



## ACESSO ABERTO

**Data de Recebimento:**

11/02/2025

**Data de Aceite:**

27/02/2024

**Data de Publicação:**

16/04/2025

**\*Autor correspondente:**

Renato Massaharu Hassunuma,  
Doutorado em Odontologia (área  
de concentração Biologia Oral),  
Rua Luís Levorato, 140 - Chá-  
caras Bauruenses, Bauru - SP,  
17048-290. Telefone de contato:  
(14) 3312-7000. E-mail: rhassu-  
numa@gmail.com.

**Citação:**

SOUSA, I.B et al. Cellatlas e  
cellquiz: recursos didáticos para  
aprendizado e avaliação em  
hematologia. **Revista Multidis-  
ciplinar em Educação e Meio  
Ambiente**, v. 6, n. 2, 2025.  
[https://doi.org/10.51161/integrar/  
rema/4556](https://doi.org/10.51161/integrar/rema/4556)

DOI: 10.51161/integrar/  
rema/4556

Editora Integrar© 2024.

Todos os direitos reservados.

## CELLATLAS E CELLQUIZ: RECURSOS DIDÁTICOS PARA APRENDIZADO E AVALIAÇÃO EM HEMATOLOGIA

Ingrid Beatriz de Souza<sup>a</sup>, Renato Massaharu Hassunuma<sup>a</sup>, Patrícia Carvalho Garcia<sup>a</sup>, Sandra Heloisa Nunes Messias<sup>b</sup>.

<sup>a</sup> Universidade Paulista, Câmpus Bauru. Rua Luís Levorato, 140 - Chácaras Bauruenses, Bauru - SP, 17048-290.

<sup>b</sup> Universidade Paulista – UNIP, Câmpus Paraíso. Rua Vergueiro, 1211, 8º andar – Paraíso, São Paulo – SP, CEP: 01504-001.

### RESUMO

**Introdução:** O *CellAtlas* e *CellQuiz* são aplicativos desenvolvidos pela empresa CellaVision, que abordam conteúdos referentes à Hematologia. O *CellAtlas* é um extenso banco de imagens e de informações sobre células sanguíneas normais e alteradas. O *CellQuiz* é um jogo que tem como proposta realizar a avaliação de conhecimentos referentes aos conteúdos apresentados no *CellAtlas*. **Objetivos:** Analisar os conteúdos apresentados nos aplicativos *CellAtlas* e *CellQuiz*, no intuito de verificar a sua aplicabilidade enquanto ferramenta didática no ensino de Hematologia. **Metodologia:** Inicialmente foram analisados os conteúdos e imagens apresentados no *CellAtlas*, como por exemplo a associação de células precursoras com doenças, associação de alterações em eritrócitos com doenças, associação de outros achados no sangue periférico com doenças. Em seguida foi verificado o funcionamento do aplicativo *CellQuiz* e como o mesmo pode ser aplicado didaticamente em sala de aula. **Resultados:** As análises dos aplicativos *CellAtlas* e *CellQuiz* mostraram que ambos apresentam conteúdos direcionados para o ensino na área de Hematologia, portanto, especialmente indicados a alunos do Ensino Superior. Estes programas favorecem a forma de aprendizagem ativa, podendo ser usados de forma a complementar os métodos tradicionais de ensino. **Conclusões:** Embora ambos programas sejam ferramentas didáticas interessantes na área de Hematologia, ao disponibilizar conteúdos e um imenso banco de imagens de células sanguíneas normais e patológicas, seria interessante que futuras atualizações disponibilizassem alguns conteúdos importantes não encontrados na atual versão. Além disso, seria interessante se houvesse uma versão disponível para computadores, especialmente em que o usuário pudesse escolher as células que desejaria estudar ou revisar pelo *CellQuiz*.

**Palavras-chave:** Hematologia. Células sanguíneas. Aplicativos para Dispositivos Móveis.

### ABSTRACT

**Introduction:** CellAtlas and CellQuiz are applications developed by CellaVision that address content related to Hematology. CellAtlas is an extensive

image and information bank about normal and altered blood cells. CellQuiz is a game that aims to assess knowledge regarding the content presented in CellAtlas. **Objectives:** To analyze the content presented in the CellAtlas and CellQuiz applications in order to verify their applicability as a teaching tool in Hematology teaching. **Methodology:** Initially, the content and images presented in CellAtlas were analyzed, such as the association of precursor cells with diseases, association of alterations in erythrocytes with diseases, association of other findings in peripheral blood with diseases. Then, the functioning of the CellQuiz application was verified, both in relation to the content covered, as well as the form of evaluation of the program. **Results:** The analyses of the CellAtlas and CellQuiz applications showed that both present content aimed at teaching in the area of Hematology, therefore, especially indicated for higher education students. These programs promote active learning and can be used to complement traditional teaching methods. **Conclusions:** Although both programs are interesting teaching tools in the area of Hematology, by providing content and a huge image bank of normal and pathological blood cells, it would be interesting if future updates made available some important content not found in the current version. In addition, it would be interesting if there were a version available for computers, especially in which the user could choose the cells he or she would like to study or review using CellQuiz.

**Keywords:** Hematology. Blood cells. Mobile Applications.

## 1 INTRODUÇÃO

As doenças hematológicas são um conjunto enorme de distúrbios que acometem as células sanguíneas. Segundo Bryson e Mulne (2015), estas podem ser classificadas em doenças sanguíneas e neoplásicas. Os distúrbios sanguíneos se enquadram em quatro categorias: 1) Distúrbios dos glóbulos vermelhos (anemias e eritrocitoses); 2) Distúrbios dos glóbulos brancos (neutropenias e células brancas anormais); 3) Distúrbios plaquetários (trombocitopenias e plaquetas anormais); e 4) Distúrbios da coagulação (hemofilias e doença de Von Willebrand). Já as doenças hematológicas neoplásicas abrangem as leucemias e linfomas.

