

Recursos pedagógicos em aplicativos móveis para o estudo de citologia no ensino médio

Usar inteligência artificial para adaptar os materiais de aprendizado de idiomas estrangeiros às necessidades individuais dos alunos

Utilizar la inteligencia artificial para adaptar los materiales de aprendizaje de lenguas extranjeras a las necesidades individuales de los estudiantes

Fernanda Kainara Marcelino da Fonseca¹

Bruno Santana da Silva²

Resumo: Aplicativos móveis estão sendo utilizados no ensino de Biologia. Embora a literatura relate revisões de aplicativos disponíveis para esse fim, pouco se investigou sobre os conteúdos específicos abordados e quais recursos pedagógicos foram utilizados. Então, este trabalho teve por objetivo identificar quais aplicativos disponíveis abordam conteúdos específicos de interesse e relacionar esses conteúdos com os tipos de recursos pedagógicos oferecidos. Realizou-se uma pesquisa qualitativa exploratória que analisou o conteúdo de 9 aplicativos para o estudo de Citologia no Ensino Médio, numa perspectiva interdisciplinar com Química. Como resultado, identificou-se que poucos aplicativos analisados abordaram conteúdos de interesse em Citologia além do básico (célula eucariótica e suas organelas). Eles ofertaram recursos pedagógicos muito similares às tecnologias analógicas, principalmente em conteúdos mais elaborados. Esse é um indicio de que as potencialidades das tecnologias digitais ainda estão subutilizadas nos aplicativos móveis de suporte à aprendizagem de Citologia no Ensino Médio.

Palavras-chave: Aprendizagem móvel. Biologia. Objetos de aprendizagem.

Abstract. Mobile applications are being used in Biology teaching. Although literature reports reviews of applications for this purpose, little has been investigated about specific content covered and which pedagogical resources were used. Therefore, this study aimed to identify which available applications address specific content of interest and relate this content to offered pedagogical resources types. An exploratory qualitative study was conducted to analyze the content of 9 applications for Cytology study in High School, from an interdisciplinary perspective with Chemistry. As a result, it was identified that few of the analyzed applications addressed the content of interest in Cytology beyond the basics (eukaryotic cell and its organelles). They offered pedagogical resources very similar to analog technologies, especially in more elaborate content. This is an indication that potential of digital technologies is still underutilized in mobile applications to support Cytology learning in High School.

Keywords: Biology. Learning objects. Mobile learning.

Resumen: Las aplicaciones móviles se están utilizando en la enseñanza de la biología. Aunque la literatura recoge reseñas de aplicaciones disponibles para este fin, se ha investigado poco sobre los contenidos específicos que abordan y qué recursos pedagógicos se han utilizado. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue identificar qué aplicaciones disponibles abordan contenidos específicos de interés y relacionar estos contenidos con los tipos de recursos pedagógicos ofrecidos. Se llevó a cabo una investigación cualitativa exploratoria que analizó el contenido de nueve aplicaciones para el estudio de la citología en la enseñanza secundaria, desde una perspectiva interdisciplinaria con la química. Como resultado, se identificó que pocas de las aplicaciones analizadas abordaban contenidos de interés en citología más allá de lo básico (célula eucariótica y sus orgánulos). Ofrecían recursos pedagógicos muy similares a las tecnologías analógicas, principalmente en contenidos más

1 Mestre em Inovação em Tecnologias Educacionais, Professora da Educação Básica na Secretaria de Estado da Educação da Paraíba, fernanda.kaai@gmail.com.

2 Doutor em Informática, Professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), bruno@imd.ufrn.br.

elaborados. Esto es un indicio de que las posibilidades de las tecnologías digitales aún están infrutilizadas en las aplicaciones móviles de apoyo al aprendizaje de citología en la enseñanza secundaria.

Palabras clave: Aprendizaje móvil. Biología. Objetos de aprendizaje.

