

## PROPOSIÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMPLEMENTAR AO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE HISTOLOGIA ANIMAL NO ENSINO MÉDIO

*Proposal of a didactic sequence complementary to the textbook for teaching animal histology in the high school*

**Thalita Macedo Araújo** [thalita.a@ifmg.edu.br]

**Míriam Conceição de Souza Testasicca** [miriam.souza@ifmg.edu.br]

*Instituto Federal de Minas Gerais, campus Ouro Preto*

*Rua Pandiá Calógeras, 898 – Bauxita, Ouro Preto, MG*

**Adilson Ribeiro de Oliveira** [adilson.ribeiro@ifmg.edu.br]

*Instituto Federal de Minas Gerais, campus Ouro Branco*

*R. Afonso Sardinha, 90, Ouro Branco, MG*

*Recebido em: 28/07/2020*

*Aceito em: 18/02/2021*

### Resumo

Esta pesquisa teve por objetivo propor uma sequência didática para o ensino de histologia animal no Ensino Médio, de modo a valorizar e complementar o livro didático utilizado na instituição de ensino onde foi desenvolvida. Para tanto, foi feita, inicialmente, a análise do livro didático, a fim de identificar suas potencialidades e lacunas. A partir dos resultados, foi proposta uma sequência didática com duração de 16 horas-aula, composta por atividades e avaliações diversificadas, como aulas expositivas, atividades em duplas, listas de exercícios e provas individuais. Foi também elaborado um jogo didático envolvendo histologia animal. Essa sequência didática foi aplicada a uma turma do primeiro ano do Ensino Médio, possibilitando a análise da participação dos estudantes em sala de aula e suas respostas aos diversos instrumentos avaliativos. Observou-se que a abordagem de situações concretas promoveu maior envolvimento dos estudantes durante as aulas expositivas e que as atividades em duplas favoreceram a troca de informações entre eles. Observou-se também que a aplicação do jogo didático permitiu aos alunos exercitarem seu vocabulário e seu conhecimento sobre histologia animal de modo lúdico, gerando, ainda, situações de competição e cooperação entre eles. Ao fim da aplicação desta sequência didática, muitos estudantes apresentaram ganhos expressivos de vocabulário científico e da compreensão da estrutura e funcionamento dos tecidos animais. Conclui-se, assim, que as atividades didáticas e avaliações diversificadas propostas, associadas à utilização crítica e consciente do livro didático, pode favorecer o aprendizado de histologia animal pelos estudantes.

**Palavras-Chave:** Ensino de Biologia; Ensino Médio; Histologia animal; Sequência didática; Jogo didático.

### Abstract

This research aimed at proposing a didactic sequence for teaching animal histology in the high school so as to complement the adopted textbook and enhance its value in the educational institution where this research was developed. For that, an initial analysis of the textbook has been carried out in order to identify its potentialities and gaps. Based on the results, a didactic sequence with a duration of 16 hours of classes has been proposed, created and implemented, which consisted of diversified activities and tests, such as lectures, activities in pairs, lists of exercises, and individual tests. A didactic game involving animal histology was also elaborated. This didactic sequence was applied to a class in the 9th grade of high school, which allowed analyzing the participation of the students in the classroom activities and their responses to the various assessment

instruments. It was observed that the consideration of concrete situations promoted greater involvement of the students during the expository classes and that the activities in pairs favored the exchange of information between them. It was also observed that the application of the didactic game allowed the students to practice their vocabulary and their knowledge about animal histology in a playful way, also generating situations of competition and cooperation between them. At the end of the application of this didactic sequence, many students showed significant gains in scientific vocabulary and in the understanding of the structure and working of animal tissues. It may be concluded, therefore, that the proposed didactic activities and diversified assessments, in addition to the critical and conscious use of the textbook, may favor the learning of animal histology by students.

**Keywords:** Biology teaching; high school; animal histology; didactic sequence; educational game.

## INTRODUÇÃO

A Biologia é um dos componentes curriculares que integram as Ciências da Natureza, juntamente com a Química e a Física (MEC, 2018), e que se dedica ao estudo da vida e dos organismos vivos, bem como suas relações com o ambiente e entre si. Por muito tempo, o ensino de Biologia foi estigmatizado por explorar excessivamente descrições minuciosas de estruturas e processos biológicos e utilizar terminologia técnica específica. Com isso, muitos alunos passaram a associar a biologia à necessidade de memorização de termos e descrições, sem correlação com sua aplicação cotidiana (Motokane, 2015).

Como parte integrante da Biologia, o conteúdo histologia animal contempla os diferentes tipos de células animais, sua organização em tecidos e sua atuação na estruturação e constituição dos órgãos (Marschner, 2019). Embora seja uma disciplina fundamental para a compreensão da fisiologia, da anatomia e da patologia dos seres vivos, a histologia animal, muitas vezes, não desperta o interesse dos estudantes por ser um conteúdo essencialmente descritivo e morfológico (Siviero & Oliveira, 2016).

Dados do Censo Escolar de 2019 revelam que, dentre as escolas das redes municipal, estadual, federal e privada que oferecem Ensino Médio no Brasil, apenas 30,9%, 40,9%, 87,0% e 62,4%, respectivamente, possuem laboratórios de ciências, onde aulas práticas podem ser desenvolvidas, enquanto 78,2%, 86,9%, 98,8% e 90,8%, respectivamente, possuem bibliotecas ou salas de leitura (INEP, 2020). Com base nesses dados, conclui-se que a maioria dos estudantes tem acesso a livros didáticos (LD), que podem ser explorados pelos professores como instrumento para auxiliar os alunos em sua aprendizagem.

Assim, considerando-se a importância do aprendizado de histologia animal, bem como as limitações do ambiente escolar, especificamente quanto à ausência de laboratório de microscopia, e os recursos didáticos aí disponíveis, tais como o LD, fica evidente a necessidade de trabalhos que se dediquem à busca de metodologias que favoreçam o ensino e a aprendizagem desse importante ramo da Biologia e que possam ser aplicadas em quaisquer escolas brasileiras.

## DESAFIOS PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

A Biologia é, dentre as Ciências da Natureza, aquela que tem características mais peculiares. Alguns princípios que se aplicam à Química e à Física, como essencialismo (ou pensamento tipológico), determinismo e reducionismo, não se aplicam à Biologia. Além disso, o estudo dos seres vivos tem aspectos particulares, como sua grande complexidade, a variação entre

indivíduos da mesma espécie, suas propriedades de reprodução, adaptação e organização hierárquica, entre outros (Mayr, 2005). Soma-se a isso o fato de que

as atividades experimentais são de difícil implementação no ensino de biologia - as montagens com seres vivos requerem vários dias de observação; os resultados podem ser diferentes para cada indivíduo testado sob as mesmas variáveis; a manutenção ou a experimentação com seres vivos envolve problemas práticos e éticos; os resultados são verificados por meio de evidências indiretas, etc. (Trivelato & Tonidandel, 2015, p. 99).

Tais aspectos da Biologia fazem com que muitos estudantes considerem essa disciplina como de difícil aprendizado. Constituem, também, um verdadeiro desafio para os professores pela necessidade de abordar conceitos, muitas vezes abstratos, de forma interessante para os estudantes, dialogando com sua realidade cotidiana. Soma-se a isso a extensa terminologia científica, que, apesar de parecer, aos alunos, um conjunto de palavras sem significado lógico, é necessária ao entendimento e interpretação de dados e “uma maneira de compactar informação, de maneira precisa, que não se modifique com o tempo ou sofra influências regionais ou da moda de cada época” (Bizzo, 1998, p. 144).

Dentre os conteúdos da Biologia que apresentam caráter abstrato, pode-se citar a histologia animal, cujo ensino é dificultado por contemplar aspectos microscópicos, macroscópicos e funcionais dos seres vivos do Reino Animalia. Além disso, as implicações diretas da histologia animal nem sempre são evidentes para estudantes e professores. Em estudo recente, Duré, Andrade e Abílio (2018) observaram queixas dos estudantes sobre a falta de relação entre histologia e situações cotidianas, o que pode ser reflexo das dificuldades de professores e estudantes em ensinar e aprender conteúdos microscópicos e abstratos. Para minimizar todas essas dificuldades, faz-se necessário o uso de diversas estratégias didáticas (Nicola & Paniz, 2016).

Um dos recursos didáticos mais presentes em escolas brasileiras é o LD, distribuído pelo governo a estudantes e professores das escolas públicas de todo o País por meio do Programa Nacional do Livro Didático – PNLN (Decreto nº 91.542/1985). Inicialmente, o Estado era o único responsável pela compra e distribuição dos livros às escolas. A avaliação sistematizada dos livros teve início em 1996, quando o MEC estabeleceu que eles deveriam ser selecionados de acordo com critérios conceituais e políticos. Em 1999, adotaram-se, ainda, critérios metodológicos. Atualmente, os livros são analisados a cada três anos por pesquisadores e professores do ensino básico e superior. Aqueles que satisfazem os critérios de análise são selecionados para compor o Guia de Livros Didáticos, a partir do qual os docentes de cada instituição escolar escolhem o livro a ser utilizado no triênio seguinte (Albuquerque & Ferreira, 2019).

O LD, quando utilizado de modo reflexivo e organizado, pode auxiliar o professor na determinação de qual conteúdo deve ser trabalhado em sala de aula e das metodologias a serem utilizadas, servindo como um roteiro de estudos (Nicola & Paniz, 2016). Entretanto, Krasilchik (2011, p. 186) destaca que:

Por suas difíceis condições de trabalho, os docentes preferem os livros que exigem menor esforço, e que reforçam uma metodologia autoritária e um ensino teórico. O docente, por falta de autoconfiança, de preparo, ou por comodismo, restringe-se a apresentar aos alunos, com o mínimo de modificações, o material previamente elaborado por autores que são aceitos como autoridades. Apoiado em material planejado por outros e produzido industrialmente, o professor abre mão de sua autonomia e liberdade, tornando-se simplesmente um técnico.

Evidencia-se, assim, que o LD é apenas mais um dentre os recursos didáticos disponíveis para o trabalho do professor, que, com seu conhecimento técnico e vivência da realidade escolar, deve analisar criticamente o livro que tem em mãos, a fim de explorar suas potencialidades e minimizar suas falhas. Toda essa análise deve ocorrer ainda na etapa de planejamento das aulas e pode se concretizar pela proposição de uma sequência didática (SD).

