce5bee87ab0d17e](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFRJ_772a3cc1676eac3cbce5bee87ab0d17e). Acesso em: 22 jan. 2024.
- ALVES, W. R. V. O livro didático utilizado nas escolas. **Maiêutica-Geografia**, v. 2, n. 1, p. 65-70, 2014.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R.; FERRARO, N. G.; PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A.; SOARES, J.; CANTO, E. L. do. LEITE, L. C. C. **Ciências da natureza e suas tecnologias**: o conhecimento científico. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020. Disponível em: <https://pnld.moderna.com.br/ensino-medio/obras-didaticas/area-de-conhecimento/ciencias-da-natureza/moderna-plus>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R.; FERRARO, N. G.; PENTEADO, P. C. M.; TORRES, C. M. A.; SOARES, J.; CANTO, E. L. do. LEITE, L. C. C. **Ciências da natureza e suas tecnologias**: matéria e energia. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2020. Disponível em: <https://pnld.moderna.com.br/ensino-medio/obras-didaticas/area-de-conhecimento/ciencias-da-natureza/moderna-plus>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- BERNARDO, M. de S. P. O papel do professor como mediador: uma análise acerca da pedagogia tradicional e da mediação. In: GUISSO, L. F. OLIVEIRA, I. E. P. de. (orgs.). **Diálogos interdisciplinares 4**: Teoria e prática em educação, ciência e tecnologia. Vitória: Diálogo Comunicação e Marketing, 2023. p. 236-247. Disponível em: <https://repositorio.ive.br/bitstream/handle/123456789/1600/Artigo%20Individual.pdf?sequence=1>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- CARVALHO, H. F.; RECCO-PIMENTEL, S. M. **A Célula**. 3ª ed. São Paulo. Editora Manole. 2013.
- DE ROBERTIS, E. **Biologia Celular e Molecular**. 16ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2014.
- DIAS, J. C. A. da C. **Subsídios para a compreensão da escrita de ficção hipertextual com o Twine em contexto de aprendizagem de uma língua estrangeira: o ambiente social e o ambiente físico da escrita**. Instituto de Estudos Ibéricos e Ibero-americanos da Universidade

de Varsóvia. 2019. Disponível em:

[https://eprints.ucm.es/50700/1/DA%20COSTA\\_Subst%C3%ADdios%20para%20a%20compreens%C3%A3o%20da%20escrita%20de%20fic%C3%A7%C3%A3o%20hipertextual%20com%20o%20Twine.pdf](https://eprints.ucm.es/50700/1/DA%20COSTA_Subst%C3%ADdios%20para%20a%20compreens%C3%A3o%20da%20escrita%20de%20fic%C3%A7%C3%A3o%20hipertextual%20com%20o%20Twine.pdf). Acesso em: 10 jul. 2020.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Renote**, v. 11, n. 1, p. 1-4, 2013.

FIELD, S. **Manual do roteiro**. 1. ed. São Paulo: Objetiva, 1995. 226 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**, 17a. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1clTN2W1U1VX8GRmp9rxegVVQuA2p0\\_0s/view](https://drive.google.com/file/d/1clTN2W1U1VX8GRmp9rxegVVQuA2p0_0s/view). Acesso em 14 fev. 2024.

GATTI, B. A. A formação inicial de professores para a educação básica: as licenciaturas. **Revista USP**, São Paulo, n. 100, p. 33-46, dez./fev. 2014. disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/76164>. Acesso em: 15 fev. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, L. B.; BOLZE, S. D. A.; BUENO, R. K.; CREPALDI, M. A. As origens do pensamento sistêmico: das partes para o todo. **Pensando famílias**, v. 18, n. 2, p. 3–16, 2014. Disponível em: [pepsic.bvsalud.org/pdf/penf/v18n2/v18n2a02.pdf](https://pepsic.bvsalud.org/pdf/penf/v18n2/v18n2a02.pdf). Acesso em: 26 mar. 2024.

GOMES, S. A. O.; PIMENTEL, A. G.; SPIEGEL, C. N. Livros-jogos e o ensino de ciências biológicas, uma revisão da literatura. CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 4. 2019, Fortaleza. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2019. p. 1-7. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/61005>. Acesso em: 11 mar. 2024.

GONÇALVES, A. C. P. S. **A utilização de jogos didáticos no ensino de biologia: uma revisão de literatura**. 2020. Monografia. Especialização. Pós Graduação em Métodos e técnicas de ensino. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29614/3/UtilizacaoJogosensinobiologia.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2024.

JESUINO, F. L. A.; LIMA, L. de. Análise da produção de livros-jogos digitais na perspectiva da gamificação. ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS (ENALIC), 2023, Lajeado. **Anais [...]**. Campina Grande: Realize Editora, 2023. p 1-12. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/102800>. Acesso em 25 fev. 2024.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 6ª ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1997.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Biologia Celular e Molecular**. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2012.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia Básica: texto e atlas**. 13ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2018.