1 INTRODUCTION

Com o desenvolvimento tecnológico e a maior disponibilidade de acesso à internet, os smartphones e outros dispositivos digitais móveis estão cada vez mais presentes no cotidiano. Em 2023, 96,7% dos domicílios brasileiros possuíam smartphones e 91,9% dos estudantes com mais de 10 anos de idade no país têm acesso à internet (IBGE, 2024). A principal forma de acesso à internet no país ocorre através do smartphone, alcançando 98,8% dessas pessoas (IBGE, 2024). Com tamanha disponibilidade, o ambiente escolar busca aproveitar estes recursos em suas práticas. Ainda que recentemente a sociedade repense o uso indiscriminado dos smartphones na escola (UNESCO, 2023), inclusive proibindo por lei no Brasil esse tipo de uso no ambiente escolar (Brasil, 2025), a estratégia pedagógica da aprendizagem móvel continua sendo considerada relevante e permitida pela legislação brasileira. A aprendizagem móvel se dedica aproveitar as potencialidades dos dispositivos móveis que muitos estudantes possuem, especialmente os smartphones, para promover a aprendizagem dentro e fora da sala de aula, com flexibilidade de tempo e espaço (Anunciato, 2020; Saccol; Schlemmer; Barbosa, 2011).

Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011) elencam 4 desdobramentos da aprendizagem móvel: (1) física, quando os momentos de deslocamento são utilizados pelos aprendizes para o aprendizado contínuo; (2) tecnológica, a partir da possibilidade de diversos dispositivos móveis poderem ser utilizados dependendo da necessidade e do ambiente; (3) conceitual, acontece a partir do contato com diversos conceitos e conteúdos de forma simultânea; (4) sociointeracional, ocorre ao aprender de forma colaborativa mediante interação com diferentes níveis e grupos sociais e temporais, uma vez que a aprendizagem pode acontecer

em diversos momentos. Dentre os vários dispositivos móveis existentes que podem ser utilizados na aprendizagem móvel, este trabalho se concentra apenas nos smartphones.

As vantagens da aprendizagem móvel defendida por Jones *et al.* (2006) envolve motivar a liberdade, propriedade, comunicação, diversão e aprendizagem em contexto e continuidade entre contextos. Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011) também indicam como benefício desta estratégia pedagógica a aprendizagem centrada no aprendiz, personalizada, autônoma, estimulante pela exploração de novas tecnologias e práticas inovadoras, e colaboração. Cabe ao professor fazer um bom planejamento pedagógico e conduzir as atividades de forma adequada para orientar e auxiliar os estudantes a alcançarem os benefícios da aprendizagem móvel, administrando o potencial dispersivo dos dispositivos móveis que podem desviar a atenção dos estudantes das atividades de estudo. Isso requer que o professor conheça e consiga articular bem as especificidades do conteúdo com as potencialidades e limitações dos dispositivos móveis para pôr em prática sua metodologia de ensino.

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio no Brasil, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias agrupa conhecimentos, competências e habilidades de Biologia, Química e Física (Brasil, 2018). Além disso, a BNCC defende o estudo interdisciplinar para permitir aos estudantes uma visão mais integrada dos conhecimentos. Este trabalho se concentra no estudo de Biologia, numa perspectiva interdisciplinar com Química.

O estudo da Biologia é fundamental para a formação básica dos estudantes, pois permite conhecer diferentes formas de manifestação da vida, se compreender enquanto organismo vivo que compõe o meio no qual está inserido, bem como entender os processos biológicos, as interações entre os seres vivos e entre eles

e o meio ambiente (Krasilchik, 2004). Estudar as relações interdisciplinares entre conteúdos de Biologia e Química é importante, pois os processos biológicos que ocorrem nos seres vivos dependem de processos químicos, em complexas relações de interinfluências nos dois sentidos (Nelson; Cox, 2018). Num mundo prejudicado pelas mudanças climáticas causadas pelo homem, esse conhecimento interdisciplinar é essencial para que os estudantes possam presar pelo equilíbrio das dinâmicas do meio ambiente, considerando processos biológicos e químicos.

Existem vários relatos na literatura sobre o uso de aplicativos móveis no ensino de Biologia (Aguiar; Nojosa; Vasconcelos, 2022; Fonseca; Silva, 2025), bem como revisões de aplicativos móveis à disposição para apoiar a aprendizagem (Dutra; Bervian; Güllich, 2020; Santos; Pagan, 2023). Entretanto, pouco foi investigado sobre quais recursos pedagógicos estes aplicativos oferecem para o estudo de quais conteúdos específicos de Biologia. Por exemplo, Santos e Pagan (2023) analisaram 40 aplicativos para o estudo de diferentes áreas da Biologia considerando os seguintes tipos de recursos pedagógicos: exercício, jogo, material de consulta, simulação e vídeo. Já Dutra, Bervian e Güllich (2020) analisaram 42 aplicativos com propósito semelhante, porém considerando os seguintes tipos de recursos pedagógicos: dicionário, exercício, imagem, jogo, material de consulta, simulador e vídeo. Em ambos os casos, os conteúdos foram analisados de uma forma muito superficial ou limitada, alcançando, por exemplo, Citologia e tipos de células.