Uma SD permite que o professor, ainda em seu planejamento, determine quais são os instrumentos mais adequados para facilitar a aprendizagem dos alunos sobre um dado assunto e também quais são as avaliações mais indicadas em cada situação (Ranzani & Pessanha, 2013). Abordando-se especificamente o ensino de Biologia, o uso de SD pode favorecer processos de ensino e aprendizagem que, por vezes, podem ser longos, com grande quantidade de termos técnicos e conteúdos abstratos, requerendo foco e atenção por parte dos alunos e organização e clareza por parte do docente (Trivellato & Tonidandel, 2015).

Dentre as atividades que podem ser utilizadas para o ensino de Biologia e, portanto, inseridas em SD, destacam-se dinâmicas, jogos ou brincadeiras educativas. Além de serem bem aceitos por estudantes, jogos didáticos são capazes de entreter, prender a atenção e agradar a crianças e adolescentes, sendo, por isso, um potencial instrumento facilitador da aprendizagem (Falkembach, 2006; Rocha & Rodrigues, 2018). Tais atividades lúdicas podem, ainda, tornar as aulas mais agradáveis, estimular o raciocínio dos alunos, incentivar sua participação em sala de aula, promover o trabalho em grupo e a cooperação entre os estudantes e favorecer a afeição, a socialização, a motivação e a criatividade dos estudantes (Miranda, 2001; Grübel & Bez, 2006; Pedroso, 2009).

Dados da literatura revelam que a aplicação de jogos didáticos, não só em Biologia, é capaz de contribuir significativamente para a aprendizagem dos alunos (Miranda, 2001; Campos, Bortoloto, & Felício, 2003). Além disso, a interação entre os alunos, proporcionada pela aplicação do jogo, estimula o espírito de competição, a cooperação e o respeito mútuo, aos limites e às regras (Teixeira, Sá, & Fernandes, 2006). Ressalta-se que ensinar valores é parte integrante do papel da escola na formação moral de seus alunos, uma vez que a educação deve contribuir para a formação de cidadãos esclarecidos, maduros e autônomos (Pieper, 2003, citado por Goergen, 2005).

Visto isso, este trabalho tem como finalidade apresentar/relatar uma experiência, em sentido *latu*, cujo objetivo foi aprimorar o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo “histologia animal” em uma instituição de Ensino Técnico integrado ao Ensino Médio, a partir da construção e aplicação de uma SD elaborada de forma a complementar o LD adotado na referida instituição. Com esta SD, planeja-se contribuir para a aprendizagem deste importante assunto pelos estudantes e auxiliar os professores na proposição de estratégias pedagógicas que considerem e complementem os recursos didáticos que lhes são disponibilizados.

## **PERCURSOS METODOLÓGICOS: ENSINO E PESQUISA EM ARTICULAÇÃO**

Esta pesquisa almejou a aprendizagem dos estudantes simultaneamente ao aprimoramento da prática docente. Portanto, a pesquisa-ação configurou-se como a mais adequada, por ser

um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (Thiollent, 2011, P. 20).

A abordagem qualitativa foi escolhida em função de sua adequação às descrições e às análises dos processos envolvidos na produção de SD. Para Bogdan & Biklen (1994), uma pesquisa qualitativa apresenta como principais características: o ambiente natural, como fonte de dados, e o pesquisador, como seu principal instrumento; a predominância de dados descritivos; a preocupação com o processo e com os significados atribuídos às coisas pelas pessoas envolvidas na pesquisa; e o uso do referencial indutivo na análise dos dados.

Quanto aos dados coletados, houve predominância de dados descritivos provenientes das anotações de campo e das atividades realizadas pelos alunos. Foi realizado um estudo qualitativo da

evolução gradual e progressiva da compreensão dos estudantes em relação aos conceitos e aplicações da histologia animal, em relação aos objetivos de aprendizagem propostos pela intervenção.

A seguir, será apresentado o caminho metodológico percorrido ao longo desta pesquisa. Inicialmente, será detalhado o delineamento experimental. Em seguida, serão apresentados os critérios e instrumentos para análise do LD. A partir daí, serão expostos os procedimentos para a elaboração e a aplicação da SD, destacando-se, ainda, a proposição de um jogo didático. Por fim, serão apresentadas, nesta seção, as estratégias de análise dos dados.

### **Delineamento experimental**

O estudo foi desenvolvido em uma turma do primeiro ano do ensino médio integrado ao ensino técnico de uma escola pública, na qual as duas professoras-pesquisadoras (PP-1 e PP-2) lecionam. Esta turma, selecionada aleatoriamente, era composta por 29 alunos frequentes no período de desenvolvimento desta pesquisa, a saber, último trimestre do ano letivo de 2019.

A pesquisa foi realizada em 5 etapas: (i) análise do livro didático, por meio da leitura analítica dos capítulos referentes à histologia animal e identificação das suas potencialidades e lacunas; (ii) elaboração da SD, cujos objetivos foram definidos a partir da análise do LD, com a proposição de atividades complementares; (iii) aplicação da SD, partindo de aulas expositivas, da aplicação de listas de exercícios, atividade em grupos e um jogo didático e (iv) análise dos resultados, com a verificação da aceitação das atividades pelos alunos e a análise do impacto dessas atividades no aprendizado dos alunos.

Notas de campo foram coletadas ao longo de todas as etapas da aplicação da SD, funcionando como documento de memória das observações da PP-1 durante essa fase da pesquisa. Imediatamente após cada uma das aulas, foram realizados os registros escritos de todo o conteúdo abordado, das percepções de reações dos estudantes em relação a cada etapa da aula e dos principais temas questionados e comentados pelos mesmos.

### **Análise do LD**

Os LD adotados para a disciplina de Biologia na instituição onde a pesquisa foi realizada, no triênio 2018-2020, são da coleção “Biologia: unidade e diversidade”, de José Arnaldo Favaretto. Foi avaliada a Unidade IV do Volume 1, referente à histologia animal, composta pelos capítulos 13 (“Tecidos animais”), 14 (“Tecidos conjuntivos”), 15 (“Imunidade”) e 16 (“Reagindo a estímulos”).

Para análise da abordagem de histologia animal neste livro, utilizou-se a técnica de leitura analítica (SEVERINO, 2007). Os dados coletados foram organizados em uma ficha de avaliação (Quadro 1) adaptada dos trabalhos de Vasconcelos e Souto (2003), Batista, Cunha e Cândido (2010), Rodrigues, Justina e Meghioratti (2011), Lopes e Vasconcelos (2012), Marschner (2019).

**Quadro 1:** Ficha de avaliação com os critérios para análise dos capítulos de histologia animal do LD.

<b>Conteúdo teórico</b>				
<b>Parâmetro</b>	<b>Fraco</b>	<b>Regular</b>	<b>Bom</b>	<b>Excelente</b>
Adequação ao público-alvo				
Clareza do texto (definições, termos, etc.)				
Correção dos conceitos				
Coerência entre informações apresentadas				
Presença de textos complementares				
Exemplificações correlacionadas ao dia a dia do aluno				
Informações sobre integração com outros tecidos				
Abordagem sobre outros animais além do ser humano				
<b>Recursos visuais</b>				
<b>Parâmetro</b>	<b>Fraco</b>	<b>Regular</b>	<b>Bom</b>	<b>Excelente</b>
Qualidade das ilustrações				
Grau de relação com informações do texto				
Adequação das legendas				
<b>Atividades propostas</b>				
<b>Parâmetro</b>	<b>Sim</b>		<b>Não</b>	
Há questões que auxiliem na fixação de conceitos/mecanismos?				
Propõe questões ao final de cada capítulo?				
Propõe atividades em grupo?				
As questões priorizam a problematização?				
As questões têm enfoque multidisciplinar?				
As atividades têm relação direta com o conteúdo trabalhado?				

Ressalta-se que as potencialidades e lacunas do LD foram identificadas a partir das experiências de PP-1 e PP-2 em anos letivos anteriores, na mesma instituição e no mesmo nível de ensino.

### **Elaboração da SD**

A SD foi elaborada considerando-se a análise do LD feita por PP-1 e PP-2. Tal análise será detalhadamente apresentada na seção de Resultados deste trabalho; adianta-se, em linhas gerais, que os textos do referido livro foram uma de suas potencialidades, enquanto a falta de exercícios que auxiliem os alunos na compreensão de conceitos foi uma de suas lacunas. Assim, procurou-se valorizar os textos do LD e propor atividades que auxiliassem os estudantes no aprendizado de



conceitos básicos, uma vez que este conhecimento é fundamental para a compreensão da fisiologia dos tecidos animais.

É de grande importância mencionar que, na instituição onde a pesquisa foi desenvolvida, há apenas duas aulas semanais de Biologia para cada turma; assim, propôs-se uma SD composta por um número total de aulas compatível com essa realidade, a saber, 16 aulas de 50 minutos cada.

A valorização dos textos se deu sob dois aspectos principais: (a) o LD foi utilizado como “guia” para preparação das aulas teóricas, particularmente em relação a quais aspectos de cada tecido seriam detalhados, bem como na definição da ordem em que tais assuntos seriam abordados; (b) os alunos necessitaram de consultar o LD para resolução de listas de exercícios propostas como lição de casa<sup>1</sup> e também em seus estudos de preparação para as provas e demais atividades.

Para auxiliar os alunos na compreensão de conceitos referentes aos tecidos animais, particularmente em relação aos diversos tipos celulares aí encontrados, foram propostas atividades que permitissem aos estudantes sistematizar seus conhecimentos sobre essas células, de forma prioritariamente autônoma, mas conservando o caráter interativo da sala de aula. Também foi proposta a aplicação de um jogo didático enfocando estes mesmos aspectos teóricos, como mais um instrumento para auxiliar os alunos em seu aprendizado. O Quadro 2 apresenta as atividades da SD:

**Quadro 2** – Atividades e objetivos de cada aula da SD.

<b>Aulas</b>	<b>Objetivo específico</b>	<b>Instrumentos de acompanhamento do aprendizado</b>
<b><i>Momento 1: apresentação do objeto de estudo</i></b>		
Aulas expositivas, com uso de <i>data-show</i> , quadro-negro e giz.		
1 e 2	Apresentar aos alunos os diferentes tipos de tecidos epiteliais, as células existentes em cada um deles, suas especializações, funções e localização.	Lista de exercícios I, contendo treze questões conceituais e aplicadas, discursivas e objetivas.
3 e 4	Apresentar aos alunos os diferentes tipos de tecidos conjuntivos, as células existentes em cada um deles, suas especializações, funções e localização.	Lista de exercícios II, contendo 14 questões conceituais e aplicadas, discursivas e objetivas.
5 e 6	Apresentar aos alunos os diferentes tipos de tecidos musculares, suas estruturas, especificidades, funções e localização.	Lista de exercícios III, contendo 12 questões conceituais e aplicadas, discursivas e objetivas.
7 e 8	Apresentar aos alunos as células do tecido nervoso, suas especificidades, funções e localização.	Lista de exercícios, IV contendo 13 questões conceituais e aplicadas, discursivas e objetivas.
9-10	Possibilitar aos estudantes, divididos em duplas, a discussão acerca dos diversos tipos celulares estudados e a construção de um quadro-resumo	Quadro-resumo