Desta forma, o diagnóstico das doenças hematológicas se faz muito importante devido ao número amplo de distúrbios abrangidos. Quando se considera, por exemplo, apenas a anemia falciforme, uma das doenças deste grupo, ela é uma das doenças hereditárias mais comuns no Brasil. Pesquisas realizadas indicam que devam existir aproximadamente mais de 60 mil pessoas portadores da doença, com uma sobrevida média estimada de apenas 40 anos para estes pacientes (Cançado *et al.*, 2023).

Com o intuito de produzir um conteúdo digital para o ensino e avaliação de conhecimentos sobre as doenças hematológicas, a empresa tecnológica médica *CellaVision* ([www.cellavision.com/](http://www.cellavision.com/)) desenvolveu os aplicativos *CellAtlas* e *CellQuiz*. O *CellAtlas* corresponde a um banco de dados de imagens de células sanguíneas normais e alteradas, que foi lançado oficialmente em 2000. Cada seção apresenta um breve resumo e imagens de diferentes tipos celulares incluindo células da linhagem hematopoiética, leucócitos e eritrócitos normais e alterados, entre outros achados do sangue periférico. Já o *CellQuiz*, corresponde a um jogo que testa os conhecimentos apresentados no *CellAtlas* (Hsiao; Tiao; Chen, 2016).

Entretanto, o *CellAtlas* e *CellQuiz* se diferenciam em vários pontos de outros jogos disponíveis na área de Hematologia, devido principalmente a quantidade enorme de imagens oferecidos no banco de imagens. Além disso, pesquisas demonstraram a viabilidade da utilização do *CellQuiz* como instrumento de avaliação de conhecimentos de Hematologia, que pode ser utilizado de forma independente do *CellAtlas*, confirmando a flexibilidade dos aplicativos estudados (Hsiao; Tiao; Chen, 2016).

Assim, o presente estudo se propõe a analisar os menus e comandos dos aplicativos *CellAtlas* e *CellQuiz*, no intuito de verificar seu potencial para utilização em sala de aula para o ensino e avaliação de

conhecimentos na área de Hematologia, especialmente em relação ao diagnóstico diferencial de células sanguíneas normais e alteradas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada no período entre dezembro de 2024 e fevereiro de 2025, sendo um estudo de natureza aplicada, de abordagem qualitativa, cujo objetivo é explicativo, e com procedimentos técnicos que caracterizam uma pesquisa narrativa.

Na presente pesquisa, foram analisados os aplicativos *CellAtlas* e *CellQuiz*, os quais são gratuitos e disponíveis apenas para os sistemas operacionais Android e iOS. Portanto, estes aplicativos estão disponíveis apenas para o uso em celulares, tablets e alguns poucos modelos de computadores disponíveis no mercado, que funcionam com o sistema operacional Android.

Inicialmente foram analisados os conteúdos abordados no aplicativo *CellAtlas*, verificando os pontos positivos e negativos e discutindo a sua aplicabilidade didática em sala de aula no ensino do diagnóstico diferencial de células sanguíneas. Posteriormente, foi analisado o funcionamento e conteúdos abordados no aplicativo *CellQuiz*, no intuito de verificar a sua importância enquanto ferramenta de avaliação dos conteúdos apresentados pelo *CellAtlas*; e também para verificação de pontos positivos e negativos observados durante o seu uso.

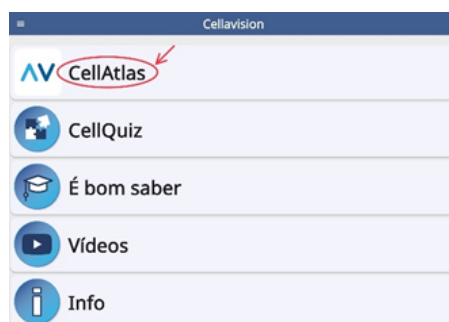
## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os conteúdos apresentados pelos programas *CellAtlas* e *CellQuiz*. Considerando que o *CellQuiz* seja um aplicativo de avaliação de conhecimentos obtidos a partir do *CellAtlas*, é interessante que ao ser aplicado em sala de aula, o professor faça primeiro a apresentação do *CellAtlas* e depois utilize o *CellQuiz* como ferramenta de verificação de conhecimentos obtidos pelos alunos. Desta forma, inicialmente, serão apresentados os conteúdos e considerações sobre o aplicativo *CellAtlas* e posteriormente o do *CellQuiz*.

### 3.1 Acessando os conteúdos do CellAtlas

Após a instalação do Aplicativo *CellaVision* pela *App Store* ou *Google Play*, o programa *CellAtlas* estará disponível em um botão no Menu Principal, o qual é aberto automaticamente ao iniciar o aplicativo (Figura 1).

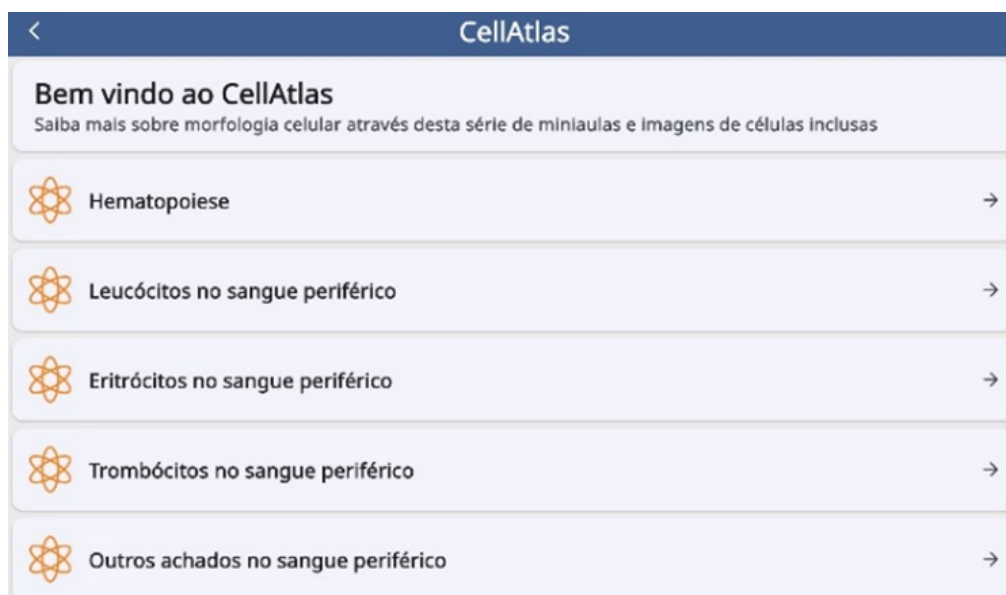
Figura 1 – Menu Principal e acesso ao CellAtlas