Este trabalho busca avançar na análise dos recursos pedagógicos oferecidos por aplicativos para o ensino de Biologia, aprofundando a análise dos conteúdos abordados e relacionando-os com uma maior diversidade de tipos de recursos pedagógicos. Em particular, o objetivo foi identificar quais aplicativos disponíveis abordam conteúdos específicos de interesse para o estudo de Citologia no Ensino Médio, numa perspectiva interdisciplinar com Química, e relacionar esses conteúdos com os tipos de recursos pedagógicos oferecidos. Tomou-

se como ponto de partida a ampla revisão de aplicativos realizada por (Fonseca; Silva, 2024a,b), que reuniu 371 aplicativos Android gratuitos, sendo 26 deles em Português para o estudo de Citologia no Ensino Médio. Neste universo, foram selecionados 9 aplicativos para análise detalhada dos conteúdos (Bardin, 2011) buscando relacioná-los com os recursos pedagógicos (IEEE, 2020; Rebouças *et al.*, 2021) oferecidos. Os resultados deste estudo contribuem para a compreensão sobre como as possibilidades tecnológicas dos aplicativos móveis estão sendo exploradas ou não como recursos pedagógicos presentes nos aplicativos para estudo de Citologia no Ensino Médio, numa perspectiva interdisciplinar com Química. Desse modo, tanto os professores podem ter melhores condições de escolher aplicativos para uso visando seus objetivos pedagógicos, quanto desenvolvedores podem aproveitar as oportunidades identificadas para evoluir os aplicativos existentes ou desenvolver novos que explorem mais os recursos tecnológicos de suporte à aprendizagem.

2 RECURSOS PEDAGÓGICOS DIGITAIS

Um recurso pedagógico digital pode ser considerado como qualquer recurso que funcione com base em sistemas computacionais e que possa ser utilizado para promover a aprendizagem (Rebouças *et al.*, 2021). Os recursos pedagógicos digitais também costumam ser chamados de objetos de aprendizagem digitais. Cada recurso faz um uso particular das tecnologias digitais para oferecer diferentes formas de mediações pedagógicas. O Quadro 1 apresenta os tipos de recursos pedagógicos digitais considerados neste trabalho, adaptados de (IEEE, 2020; Rebouças *et al.*, 2021). Eles foram divididos em (1) recursos para exibição do conteúdo e (2) recursos para realizar atividades pedagógicas e avaliar a aprendizagem. Cada tipo de recurso pedagógico está acompanhado de uma definição que esclarece as suas principais características e permite refletir sobre as mediações pedagógicas suportadas, distinguindo-os dos demais tipos.

Quadro 1 - Tipos de recursos pedagógico oferecidos pelas TDICs

Recursos para exibição do conteúdo		Recursos para realizar atividades pedagógicas e avaliar a aprendizagem	
Recurso	Definição adotada	Recurso	Definição adotada
Material de leitura	Informações expostas por meio de textos.	Atividades experimentais	Orientam os estudantes a testar hipóteses e realizar experimentos.
Vídeo	Visualização do conteúdo por meio de vídeo com comando de pausar, iniciar, parar, retroceder.	Chave de identificação	Identificação taxonômica de seres vivos por meio da observação de características e estudo de conteúdos associados.
Jogo	Conteúdo apresentado por meio de uma atividade com conjunto de regras em que o usuário se torna jogador.	Quiz	Perguntas apresentadas de forma dinâmica com interação com o usuário.
Animação	Desenhos feitos no computador sem interação com o usuário, que assume postura passiva.	Questionário	Perguntas exibidas de forma estática sem possibilidade de interação do usuário.
Animação interativa	Desenhos feitos no computador, com os quais o usuário pode interagir, dar zoom, escolher perspectiva, mas sem determinar características do ambiente ou dos seres vivos presentes na animação.	Atividades Colaborativas	Possibilita a comunicação, colaboração e coordenação de atividades entre usuários.
Multimídia	Apresenta simultaneamente vídeos, sons, imagens e/ou textos.	Produção textual	Permite anotações livres de textos.
Áudio	Disseminação de informações por meio de áudios.	Flashcard	Exibição de cartões contendo perguntas ou outras informações
Hiperlink	Links para navegação.	Palavras cruzadas	Questionamentos no formato de palavras cruzadas
Ambiente virtual de aprendizagem	Simula uma sala de aula por meio do compartilhamento de materiais e ferramentas que aprimoram o aprendizado dos usuários.	Equipamento	Orientações sobre o uso de um equipamento, que pode incluir simulações de como ele funciona
Mundo virtual	Representa um ambiente alternativo ou acrescenta elementos imaginários no ambiente do usuário, por meio de realidade virtual, aumentada ou tecnologias imersivas.	Simulação	Simulação de ambiente ou realidade, incluindo aquelas onde o usuário pode intervir determinando características do ambiente ou de seres vivos.