<sup>1</sup> Optou-se por esta abordagem a fim de minimizar o material escolar carregado pelos estudantes diariamente para atender às necessidades de uma escola em tempo integral. Ressalta-se que alguns alunos desta instituição viajam de outros municípios diariamente, o que faz com que precisem transportar também volume considerável de objetos de uso pessoal. Assim, o uso do LD em sala de aula foi facultativo. Além disso, a lição de casa é uma maneira de estimular os alunos a estudarem após cada aula teórica.

	com as principais informações.	
<b><i>Momento 2: verificação da evolução do aprendizado</i></b>		
11-12	Acompanhar a evolução do aprendizado dos estudantes após as aulas teóricas e as atividades propostas.	Prova escrita contendo questões de múltipla escolha e questões discursivas diretas (Prova I)
<b><i>Momento 3: aplicação do jogo didático</i></b>		
13-14	Oferecer aos alunos uma ferramenta alternativa para o aprendizado de histologia animal.	Jogo didático
<b><i>Momento 4: verificação final da evolução do aprendizado</i></b>		
15-16	Avaliar a evolução do aprendizado dos estudantes após as aulas teóricas e as atividades propostas e a aplicação do jogo didático.	Prova escrita contendo questões de múltipla escolha e questões discursivas diretas (Prova II)

Para elaboração das duas provas escritas, foram formuladas questões discursivas e de múltipla escolha, distribuídas da seguinte forma em cada uma das provas: quatro questões discursivas, cada uma delas abordando um dos grupos de tecidos animais (tecido epitelial, tecido conjuntivo, tecido muscular e tecido nervoso); e seis questões de múltipla escolha, sendo uma para cada um dos quatro grupos de tecidos e outras duas com abordagem geral sobre o conjunto de todos os tecidos animais. Desse modo, cada uma das provas apresentou um total de dez questões.

### **Jogo didático**

Os jogos didáticos podem ser classificados em quatro grandes grupos: jogos de construção, onde um assunto desconhecido é apresentado aos alunos, que devem buscar novos conhecimentos para solucionar as situações propostas; jogos de treinamento, que levam o estudante a praticar e estender seu conhecimento, familiarizando-se com ele; jogos de aprofundamento, que permitem a aplicação dos conhecimentos na solução de situações-problema; jogos estratégicos, que exigem do aluno a criação de estratégias e hipóteses, considerando múltiplas alternativas para resolver um problema específico (Lara, 2004, citado por Grübel & Bez, 2006). Como esta pesquisa aborda o ensino e a aprendizagem de histologia animal, tema que abrange numerosos termos e conceitos que precisam ser apreendidos pelos estudantes para a compreensão não só da própria histologia animal, mas também de outros ramos da Biologia, como fisiologia animal, optou-se por elaborar um jogo de treinamento, a fim de estimular o contato do estudante com tal terminologia e conceitos de modo a evitar sua memorização mecânica.

Assim, propôs-se um jogo de cartas baseado no jogo “Copo d’água”<sup>2</sup>. Em sua confecção, utilizou-se material de baixo custo e fácil acesso. As cartas foram impressas em papel A4 e revestidas com plástico adesivo transparente, a fim de aumentar sua durabilidade.

Para cada tipo de célula, foram propostas quatro cartas: nome, imagem, função e localização (Apêndice 1). O objetivo do jogo foi reunir as quatro cartas referentes a uma mesma célula, ou seja, acumular as cartas da imagem, função e localização que correspondessem a um

<sup>2</sup> Jogo de cartas que tem por objetivo reunir quatro cartas com mesmo número de todos os naipes do baralho (ex.: valete de ouros, valete de paus, valete de copas e valete de espadas). Ao atingir o objetivo do jogo, o jogador deve depositar suas cartas na mesa. Ao notarem esse gesto, os outros jogadores devem rapidamente baixar suas cartas na mesa; o último a fazê-lo perde o jogo e, como consequência, deve beber um copo de água.



mesmo tipo celular determinado pelo seu nome. Havia também uma “carta trote”, que, por ser obrigatoriamente mantida por uma rodada, teve como objetivo estimular mudanças de estratégia pelos jogadores.

O jogo proposto permitiu a formação de grupos de até 10 estudantes, uma vez que havia cartas referentes a 10 tipos de células. Em cada grupo, os estudantes se dispuseram em círculos; um deles recebeu cinco cartas, e os demais, quatro cartas. O estudante que recebeu cinco cartas foi responsável por iniciar o jogo, passando uma carta para o colega que estava à sua direita, e assim sucessivamente. Ao reunir as quatro cartas referentes a uma célula, o estudante baixava suas cartas, depositando-as na mesa. Ao perceberem este movimento, os demais alunos baixavam também suas cartas. O último a baixar as cartas era eliminado, não participando das rodadas seguintes. Isso estimulava a interação com os demais alunos e a necessidade de atenção difusa. As rodadas se seguiam, sendo considerado o vencedor aquele capaz de formar o último conjunto de quatro cartas.

### Aplicação da SD

A SD foi aplicada pela PP-1 em turma definida aleatoriamente. As aulas expositivas foram ministradas utilizando-se quadro-negro e giz, recursos facilmente acessíveis e de baixo custo. Além disso, utilizou-se equipamento de *data-show* para melhor exploração das imagens dos tipos celulares, da arquitetura dos tecidos e para a exibição de animações em vídeo de processos celulares, como contração muscular e sinapse química, por exemplo.

Após cada uma dessas aulas foram elaboradas listas de exercícios, contendo majoritariamente questões conceituais. Estas listas foram disponibilizadas para os estudantes pelo sistema *online* de controle acadêmico<sup>3</sup> utilizado na instituição para serem feitas como “lição de casa”. A entrega das listas de exercícios deveria ser realizada por escrito na aula seguinte.

A construção do quadro-resumo foi realizada por duplas de estudantes, que discutiram entre si informações sobre os diferentes tipos de tecidos animais com a possibilidade de consulta ao LD e às suas anotações das aulas teóricas. Depois dessa etapa de discussão, cada membro da dupla construiu seu próprio quadro. Após essas atividades, os alunos fizeram uma prova escrita individual, composta por questões de múltipla escolha e por questões discursivas diretas a respeito de todos os tecidos animais abordados nas aulas expositivas.

Na aula seguinte, aplicou-se o jogo didático. Durante o jogo, os estudantes puderam consultar o quadro-resumo construído na aula 5. Por fim, os alunos fizeram outra prova individual, com equivalência em relação à avaliação aplicada no momento 2, tanto em relação à distribuição de conteúdos, quanto ao número e nível de complexidade das questões.

A participação e o envolvimento dos estudantes em todas as aulas da SD foram acompanhados pela PP-1, bem como suas reações às diferentes atividades propostas. Os registros de suas impressões sobre as atitudes dos alunos em relação às atividades e dos fatos considerados relevantes foram realizados em seu caderno de campo.

<sup>3</sup> *Software* para controle de aspectos acadêmicos, tais como frequência escolar, planos de aula e registros de avaliações e notas, direcionado para professores e estudantes da instituição de ensino onde foi desenvolvida a pesquisa. Este *software* também possibilita que docentes disponibilizem para seus alunos arquivos diversos, como apostilas, atividades, resoluções de provas e apresentações, entre outros.

## **Análise dos resultados**

Para análise dos resultados obtidos após a aplicação da SD, considerou-se a aceitação das atividades pelos estudantes, bem como seu envolvimento e participação em cada aula ministrada. Além disso, foi realizada análise qualitativa num processo de validação interna *a posteriori* que, segundo Mehéut (2005), prevê a análise dos efeitos da SD em relação aos seus próprios objetivos, ou seja, a partir da comparação entre as vias de aprendizagem esperadas e as efetivamente obtidas.

A investigação da aprendizagem foi realizada a partir da análise textual-discursiva (Moraes, 2003) das questões dissertativas contidas nos instrumentos de avaliação aplicados ao longo da SD, especificamente, as quatro listas de exercícios e as duas provas. Optou-se pela não inclusão do conteúdo das tabelas comparativas por se tratar de um material demasiadamente sucinto e esquemático, dificultando a extração dos conceitos ali descritos.

Desse modo, considerou-se que, no ensino de Biologia, é primordial a compreensão das ideias científicas pelos estudantes, ou seja, é necessário que a conexão entre conhecimentos prévios e os novos conhecimentos seja capaz de resultar em uma ressignificação das ideias prévias, e que o conhecimento adquirido seja passível de aplicação em situações diversas (Smith & Siegel, 2004).

Assim, em busca de evidências da apropriação gradual e progressiva de significados pelos alunos, foram comparadas as respostas às questões discursivas que compartilhassem um mesmo assunto, em diferentes instrumentos de avaliação. Baseando-se na sequência de estágios de apropriação de significados proposta por Bakhtin (1934, citado por Mortimer & Scott, 2003), que considera a assimilação gradual das ideias científicas em três estágios, as repostas dos estudantes às questões propostas foram classificadas em três níveis. No nível I, o estudante ainda considera as ideias científicas como alheias, havendo dificuldade em usar os conceitos adquiridos. No nível II, as ideias científicas são admitidas, embora o estudante ainda hesite em utilizá-las. Por fim, no nível III, o estudante é capaz de interpretar uma situação e propor uma solução, a partir de argumentos próprios, baseados nas informações científicas adquiridas. Para cada questão analisada foram criados descritores de conteúdos que refletissem o nível de apropriação de significado: níveis I, II e III.

## **RESULTADOS**

Inicialmente, serão apresentados os resultados da análise do LD, feita a partir da experiência de PP-1 e PP-2 na instituição, em anos letivos anteriores. Em seguida, serão expostos os resultados da aplicação da SD, com destaque para a análise da progressão do conhecimento dos estudantes sobre histologia animal ao longo das aulas dadas.

### **Potencialidades e lacunas do LD**

A fim de subsidiar a elaboração de uma SD sobre histologia animal, procedeu-se, inicialmente, à análise do LD utilizado na instituição. Para tanto, cada PP, após a leitura analítica dos capítulos citados, para análise dos critérios “conteúdo teórico” e “recursos visuais”, a partir das suas percepções, classificou o material como “fraco”, “regular”, “bom” ou “excelente”. Para a análise das “atividades propostas”, foi verificada a presença ou ausência de diferentes tipos de atividades. A discussão dessas percepções individuais levou a uma classificação única.