**Fonte:** CellaVision, 2025.

Ao clicar no botão CellAtlas, será aberto o programa que está subdividido em 5 conteúdos: hematopoiese, leucócitos no sangue periférico, eritrócitos no sangue periférico, trombócitos no sangue periférico e outros achados no sangue periférico (Figura 2).

Figura 2 – Conteúdos do CellAtlas

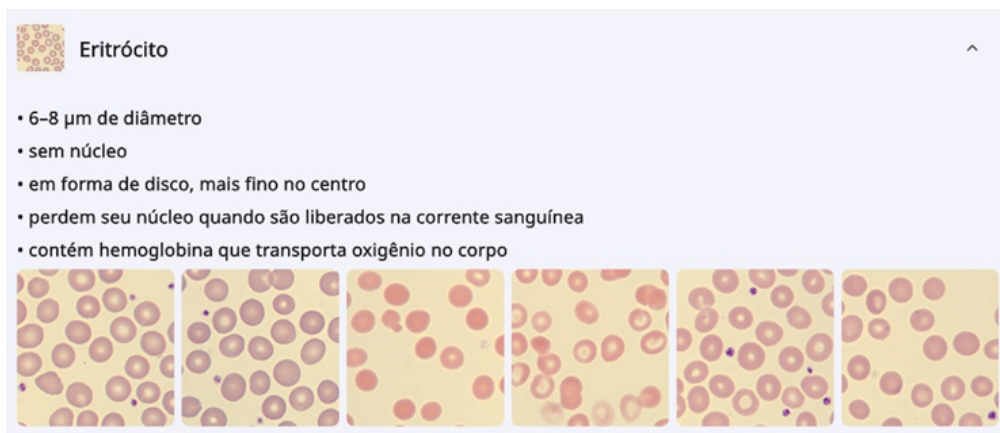


**Fonte:** CellaVision, 2025.

Cada um dos conteúdos (mostrados na Figura 2) apresentam tópicos referentes a cada assunto. Assim, para o conteúdo Hematopoiese, estão disponíveis os tópicos: eritropoiese, mielopoiese, monopoiese, linfopoiese e megacariocitopoiese, os quais são disponíveis subtópicos. Para o tópico Eritropoiese estão disponíveis como subtópicos: proeritroblasto, eritroblasto basófilo, eritroblasto policromático, eritroblasto ortocromático, eritrócito policromático e eritrócito.

E por fim, para cada subtópico, são apresentadas de uma a seis imagens de cada célula (que são ampliadas quando o usuário clica na imagem em miniatura), tamanho, aspectos morfológicas, componentes principais e suas funções, entre outras características celulares (Figura 3).

**Figura 3** – Conteúdos apresentados em cada subtópico



Fonte: *CellaVision*, 2025.

O Quadro 1 resume todos os conteúdos, tópicos e subtópicos apresentados no aplicativo CellAtlas.

Quadro 1 – Menu Principal do CellAtlas

Conteúdo	Tópico	Subtópico
Hematopoiese	Eritropoiese	Proeritroblasto
		Eritroblasto basófilo
		Eritroblasto policromático
		Eritroblasto ortocromático
		Eritrócito policromático
		Eritrócito
	Mielopoiese	Mieloblasto
		Promielócito
		Mielócito
		Metamielócito
		Granulócito de neutrófilo bastonete
		Granulócito de neutrófilo segmentado
		Granulócito de eosinófilo
	Granulócito de basófilo	
	Monopoiese	Promonócito
		Monócito
	Linfopoiese	Linfoblasto
		Prolinfócito
		Linfócito Pequeno
		Linfócito Grande
Plasmócito		

	Megariocitopoiese	Megacarioblasto
		Megariócito
		Micromegacariócito
		Trombócito gigante
		Trombócito grande
		Trombócito
Leucócitos no sangue periférico	Neutrófilo bastonete	
	Neutrófilo segmentado	
	Eosinófilo	
	Granulócito Basófilo	
	Linfócito Pequeno	
	Linfócito Grande	
	Monócito	
Eritrócitos no sangue periférico	Cor	Policromático
		Hipocromasia
		Hipercromasia
	Tamanho	Normócitos
		Anisocitose
		Micrócitos
		Macrócitos
	Forma	Poiquilocitose
		Esferócitos
		Eliptócitos
		Ovalócitos
		Estomatócitos
		Esquizócitos
		Helmet cells (formato de capacete)
		Acantócitos
		Equinócitos
		Células alvo
		Hemácia em gota
	Drepanócitos	
	Inclusões	Corpúsculo de Howell Jolly
Corpúsculo de Pappenheimer		
Pontilhado basófilo		
Parasitas		
Trombócitos no sangue periférico	Trombócito	-
	Trombócito grande	
	Trombócito gigante	
	Agregação de trombócitos	

Outros achados no sangue periférico	Bastão de Auer	-
	Hairy Cell	
	Célula de Sezary	
	Linfócito anormal	
	Linfócito reativo	
	Neutrófilo Hipersegmentado	
	Neutrófilo Hipossegmentado	
	Granulação tóxica	
	Neutrófilos Hipogranulados	
	Corpos de Döhle	
	Anomalia de Pelger-Huët	
	Satelitismo de plaquetas	
	Glóbulo vermelho nucleado	

Fonte: CellaVision, 2025.