Fonte: Adaptado de (IEEE, 2020) e (Rebouças et al., 2021).

Alguns tipos de recursos pedagógicos oferecidos pelas tecnologias digitais são muito semelhantes àqueles disponíveis nas tecnologias analógicas. Neste escopo entram, por exemplo, os materiais de leitura que apresentam o conteúdo principalmente em texto como os livros impressos; e os vídeos e recursos multimídia

que exibem o conteúdo em vídeos, sons, imagens e textos como na TV, DVD, rádio e no CD. Outros recursos, no entanto, exploram mais as capacidades particulares das tecnologias digitais, tais como a interatividade com o usuário e a transmissão de informações pela internet. A animação interativa, por exemplo, permite a

visualização de elementos em diferentes escalas e níveis de detalhamento conforme a escolha do usuário, desde escalas subatômicas até astronômicas. Ela permite interação virtual com modelos biológicos e espaços geográficos que podem ser distantes, bem como a observação da evolução temporal de fenômenos diversos. Recursos colaborativos, como rede social, *podcast*, blog, compartilhamento e edição colaborativa de arquivos, possibilitam a troca de informações entre pessoas e a realização de atividades em conjunto mediadas por tecnologias digitais, inclusive com intercâmbio cultural entre pessoas de diferentes regiões.

3 MÉTODO

Tendo em vista o objetivo de relacionar os conteúdos de Citologia no Ensino Médio disponíveis nos aplicativos móveis com os recursos pedagógicos utilizados, neste trabalho foi realizada uma pesquisa exploratória qualitativa (Gil, 2022) com o método de análise de conteúdo (Bardin, 2011). Dos 26 aplicativos Android gratuitos sobre Citologia em Português identificados por (Fonseca; Silva, 2024a, b), foram selecionados 9 aplicativos para análise neste trabalho. Os critérios de exclusão foram:

Não estar disponível para instalação.

Não apresentar conteúdo gratuito sobre célula eucariótica e suas organelas.

Não ser possível encontrar todo o conteúdo oferecido pelo aplicativo no escopo desta pesquisa. Esta condição se aplicou a alguns aplicativos que apresentaram exclusivamente quiz ou questionários com perguntas aleatórias, pois não seria possível analisar todas as perguntas no escopo de interesse.

Ter a maior parte dos conteúdos de fontes externas, como YouTube, Wikipedia e provas de seleção (vestibulares e ENEM);

Conter erros conceituais ou induzir a interpretações equivocadas.

Os conteúdos contemplados nesta análise seguiram uma abordagem interdisciplinar entre Citologia e Química, para acompanhar a proposta da BNCC. Esta é uma abordagem relevante porque o funcionamento celular depende dos processos e elementos químicos

associados. Os conteúdos específicos considerados foram: (1) célula eucariótica e suas organelas, (2) transporte através da membrana celular, (3) solução de substâncias na permeabilidade da membrana celular, e (4) doenças relacionadas com o funcionamento da célula animal.