A leitura analítica dos capítulos referentes ao assunto revelou que, neles, os conceitos são apresentados de forma clara, com vocabulário apropriado aos alunos do 1º ano do Ensino Médio.

Assim que são apresentados, os novos termos relativos ao assunto são detalhadamente explicados, facilitando a compreensão do texto.

As informações conceituais têm sua importância destacada pela apresentação de situações cotidianas que as envolvem. Como exemplo, pode-se citar a discussão sobre anemias que se segue à exposição teórica sobre o sangue. De forma semelhante, os conhecimentos conceituais sobre tecidos epiteliais permitem ao autor discutir questões referentes ao bronzamento. Esta abordagem é adotada em todos os capítulos avaliados.

As ilustrações apresentadas são bem feitas e detalhadas, atuando como importantes subsídios para a construção de modelos mentais<sup>4</sup> sobre os tecidos animais. As legendas das imagens trazem, também, informações úteis e claras para sua compreensão. Há, ainda, algumas imagens de microscopia óptica e eletrônica, o que permite aos alunos observarem imagens reais das células e tecidos estudados, o que, sem dúvidas, enriquece seu aprendizado. A presença de infográficos e esquemas que demonstram a dinâmica de alguns processos biológicos também foi considerada como aspecto que facilita o aprendizado pelos estudantes.

A integração dos tecidos entre si não é explorada de forma clara no texto. Embora sejam dados alguns exemplos de órgãos compostos por mais de um tipo de tecido, seu funcionamento integrado não é devidamente evidenciado pelo autor. Em algumas situações, isso pode favorecer a construção de modelos mentais pelos estudantes nos quais os tecidos se apresentam estanques e independentes entre si, o que não corresponde à realidade.

O texto traz informações sobre outros grupos de seres vivos, como, por exemplo, invertebrados, de forma comparada. Consequentemente, o autor apresenta essas informações evidenciando como a evolução biológica tornou as estruturas anatômicas e a fisiologia dos seres vivos cada vez mais complexas.

Após cada capítulo, há uma seção denominada “Atividades”, que traz questões discursivas referentes ao assunto então abordado. Ressalta-se que todas as questões exigem a aplicação dos conhecimentos apresentados, ou seja, não há questões que simplesmente reforcem o aprendizado dos conceitos básicos ou dos mecanismos elementares expostos. Ao fim da unidade, na seção “Atividades complementares”, são propostas questões discursivas e de múltipla escolha. Novamente, esses exercícios requerem a aplicação dos conhecimentos para solução de situações específicas, não havendo questões conceituais. Ressalta-se, ainda, que atividades em grupo são propostas apenas em um dos capítulos analisados.

Na unidade referente à histologia animal, atividades práticas são propostas apenas no capítulo sobre tecidos conjuntivos. Trata-se de uma atividade envolvendo a interpretação de exames hematológicos que, a despeito de ser muito simples, estimula o pensamento crítico e a autonomia dos estudantes.

O livro traz ainda uma seção intitulada “A notícia”, que reproduz textos veiculados na mídia e traz questões sobre eles, estimulando os estudantes a adotarem uma postura crítica em seu dia a dia. A correlação do conhecimento teórico com questões cotidianas também é explorada na seção “Conexões”, existente ao fim de cada capítulo. Nela, são apresentados textos e perguntas sobre os assuntos então abordados.

Portanto, dentre os aspectos analisados, o aporte teórico e os recursos visuais do LD se apresentam muito satisfatórios, enquanto suas principais lacunas são a ausência de questões diretas sobre os conceitos e mecanismos apresentados, o que facilitaria sua compreensão pelos estudantes,

---

<sup>4</sup> “Um modelo mental é uma representação interna de informações que corresponde analogamente com aquilo que está sendo representado” (Moreira, 1996, p. 195).

o pequeno número de atividades em grupo e também o insuficiente destaque à integração entre os diferentes tecidos animais.

### **Uma SD para o ensino de histologia animal**

A aplicação da SD se iniciou com uma introdução sobre as diferenças existentes entre organismos unicelulares e multicelulares, seguida de uma revisão sobre o processo de diferenciação celular que ocorre durante o desenvolvimento embrionário animal. Em seguida, foi demonstrada a classificação geral dos tecidos animais e a apresentação do cronograma das atividades que compõem a SD. Ao retomar o objetivo principal da aula, foram abordados os conceitos relacionados ao tecido epitelial. O quadro-negro foi utilizado para realizar um registro por escrito dos aspectos principais do conteúdo abordado. Desenhos esquemáticos e fotomicrografias de lâminas histológicas foram projetadas durante a explanação. As principais intervenções realizadas pelos alunos tiveram como objetivo esclarecer dúvidas a respeito de produção de melanina, acne e câncer de pele. Também houve grande interesse, por parte dos alunos, no momento em que foram discutidas as modificações da superfície das células do epitélio intestinal como consequência da doença celíaca. Como atividade extraclasse, os alunos foram orientados a acessar uma Lista de exercícios que seria disponibilizada no sistema de controle acadêmico e cujas respostas deveriam ser entregues na semana seguinte. Nesta atividade, foram orientados, ainda, a consultarem o LD.

Seguindo a mesma dinâmica adotada nas aulas expositivas acerca do tecido epitelial, seguiram-se as demais aulas, quando foram abordados os tecidos conjuntivos, musculares e nervoso, ao longo das seis aulas seguintes. Os estudantes mantiveram o mesmo nível de envolvimento e empolgação no decorrer das aulas expositivas. Também em relação à entrega da resolução das listas de exercícios houve retorno positivo pelos estudantes, sendo que 82,7%, 82,7%, 93,1% e 100% de alunos entregaram as Listas I, II, III e IV, respectivamente.

Cabe ressaltar que, assim como verificado nas aulas de tecido epitelial, nas demais aulas os estudantes demonstraram especial interesse pelas funções de cada tecido quando estas estavam contextualizadas em situações fisiológicas ou patológicas. Durante as aulas de tecido conjuntivo, por exemplo, houve participação entusiasmada dos alunos quando foram discutidas as alterações no número de hemácias no sangue humano, resultando em anemia ou policitemia, suas causas e consequências, e nas discussões sobre a Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS) e suas implicações sobre o sistema imunológico. Já na aula de tecidos musculares, diversos alunos manifestaram animação durante a explicação das bases moleculares do processo de contração muscular, as interações entre proteínas, íons e o papel desempenhado pelo trifosfato de adenosina (ATP) na prática de atividades físicas. Durante a aula de tecido nervoso, houve participação maciça nas discussões acerca da capacidade regenerativa dos neurônios, das causas e consequências de doenças como o acidente vascular cerebral (AVC). No decorrer das aulas expositivas, não raras foram as discussões iniciadas a partir de relatos de ocorrência dessas e de outras doenças entre os alunos e/ou seus familiares.

Ao fim das aulas expositivas, foi destinado um momento para que os alunos, organizados em duplas, construíssem um quadro contendo informações que eles julgassem importantes para comparar os quatro tipos de tecidos animais. Foi permitida a consulta às anotações de aula e ao LD. Após discussão entre os integrantes da dupla, cada um deles procedeu à construção do seu próprio quadro. Nesse momento, chamou a atenção o fato de que determinadas duplas, ao divergirem em relação a alguma informação, realizavam, primeiramente, uma consulta a alguns colegas e, em última instância à PP-1. Esse momento foi enriquecedor por permitir que os alunos conversassem entre si, construindo suas próprias argumentações e conclusões.

Durante o momento da aplicação da Prova I, vinte e quatro alunos estiveram presentes. Foram seguidas as normas da instituição quanto à aplicação de avaliação individual, ou seja, os alunos não foram autorizados a consultar qualquer tipo de material, físico ou eletrônico. A aplicação da prova teve duração de cem minutos, embora nenhum aluno tenha necessitado utilizar a totalidade do tempo para concluir sua resolução.

Dando continuidade à SD, para a aplicação do jogo didático, os alunos foram dispostos em grupos de até dez estudantes, organizados em círculos para facilitar a dinâmica. As regras foram expostas pela PP-1. Ao explicar que se tratava de um jogo de cartas muito semelhante ao “copo d’água”, boa parte dos estudantes manifestaram já conhecerem o jogo. Iniciada a atividade, houve, entre os alunos de um mesmo grupo, situações que demonstraram competitividade e outras em que ficou claro o espírito de solidariedade com/entre os colegas. Como exemplo de situação que aguçava a rivalidade, podem ser citados os momentos em que um dos alunos expunha a necessidade de uma determinada carta e podia-se perceber, na fala de um outro aluno, a clara intenção de não dispor da referida carta a fim de evitar a vitória do colega.

A última atividade prevista na SD, aplicação da Prova II, foi realizada de modo semelhante às condições observadas durante a aplicação da Prova I, estando presentes vinte e quatro estudantes.

A seguir, encontram-se os resultados referentes à análise qualitativa das respostas dos alunos às questões discursivas dos instrumentos de avaliação, organizados por temática. Para exemplificação, foram selecionadas respostas de alunos que se apropriaram dos conceitos científicos abordados nas aulas teóricas ao longo da aplicação da SD, avançando geralmente de respostas nível I até respostas nível III. Ressalta-se que, conforme os dados percentuais apresentados para cada tipo de tecido animal (apresentados nas seções que se seguem), nem todos os alunos percorreram este caminho de construção do conhecimento.

### *Tecido epitelial*

Considerando o conteúdo e as abordagens realizadas durante a aula expositiva sobre tecido epitelial, esperava-se que, ao final da aplicação da SD, os alunos fossem capazes de: descrever as características e funções gerais do tecido epitelial, indicando diferenças e semelhanças entre os epitélios de revestimento e glandular; identificar e comparar fisiologicamente e morfológicamente os diferentes tipos de epitélio de revestimento, bem como suas relações com a localização e funções desempenhadas; classificar e descrever morfológicamente e fisiologicamente as glândulas endócrinas e exócrinas e sua localização no organismo humano. Além da aula expositiva, as atividades propostas na Lista de exercícios visavam a reforçar os aspectos conceituais relacionados ao estudo dos tecidos epiteliais. As questões aplicadas, que também compunham a Lista de exercícios, foram propostas para que o aluno tivesse a oportunidade de contextualizar os conceitos em situações vivenciadas no cotidiano.

Para investigação da apropriação dos significados relacionados ao tecido epitelial, foram selecionadas uma questão conceitual, proveniente da Lista de exercícios I, e uma questão aplicada, proveniente da Prova II. Tais questões foram selecionadas pela semelhança e complementaridade em relação ao assunto abordado. As respostas registradas pelos estudantes foram categorizadas e integram o Quadro 3, a seguir.