### 3.1.1 Associação de células precursoras com doenças variadas

Uma importante aplicação do CellAtlas, além da identificação de células sanguíneas normais e alteradas apresentadas no Quadro 1, é a associação de células sanguíneas precursoras com doenças variadas. Por exemplo, no subtópico Mieloblasto é descrito que esta célula pode ser observada em casos de leucemia mieloide aguda. O Quadro 2 apresenta um resumo das células precursoras associadas a doenças descritas no CellAtlas.

Quadro 2 – Células precursoras e doenças associadas

Célula	Doença
<b>Mielopoiese</b>	
Mieloblasto	Leucemia mieloide aguda
Promielócito	Leucemia promielocítica aguda
Mielócito	Leucemia mieloide crônica e síndrome mielodisplásica
Metamielócito	Infecções, leucemia mieloide crônica e síndrome mielodisplásica
Granulócito de neutrófilo bastonete	Infecções e inflamações bacterianas
Granulócito de neutrófilo segmentado	Infecções e inflamações bacterianas
Granulócito eosinófilo	Parasitoses e alergias
Granulócito basófilo	Alergias e inflamações
<b>Monopoiese</b>	
Promonócito	Leucemia mielomonocítica
Monócito	Infecções bacterianas e fúngicas
<b>Linfopoiese</b>	
Linfoblasto	Leucemia linfoblástica aguda
Prolinfócito	Leucemia prolinfocítica e leucemia linfocítica crônica
Linfócito pequeno	Infecções virais
Linfócito grande	Infecções virais

<b>Megacariocitopoiese</b>	
Megacarioblasto	Leucemia megacariocítica aguda
Micromegacariócito	Trombocitopoese acelerada ou anormal
Trombócito gigante	Síndromes mielodisplásicas, distúrbios mieloproliferativos, trombocitopenias, macrotrombocitopenias hereditárias como a anomalia de May-Hegglin
Trombócito grande	Trombocitopoese acelerada

Fonte: *CellaVision*, 2025.

O *CellAtlas* associa a maioria das células precursoras com doenças no qual elas possam estar aumentadas em número. Entretanto, é importante mencionar que, no caso de algumas células, essa associação não é mencionada ou a doença não é especificada. Por exemplo, no tópico Eritropoiese, não é mencionado que as células desta linhagem possam estar aumentadas em número no sangue em pacientes com eritropoiese aumentada; também não é mencionada nenhuma doença associada.

Assim, no subtópico Proeritroblasto (do Tópico Eritropoiese), o programa associa a presença dessa célula na medula óssea de pacientes saudáveis, o que seria correto também para as demais células desta linhagem, com exceção ao próprio eritroblasto. Como mencionado anteriormente, para as demais células desta linhagem (eritroblasto basófilo, eritroblasto policromático, eritroblasto ortocromático e eritrócito) são mencionadas apenas as principais características de coloração, tamanho e outras características morfológicas.

Por outro lado, no Subtópico Megacariócito (do Tópico Megacariocitopoiese), o aplicativo associa a presença desta célula no sangue periférico com condições patológicas gerais, porém sem especificar a doença. Neste caso, seria interessante se os desenvolvedores tivessem mencionado alguns exemplos de doenças associadas ao aparecimento de megacariócitos circulantes, como é o caso da covid-19 (Fortmann et al., 2023) e a mielofibrose (Barone et al., 2019).

Um outro ponto observado e importante ser mencionado é que, por exemplo, nos subtópicos Trombócito grande e Micromegacariócito (Tópico Megacariocitopese), o *CellAtlas* associa a presença destas células com a trombopoese acelerada, porém sem mencionar as situações em que ocorram essa produção acelerada de células, que poderiam ser, por exemplo, em infecções virais como a causada pelo hantavírus (Connolly-Andersen et al., 2015).

### 3.1.2 Associação de alterações em eritrócitos com doenças

No conteúdo “Eritrócitos no sangue periférico”, o *CellAtlas* associa diferentes alterações na cor, tamanho e forma, e a presença de inclusões com doenças variadas. Por exemplo, no subtópico Drepanócito (do Tópico Forma), este tipo celular está associado à anemia falciforme. O Quadro 3 mostra um resumo do conteúdo apresentado.

**Quadro 3** – Eritrócitos e doenças associadas

Conteúdo	Célula	Doença
Cor	Eritrócito policromático	Condições de eritropoiese acelerada como na anemia hemolítica
	Eritrócito hipocromático	Diferentes tipos de anemias
	Eritrócito hipercromático	Condições de aumento da concentração média de hemoglobina corpuscular (MCHC)
Tamanho	Anisocitose	Anemias megaloblásticas
	Micrócitos	Anemia ferropriva
	Macrócitos	Anemias megaloblásticas e deficiência de vitamina B12
Forma	Esferócitos	Anormalidades do citoesqueleto e da membrana dos eritrócitos, de hemólise imune e microangiopática ou como dano direto à membrana dos eritrócitos
	Eliptócitos	Eliptocitose hereditária
	Ovalócitos	Eritropoiese megaloblástica
	Estomatócitos	Condições variadas como anormalidades hepáticas e intoxicação alcoólica aguda
	Esquizócitos	Anemia hemolítica microangiopática (MAHA)
	Helmet cells ou em forma de capacete	Talassemias
	Acantócitos	Abetalipoproteinemia e cirrose hepática devido ao álcool
	Equinócitos	Uremia, anemia hemolítica não esferocítica hereditária devido a deficiência de piruvato quinase
	Células alvo	Talassemias, doença da hemoglobina C, icterícia obstrutiva e hipoesplenismo
	Hemácia em gota	Anemia megaloblástica e talassemias
	Drepanócitos	Anemia falciforme
Inclusões	Corpúsculo de Howell Jolly	Anemias hemolíticas e esplenectomias
	Corpúsculo de Pappenheimer	Anemias sideroblásticas e esplenectomias
	Pontilhado basófilo	Envenenamento por chumbo e doenças associadas a anemias
	Parasitas	Malária

Fonte: CellaVision, 2025.