LEVANDOWSKI, J. JUSTUS, J. F. C. O ensino sobre células e as ações nos seres vivos. *In:* Paraná (org.). **Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE**. Curitiba: Cadernos PDE. 2016. p. 1-19. Disponível em:

[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2016/2016\\_artigo\\_cien\\_uepg\\_julianolevandowski.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_cien_uepg_julianolevandowski.pdf). Acesso em 15 fev. 2024.

LIBÂNEO, J. C. Tendências pedagógicas na prática escolar. *In:* \_\_\_\_\_. **Democratização da Escola Pública – a pedagogia crítico-social dos conteúdos**. São Paulo: Loyola, 1992. cap 1. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7443961/mod\\_resource/content/0/Texto%201%20-%20tendencias\\_pedagogicas\\_libaneo.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7443961/mod_resource/content/0/Texto%201%20-%20tendencias_pedagogicas_libaneo.pdf). Acesso em: Acesso em 14 fev. 2024.

LIMA, L. de; LOUREIRO, R. C. Integração entre Docência e Tecnologia Digital: o desenvolvimento de Materiais Autorais Digitais Educacionais em contexto interdisciplinar.

**Revista Tecnologias na Educação**, v.17, n.8, p.1-11, 2016. Disponível em:

<<https://drive.google.com/file/d/1rLXIX5TUhMP0JFoF-9HDq1ZN9F3H61U-/view>>. Acesso em: 5 fev. 2024.

LIMA, L. de; LOUREIRO, R. C. **Tecnodocência: concepções teóricas**. Fortaleza: Edições UFC, 2019.

LIMA, L. de; AQUINO, L. D.; SILVA, D. G. da; LOUREIRO, R. C. Desenvolvimento de livros-jogo utilizando o software twine nos contextos de ensino e aprendizagem de conteúdos escolares. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e039, 9 jun. 2021. Disponível em:

<https://doaj.org/article/59ff9844c138413d93d71028f30a7ef2>. Acesso em 18 mar. 2024.

LIMA, L. de; LOUREIRO, R. C. Avaliação de proposta de Sequência Didática pautada na Tecnodocência aplicada na Educação Básica. **Lium concilium**. 2024. Disponível em:

<https://cliium.org/index.php/edicoes/article/view/3040/1859>. Acesso em 09 abr. 2024.

MARTINS, R. de A. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/275832989\\_Robert\\_Hooke\\_e\\_a\\_pesquisa\\_microscopica\\_dos\\_seres\\_vivos](https://www.researchgate.net/publication/275832989_Robert_Hooke_e_a_pesquisa_microscopica_dos_seres_vivos). Acesso em: 25 fev. 2024.

MATOS, K. S. L.; VIEIRA, S. L. **Pesquisa educacional: o prazer de conhecer**. Fortaleza: Demócrito Rocha, 2001.

MAYE, E. **Isto é Biologia: A Ciência do Mundo Vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008), 122 p.

MURRAY, J. **Hamlet no holodeck: o futuro da narrativa no ciberespaço**. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2003. 282 p.

MINAYO, M. Ce. de S. (org.). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

OLIVEIRA, J. P. T de. **A eficiência e/ou ineficiência do livro didático no processo de ensino-aprendizagem**. Disponível em:

<[https://anpae.org.br/IBERO\\_AMERICANO\\_IV/GT4/GT4\\_Comunicacao/JoaoPauloTeixeira\\_deOliveira\\_GT4\\_integral.pdf](https://anpae.org.br/IBERO_AMERICANO_IV/GT4/GT4_Comunicacao/JoaoPauloTeixeira_deOliveira_GT4_integral.pdf)>. Acesso em: 14 fev. 2024.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; SILVA, A. M.; FUZISSAKI, C. N.; RAMOS, C. L.; MACHADO, D.; FERNANDES, F. F., LORENZI, J. C., LIMA, M. A. de L.; GARDIM, S.; BARBOSA, V. C.; TRÉZ, T. de A. e. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de Biologia Celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 7, n. 1, p. 1, 25 fev. 2009. Disponível em: <https://acesse.dev/9nYVi>. Acesso em 25 fev. 2024.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artmed, 2008.

PEDRISA, C. M. Características históricas do ensino de ciências. **Ciência & Ensino**, Campinas, n. 11, p. 9-12, 2001. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9161>. Acesso em: 4 nov. 2021.

SANTOS, F. R. C. C. D.; SHIGUNOV, P.; LORENZETTI, L. Alfabetização científica e tecnológica no ensino de Biologia Celular e molecular. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 1, 11 mar. 2024.