**Quadro 3** – Categorização das respostas dos estudantes sobre tecido epitelial.

Classificação	Conhecimento demonstrado pelos estudantes	Nº de respostas
<b>Avaliação:</b> Lista de exercícios I (24 estudantes)		
<b>Enunciado:</b> Qual a importância do tecido epitelial no corpo humano?		
Nível I	Embora fiquem claras as funções correspondentes às executadas pelo tecido epitelial, são citadas outras funções, não correspondentes às executadas pelo tecido epitelial, como isolamento térmico, percepção de sensações e sustentação.	2/24 (8,33 %)
Nível II	Apenas algumas das funções correspondentes ao tecido epitelial são citadas.	2/24 (8,33 %)
Nível III	Ficam claras todas as funções correspondentes ao tecido epitelial, ou seja, proteção, isolamento, secreção e absorção de substâncias.	20/24 (83,4 %)
<b>Avaliação:</b> Prova II (24 estudantes)		
<b>Enunciado:</b> (Linhares & Gewandsznajder, 2013) Na tatuagem, os desenhos são feitos com pequenas gotas de tinta injetadas na pele. A tatuagem é, em princípio, permanente (só pode ser removida por laser ou cirurgia). Pense e responda: a tinta é injetada na epiderme ou na derme? Justifique sua resposta.		
Nível I	Não há qualquer menção à composição da pele humana por tecidos distintos: tecido epitelial e tecido conjuntivo.	15/24 (62,5 %)
Nível II	Embora haja associação entre a existência de mais de um tecido na composição da pele humana, não são verificadas correlações funcionais entre eles.	0/24 (0,0 %)
Nível III	Há correta associação entre a existência de tecido epitelial e conjuntivo na composição da pele humana, sendo esse último um tecido mais profundo que, portanto, não sofreria o processo de descamação que acomete o tecido epitelial.	9/24 (37,5 %)

A partir dos dados apresentados no Quadro 3, fica claro que, embora a maior parte dos alunos (83,4 %) seja capaz de elencar as principais funções exercidas pelo tecido epitelial no organismo humano, apenas uma parcela deles (37,5 %) associou corretamente a função de proteção, desempenhada pelo tecido epitelial enquanto constituinte da pele humana, e sua localização superficial, sugerindo que poucos estudantes foram capazes de aplicar o conhecimento básico em uma situação cotidiana. É possível perceber, portanto, que, embora na aula expositiva tenha sido abordado o papel do tecido epitelial na pele animal, os conceitos não foram assimilados de forma contundente por todos os estudantes. Como alternativa, pode ser proposta uma alteração na Lista de exercícios I, com a inclusão de uma questão aplicada sobre esse tema.

A despeito dessa observação, como demonstrado pelas respostas transcritas do Aluno 6 (A6)<sup>5</sup> abaixo, alguns estudantes se apropriaram adequadamente dos conceitos teóricos e sua aplicação na situação-problema proposta:

*Lista de exercícios I: “A importância do tecido epitelial é dado por sua proteção, transporte, revestimento, sustentação, secreção e absorção.”*

<sup>5</sup> A codificação dos alunos foi realizada de modo randômico. Fez-se a transcrição literal de suas respostas.



*Prova II: “Quando se faz uma tatuagem a tinta é injetada na derme, que é abaixo da epiderme e, sendo uma parte mais resistente, já a epiderme está em constante troca de células o que faria a tatuagem sair.”*

Durante a resolução dos exercícios, A6 realizou a associação, incorretamente, de uma das funções do tecido epitelial (nível I). No entanto, na questão em que é requerida a associação da função de proteção desempenhada pela porção de tecido epitelial que compõe a pele, A6 foi capaz de fazer inferências a respeito das características desses dois tecidos na composição do órgão (nível III).

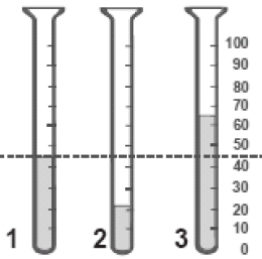
### *Tecido conjuntivo*

Sendo o tecido conjuntivo um dos constituintes da maior parte dos órgãos animais, era esperado que, ao final da aplicação da SD, os alunos fossem capazes de descrever características e funções das células dos diferentes tipos de tecido conjuntivo propriamente dito, as relações funcionais entre tecido conjuntivo e epitelial, relacionar características histológicas, morfológicas e funcionais dos tecidos conjuntivos especializados adiposo, cartilagenoso, ósseo e sanguíneo, diferenciar imunidade inata e adquirida, bem como sua fundamentação fisiológica. Assim como realizado com o tecido epitelial, também para o assunto tecido conjuntivo foram utilizadas aulas expositivas e Lista de exercícios, contendo questões conceituais e aplicadas.

As respostas de uma questão conceitual da Lista de exercícios II foram analisadas. Também foram analisados os registros dos alunos para uma questão da Prova I, a qual contempla aspectos conceituais e aplicados, e de uma questão da Prova II, que requer a aplicação dos conceitos na solução de uma situação-problema. Todas as respostas foram categorizadas e os resultados obtidos integram o Quadro 4.

**Quadro 4** – Categorização das respostas dos estudantes sobre tecido conjuntivo.

<b>Classificação</b>	<b>Conhecimento demonstrado pelos estudantes</b>	<b>Nº de respostas</b>
<b>Avaliação:</b> Lista de exercícios II (24 estudantes)		
<b>Enunciado:</b> Quais as funções das células do sangue?		
Não respondeu	-	1/24 (4,2 %)
Nível I	Existem associações incorretas entre as funções e os tipos de células que compõem o sangue, tais como o transporte de nutrientes e de hormônios.	2/24 (8,3 %)
Nível II	Existem associações entre as funções e alguns dos tipos de células que compõem o sangue, embora não seja observada estratificação dos leucócitos.	21/24 (87,5 %)
Nível III	Existem associações entre as funções e todos os tipos de células que compõem o sangue, incluindo a estratificação dos leucócitos.	0/24 (0,0 %)
<b>Avaliação:</b> Prova I (24 estudantes)		
<b>Enunciado:</b> (FUVEST) Um vírus foi identificado como a causa da morte de centenas de focas no Mar do Norte e no Báltico. Ao penetrarem no organismo, as primeiras células que esses vírus		

invadem e prejudicam são os macrófagos e os linfócitos.		
a) Explique porque as focas infectadas tornam-se extremamente vulneráveis ao ataque de outros microrganismos patogênicos (causadores de doenças).		
b) Especifique a função de cada uma das células mencionadas.		
Não respondeu	-	5/24 (20,8 %)
Nível I	Falta associação entre a função dos macrófagos e dos linfócitos, células alvo do vírus, e as consequências da perda dessa atividade.	4/24 (16,7 %)
Nível II	Observa-se correta associação entre a função dos macrófagos e dos linfócitos, células alvo do vírus, e as consequências da perda dessa atividade, mas sem esclarecer qual o papel de cada um desses tipos celulares para a imunidade.	7/24 (29,2 %)
Nível III	Observa-se correta associação entre a função dos macrófagos e dos linfócitos, células alvo do vírus, e as consequências da perda dessa atividade, deixando claro o papel de cada um desses tipos celulares para a imunidade.	8/24 (33,3 %)
<b>Avaliação:</b> Prova II (24 estudantes)		
<b>Enunciado:</b> (UFRJ) O hematócrito é a porcentagem de sangue que é constituída de células: hemácias e leucócitos. O hematócrito de três amostras de sangue está ilustrado nos tubos 1, 2 e 3, cujas partes escuras representam as células. As células foram sedimentadas, nos tubos graduados, por meio de centrifugação.		
 <p>A linha tracejada representa o nível do hematócrito de um indivíduo normal, vivendo ao nível do mar. Uma das amostras de sangue foi obtida de um indivíduo normal, que morava há vinte anos numa cidade localizada a 4500m acima do nível do mar. Qual amostra provém desse indivíduo? Justifique sua resposta.</p>		
Não respondeu	-	2/24 (8,3 %)
Nível I	Não há associação entre altitude, disponibilidade de oxigênio e número de células	7/24 (29,2 %)
Nível II	Há correta associação entre a menor disponibilidade de oxigênio em altas altitudes e a maior necessidade de células, sem menção ao papel das hemácias no exercício da função de transporte de oxigênio.	7/24 (29,2 %)
Nível III	Há correta associação entre a menor disponibilidade de oxigênio em altas altitudes e a maior necessidade de produção de hemácias, células responsáveis pelo transporte de oxigênio.	8/24 (33,3 %)

Durante a resolução da Lista de exercícios nenhum dos alunos foi capaz de relacionar as diferentes funções desempenhadas pelos diversos tipos de leucócitos, embora tenham sido abordados durante a aula expositiva e tenham sido mostradas fotomicrografias de lâminas histológicas dessas células. No entanto, boa parte dos alunos (33.3 %) fez essas correlações

corretamente em resposta a uma das questões da Prova I. A resolução da questão extraída da Prova II requer a associação entre a função das hemácias e a necessidade de produção de um maior número dessas células em situações em que há menor disponibilidade de oxigênio, como em altas altitudes. A maior parte dos alunos (62,5 %) deixou clara a necessidade de um maior número de células sanguíneas quando há menor disponibilidade de oxigênio e, desses, 33,3 % associou corretamente a função das hemácias à realização do transporte de gases.

As respostas do Aluno 12 (A12), apresentadas a seguir, evidenciam o aumento da complexidade de seu raciocínio ao longo das atividades propostas na SD. Também chama a atenção a apropriação da terminologia científica por este estudante, o que indica maior familiarização com o assunto.

*Lista de exercícios II: “As hemácias tem a função de transporte de oxigênio pelo corpo, os glóbulos brancos, tem a função de defesa imunológica e as plaquetas, cessam hemorragias, coagulando o sangue.”*

*Prova I: (a) “Pois as células prejudicadas são as células de defesa do organismo, influenciando na queda da atividade imunológica contra seres patogênicos.” (b) “Os macrófagos (provenientes dos monócitos) são células que realizam fagocitose de seres patogênicos. Já os linfócitos possuem como função a produção de anticorpos, que neutralizam agentes estranhos no organismo.”*

*Prova II: “O tubo 3, pois, como o indivíduo residiu em uma área onde o ar é rarefeito, devido a altitude do local, o corpo do indivíduo, para obter mais eficiência no transporte de O<sub>2</sub>, produziu mais hemácias, o que justifica o índice hematócrito do mesmo.”*

### *Tecido muscular*

Em relação ao tecido muscular, as aulas expositivas e as atividades propostas visavam a que os estudantes adquirissem autonomia para descrever morfológicamente e funcionalmente o tecido muscular estriado esquelético, estriado cardíaco e não estriado, relacionando as características próprias de cada tipo de contração e a localização desses músculos. Também era esperado que os alunos compreendessem os mecanismos moleculares envolvidos no processo de contração muscular e sua relação com a disponibilidade de cálcio e a necessidade energética.