Cada pesquisador usou cada um dos 9 aplicativos individualmente em seu smartphone, buscando identificar (1) quais conteúdos de interesse foram abordados no aplicativo e (2) quais tipos de recursos pedagógicos (Quadro 1) foram utilizados para abordar cada conteúdo de interesse. Depois, os pesquisadores discutiram suas interpretações pessoais para chegar num entendimento coletivo, de modo a evitar vieses pessoais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Num intervalo de pouco mais de um ano entre a revisão de aplicativos feita por (omitido) e a análise feita neste trabalho, três aplicativos não estavam mais disponíveis para uso. Algumas vezes a dinâmica da tecnologia digital pode implicar em restrições como essas, principalmente se o aplicativo não acompanha a evolução tecnológica (sistema operacional, loja de aplicativos, etc.). Na perspectiva de um professor que utilizou um aplicativo em uma proposta pedagógica anterior, a indisponibilidade deste aplicativo para uso pelos alunos torna inviável sua aplicação em uma prática posterior. Portanto, a proposta pedagógica precisará ser adaptada ou modificada por completo, exigindo retrabalho do professor com maior gasto de recursos. Além disso, essa mudança na prática pedagógica dificulta o refinamento sucessivo das práticas do professor ao longo da sua atuação profissional. Já na perspectiva de outro professor com a intenção de replicar uma proposta pedagógica usando um aplicativo que se tornou indisponível, ele não terá condições de executar a proposta original. Portanto, além de ter dedicado energia e tempo na busca pela proposta que não será reproduzida, caso seja do seu interesse, ainda terá que criar uma nova proposta pedagógica com outro aplicativo disponível. Nessa

condição, a proposta pedagógica original continua relevante como inspiração.

Quatro aplicativos foram desconsiderados por não serem de interesse nesta pesquisa. Dois deles são quiz com grande conjunto de perguntas aleatórias, que se tornaram inviáveis de analisar com interesse em determinados conteúdos. Outros dois aplicativos desconsiderados possuíam apenas conteúdos externos, não sendo possível identificar propostas originais dos autores dos aplicativos para análise. Analisar o conteúdo destes aplicativos seria equivalente a analisar o conteúdo do YouTube e da Wikipedia, por exemplo, que

está fora do escopo deste trabalho. Um aplicativo apresentou conteúdo de Citologia com erros conceituais e emprego de expressões não adequadas. Ele foi desconsiderado nesta análise, pois o aluno poderia memorizar o conteúdo equivocadamente e aplicá-lo de forma errada em situações futuras. Os demais aplicativos foram desconsiderados pela ausência de pelo menos um conteúdo de interesse.

O Quadro 2 apresenta os 9 aplicativos analisados neste trabalho, acompanhados dos seus respectivos links. Apesar de o Aplicativo 8 ser um quiz, ele foi incluído neste estudo porque todas as suas perguntas são sobre Citologia.

Quadro 2 - Aplicativos analisados neste trabalho

Numeração	Nome do aplicativo	Endereço eletrônico
1	Biologia Celular interativa	Link 1
2	Células	Link 2
3	Biologia Vestib ENEM Edilson	Link 3
4	RevisApp- Enem e Vestibular	Link 4
5	Biologia Aumentada	Link 5
6	The Cell	Link 6
7	Simulado Vestibular	Link 7
8	Quiz de citologia	Link 8
9	Citologia	Link 9

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

O Quadro 3 mostra em quais aplicativos foram encontrados os conteúdos específicos de interesse. Dos 9 aplicativos analisados, todos abordaram o conteúdo de “célula eucariótica e suas organelas”, conforme os critérios de exclusão. Os Aplicativos 3, 7, 8 e 9 focam apenas este conteúdo base. A quantidade de aplicativos foi diminuindo à medida em que os conteúdos se aprofundaram. O conteúdo de “transporte através da membrana celular” foi abordado em 5 aplicativos (1, 2, 4, 5 e 6). O conteúdo de “solução de substâncias na permeabilidade da membrana celular” foi abordado em 3 aplicativos (Aplicativos 1, 4 e

6), que seguiram uma perspectiva interdisciplinar com Química. O conteúdo de “doenças relacionadas com o funcionamento da célula animal” foi abordado em apenas 2 aplicativos (Aplicativos 1 e 6).

Em linhas gerais, os aplicativos analisados podem ser utilizados com dois objetivos pedagógicos distintos: apresentar ou fixar conteúdos didáticos. Os Aplicativos 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8 apresentam os conteúdos de interesse em diferentes níveis de aprofundamento. Os Aplicativos 1, 3, 4, 7, 8 e 9 oferecem suportes à fixação do conteúdo por meio de quiz ou resumos do conteúdo.