SILVA, E. C. C.; AIRES, J. A. Panorama histórico da teoria celular. **História da ciência e ensino**: construindo interfaces, v. 14, p. 1-18, 2016. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/23734>. Acesso em: 03 Mar. 2024.

SILVA, P. P. da. **O livro-jogo e suas séries fundadoras**. 2019. 337f. Dissertação (Mestrado em Letras) – Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/180602>. Acesso em: 18 mar. 2024.

SILVA, F. D. da. **Ensinando com animação**: construção de materiais autorais digitais educacionais para a aprendizagem de fisiologia humana. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 74 f. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1cYBEvMbjcNXJUpg9-HfR8oYPg16KGOo1/view>. Acesso em: 21 mai. 2024.

SILVA, I. B. da. **Produção de vídeos sobre fisiologia humana em rede social como ferramenta pedagógica no Ensino Médio**. 2023. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

STAKE, R. **Investigación com estúdio de casos**. Madrid: Morata, 2010.

TANAJURA, V. S. **Dificuldades no ensino em Biologia Celular na escola de educação média: considerações e apontamentos a partir de depoimentos de professores(as)**. Orientador: Fernando Bastos. 2017. 108 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2017. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/3ea77852-90c3-45f8-87a0-55312e4c8f5d/content>. Acesso em: 11 mar. 2024.

VESENTINI, J. W. A questão do livro didático no ensino da geografia. **Geografia e ensino: textos críticos**. Tradução. Campinas, SP: Papirus, 2001. Acesso em: 14 fev. 2024.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Penso, 2016. ePUB. disponível em: <https://idoc.pub/documents/pesquisa-qualitativa-do-inicio-ao-fim-robert-yinpdf-x4ewq9prw843>. Acesso em 02 abr. 2024.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO INICIAL



### Questionário Inicial

Oi pessoal! Nesse questionário você deve:

1. Informar seus dados para contato e início da pesquisa.
2. Responder as perguntas de acordo com o que você já sabe sobre estes assuntos, essa é a intenção.
3. Não pesquisar em nenhuma fonte as respostas (quero somente o que você já sabe sobre o assunto).
4. Falar comigo (Prof.º Leonardo) em relação a quaisquer dúvidas.

leonardojesuino@alu.ufc.br [Mudar de conta](#)



Não compartilhado

\* Indica uma pergunta obrigatória

1. **Nome completo:** \*

Francisco Leonardo

2. **Nome da sua dupla:**

Sua resposta

3. Informe aqui seu **número de WhatsApp** para que possa ser adicionado no grupo do projeto (caso não tenha, informe "Não tenho"):

Sua resposta

4. Informe aqui o **e-mail válido e acessível** que você e sua dupla vão utilizar nas aulas:

Sua resposta

**5. Idade: \***

- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- Mais de 18 anos
- Outro: \_\_\_\_\_

**6. Gênero: \***

- Masculino
- Feminino
- Prefiro não dizer
- Outro: \_\_\_\_\_

**7. Quantas pessoas moram com você na sua casa? \***

- 1
- 2
- 3
- 4
- Mais que 4 pessoas

**8. Você tem computador ou notebook? \***

- Sim
- Não

9. Você tem celular/smartphone? \*

- Sim
- Não

10. Você tem tablet? \*

- Sim
- Não

11. Qual é o equipamento digital que você mais utiliza em seu dia a dia? \*

- Computador/notebook
- Celular/smartphone
- Tablet
- Outro: \_\_\_\_\_

12. Com que frequência você utiliza esse equipamento digital? \*

- Mais de 5 horas por dia
- De 4 a 5 horas por dia
- De 2 a 3 horas por dia
- 1 hora por dia
- 3 vezes por semana
- 1 vez por semana
- 1 vez a cada 15 dias
- 1 vez por mês

12. Com que frequência você utiliza esse equipamento digital? \*

- Mais de 5 horas por dia
- De 4 a 5 horas por dia
- De 2 a 3 horas por dia
- 1 hora por dia
- 3 vezes por semana
- 1 vez por semana
- 1 vez a cada 15 dias
- 1 vez por mês

13. Qual é o equipamento digital que você mais utiliza na **escola**? \*

- Computador/notebook
- Celular/smartphone
- Tablet
- Outro: \_\_\_\_\_

14. Com que frequência você utiliza esse equipamento digital na **escola**? \*

- Mais de 5 horas por dia
- De 4 a 5 horas por dia
- De 2 a 3 horas por dia
- 1 hora por dia
- 3 vezes por semana
- 1 vez por semana
- 1 vez a cada 15 dias
- 1 vez por mês
- Não posso utilizar na escola

15. Quais softwares você geralmente utiliza para desenvolver suas atividades na escola? **Marque APENAS AS TRÊS OPÇÕES** mais frequentes. \*