A Lista de exercícios III e a Prova I traziam questões muito semelhantes que abordavam a existência de dois diferentes tipos de fibras musculares, sua função e suas relações com a prática de diferentes modalidades esportivas. A classificação das respostas registradas pelos alunos, nas respectivas avaliações constam no Quadro 5, apresentado a seguir.

**Quadro 5** – Categorização das respostas dos estudantes sobre tecido muscular.

<b>Classificação</b>	<b>Conhecimento demonstrado pelos estudantes</b>	<b>Nº de respostas</b>
<b>Avaliação:</b> Lista de exercícios III (27 estudantes)		
<b>Enunciado:</b> (FUVEST – adaptada) Em suas respectivas provas, um velocista corre 200m, com velocidade aproximada de 36 km/h, e um maratonista corre 42 Km, com velocidade aproximada de 18 Km/h. Que tipo de fibra muscular se espera encontrar, em maior abundância, nos músculos		

do corpo de cada um desses atletas? Em que tipo de fibra muscular deve ser observado o maior número de mitocôndrias? Justifique.		
Não respondeu	-	1/27 (3,8 %)
Nível I	As respostas são curtas, sem a indicação clara de associação entre o tipo de atividade física e as fibras musculares ou ainda, associações com outras fibras musculares, como as cardíacas.	10/27 (37,0 %)
Nível II	Há adequada correlação entre o tipo de fibra muscular e a modalidade de atividade física, mas sem menção ao papel desempenhado pelas mitocôndrias ou incoerência na descrição desse papel.	8/27 (29,6 %)
Nível III	Há adequada correlação entre a presença de mitocôndrias e o metabolismo aeróbio realizado pelas fibras musculares vermelhas (tipo I – contração lenta) nos músculos do maratonista, uma vez que a atividade é de longa duração; e menor concentração de mitocôndrias nas fibras musculares brancas (tipo II – contração rápida) nos músculos do velocista, que realiza uma atividade de curta duração.	8/27 (29,6 %)
<b>Avaliação:</b> Prova I (24 estudantes)		
<b>Enunciado:</b> Nos músculos estriados esqueléticos, há dois tipos principais de fibras musculares: as de contração lenta (tipo I) e as de contração rápida (tipo II). Considere dois campeões nas Olimpíadas de 2012: Usain Bolt, vencedor da prova de corrida dos 100 m rasos, e Stephen Kiprotich, vencedor da maratona (42.195m). Responda: a) Quais as principais diferenças fisiológicas e morfológicas das fibras musculares tipo I e tipo II. b) Qual o tipo de fibra muscular que predomina em cada um dos atletas citados? Justifique.		
Não respondeu	-	2/24 (8,3 %)
Nível I	Não são expostos argumentos que demonstrem a correlação entre o tipo de fibra muscular e a modalidade de atividade física.	3/24 (12,5 %)
Nível II	Há adequada correlação entre o tipo de fibra muscular e a modalidade de atividade física, mas sem menção ao papel desempenhado pelas mitocôndrias ou incoerência na descrição desse papel.	7/24 (29,2 %)
Nível III	Há adequada correlação entre o metabolismo predominantemente aeróbio nas fibras musculares lentas (tipo I) e a presença de maior número de mitocôndrias; e metabolismo anaeróbio nas fibras musculares rápidas (tipo II) e o menor número de mitocôndrias. Predominância de fibras rápidas no Usain Bolt, pela atividade de explosão/curta duração e fibras lentas no Stephen Kiprotich, pela atividade de resistência/longa duração.	12/24 (50,0 %)

É possível verificar que mais alunos foram categorizados no nível III na segunda avaliação (50%) do que na primeira avaliação (29,6%). A apropriação do conceito científico fica evidente quando analisamos, por exemplo, as respostas transcritas do Aluno 17 (A17):

*Lista de exercícios III: “No velocista encontra-se maior quantidade de fibras brancas que contem menos mitocôndrias, pois a mesma não causa fadiga intensa aos músculos. Já o maratonista tem maior quantidade de fibras vermelhas nos músculos, justamente por causar mais fadiga sendo encontrado neste músculo grandes quantidades de mitocôndrias.”*

*Prova I: “Fibras do tipo I: realizam contração lenta e duradoura; possuem muita mioglobina e ~~hemácias~~ mitocôndrias; coloração vermelha, daí o nome: fibra vermelha. Fibras do tipo II: realizam contrações rápidas e pouco duradouras; possuem pouca mioglobina e mitocôndria; coloração branca, daí o nome fibra branca.” “Usain Bolt: fibras musculares do tipo II. “Stephen Kiprotich: fibras musculares do tipo I.”*

Por um lado, a resposta dada por A17 à questão da Lista de exercícios demonstra incoerência na função atribuída às mitocôndrias, com a realização de uma associação incorreta entre estas e a fadiga muscular (nível II). Por outro, a resposta desse mesmo aluno à questão semelhante aplicada na Prova I revela que, além de ser capaz de relacionar corretamente a presença de mitocôndrias nas fibras musculares tipo I, ele emprega o termo mioglobina, fazendo menção à estrutura responsável pelo aporte de oxigênio necessário ao metabolismo predominantemente aeróbio nessas fibras (nível III). Na resposta de A17 é possível perceber que há menção, a princípio, ao termo “hemoglobina”. Em seguida, o aluno realiza uma autocorreção, demonstrando seu domínio sobre as distintas funções entre as hemácias e mitocôndrias.

#### *Tecido nervoso*

Ao final da aplicação da SD era esperado que os alunos fossem capazes de descrever estrutural e funcionalmente o tecido nervoso, identificar e diferenciar neurônios e células da glia, compreender as bases fisiológicas das sinapses e o papel dos neurotransmissores nesse processo.

O Quadro 6, a seguir, apresenta o resultado da categorização das respostas dos alunos a duas questões conceituais a respeito de sinapses.

**Quadro 6** – Categorização das respostas dos estudantes sobre tecido nervoso.

<b>Classificação</b>	<b>Conhecimento demonstrado pelos estudantes</b>	<b>Nº de respostas</b>
<b>Avaliação:</b> Lista de exercícios IV (29 estudantes)		
<b>Enunciado:</b> Explique o que sinapse química. Cite quatro neurotransmissores.		
Não respondeu	-	2/29 (6,9 %)
Nível I	Observa-se incorreta conceituação de sinapse, relacionando, por exemplo a uma região ou à comunicação entre neurotransmissores.	6/29 (20,7 %)
Nível II	Há caracterização parcial do processo sináptico, com menção à algumas características, como a secreção do neurotransmissor ou ao fato do processo ser unidirecional.	6/29 (20,7 %)

Nível III	Há caracterização do processo sináptico, com menção à existência de comunicação unidirecional entre um neurônio pré-sináptico, e um neurônio pós-sináptico; existência de potencial de ação, liberação de neurotransmissores na fenda sináptica e de receptores na membrana do neurônio pós-sináptico.	15/29 (51,7 %)
<b>Avaliação:</b> Prova II (24 estudantes)		
<b>Enunciado:</b> Quais as vantagens de uma sinapse química em relação à sinapse elétrica entre neurônios?		
Não respondeu	-	4/24 (16,7 %)
Nível I	Verifica-se associação incorreta de conceitos, como, por exemplo, que a velocidade da sinapse química é maior que na sinapse elétrica ou que há menor gasto de energia na primeira, em relação à segunda.	5/24 (20,8 %)
Nível II	Há Menção à existência de diferentes neurotransmissores, mas sem correlação às distintas respostas pós-sinápticas.	3/24 (12,5 %)
Nível III	Há correta associação da existência de diferentes neurotransmissores e, portanto, da possibilidade de respostas pós-sinápticas distintas em função do neurotransmissor liberado.	12/24 (50,0 %)

O conceito de sinapse é complexo e muitos alunos apresentam dificuldades na sua compreensão. Isso fica evidente quando observamos que apenas 51,7 % dos alunos foram capazes de definir corretamente esse processo em um questionário respondido com a possibilidade de consulta a materiais de apoio, mesmo após a explicação dada pela professora na aula expositiva e um vídeo esquemático demonstrativo de sinapses químicas. Alguns dos alunos, como, por exemplo, A4, foram capazes de realizar inferências mais complexas em sua resposta à questão da prova (nível III), em relação aquilo que havia respondido na sua Lista de exercícios (nível II).

*Lista de exercícios IV: “As sinapse químicas são interações entre duas ou mais células neuronais (sic), em que há a transmissão de neurotransmissores. São exemplos de neurotransmissores Serotonina, Noradrenalina, Dopamina, Acetilcolina.”*

*Prova II: “Quando um neurônio realiza uma sinapse química, o mesmo transmite as informações e sensações por neurotransmissores. Isso é benéfico pois, há uma quantidade maior de estímulos que podem ser transmitidos em relação à estimulação física, que é única.”*

## DISCUSSÃO

Na pesquisa relatada neste artigo, foi proposta e aplicada uma SD sobre histologia animal a alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola pública. Propôs-se elaborar uma SD complementar ao LD utilizado na instituição, valorizando este recurso didático presente na quase totalidade das escolas públicas brasileiras. O LD pode e deve ser melhor explorado, para que sua utilização de fato favoreça o ensino e a aprendizagem significativos e, assim, atenda aos propósitos didáticos para os quais foi idealizado.



Para tanto, foi necessário, inicialmente, analisar o LD “Biologia: unidade e diversidade”, de José Arnaldo Favaretto, utilizado na instituição no período de realização da pesquisa. Nele, a abordagem de histologia animal se revelou satisfatória, com destaque para a clareza na apresentação de conceitos e para a contextualização das informações sobre os diferentes tecidos, inclusive abordando outras espécies de seres vivos além dos humanos. Esta última observação é particularmente importante, pois o ensino de Biologia, historicamente, é marcado por uma visão antropocêntrica: diferentes espécies de seres vivos são caracterizadas apenas pela sua utilidade ou periculosidade aos humanos (Junqueira & Kindel, 2009). Entretanto, os capítulos analisados não apresentaram este viés, uma vez que outras espécies também foram abordadas no texto. Isto pode retratar uma tendência em “superar a visão utilitarista de que o meio é um recurso natural a ser avaliado apenas por seus benefícios ao ser humano, desconsiderando-se seus aspectos ecológicos, estéticos e éticos” (MEC, 2017, p. 20).