Quadro 3 - Conteúdos abordados nos aplicativos analisados

Conteúdos	Total	Índices dos aplicativos
Célula eucariótica e suas organelas	9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.
Transporte através da membrana celular	5	1, 2, 4, 5 e 6.
Solução de substâncias na permeabilidade da membrana celular	3	1, 4 e 6.
Doenças relacionadas com o funcionamento da célula animal.	2	1 e 6.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os Aplicativos 1 e 6 apresentam nível alto de aprofundamento dos conteúdos. Já os Aplicativos 4 e 5 têm um nível médio e os 2, 3, 7, 8 e 9 apresentaram um nível baixo de aprofundamento, abordando os conteúdos superficialmente. Então, cabe ao professor selecionar aquele que mais se alinha ao seu objetivo pedagógico e a realidade dos alunos considerando aspectos cognitivos, conhecimentos prévios e seu cotidiano.

Nos Aplicativos 1 e 6 foi possível identificar conteúdos básicos do Ensino Fundamental com um alto grau de aprofundamento, em um nível de especificidade que pode até se confundir com o Ensino Superior. Além disso, observou-se que esses aplicativos forneceram suporte para estabelecer relações tanto entre áreas da Biologia quanto na interdisciplinaridade com Química.

Nos Aplicativos 4 e 5 foram apresentados conteúdos básicos do Ensino Fundamental e fornecidas mais informações típicas do Ensino Médio, porém sem aprofundar demais. Talvez isso tenha ocorrido porque em geral abordar conteúdos em um nível de complexidade maior demanda mais esforço dos desenvolvedores.

Os Aplicativos 2, 3, 7, 8 e 9 apresentam poucos conteúdos típicos do Ensino Médio, em alguns casos apenas citando-os sem explicar. Mesmo que estes suportes sejam limitados, o aplicativo pode estimular o aluno a relembrar conteúdos, como uma revisão que reforça a memorização dos conteúdos abordados.

Os Aplicativos 1, 4 e 7 oferecem questionário ou quiz com questões de Vestibulares e ENEM como exercícios de fixação. Já os Aplicativos 8 e 9 apresentam quiz de questões próprias, com destaque para a diversidade de formatos de questões do primeiro. O Aplicativo 3 apresenta um breve resumo textual

e imagens que podem servir de revisão para fixação (estímulo para recordação que reforça a memorização do conteúdo).

Há muito espaço para os aplicativos melhorarem esse suporte para alcançar o nível de interdisciplinaridade preconizado pela BNCC. Em boa parte dos casos, as relações interdisciplinares observadas entre Biologia e Química parecem estar ancoradas em conteúdos muito superficiais de Química. As abordagens interdisciplinares de muitos aplicativos analisados poderiam aprofundar mais o conteúdo de Química, principalmente explicando novos conteúdos para o aluno. Então, seria possível estabelecer mais relações entre esses conteúdos com os de Biologia.

Todos os aplicativos organizam os conteúdos e recursos pedagógicos associados em uma estrutura de menus, que permite ao aluno navegar conforme orientação do professor ou seu interesse. Os Aplicativos 2 e 6 também apresentam outra forma de navegação, por animação interativa, permitindo que o aluno alterne entre elas conforme preferir. Logo, o aluno pode direcionar o seu foco de atenção apenas para conteúdos ou recursos pedagógicos de interesse.

O Quadro 4 indica os tipos de recursos pedagógicos oferecidos pelos aplicativos ao abordar cada conteúdo analisado. Os aplicativos apresentaram: material de leitura (8 aplicativos), imagens (7 aplicativos), quiz (4 aplicativos), animação interativa (3 aplicativos), anotações (3 aplicativos), hiperlink (2 aplicativos), vídeo (1 aplicativo) e questionário (1 aplicativo). Não foram encontrados os seguintes tipos de recursos pedagógicos para os conteúdos de interesse em nenhum aplicativo encontrado: jogo, animação, simulação, áudio, mundo virtual, ambiente virtual de aprendizagem, atividade colaborativa, palavras-cruzadas, *flashcard* e equipamento.