- Editor de texto (Word, Google Docs, etc...)
- Planilha Eletrônica (Excel, Google Planilhas, etc...)
- Slides (Power Point, Google Apresentações, etc...)
- Leitor de PDF (Adobe Reader, etc...)
- Youtube
- Calculadora
- Formulário
- Outro: \_\_\_\_\_

16. O que você costuma fazer quando navega na internet? **Marque APENAS AS TRÊS OPÇÕES** mais frequentes. \*

- Converso com amigos pelas Redes Sociais (Facebook, Instagram, Twitter (X), Tik Tok, etc...)
- Busco entretenimento e lazer (Facebook, Instagram, Twitter (X), Tik Tok, etc...)
- Participo de jogos
- Utilizo jogos educativos para estudar
- Faço pesquisas para trabalhos da escola
- Faço pesquisas sobre profissão, estudos futuros e trabalho
- Leio notícias
- Assisto vídeos, filmes e séries
- Ouço podcasts (Spotify, Deezer, SoundCloud, Rádio Virtual, etc...)
- Gravo vídeos
- Gravo podcasts
- Escrevo no meu blog ou no meu site
- Envio fotos
- Leio ou escrevo e-mails
- Outro: \_\_\_\_\_

17. Você já utilizou um **livro-jogo** antes? \*

- Sim
- Não

18. O que você realizou quando utilizou o **livro-jogo**? \*

- Não utilizei livro-jogo antes
- Outro: \_\_\_\_\_

19. em que aula você utilizou o **livro-jogo**? Se não utilizou em nenhuma aula escreva **NENHUMA**. \*

- Não utilizei livro-jogo antes
- Outro: \_\_\_\_\_

20. Para você, **o que célula**? \*

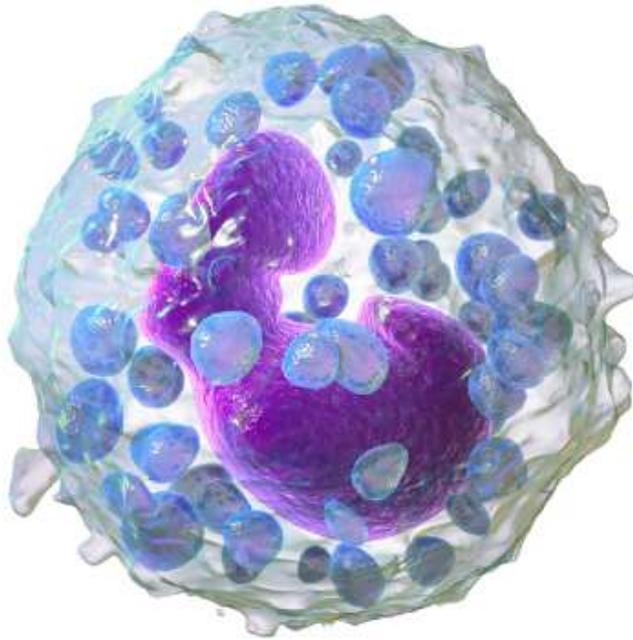
Sua resposta \_\_\_\_\_

21. Qual o nome e a função da célula abaixo? \*



Sua resposta \_\_\_\_\_

22. Qual o nome e a função da célula abaixo? \*



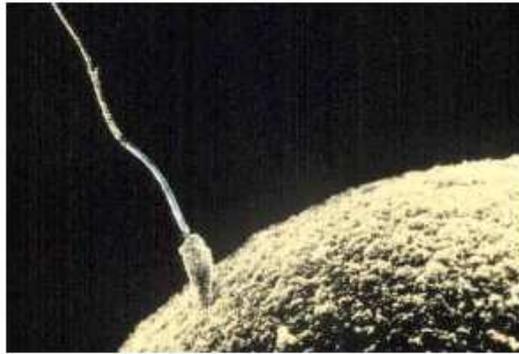
Sua resposta

23. Qual o nome e a função da célula abaixo? \*



Sua resposta

24. Qual o nome e a função da célula abaixo? \*



Sua resposta

---

## APÊNDICE B - RELATÓRIO DE OBSERVAÇÃO

### Relatório de Observação

<b>ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO ESTADUAL</b>	
<b>FRANCISCO LEONARDO ARAÚJO JESUINO</b>	
<b>INTERVENÇÃO 1</b>	
<b>EXPERIMENTAÇÃO DE LIVRO-JOGO, NARRATIVA E TWINE</b>	
<b>DATA PREVISTA – 03/10/23</b>	<b>DATA DE EXECUÇÃO – 03/10/2023</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● A data prevista da Intervenção foi cumprida? Sim (X) Não ( )</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Se a data não foi cumprida, qual é a diferença de tempo da data prevista para a data executada? Por qual motivo a data prevista não foi cumprida?</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>	
<b>PRINCÍPIOS DA TECNODOCÊNCIA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Princípio 3</b> - A construção do conhecimento - O conhecimento deve ser construído</li> <li>● <b>Princípio 8</b> - O desenvolvedor consciente - O aprendiz é desenvolvedor de processos, produtos e conhecimentos</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Foram utilizados de fato? Sim (X) Não ( )</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso não tenham sido utilizados, explicitar qual deles não foi e o motivo</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>	
<b>ARTEFATO TECNOLÓGICO DIGITAL UTILIZADO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Twine</i></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Foram utilizados de fato? Sim (X) Não ( )</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso não tenham sido utilizados, explicitar qual foi o motivo</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>	
<b>CONTEÚDOS ABORDADOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Células sanguíneas básicas, suas respectivas formas e funções.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Foram utilizados de fato? Sim (X) Não ( )</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso não tenham sido utilizados, explicitar qual deles não foi e o motivo:</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>	