Também foram consideradas adequadas as imagens presentes no LD. No ensino de Biologia, as imagens são fundamentais na construção do conhecimento, auxiliando os estudantes na compreensão dos textos escritos (Tomio *et al.*, 2013). Na instituição onde a pesquisa foi desenvolvida, as figuras são ainda mais importantes para a abordagem de conteúdos como citologia e histologia, pois não há laboratórios de aulas práticas e microscópios para serem utilizados pelos estudantes.

Avaliou-se que o livro também traz diversas atividades para aplicação dos conhecimentos teóricos; entretanto, considerou-se como uma falha significativa a ausência de exercícios conceituais, úteis na compreensão de conceitos e fundamentos teóricos e consequente aquisição de vocabulário científico, particularmente por se tratar de um conteúdo abstrato, com terminologia própria abundante. Outros pontos considerados falhos foram a falta de atividades em grupo e de informações sobre o funcionamento integrado dos tecidos.

Tendo identificado esses pontos falhos do LD, passou-se à proposição de uma SD que o valorizasse e, ao mesmo tempo, o complementasse. Para sua valorização, as aulas teóricas expositivas foram preparadas a partir do LD e os estudantes foram orientados a consultá-lo durante a realização das atividades complementares, sempre que necessário. Como atividades complementares ao LD, foram elaboradas listas de exercícios contendo tanto questões conceituais, quanto questões aplicadas, elaboradas a partir das dúvidas dos alunos durante as aulas expositivas. Também foi proposta uma atividade em dupla, pois a discussão e o debate podem proporcionar a reflexão e a reavaliação dos pontos de vista, além de exercitar habilidades como a capacidade de argumentação e o respeito mútuo. Especificamente quando a discussão acontece entre pares, nesse caso, entre alunos, existe maior liberdade de exposição de conhecimentos e experiências, sem que se sintam avaliados ou pressionados a fornecer a resposta correta em detrimento da sua própria concepção sobre o assunto (Pereira, 2013).

Acrescentou-se à SD, ainda, um jogo didático, a fim de que os estudantes, de modo lúdico, pudessem exercitar a terminologia científica referente à histologia animal. Por fim, propuseram-se variados instrumentos avaliativos em todas as etapas da SD, permitindo não só a aferição processual do ganho da aprendizagem, mas, principalmente, fazendo uso de sua função diretiva, mediando o processo de ensino-aprendizagem, oferecendo possibilidade de recuperação imediata ou do reconhecimento do mérito (Kraemer, 2005).

Durante as aulas expositivas, foi possível verificar o envolvimento dos alunos a partir dos comentários e questionamentos realizados, com demonstração de interesse especial sobre temas relacionados à saúde humana. De modo semelhante, Duré *et al.* (2018), em um estudo com alunos da rede pública de João Pessoa (PB), verificaram que a temática saúde foi citada pelo maior número de estudantes em relação às suas preferências em Biologia. Assim, este trabalho corrobora dados da

literatura ao indicar que os conceitos aplicados a situações cotidianas têm mais significado para os estudantes, até mesmo ao se abordarem tópicos majoritariamente teóricos, como histologia animal.

Ao analisar as respostas dos alunos às questões discursivas aplicadas ao longo da SD, observou-se que muitos deles aumentaram sua compreensão de conceitos relacionados à histologia animal e foram capazes de aplicá-los em situações do seu cotidiano. Também se observou um ganho significativo de vocabulário científico por muitos estudantes, revelado por respostas mais complexas, com mais termos e expressões específicos desse ramo da Biologia. Embora não seja possível apontar a parcela de contribuição à aprendizagem do jogo didático *per si*, ao se analisarem as respostas dos alunos às questões das Provas I e II, realizadas, respectivamente, antes e após a aplicação do jogo, observam-se avanços na utilização do vocabulário científico por diversos estudantes, como exemplificado nos Quadros 4 e 5. Esses resultados são fruto do conjunto de atividades realizadas ao longo da SD, dentre as quais o jogo didático se destaca tanto por seu caráter lúdico e mais informal, quanto por promover momentos de interação entre os estudantes. Assim, ao aplicar-se o jogo didático, ofereceu-se uma oportunidade de estudo e aprendizado diferenciado para os alunos, o que possivelmente auxiliou na aquisição ou consolidação de conhecimentos relativos à histologia animal.

Para Krasilchik (2011), é por meio de exemplos, associações e analogias que termos e conceitos adquirem significado para o estudante, fazendo com que o conteúdo seja contextualizado com suas experiências pessoais. Entende-se por contextualização a associação entre conteúdo de uma disciplina e a realidade, cidadania, mundo do trabalho e experiências pessoais e sociais do aluno (Kato & Kawasaki, 2011). Se não há contextualização, o estudo se resume à memorização, sem relevância para compreensão do mundo natural e social.

O aumento da capacidade de grande parte dos alunos para aplicar os conhecimentos teóricos de histologia animal em situações cotidianas ao longo da aplicação da SD sugere que as aulas expositivas e as listas de exercícios apresentaram situações contextualizadas relevantes para os alunos, demonstrando a importância do conteúdo e estimulando seu raciocínio em situações equivalentes. Contextualizar conteúdo e cotidiano favorece a aprendizagem significativa por promover a interação entre o organismo e o meio no qual estão inseridos, ou seja, dentro de seus padrões de referência (Ausubel, Novak & Hanesian, 1980). Ressalta-se que as aulas expositivas foram preparadas utilizando-se o LD como roteiro de estudos e que, durante tais aulas, a participação dos estudantes foi incentivada em todos os momentos, uma vez que aulas dialogadas permitem que os professores compreendam como os estudantes estão se apropriando do conteúdo que lhes é apresentado, possibilitando que se façam instantaneamente as intervenções necessárias.

As análises das respostas dos estudantes também revelaram aumento do domínio do vocabulário científico associado à histologia animal ao longo da SD. Essa familiaridade com os termos científicos torna-se particularmente importante pelo fato de histologia ser uma disciplina que fundamenta outros ramos da Biologia; assim, sua terminologia será necessária em outras etapas da formação escolar dos estudantes. Além disso, são termos cada vez mais utilizados no dia a dia, quer em textos de divulgação científica, quer em meios de comunicação de massa. Portanto, conhecer e compreender esse vocabulário é muito importante para o pleno exercício da cidadania pelos estudantes.

Durante a SD, os alunos tiveram contato com essa terminologia científica e puderam exercitá-la em diversas atividades. Destacam-se a construção do quadro-resumo por duplas de estudantes, ocasião em que puderam conversar livremente sobre histologia animal, utilizando seu vocabulário próprio, e a aplicação do jogo didático. Por se tratar de um jogo de treinamento (Lara, 2004, citado por Grübel & Bez, 2006), os estudantes puderam praticar de modo lúdico a teoria à qual tinham sido apresentados, o que, possivelmente, contribuiu para que construíssem conhecimentos novos e mais elaborados (Rocha & Rodrigues, 2018).

A aplicação da SD também permitiu identificar pontos em que ela pode ser aprimorada. Pela percepção das professoras-pesquisadoras, após a aplicação da SD e a análise dos seus resultados, é recomendável que todas as listas de exercícios apresentem tanto questões conceituais, quanto questões aplicadas sobre os conteúdos trabalhados em sala de aula. Também seria desejável que os estudantes fossem estimulados a realizar trabalhos de pesquisa, em grupos, envolvendo questões cotidianas relacionadas à histologia animal. Os resultados desses trabalhos poderiam ser apresentados em uma atividade final organizada como um seminário ou feira de saberes, permitindo a troca de conhecimentos e informações entre os estudantes. Não foi possível adotar essa estratégia durante a realização da pesquisa por questões relativas à carga horária disponível na instituição de ensino. Por fim, destaca-se que a SD não é um instrumento finalizado e imutável. É fundamental que os professores, durante sua aplicação, estejam atentos ao envolvimento e às necessidades dos alunos, a fim de promoverem alterações que oportunizem melhor aprendizado pelos estudantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa permite concluir que o LD adotado atualmente pela instituição de ensino caracteriza-se como um bom referencial, especialmente quanto à clareza e objetividade da apresentação dos conceitos, contextualização e presença de imagens. No entanto, esse material pode ser complementado com atividades com abordagem conceitual e com atividades em grupos.

Ao longo do estudo, foi possível perceber que a elaboração e execução da SD, focada na complementação do LD, contendo atividades diversificadas, é capaz de promover melhorias no aprendizado de histologia animal por alunos do Ensino Médio. A exposição repetida dos estudantes aos conceitos e vocabulário próprios deste ramo do conhecimento, em diferentes momentos, sob diferentes estratégias, permitiu que grande parte dos estudantes se apropriasse desse vocabulário e melhorasse sua compreensão sobre os tecidos animais, ao longo das dezesseis aulas que compuseram a SD.

A SD elaborada e apresentada neste trabalho pode ser utilizada em outras circunstâncias, desde que sejam realizadas as devidas adaptações. Antes de tudo, é necessária a análise do LD adotado ou de outros materiais que sejam utilizados por professores e estudantes durante as aulas, a fim de valorizar, da melhor forma possível, esses materiais. Fatores como o número de alunos em cada turma e o seu nível de envolvimento durante as aulas também podem determinar alterações nas atividades propostas na SD.

Observando-se o ganho cognitivo dos alunos e considerando-se os pressupostos teóricos da pesquisa-ação, pode-se concluir que este estudo contribuiu não somente com o aprimoramento do saber científico, mas também promoveu o crescimento dos docentes responsáveis pela sua elaboração. Assim, fica claro que a busca por melhorias nas práticas pedagógicas é capaz de propiciar resultados satisfatórios tanto para docentes, quanto para alunos.

## REFERÊNCIAS

- Albuquerque, E. B. C., & Ferreira, A.T.B. (2019). Programa nacional do livro didático (PNLD): mudanças nos livros de alfabetização e os usos que os professores fazem desse recurso em sala de aula. *Ensaio: aval. pol. públ. Educ.*, *Rio de Janeiro*, *27*(103), 250-270. Acesso em 27 abr., 2020, <https://doi.org/10.1590/s0104-40362019002701617>
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro, RJ: Interamericana.