Neste conteúdo, um ponto importante a ser comentado é a falta da menção de alguns sinônimos para certos tipos celulares apresentados, como por exemplo, o termo dacriócito, como sinônimo para hemácia em forma de gota (Robier *et al.*, 2015) e do termo hemácia crenada para os equinócitos (Hamza, 2022).

O aplicativo também não descreve todos os tipos de inclusões presentes em eritrócitos. Um exemplo são as inclusões de cadeia alfa que ocorrem em eritroblastos e eritrócitos circulantes no sangue periférico. Estas inclusões decorrem do desequilíbrio entre a síntese das cadeias alfa e beta, sendo que as primeiras, pela produção aumentada, são precipitadas no interior de eritroblastos presentes na medula óssea, especialmente em pacientes com talassemias beta intermediária e maior (BAIN, 2020).

No subtópico Parasitas (do tópico inclusões), o aplicativo interessantemente menciona como exemplo de inclusão citoplasmática a presença do parasita do gênero *Plasmodium*. Entretanto, uma sugestão seria a inclusão de outras doenças hematológicas causadas por parasitas e que também podem ser detectados por observação do esfregaço sanguíneo, como por exemplo, a presença do protozoário *Trypanosoma cruzi*, que causa a doença de Chagas (Morais et al., 2022), ou do nematoide do gênero *Mansonella*, agente etiológico da filariose (Ta-Tang et al., 2018).

### 3.1.3 Associação de outros achados no sangue periférico com doenças

No conteúdo “Outros achados no sangue periférico”, o *CellAtlas* apresenta diversas células e inclusões associadas a doenças, além de mencionar algumas respostas que levam ao aparecimento destes tipos celulares. O Quadro 4 mostra um breve resumo desse conteúdo com as doenças associadas.

Quadro 4 – Outros achados no sangue periférico associado a doenças

Célula	Doença
Bastão de Auer	Leucemia mielocítica aguda
Hairy cell	Leucemia de células pilosas
Célula de Sézary	Síndrome de Sézary
Linfócito reativo	Infecções virais
Granulação tóxica	Infecções e inflamações
Corpos Döhle	Anomalia de May-Hegglin, quando associados a trombocitopenia e plaquetas gigantes
Células de Pelger-Huët	Anomalia de Pelger-Huët

Fonte: CellaVision, 2025.

Vale mencionar que neste conteúdo, existe ainda o chamado de linfócito anormal, que não aparecem no Quadro 4, porque este tipo celular corresponde a *hairy cells*, células de Sézary, células de linfoma e prolinfócitos, já mencionados neste Quadro e no Quadro 2.

Outra célula que também não foi mencionada no Quadro 4 é o neutrófilo hipersegmentado, uma vez que o mesmo não é associado a nenhuma doença no aplicativo, porém sabe-se que o mesmo é observado frequentemente em casos de anemia macrocítica megaloblástica, causada pela deficiência de vitamina B12 (Bennani *et al.*, 2023).

Da mesma forma, o neutrófilo hipossegmentado não é associado a nenhuma doença no texto apresentado pelo aplicativo, porém sabe-se que corresponde a uma alteração morfológica em neutrófilos, que pode ser encontrada no sangue periférico de pacientes com covid-19 (Jain; Grover; Nomani, 2023).

Outra alteração em neutrófilos que é mencionada no aplicativo, mas não associada a doenças é o neutrófilo hipogranulado, o qual corresponde a estes tipos celulares com uma quantidade menor de grânulos citoplasmáticos, que pode ser observado em pacientes com síndromes mielodisplásicas (Acevedo *et al.*, 2021) e com covid-19 (Alnor et al., 2021).

Por fim, o *CellAtlas* apresenta os eritrócitos nucleados mas, mais uma vez, não menciona nenhuma condição em que o mesmo pode ser observado como é o caso do sangue periférico de recém-nascidos, nos

quais estas células aparecem como células imaturas circulantes (Melo, Almeida, Almeida, 2023).

Entretanto, interessantemente, o *CellAtlas* faz menção de dois artefatos de técnica que são o satelitismo de plaquetas e a agregação de trombócitos. Ambos podem ser encontrados em esfregaços sanguíneos, devido ao uso do anticoagulante EDTA, contido no tubo de coleta da amostra. Vale ressaltar que a contagem errônea de trombócitos leva ao diagnóstico incorreto da pseudotrombocitopenia, que é o termo usado devido à contagem de plaquetas falsamente baixa, devido a condições como a agregação plaquetária (Kopčinović et al. 2024).

### 3.2 Acessando os conteúdos do *CellQuiz*

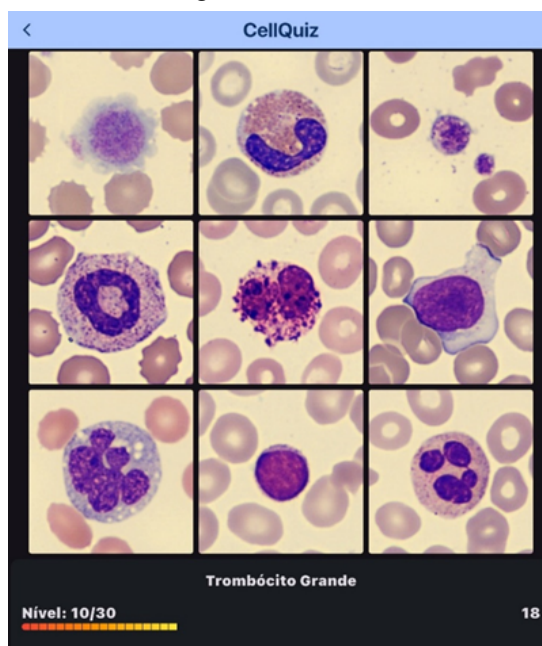
Após o estudo dos conteúdos apresentados no *CellAtlas*, o usuário pode optar por realizar uma autoavaliação utilizando o jogo *CellQuiz*, no qual o jogador é desafiado a identificar diferentes tipos de células sanguíneas normais e associadas a doenças em aproximadamente um minuto. O *CellQuiz* ainda pode ser utilizado por professores, com a aplicação prévia ou não do *CellAtlas*, com o objetivo de avaliar o conhecimento dos alunos sobre o diagnóstico diferencial de células sanguíneas circulantes.