<b>OBJETIVOS ABORDADOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Identificar as células básicas do sangue;</li> <li>● Diferenciar hemácias, leucócitos e plaquetas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Foram alcançados? Sim (X) Não ( )</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso não tenham sido alcançados, explicitar qual deles não foi e o motivo</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>	
<b>BNCC VINCULADA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● EM13CNT202</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Foram utilizados? Sim (X) Não ( )</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso não tenham sido alcançados, explicitar qual deles não foi e o motivo</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>	
<b>AVALIAÇÃO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Preenchimento do Relatório de Experimentação pelos estudantes</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Foram concretizadas? Sim (X) Não ( )</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Caso não tenham sido concretizadas, explicitar qual deles não foi e o motivo</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>	
<b>NÚMERO DE ESTUDANTES PARTICIPANTES – 21 ESTUDANTES</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDANTES AUSENTES – 17 ESTUDANTES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● O número de estudantes previsto para essa intervenção se manteve? Sim ( ) Não (X)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Se o número de estudantes não se manteve, quantos estudantes faltaram? Por qual motivo o número de estudantes foi alterado? Quais são esses estudantes ausentes?</li> <li>● Faltaram 17, porém apenas 8 puderam participar efetivamente. Além disso, vieram outros que não tinham vindo na primeira aula.</li> <li>● A planilha “Controle de frequência e execução das atividades” contabilizou as presenças e faltas</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● O número de duplas previsto para essa intervenção se manteve? Sim ( ) Não (X)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Quais são as sugestões de mudança, sobretudo se houver problemas em relação à formação de grupos?</li> <li>● Refazer uma dupla com os estudantes que vieram na fase 1 e agora na Intervenção 1</li> </ul>	

TEMPO PREVISTO – 40 MINUTOS		TEMPO EXECUTADO – 50 MINUTOS
<ul style="list-style-type: none"> <li>O Tempo previsto da Intervenção foi cumprido? Sim ( ) Não (X)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se o tempo não foi cumprido, qual é a diferença de tempo da intervenção prevista para a intervenção executada? Por qual motivo o tempo previsto não foi cumprido?</li> <li>Diferença de 10 minutos a mais, pois os estudantes não terminaram a Experimentação no tempo previsto. Então foi preciso estender um pouco mais a aula para abordar brevemente células sanguíneas, narrativas e o <i>Twine</i>.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>		
DESCRIÇÃO PREVISTA DAS ATIVIDADES		
TEMPO	ETAPA	DESCRIÇÃO
20 minutos	1a	<ul style="list-style-type: none"> <li>Divisão de duplas (caso necessário)</li> <li>Experimentação do livro-jogo “Sanguete” desenvolvido.</li> <li>Fazer anotações das características observadas no livro-jogo, no relatório de experimentação pelos estudantes.</li> </ul>
20 minutos	2a	<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicação sobre os conceitos de células sanguíneas, Narrativa e <i>Twine</i> com base no livro-jogo experimentado.</li> </ul>
DESCRIÇÃO PORMENORIZADA DE CADA ETAPA		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Etapa 1</b></li> <li>Havia estudantes que não tinham vindo na primeira fase da pesquisa, então orientei-os a fazerem duplas com os que haviam vindo. Expliquei o que eles iriam fazer na aula</li> <li>Os dados do Relatório de Experimentação preenchido pelos estudantes ficaram disponíveis na Planilha “Dados Experimentação”</li> <li><b>Etapa 2</b></li> <li>Explicação resumida sobre Narrativa e <i>Twine</i></li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>As etapas da intervenção foram cumpridas tal como foram planejadas? Sim ( ) Não (X)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se não foram, qual etapa precisou de alteração? Por qual motivo isso ocorreu?</li> <li>A etapa 2 foi mais resumida do que o previsto, isso pode ter afetado a compreensão dos estudantes sobre Narrativa e <i>Twine</i>. Da mesma forma os conceitos de células sanguíneas, porém somente com a utilização do livro-jogo os estudantes puderam extrair algum conhecimento sobre o conteúdo, sem necessidade de explicação.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Quais são as sugestões de mudança? Descrever as alterações para cada Etapa da intervenção que foi alterada.</li> </ul>		