- Batista, M.V.A, Cunha, M.M.S., & Cândido, A.L (2010) Análise do tema virologia em livros didáticos de Biologia do ensino médio. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 12(1), 145-158. Acesso em 25 abr., 2020, <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172010120109>
- Bizzo, N. (1998). *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo, SP: Ática.
- Bogdan, R.C., & Biklen, S.K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora.
- Campos, L.M.L; Bortoloto, T.M., & Felício, A.K.C. (2003). A produção de jogos didáticos para o ensino de Ciências e Biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. *Caderno dos Núcleos de Ensino*, 47-60. Acesso em 14 mar., 2020, <http://unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>.
- Decreto nº 91.542, de 19 de agosto de 1985: (1985). *Institui o Programa Nacional do Livro Didático, dispõe sobre sua execução e dá outras providências*, Diário Oficial da União. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Acesso em 27 abr., 2020, <http://legis.senado.leg.br/norma/514182/publicacao/15708004>
- Duré, R.C., Andrade, M.J.D., & Abílio, F.J.P. (2018). Ensino de Biologia e contextualização do conteúdo: quais temas o aluno de ensino médio relaciona com o seu cotidiano. *Experiências em Ensino de Ciências*, 13(1), 259-271. Acesso em 03 mar., 2020, [http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID471/v13\\_n1\\_a2018.pdf](http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID471/v13_n1_a2018.pdf)
- Falkembach, G. A. M. (2006). O lúdico e os jogos educacionais. *CINTED-Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, UFRGS*. Acesso em 05 mar., 2020, [http://matpraticas.pbworks.com/w/file/attach/85177681/Leitura\\_1.pdf](http://matpraticas.pbworks.com/w/file/attach/85177681/Leitura_1.pdf)
- Goergen, P. (2005). Educação e valores no mundo contemporâneo. *Educação & Sociedade*, 26(92), 983-1011. Acesso em 15 abr., 2020, <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-73302005000300013>
- Grübel, J.M.; & Bez, M.R. (2006). Jogos educativos. *RENOTE - Revista Novas tecnologias na Educação*, 4(2). Acesso em 05 mar., 2020, <https://doi.org/10.22456/1679-1916.14270>
- INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (2020). *Censo da educação básica 2019: resumo técnico*. Brasília, DF: INEP/MEC. Acesso em 01 jun., 2020, [http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset\\_publisher/6JYIsGMAMkW1/document/id/6874720](http://portal.inep.gov.br/informacao-da-publicacao/-/asset_publisher/6JYIsGMAMkW1/document/id/6874720)
- Junqueira, H., & Kindel, E.A.I. (2009). Leitura e escrita no ensino de ciências e biologia: a visão antropocêntrica. *Cadernos de aplicação*, 22(1), 145-161. Acesso em 13 abr., 2020, <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/25484/000744954.pdf?sequence=1>
- Kato, D.S., & Kawasaki, C.S. (2011). As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & Educação (Bauru)*, 17(1), 35-50. Acesso em 22 maio., 2020, <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100003>
- Kraemer, M.E.P. (2005). A avaliação da aprendizagem como processo construtivo de um novo fazer. Avaliação: *Revista da Avaliação da Educação Superior*, 10(2), 137-147. Acesso em 12 abr., 2020, <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/progesus/files/2011/04/KRAEMER-MEP.-A-avalia%C3%A7%C3%A3o-da-aprendizagem-como-processo-construtivo-de-um-novo-fazer2.pdf>
- Krasilchik, M. (2011). *Prática de ensino de Biologia* (4ª ed). São Paulo, SP: Editora da Universidade de São Paulo.



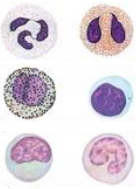


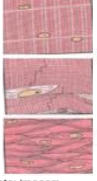
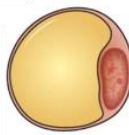

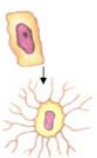

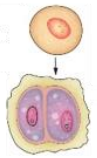
- Linhares, S. & Gewandsznajder, F. (2013) *Biologia hoje – volume 1* (2ª ed). São Paulo, SP: Ática.
- Lopes, W.R., & Vasconcelos, S.D. (2012). Representação e distorções conceituais do conteúdo: filogenia em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 14(3), 149-165. Acesso em 25 abr., 2020, <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140310>
- Marschner, R. (2019). *Ferramentas alternativas para o ensino e aprendizagem de histologia animal no ensino médio*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Acesso em 17 mar., 2020, <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/64594>
- Mayr, E. (2005). *Biologia, Ciência Única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica*. São Paulo, SP: Companhia das Letras.
- MEC – Ministério da Educação (2017). *PNLD 2018: biologia – guia de livros didáticos – Ensino Médio*. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica. Acesso em 27 abr., 2020, <https://www.fnde.gov.br/index.php/centrais-de-conteudos/publicacoes/category/125-guias?download=10736:guia-pnld-2018-biologia>
- MEC – Ministério da Educação (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: MEC. Acesso em 27 abr., 2020, [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)
- Méheut, M. (2005). Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In *Research and the quality of science education*. Dordrecht: Springer.
- Miranda, S. (2001). No fascínio do jogo, a alegria de aprender. *Ciência Hoje*, 28, 64-66. Acesso em 05 abr., 2020, <https://irp-cdn.multiscreensite.com/ddc35e1c/files/uploaded/Artigo-Sim%C3%A3o%20de%20Miranda-No%20Fasc%C3%ADnio%20do%20Jogo%2C%20a%20Alegria%20do%20Aprender.%20Publicad-o%20na%20Revista%20Ciencia%20Hoje%2C%20n%C3%BAmero%20164.pdf>
- Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação, Bauru*, 9(2), 191-211. Acesso em 06 mar., 2020, <https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>
- Moreira, M.A. (1996). Modelos mentais. *Investigações em ensino de ciências*, 1(3), 193-232. Acesso em 06 mar., 2020, <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/141162/000292664.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mortimer, E.F.; & Scott, P.H. (2003). *Meaning making in secondary science classrooms*. Philadelphia: Open University Press.
- Motokane, M.T. (2015). Secuencias didácticas investigativas y argumentación en la enseñanza de la ecología. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 17(spe), 115-138. Acesso em 11 abr., 2020, <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s07>
- Nicola, J.A., & Paniz, C.M. (2017). A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. *Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp, São Paulo* 2(1), 355-381. Acesso em 11 abr., 2020, <https://ojs.ead.unesp.br/index.php/nead/article/view/InFor2120167/pdf>
- Pedroso, C. V. (2009). Jogos didáticos no ensino de biologia: uma proposta metodológica baseada em módulo didático. In: *IX Congresso Nacional de Educação*, Curitiba, PR. Acesso em 05 abr., 2020, [https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2009/2944\\_1408.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2009/2944_1408.pdf)



- Pereira, M.M. (2013). Interações discursivas em pequeno grupo durante uma atividade investigativa sobre determinação da aceleração da gravidade. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 15(2), 65-85. Acesso em 17 abr., 2020, <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129528214005>
- Ranzani, R., & Pessanha, M. (2013). Metodologias de ensino e avaliação em sequências didáticas produzidas por professores de ciências. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, n. extra*, 2952-2956. Acesso em 11 abr., 2020, <https://ddd.uab.cat/record/175560?ln=ca>
- Rocha, D.F., & Rodrigues, M.S. (2018). Jogo didático como facilitador para o ensino de Biologia no ensino médio. *Cippus*, 6(2), 01-08. Acesso em 05 abr., 2020, <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Cippus/article/view/4742>
- Rodrigues, M.E., Justina, L.A.D, Meglhioratti, F.A. (2011). O conteúdo de sistemática e filogenética em livros didáticos do ensino médio. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 13(2), 65-84. Acesso em 27 abr., 2020, <https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10301>
- Severino, A. J. (2007). *Metodologia do trabalho científico* (23ª ed). São Paulo, SP: Cortez.
- Siviero, F., & Oliveira, S.F. (2016). Modernização do ensino de Biologia tecidual. *Revista de Graduação USP*, 1(1), 35-40. Acesso em 17 mar., 2020, <https://doi.org/10.11606/issn.2525-376X.v1i1p35-40>
- Smith, M.U., & Siegel, H. (2004). Knowing, believing, and understanding: What goals for science education? *Science & Education*, 13(6), 553-582. Acesso em 15 mar., 2020, <https://doi.org/10.1023/B:SCED.0000042848.14208.bf>
- Teixeira, J.S.F, Sá, E.J.V, Fernandes, C.T. (2006). Proposta de repositório inteligente para jogos cooperativos educacionais. In *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE*, Brasília, DF. Acesso em 05 abr., 2020, <http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2006.507-516>
- Thiollent, M. (2011). *Metodologia da pesquisa-ação* (18ª ed). São Paulo, SP: Cortez.
- Tomio, D., Grimes, C., Ronchi, D.L., Piazza, F., Reinick, K., & Pecine, V. (2013). As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? *Revista Caderno Pedagógico*, 10(1), 25-40. Acesso em 03 maio, 2020, <http://www.univates.br/revistas/index.php/cadped/article/view/869/858>
- Trivelato, S.L.F., & Tonidandel, S.M.R. (2015). Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 17(spe), 97-114. Acesso em 12 abr., 2020, <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>
- Vasconcelos, S.D., Souto, E. (2003). O livro didático de ciências no ensino fundamental proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação (Bauru)*, 9(1), 93-104. Acesso em 24 fev., 2020, <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n1/08>



**Apêndice 1 – Conjuntos de cartas**

<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Favaretto (2016).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Hemácia</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Sangue</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Transporte de O<sub>2</sub></b></p>	<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Lopes &amp; Rosso (2010).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Fibroblasto</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Tecido conjuntivo propriamente dito</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Formação da matriz extracelular; cicatrização</b></p>
<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Junqueira &amp; Carneiro (2018).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Leucócitos</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Sangue</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Defesa do organismo</b></p>	<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Junqueira &amp; Carneiro (2018).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Neurônio</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Tecido nervoso</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Percepção e resposta a estímulos do ambiente</b></p>
<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Favaretto (2016).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Plaquetas</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Sangue</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Coagulação sanguínea</b></p>	<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Lopes &amp; Rosso (2010).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Fibras musculares</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Tecido muscular</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Movimentação de órgãos e do organismo</b></p>
<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Junqueira &amp; Carneiro (2018).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Adipócito</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Tecido adiposo</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Armazenamento de lipídios</b></p>	<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Lopes &amp; Rosso (2010).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Célula caliciforme</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Tecido epitelial</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Produção e secreção de substâncias</b></p>
<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Lopes &amp; Rosso (2010).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Osteoblasto</b> ↓ <b>Osteócito</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Tecido ósseo</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Sustentação e movimentação do corpo</b></p>	 <p><b>Mantenha essa carta por uma rodada</b></p>			
<p>IMAGEM</p>  <p><small>Fonte: imagem adaptado de Junqueira &amp; Carneiro (2018).</small></p>	<p>NOME</p> <p><b>Condroblasto</b> ↓ <b>Condrócito</b></p>	<p>LOCALIZAÇÃO</p> <p><b>Tecido cartilaginoso</b></p>	<p>FUNÇÃO</p> <p><b>Redução do atrito entre ossos; formação de estruturas corporais</b></p>				