O *CellQuiz* é composto por 30 níveis, sendo que em cada um dos níveis o jogador recebe o nome de uma célula aleatória presente no aplicativo *CellAtlas*. Para vencer o nível o usuário deve associar o nome da célula com uma das imagens disponibilizadas. Inicialmente, as primeiras partidas começam com cinco imagens de células. Posteriormente, o nível de dificuldade vai aumentando até chegar ao nível máximo onde nove imagens células são apresentadas ao jogador.

O nível de dificuldade vai aumentando não apenas em relação ao número de imagens disponibilizadas, mas também a cada nível vão sendo apresentadas células mais raras ou de mais difícil identificação. O *CellQuiz* apresenta algumas das células em cada nível algumas das células observadas no *CellAtlas* incluindo células imaturas, artefatos de técnica (como, por exemplo, hemácias crenadas, agregação de trombócitos e satelitismo de plaquetas) e células presentes em alterações sanguíneas.

O tempo total para concluir todos os níveis é de 60 segundos, ou seja, para cada nível, o jogador tem um tempo de 2 segundos para acertar a imagem que corresponde ao nome da célula. O tempo é marcado pelo avanço de uma barra na parte inferior da tela. A Figura 4 mostra o nível 10 do *CellQuiz*, onde é possível visualizar a barra de tempo, as imagens e o nome da célula a ser identificada.

Figura 4 – CellQuiz



Fonte: CellaVision, 2025.

Vale mencionar que não existe limite de erros em cada um dos níveis, sendo possível que o jogador chute todas as imagens até acertar a correta. Entretanto, caso o jogador erre o diagnóstico de uma imagem, o mesmo é penalizado com a perda de 5 segundos do tempo total. Em caso de erro, a imagem selecionada é substituída por um quadro vermelho e em caso de acerto a imagem é substituída por um quadro verde e o jogo segue para o próximo nível.

O jogo é encerrado no nível 30 ou ao acabar o tempo total, sendo disponibilizado a pontuação obtida na partida. A maior pontuação obtida nas tentativas é salva e mostrada no menu inicial do *CellQuiz*. Caso o jogador obtenha uma pontuação mais alta, o valor é atualizado.

Ao final de cada partida, o aplicativo disponibiliza um resumo de todas as células apresentadas, o número de erros (identificado no jogo como “fracassado”) e de acertos obtidos (mencionado no aplicativo como “sucesso”). Assim, cada jogador pode visualizar seu desempenho. A Figura 5 mostra o final do jogo, onde os resultados são apresentados.

Figura 5 – Fim da jogada



Fonte: CellaVision, 2025.

Ao encerrar a partida, o jogador pode clicar no botão “Ver todas as classificações” para revisar as células diagnosticadas incorretamente ou clicar no botão “Jogar” para iniciar uma nova partida.

### 3.2.1 Pontos positivos e negativos observados no jogo *CellQuiz*

Após a análise criteriosa do funcionamento do aplicativo *CellQuiz*, foi possível listar alguns dos pontos positivos e negativos observados, que estão resumidamente apresentados no Quadro 5.

Quadro 5 – Pontos positivos e negativos observados no aplicativo *CellQuiz*

Pontos positivos	Pontos negativos
1. Está disponível para download gratuito. Não requer equipamentos de alto custo ou internet, exceto para instalação do aplicativo. O aplicativo funciona em celulares e tablets que usem um dos dois sistemas operacionais: o iOS disponível na App Store ou o Android disponibilizado pela Google Play.	1. Não é possível utilizar o aplicativo em computadores, exceto alguns modelos como o Chrome que opera com o sistema Android. Para que o professor possa mostrar o funcionamento do aplicativo em sala de aula, é necessário o computador seja capaz de espelhar a tela do celular.
2. O aplicativo pode ser facilmente inserido dentro do período de aula, uma vez que as partidas são breves, com um tempo total para conclusão de no máximo 60 segundos. Além disso, o jogo conta com apenas 30 níveis, sendo o tempo de cada nível de 2 segundos.	2. As durações curtas dos níveis e da partida podem fazer com que jogadores iniciantes não consigam avançar para níveis mais complexos do jogo.

3. Pode ser utilizado para estudo e avaliação de desempenho de alunos em disciplinas como a Hematologia, uma vez que o aplicativo possui um banco enorme de imagens de células sanguíneas.	3. Dificilmente o aluno conseguirá revisar todas as células, mesmo jogando várias partidas. Além disso, para visualizar alguns tipos celulares é necessário que o jogador consiga avançar até os níveis mais complexos do jogo.
4. A jogabilidade do CellQuiz é bastante simples, permitindo que alunos iniciantes consigam utilizar o aplicativo com facilidade.	4. É necessário que o professor ou monitor conheçam o funcionamento básico dos sistemas operacionais iOS e Android para que os mesmos possam auxiliar os alunos na instalação e uso do aplicativo.

Fonte: Autores, 2025.

Conforme observado no Quadro 5, os pontos negativos verificados no jogo podem ser facilmente contornados por professores. Por exemplo, caso o professor não possua um computador no qual seja possível espelhar a tela de um celular, o mesmo pode fazer capturas da tela do celular e montar uma apresentação em PowerPoint exibindo o funcionamento do aplicativo. No caso da dificuldade de visualizar todas as células estudadas no jogo, o aluno pode utilizar as imagens disponíveis no *CellAtlas* para estudo.

Uma sugestão para futuras atualizações do jogo, é que fosse desenvolvido uma segunda versão do CellQuiz que apresentasse apenas imagens de células associadas a doenças, pois estas são observadas apenas nos níveis mais complexos do jogo e, frequentemente, usuários menos experientes não conseguem atingir tais níveis.