<ul style="list-style-type: none"> <li>Reservar mais tempo para aplicação da aula. Na Etapa 2 a estratégia foi resumir as informações sobre o que seria as células sanguíneas, bem como a socialização dos conhecimentos mais básicos sobre narrativas e <i>Twine</i>.</li> </ul>	
<b>CLAREZA EM RELAÇÃO À PROPOSTA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Os estudantes tiveram dúvida em relação à proposta de alguma atividade da intervenção? Sim (X) Não ( )</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Quais dúvidas apresentaram?</li> <li>S1, S2 e A5 perguntaram “O que é livro-jogo?”</li> <li>S1, S2, S5 e S6 perguntaram “O que a gente precisa fazer mesmo?”</li> <li>S1, S2, S3 e S4 perguntaram “Tem que ler o texto?”</li> <li>S2, S5, S6, S7 e S8 perguntaram “Tem que responder certo ou errado?”</li> <li>S7 e S8 perguntaram “Terminei, preciso jogar de novo?”</li> <li>S6 perguntou “Qual é o título desse jogo?”</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Como foram resolvidas?</li> <li>As perguntas eram sanadas levando estas para a turma e reforçando as respostas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Quais são as sugestões de mudança?</li> <li>Reservar mais tempo para aplicação da aula.</li> </ul>	
<b>DIFICULDADES E OBSTÁCULOS DURANTE A INTERVENÇÃO</b>	
<b>ESTUDANTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entender o que é um livro-jogo;</li> <li>Entender a finalidade de um livro-jogo;</li> <li>Compreender a proposta do livro-jogo;</li> <li>S3, S7 e S8 não estavam conseguindo acessar o jogo pelo <i>WhatsApp Web</i>, pois estavam utilizando os computadores do laboratório para acessarem o <i>WhatsApp</i> e jogar o livro-jogo “Sanguee” que estava no grupo da pesquisa.</li> </ul>
<b>PROFESSOR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O tempo de aplicação muito curto</li> <li>Explicar a dinâmica da aula em pouco tempo</li> <li>Passar a atividade para casa: início da escrita do roteiro.</li> </ul>
<b>SUGESTÕES DE REDESENHO</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>A sugestão mais impactante é adicionar mais tempo para aplicação da Intervenção.</li> </ul>	
<b>OBSERVAÇÕES OU INCIDENTES</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocorreu algum fenômeno diferenciado durante a execução da intervenção que foge do escopo da pesquisa? Sim (X) Não ( )</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocorreu algum incidente durante a execução da intervenção? Sim ( ) Não (X)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>O que ocorreu?</li> <li>2 estudantes disseram não ter celular, notebook, <i>e-mail</i> e nenhum outro meio de acesso ao grupo do <i>WhatsApp</i> da pesquisa ou Google Sala de Aula para fazer <i>download</i> do livro-jogo de experimentação.</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• De que forma impactam o redesenho da SD?</li> <li>• Estes estudantes foram excluídos da pesquisa</li> </ul>
<b>RECURSOS UTILIZADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadores (<i>desktop</i>);</li> <li>• Projetor;</li> <li>• <i>Twine</i> (<a href="http://twinery.org">twinery.org</a>);</li> <li>• Internet;</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos os Recursos foram utilizados? Sim (X) Não ( )</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais recursos não foram utilizados? Por qual motivo?</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais recursos foram utilizados que são diferentes desses listados?</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>
<b>MODELOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relatório de Experimentação do Livro-jogo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O Modelo acima foi utilizado? Sim (X) Não ( )</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por qual motivo esse Modelo não foi utilizado?</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais são as sugestões de mudança?</li> <li>• Direcionar os estudante de forma mais enfática em relação ao item “Qual o final da história?”, pois acredito ser importante saber o que os estudantes conseguiram interpretar dos finais alternativos do livro-jogo.</li> </ul>

### APENAS AO FINAL DA APLICAÇÃO DA SD

<b>OBJETIVO GERAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apenas ao final da aplicação da SD</li> <li>• Analisar de que forma a aplicação de uma SD para o desenvolvimento de Material Autoral Digital Educacional no formato de livro-jogo, pautado nos pressupostos teóricos da Tecnodocência, produzido por estudantes do 2º ano do Ensino Médio por meio do uso do <i>software Twine</i>, auxilia na compreensão do conceito de célula e de sua variedade no corpo humano</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• O Objetivo Geral foi alcançado? Sim (X) Não ( )</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por qual motivo o Objetivo Geral não foi alcançado?</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais são as sugestões de mudança?</li> </ul>
<b>NÚMERO DE INTERVENÇÕES PREVISTAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apenas ao final da aplicação da SD</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• 5</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• O número de intervenções previstas foi alcançado? Sim (X) Não ( )</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se não foi, houve um aumento ou uma diminuição de intervenções? Por qual motivo?</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Quais são as sugestões de mudança?</li></ul>