Quadro 4 - Tipos de recursos pedagógicos disponibilizados nos aplicativos analisados

Conteúdo	Material de leitura	Imagem	Quiz	Animação interativa	Anotações	Hiperlink	Vídeo	Questionário
Célula eucariótica e suas organelas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9	1, 3, 4, 6, 7, 8, 9	4, 7, 8, 9	2, 5, 6	2, 4, 9	1, 6	1	1
Transporte através da membrana celular	1, 2, 4, 5, 6	1, 4, 6			2, 4		1	1
Solução de substâncias na permeabilidade da membrana celular	1, 4, 6	1, 4, 6			4			
Doenças relacionadas com funcionamento da célula animal	1					1, 6		

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

É importante notar que a maior parte dos tipos de recursos pedagógicos encontrados nos aplicativos móveis analisados possuem equivalentes em tecnologias analógicas: materiais de leitura, imagem, vídeos, anotações e questionário. Os recursos de *quiz* e *hiperlinks* acrescentam uma interatividade simples, mas não muito distante de equivalentes analógicos. O único tipo de recurso pedagógico que explorou melhor as capacidades das tecnologias digitais foi a animação interativa. Ela permitiu que o estudante visualizasse e explorasse representações de células e suas organelas de diferentes formas com uma participação mais ativa do estudante.

Observou-se uma maior concentração de aplicativos nos recursos pedagógicos mais tradicionais empregados em conteúdos específicos mais básicos. Para conteúdos além do básico de células e suas organelas, os recursos pedagógicos se limitaram àqueles também disponíveis em tecnologias analógicas, exceto os hiperlinks no conteúdo sobre doenças.

Perante esses resultados, os aplicativos móveis analisados parecem desperdiçar boa parte do potencial tecnológico dos smartphones, que não estão disponíveis em outros recursos pedagógicos analógicos. Talvez isso

tenha ocorrido porque em geral os desenvolvedores já conhecem e estão acostumados a desenvolver recursos pedagógicos desses tipos e o desenvolvimento de outros tipos de recursos pedagógicos possam ser mais custosos. Por exemplo, um aplicativo com atividades colaborativas tende a ser mais complexo, trabalhoso e a requerer capacidade de programação diferente quando comparado a um aplicativo com material de leitura e imagens. Observou-se uma tendência de maior diversidade de tipos de recursos pedagógicos em aplicativos que abordaram mais conteúdos analisados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho analisou 9 aplicativos Android em Português para o estudo de Citologia no Ensino Médio, numa perspectiva interdisciplinar com Química. No escopo de conteúdos de interesse, foi possível identificar quais aplicativos abordaram quais conteúdos específicos com determinados tipos de recursos pedagógicos de suporte. Observou-se que muitos tipos de recursos pedagógicos ainda não foram explorados para apoiar o estudo de Citologia, em especial aqueles que fazem um uso maior e mais diversificado das capacidades

tecnológicas digitais. Em geral, os aplicativos móveis analisados ainda se aproximam muito de materiais didáticos mais tradicionais, como os livros didáticos impressos, principalmente em conteúdos mais elaborados e complexos. Ainda existe muito espaço para avançar no desenvolvimento de recursos pedagógicos em aplicativos móveis para o estudo de Citologia no Ensino Médio.

Os resultados deste trabalho corroboram e avançam em relação a trabalhos anteriores. Santos e Pagan (2023) identificaram aplicativos sobre Citologia que oferecem os tipos de recursos pedagógicos de material de consulta, vídeo, animação interativa (que eles chamaram de simulação) e jogo. Dutra, Bervian e GÜLLICH (2020) identificaram os seguintes tipos de recursos pedagógicos sem relacionar com os conteúdos abordados: material de consulta, vídeo, animação interativa (que eles chamaram de simulação), questionário (que eles chamaram de exercício) e jogo. Os tipos de recursos pedagógicos identificados apenas neste trabalho foram imagem, *hiperlink*, *quiz* e anotações. Os dois primeiros talvez tenham sido considerados como material de leitura nos trabalhos anteriores e o *quiz* poderia ter sido considerado como exercício. Porém, nenhum jogo foi identificado neste trabalho, ainda que tenha sido identificado nos trabalhos anteriores. Além disso, um avanço importante neste trabalho em relação aos anteriores foi detalhar a análise dos aplicativos considerando conteúdos específicos numa perspectiva interdisciplinar com Química.