Vale a pena mencionar que além dos aplicativos *CellAtlas* e *CellQuiz*, o grupo *CellaVision* disponibiliza outros programas como o *CellaVision Advanced RBC*, um software capaz de realizar uma pré-classificação automática de eritrócitos, baseada em 21 características morfológicas, por meio de análises de imagens digitais obtidas pelo sistema *CellaVision DM9600*. Este programa é utilizado principalmente como método de triagem para detectar alterações eritrocíticas (Park et al., 2021).

Também existem diversos outros jogos educacionais desenvolvidos para a área de Hematologia como, por exemplo, o SUPER HEMO, um jogo sério no qual o usuário assume o papel de um protagonista em uma história interativa conduzida por testes de exploração e resolução de problemas (Perrin et al., 2023).

Um outro exemplo é AnemiaAR, um jogo educacional de realidade mista desenvolvido para apoio ao ensino de Hematologia, o qual pode ser utilizado por alunos e professores na visualização e apresentação de conceitos de anemia. Assim como o SUPER HEMO, os resultados com alunos que usaram o jogo foram satisfatórios, mostrando boa aceitação e experiências positivas com o seu uso em sala de aula (Bianchi et al., 2022).

Entretanto, quando comparado com outros jogos na área de Hematologia desenvolvidos na última década, como o AnemiaAR (Bianchi et al., 2022) e o SUPER HEMO (Perrin et al., 2023), o conjunto de aplicativos *CellAtlas* e *CellQuiz* se mostram superiores, quando considerados a quantidade de imagens disponibilizadas, o conteúdo teórico oferecido e a forma de avaliação de conhecimentos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A atual pesquisa verificou a aplicabilidade dos programas *CellAtlas* e *CellQuiz* como ferramentas didáticas para o ensino do diagnóstico diferencial de células sanguíneas normais e alterados. Devido ao conteúdo apresentado, estes aplicativos são direcionados para a aprendizagem na área de Hematologia,

portanto, são especialmente indicados a alunos do Ensino Superior. Estes programas favorecem a forma de aprendizagem ativa, podendo ser usados de forma a complementar os métodos tradicionais de ensino.

As análises realizadas revelaram que o *CellAtlas* pode ser empregado em sala de aula ou na residência do aluno, como ferramenta de estudo e revisão de células sanguíneas, enquanto o *CellQuiz*, pode ser utilizado como forma de autoavaliação pelo aluno ou como forma de testar os conhecimentos pelo professor.

Embora ambos programas sejam ferramentas didáticas interessantes ao disponibilizar conteúdo e um imenso banco de imagens de células sanguíneas normais e patológicas, seria interessante que futuras atualizações fossem realizadas no intuito de: 1) apresentar outras alterações em eritrócitos e leucócitos; 2) empregar outros sinônimos para algumas alterações em células sanguíneas; 3) mencionar um número maior de doenças associadas às alterações eritrocitárias e leucocitárias; e 4) em alguns casos, especificar melhor quais são as doenças relacionadas a cada tipo celular. Além disso, seria interessante também disponibilizar uma versão que possa ser utilizada em computadores e uma versão do *CellQuiz* em que o usuário pudesse escolher as células que desejaria estudar ou revisar.

## CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflito de interesse na presente pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, A.; MERINO, A.; BOLDÚ, L.; MOLINA, Á.; ALFÉREZ, S.; RODELLAR, J. A new convolutional neural network predictive model for the automatic recognition of hypogranulated neutrophils in myelodysplastic syndromes. **Comput. Biol. Med.**, v. 134, p. 104479, 2021 Jul. Disponível em: [https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010-4825\(21\)00273-0](https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0010-4825(21)00273-0). Acesso em: 15 jan. 2025.
- ALNOR, A.; SANDBERG, M. B.; TOFTANES, B. E.; VINHOLT, P. J. Platelet parameters and leukocyte morphology is altered in COVID-19 patients compared to non-COVID-19 patients with similar symptomatology. **Scand. J. Clin. Lab. Invest.**, v. 81, n. 3, p. 213-7, 2021 May. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/10.1080/00365513.2021.1894601>. Acesso em: 15 jan. 2025.
- BAIN, B. J. Alpha chain inclusions in peripheral blood erythroblasts and erythrocytes. **Am. J. Hematol.**, v. 96, e. 5, p. 630-1, 2021 May. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ajh.26049>. Acesso em: 12 jan. 2025.
- BARONE, M.; RICCI, F.; SOLLAZZO, D.; OTTAVIANI, E.; ROMANO, M.; AUTERI, G.; BARTOLETTI, D.; REGGIANI, M. L. B.; VIANELLI, N.; TAZZARI, P. L.; CAVO, M.; FORTE, D.; PALANDRI, F.; CATANI, L. Circulating megakaryocyte and platelet microvesicles correlate with response to ruxolitinib and distinct disease severity in patients with myelofibrosis. **Br. J. Haematol.**, v. 185, n. 5, p. 987-91, 2019 Jun. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/bjh.15682>. Acesso em: 09 jan. 2025.
- BENNANI, H.; OUARRADI, A. E.; LAZREK, H.; YAHYAOU, H.; CHAKOUR, M. A new case of association of megaloblastic anemia and pancytopenia of infants. **Clin. Lab.**, v. 69, n. 10, 2023 Oct. 1. Disponível em: <https://www.clin-lab-publications.com/article/4645>. Acesso em: 14 jan. 2025.
- BIANCHI, I.; STEFANI, C. J. M.; SANTIAGO, P.; ZANATTA, A. L.; RIEDER, R. AnemiaAR: a serious game to support teaching of haematology. **J. Vis. Commun. Med.**, v. 45, n. 3, p. 134-53, 2022 Jul.

Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/10.1080/17453054.2021.2021798>. Acesso em: 15 jan. 2025.

BRYSON, S.; MULNE, A. F. Blood and neoplastic disorders. **Pediatric Board Study Guide**, p. 343–71, 2015 Mar. 28. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7316099/#Sec52>. Acesso em: 12 jan. 2025.