## APÊNDICE C - RELATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO DO LIVRO-JOGO

### RELATÓRIO DE EXPERIMENTAÇÃO DO LIVRO-JOGO

Nome Estudante 1: \_\_\_\_\_

Nome Estudante 2: \_\_\_\_\_

Código Estudante: \_\_\_\_\_

Código Dupla: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2023

Título do livro-jogo utilizado: \_\_\_\_\_

#### Cuidados para preenchimento do material:

1. Trata-se de **material de pesquisa**, portanto **não amasse** ou **rasure** qualquer parte deste documento.
2. Responda somente o necessário.
3. Você deve apenas marcar as opções escolhidas durante as vezes que utilizou o livro-jogo.
4. Qualquer dúvida pergunte ao professor estagiário Leonardo.

#### Primeira vez de utilização

Título da primeira escolha: \_\_\_\_\_

Título da segunda escolha: \_\_\_\_\_

Qual é o fim da história no livro-jogo?

---



---



---

#### Segunda vez de utilização

Título da primeira escolha: \_\_\_\_\_

Título da segunda escolha: \_\_\_\_\_

Qual é o fim da história no livro-jogo?

---



---



---

**Terceira vez de utilização**

Título da primeira escolha: \_\_\_\_\_

Título da segunda escolha: \_\_\_\_\_

Qual é o fim da história no livro-jogo?

---

---

---

**Quarta vez de utilização**

Título da primeira escolha: \_\_\_\_\_

Título da segunda escolha: \_\_\_\_\_

Qual é o fim da história no livro-jogo?

---

---

---

**Quinta vez de utilização**

Título da primeira escolha: \_\_\_\_\_

Título da segunda escolha: \_\_\_\_\_

Qual é o fim da história no livro-jogo?

---

---

---

**Sexta vez de utilização**

Título da primeira escolha: \_\_\_\_\_

Título da segunda escolha: \_\_\_\_\_

Qual é o fim da história no livro-jogo?

---

---

---

## APÊNDICE D - ROTEIRO DO MADE



Universidade Federal do Ceará  
 Centro de Ciências  
 Departamento de Biologia  
 Licenciatura em Ciências Biológicas  
 Trabalho de Conclusão de Curso

**Pesquisa:** ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE LIVRO-JOGO DIGITAL NA PERSPECTIVA  
 TECNODOCENTE PARA O ENSINO DE CÉLULAS NO ENSINO MÉDIO  
**Profº Francisco Leonardo Araújo Jesuino**

### ROTEIRO DO MADE

<p><b>DATA</b>          (Data da Escrita do Roteiro)</p>	
<p><b>NOME</b>          (Seu nome completo e da sua dupla)</p>	
<p><b>TÍTULO</b>          (Título do seu Livro-jogo)</p>	
<p><b>GRUPOS DE CÉLULAS</b>          (Grupo de células vocês vão trabalhar)</p>	
<p><b>PESQUISA SOBRE CONCEITOS</b>          (Pesquise na internet sobre o seu conteúdo)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Qual o <b>nome</b> de cada célula do grupo escolhido?</li> <li>● <b>Onde eu posso encontrar no corpo humano</b> as células do grupo escolhido?</li> <li>● <b>Qual o formato</b> de cada célula do grupo escolhido?</li> <li>● <b>Qual a função</b> de cada célula do grupo escolhido?</li> </ul> <p>Exemplo:</p> <p>"As <b>hemácias</b> são células <b>sanguíneas</b> também conhecidas como glóbulos vermelhos ou eritrócitos. Exercem importante <b>papel na oxigenação dos tecidos</b>, sendo também responsáveis pela cor vermelha do sangue. Estas células possuem formato <b>bicôncavo</b> e <b>são anucleadas</b> para poder transportar mais</p>

	<p>oxigênio pelo corpo."</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faça semelhante para cada uma das células presentes no grupo de células que você(s) escolheu(ram)</li> </ul>
<p><b>NARRATIVA</b> (Um resumo da narrativa que utilizará no livro-jogo)</p>	
<p><b>PASSAGENS</b> (Quantas passagens terá seu livro-jogo?)</p>	
<p><b>TEXTO DO LIVRO-JOGO</b> (Escreva aqui o título de cada passagem e o conteúdo textual delas (coloque os hiperlinks também))</p>	
<p><b>ESQUEMA GRÁFICO DO LIVRO-JOGO</b> (Coloque aqui um <i>print</i> da tela com todas as passagens ou uma foto) (PARA DEPOIS)</p>	