Por fim, vale lembrar das limitações deste estudo e apontar para trabalhos futuros. Este trabalho analisou apenas 9 (35%) dos 26 aplicativos gratuitos em Português para o estudo de Citologia no Ensino Médio, identificados na Play Store por (Fonseca; Silva, 2024a,b). Outros 42 aplicativos de Citologia apenas em Inglês identificados neste trabalho anterior também ficaram de fora. A análise realizada limitou-se a somente 4 conteúdos de Citologia. Desta forma, bons aplicativos podem ter ficado fora do escopo deste trabalho, considerando as diferenças entre aplicativos pagos e gratuitos, entre Português e Inglês e entre os conteúdos

de Citologia dentro e fora do escopo definido. Trabalhos futuros poderiam continuar a análise de aplicativos móveis disponíveis para o estudo de Biologia, ampliando seu escopo em alguma das dimensões citadas. Também é importante investigar no futuro como cada tipo de recurso pedagógico pode afetar os processos de ensino e aprendizagem em Biologia, em particular considerando as dificuldades de aprendizagem nesta área.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, W. P.; NOJOSA, D. M. B.; VASCONCELOS, F. H. L. Aplicativos Móveis Utilizados no Ensino de Biologia: Uma Revisão Sistemática de Literatura. **Vitruvian Cogitationes**, v. 3, n. 1, p. 94-113, 2022.

ANUNCIATO, M. **Mobile Learning: Um Breve Panorama Do Uso Pelo Mundo**. 2020. 127 F. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital), Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2020.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.

BRASIL. **Lei Nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025**. Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da Educação Básica. Brasília, DF, 14 jan. 2025. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-15.100-de-13-de-janeiro-de-2025-606772935>. Acesso em: 4 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

DUTRA, P.; BERVIAN, P. V.; GÜLLICH, R. I. C. Mobile learning e o uso de apps como proposta para o ensino de ciências. **Revista Polyphonia**, v. 31, n. 2, p. 121-136, 2020.

FONSECA, F. K. M.; SILVA, B. S. **Catálogo de aplicativos de smartphone para o estudo de Biologia no Ensino Médio na Play Store do Android**. Natal: Universidade Federal do Rio

- Grande do Norte, 2024a. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/58728>. Acesso em: 4 mar. 2025.
- FONSECA, Fe. K. M.; SILVA, B. S. Uma revisão de aplicativos de smartphone para estudo de biologia no Ensino Médio. **Revista Ponto de Vista**, v. 13, n. 3, p. 01–20, 2024b. DOI: 10.47328/rpv.v13i3.16643.
- FONSECA, F. K. M.; SILVA, B. S. Uso de aplicativos móveis nas práticas pedagógicas de biologia no contexto brasileiro: uma revisão da literatura. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 32, p. E16387, 2025. <https://doi.org/10.5335/rep.v32.16387>
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7ª ed. São Paulo: Atlas, 2022.
- IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios contínua: acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2023**. 2024. Disponível em https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102107_informativo.pdf. Acesso em: 4 mar. 2025.
- IEEE. **IEEE Standard For Learning Object Metadata**, 2020. Disponível em: <https://standards.ieee.org/ieee/1484.12.1/7699/>. Acesso em: 3 abr. 2025.
- JONES, A.; SCANLON, E.; ISSROFF, K.; CLOUGH, G. Using Mobile Devices For Learning In Informal Settings: Is It Motivating? **In Proceedings Of Iadis International Conference Mobile Learning**, p. 251-255, 2006.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4.ª Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios da Bioquímica de Lehninger**. 7ª Edição. Porto Alegre, RS: Artmed, 2018.
- REBOUÇAS, A. D.; MAIA, D. L.; SCAICO, P. D. **Objetos de Aprendizagem: da definição ao desenvolvimento, passando pela sala de aula**. In: Pimentel, M.; Sampaio, F. F.; Santos, E. O. (Org.). **Informática na Educação: Ambientes de Aprendizagem, Objetos de Aprendizagem e Empreendedorismo**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021.
- SACCOL, A.; SCHLEMMER, E.; BARBOSA, J. **Mlearning e U-Learning: Novas Perspectivas da Aprendizagem Móvel e Ubíqua**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.
- SANTOS, M. J.; PAGAN, A. A. Aplicativos Móveis No Ensino De Biologia: Uma Análise de Potencial Didático. **Mandacaru: Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 1, p. 142–160, 2023.
- UNESCO. **A Tecnologia na Educação: Uma Ferramenta a Serviço de Quem?** 2023. Disponível em: https://Unesdoc.Unesco.Org/Ark:/48223/Pf0000386147_Por. Acesso em: 4 mar. 2025.

Recebido em 08 de abril de 2025
Aceito em 29 de outubro de 2025