CANÇADO, R. D.; COSTA, F. F.; LOBO, C.; MIGLIAVACA, C. B.; FALAVIGNA, M.; SOUZA FILHO, H. C. R.; BUENO, C. T.; SILVA-PINTO, A. C. Estimated mortality rates of individuals with sickle cell disease in Brazil: real-world evidence. **Blood Adv.**, v. 7, n. 15, p. 3783-92, 2023 Aug. 8. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10393747/>. Acesso em: 12 jan. 2025.

CELLAVISION. Disponível em: <https://www.cellavision.com/products/software/cellavisionr-cellatlas>. Acesso em: 02 jan. 2025.

CONNOLLY-ANDERSEN, A. M.; SUNDBERG, E.; AHLM, C.; HULTDIN, J.; BAUDIN, M.; LARSSON, J.; DUNNE, E.; KENNY, D.; LINDAHL, T. L.; RAMSTRÖM, S.; NILSSON, S. Increased thrombopoiesis and platelet activation in hantavirus-infected patients. **J. Infect. Dis.**, v. 212, n. 7, p. 1061-9, 2015 Oct. 1. Disponível em: <https://academic.oup.com/jid/article/212/7/1061/841287>. Acesso em: 09 jan. 2025.

FORTMANN, S. D.; PATTON, M. J.; FREY, B. F.; TIPPER, J. L.; REDDY, S. B.; VIEIRA, C. P.; HANUMANTHU, V. S.; STERRETT, S.; FLOYD, J. L.; PRASAD, R.; ZUCKER, J. D.; CROUSE, A. B.; HULS, F.; CHKHEIDZE, R.; LI, P.; ERDMANN, N. B.; HARROD, K. S.; GAGGAR, A.; GOEPFERT, P. A.; GRANT, M. B.; MIGHT, M. Circulating SARS-CoV-2+ megakaryocytes are associated with severe viral infection in COVID-19. **Blood Adv.**, v. 7, n. 15, p. 4200-14, 2023 Aug. 8. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10022176/>. Acesso em: 09 jan. 2025.

HAMZA, S. B. Severe SARS-COV-2 infection in pediatric patient with atypical hemolytic uremic syndrome: a case report. **Ann. Med. Surg. (Lond)**, v. 75, p. 103400, 2022 Mar. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8867980/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

HSIAO, C. C.; TIAO, M. M.; CHEN, C. C. Using interactive multimedia e-books for learning blood cell morphology in pediatric hematology. **B. M. C. Med. Educ.**, v. 16, n. 1, p. 290, 2016 Nov. 14. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5109786/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

JAIN, P. V.; GROVER, A.; NOMANI, L. A review of morphologic findings in peripheral blood smears of COVID-19 patients. **W. M. J.**, v. 122, n. 5, p. 357-63, 2023 Dec. Disponível em: <https://wmjonline.org/wp-content/uploads/2023/122/5/357.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2025.

KOPČINOVIĆ, L. M.; JURIČIĆ, G.; ANTONČIĆ, D.; SMAIĆ, F.; ŠIMAC, B.; LAPIĆ, I.; BILJAK, V. R. National recommendations of the Croatian Chamber of Medical Biochemists and Working group for Laboratory hematology of the Croatian Society of Medical Biochemistry and Laboratory Medicine: Management of samples with suspected EDTA-induced pseudothrombocytopenia. **Biochem. Med. (Zagreb)**, v. 34, n. 3, p. 030504, 2024 Oct. 15. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11493459/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

MELO, D. S.; ALMEIDA, M. L.; ALMEIDA, M. L. Contagem de glóbulos vermelhos nucleados como marcador de diagnóstico e prognóstico de morbimortalidade em pacientes neonatos. **Hematology, Transfusion and Cell Therapy**, v. 45, n. 4, p. S575, 2023 Oct. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2531137923012294>. Acesso em: 14 jan. 2025.

MORAIS, M. C. C.; SILVA, D.; MILAGRE, M. M.; OLIVEIRA, M. T.; PEREIRA, T.; SILVA, J. S.; COSTA, L. F.; MINOPRIO, P.; JUNIOR, R. M. C.; GAZZINELLI, R.; DE LANA, M.; NAKAYA, H. I. Automatic detection of the parasite *Trypanosoma cruzi* in blood smears using a machine learning approach applied to mobile phone images. **PeerJ.**, v. 10, p. e13470, 2022 May 27. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9150695/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

PARK, S. J.; YOON, J.; KWON, J. A.; YOON, S. Y. Evaluation of the CellaVision advanced RBC application for detecting red blood cell morphological abnormalities. **Ann. Lab. Med.**, v. 41, n. 1, p. 44-50, 2021 Jan. 1. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7443518/>. Acesso em: 21 jan. 2025

PERRIN, J.; MEEUS, A.; BROSEUS, J.; MORIEUX, P. J.; DI CEGNIE, V.; GRAVOULET, J.; D'AVENI, M. A serious game about hematology for health care workers (SUPER HEMO): development and validation study. **J. M. I. R. Serious Games**, v. 11, p. e40350, 2023 Feb. 13. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9972200/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

ROBIER, C.; KLESCHER, D.; REICHT, G.; AMOUZADEH-GHADIKOLAI, O.; QUEHENBERGER, F.; NEUBAUER, M. Dacryocytes are a common morphologic feature of autoimmune and microangiopathic haemolytic anaemia. **Clin. Chem. Lab. Med.**, v. 53, n. 7, p.1073-6, 2015 Jun. Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/cclm-2014-0936/html>. Acesso em: 12 jan. 2025.

TA-TANG, T. H.; CRAINEY, J. L.; POST, R. J.; LUZ, S. L.; RUBIO, J. M. Mansonellosis: current perspectives. **Res. Rep. Trop. Med.**, v. 9, p. 9-24, 2018 Jan 18. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6047625/>. Acesso em: 12 jan. 2025.