## APÊNDICE E - RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO ENTRE DUPLAS

### RELATÓRIO DE AVALIAÇÃO ENTRE DUPLAS

Nome Aluno 1: \_\_\_\_\_

Nome Aluno 2: \_\_\_\_\_

Orientação: **Avalie o trabalho da outra dupla em consenso com a sua.**

ITENS	RESPOSTAS
Título do Livro-jogo	
Grupo de células	
Clareza da narrativa	NOTA DE 1 A 10:
Relação do livro-jogo com o conteúdo de célula	NOTA DE 1 A 10:
O que você pôde aprender (fale brevemente)	

ITENS	RESPOSTAS
Título do Livro-jogo	
Grupo de células	
Clareza da narrativa	NOTA DE 1 A 10:
Relação do livro-jogo com o conteúdo de célula	NOTA DE 1 A 10:
O que você pôde aprender (fale brevemente)	

ITENS	RESPOSTAS
Título do Livro-jogo	

Grupo de células	
Clareza da narrativa	NOTA DE 1 A 10:
Relação do livro-jogo com o conteúdo de célula	NOTA DE 1 A 10:
O que você pôde aprender (fale brevemente)	

## APÊNDICE F - QUESTIONÁRIO FINAL



### Questionário Final

Oi pessoal! Nesse questionário você deve:

1. Responder as perguntas de acordo com o que você conseguiu aprender sobre estes assuntos, essa é a intenção.
2. Não pesquisar em nenhuma fonte as respostas (quero somente o que você aprendeu sobre o assunto).
3. Falar comigo (Prof.º Leonardo) em relação a quaisquer dúvidas.

leonardojesuino@alu.ufc.br [Mudar de conta](#)



 Não compartilhado

\* Indica uma pergunta obrigatória

**Seu nome e nome da sua dupla: \***

Sua resposta

**1. Para você, o que é célula? \***

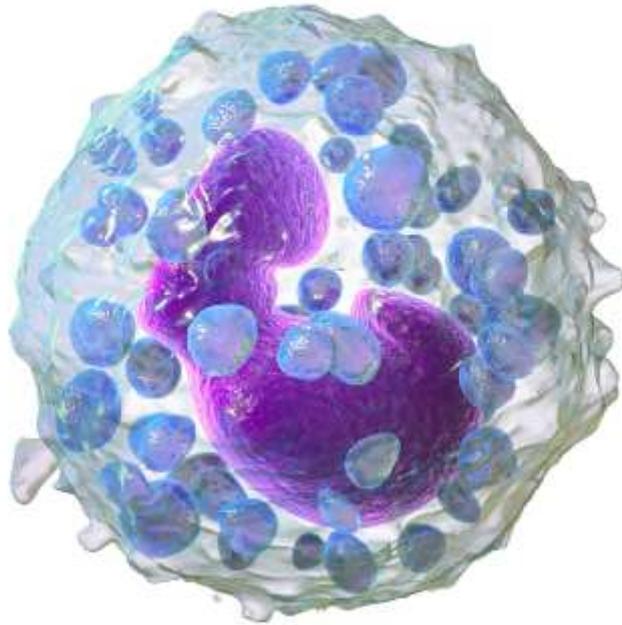
Sua resposta

**2. Qual o nome e a função da célula abaixo? \***



Sua resposta

3. Qual o nome e a função da célula abaixo? \*



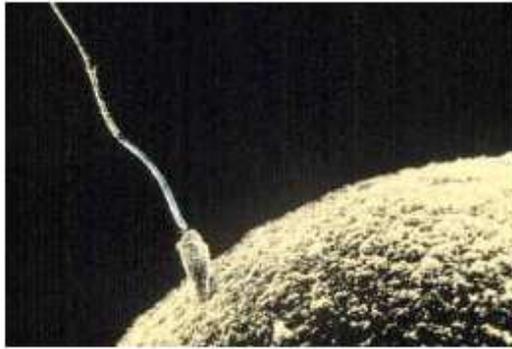
Sua resposta

4. Qual o nome e a função da célula abaixo? \*



Sua resposta

5. Qual o nome e a função da célula abaixo? \*



Sua resposta

## APÊNDICE G - QUESTIONÁRIO DE AUTOAVALIAÇÃO

### AUTOAVALIAÇÃO

Gostaria que vocês se avaliem também e deixem qualquer comentário ao final das avaliações. Obrigado, pessoal! Como disse e vocês sabem, é muito importante esse momento para nós e foi gratificante tê-los como meus alunos participantes na pesquisa.

1. O que você aprendeu durante essa pesquisa?

Sua resposta

---

2. Quais dificuldades você teve durante essa pesquisa?

Sua resposta

---

3. Do que você mais gostou nessa experiência?

Sua resposta

---

4. Quais sugestões você poderia dar para melhorar a proposta de estudar Biologia criando seu próprio livro-jogo no Twine?

Sua resposta

---