



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA - CAV

JEFFERSON MATHEUS ALVES DO AMARAL

**ANÁLISE DE APLICATIVOS QUE ABORDAM O CONCEITO DE CÉLULA A
PARTIR DA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
NÚCLEO DE BIOLOGIA**

JEFFERSON MATHEUS ALVES DO AMARAL

**ANÁLISE DE APLICATIVOS QUE ABORDAM O CONCEITO DE CÉLULA A
PARTIR DA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Ferreira das Neves

**VITÓRIA DE SANTO ANTÃO
2019**

Catálogo na fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE - Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Ligia F. dos Santos, CRB4-2005

A485a Amaral, Jefferson Matheus Alves do.
 Análise de aplicativos que abordam o conceito de célula a partir da teoria
 cognitiva da aprendizagem multimídia./ Jefferson Matheus Alves do Amaral. -
 Vitória de Santo Antão, 2019.
 39 folhas; il.

 Orientador: Ricardo Ferreira das Neves.
 TCC (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Licenciatura
 em Ciências Biológicas, 2019.

 1. Biologia Celular. 2. Aprendizagem Cognitiva. 3. Software Educativo. I.
 Neves, Ricardo Ferreira das (Orientador). II. Título.

571.6 CDD (23.ed.)

BIBCAV/UFPE-026/2019

JEFFERSON MATHEUS ALVES DO AMARAL

**ANÁLISE DE APLICATIVOS QUE ABORDAM O CONCEITO DE CÉLULA A
PARTIR DA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA**

TCC apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 28/05/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Ferreira das Neves (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Prof. Msc. Leandro Silva (Examinador Externo)
Faculdade Horizonte (FH)

Prof. Mestrando Meykson Alexandre (Examinador Externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dado forças em meio a tantas dificuldades que existiram e em especial a guarda dos meus princípios, demonstrando sua infinita bondade para comigo e abrindo portas que nunca achei que seriam possíveis.

Aos meus pais, Josineide e Gilberto e meu irmão Gabriel, com seu amor incondicional, incentivos e apoio em concluir essa jornada. No qual me fizeram compreender que o futuro é feito a partir da constante dedicação do presente.

Aos meus amigos Eduarda Alves, Karlene Felix, Jacielly Lemos, Renato Amorim e Alzira Lucena, os quais fizeram parte de minha formação e irão continuar presentes por toda a minha vida.

Ao meu orientador Ricardo Neves, pela orientação, apoio, confiança e empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação. O meu muito obrigado.

“Educação não transforma o mundo. Educação muda às pessoas. Pessoas transformam o mundo” (FREIRE, 1997).

RESUMO

Existem diversas áreas da ciência, cujos conceitos abordados são abstratos e complexos, necessitando de significativa versatilidade cognitiva do estudante para compreendê-los, como exemplo, a Biologia Celular. Muitas pesquisas têm apontado o uso de aplicativos em Smartphones como recurso na aprendizagem escolar, mas é possível que na elaboração da proposta, as multimídias empregadas possuam elementos disformes ao conhecimento científico, havendo necessidade de parâmetros para análise, antes da sua aplicação em sala. A pesquisa teve por objetivo analisar aplicativos em tecnologia móvel que abordem o conceito de célula a partir da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM). A TCAM possui princípios multimídias apontando se os elementos presentes no material possuem desvios conceituais e imagéticos, e com isso oportuniza menores riscos da inserção equívocos nos conteúdos. Abordagem qualitativa, de cunho descritivo, envolveu a análise de quatro aplicativos de dispositivos móveis, cujos resultados apontaram desvios multimídias, com maior presença na coerência, redundância e sinalização. Pela ênfase na “troca” entre célula e estrutura celular, como também uma preocupação dos idealizadores em guiar o foco do usuário a cada parte do aplicativo. A falta de narração configurou como um empecilho. Percebemos que os aplicativos elaborados ao estudo da célula necessitam de maior atenção, quanto ao emprego de imagens e textos, e quando não aplicados corretamente podem inferir obstáculos na compreensão do conteúdo.

Palavras-chave: Mobile Learning. Biologia celular. TCAM.

ABSTRACT

There are several areas of science, whose concepts are abstract and complex, requiring significant student's cognitive versatility to understand them, such as Cell Biology. Many researches have pointed out the use of applications in Smartphones as a resource in school learning, but it is possible that in the elaboration of the proposal, the multimedia employed have elements that are deformed to the scientific knowledge, and parameters are needed for analysis before its application in the classroom. The research aimed to analyze applications in mobile technology that approach the cell concept from the Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM). The TCAM has multimedia principles pointing out that the elements present in the material have conceptual and imaginary deviations, and with this, it offers lower risks of misleading insertion in the contents. A descriptive qualitative approach involved the analysis of four applications of mobile devices, whose results pointed to multimedia deviations, with a greater presence in coherence, redundancy and signaling. By emphasizing the "exchange" between cell and cellular structure, but also a concern of the idealizers in guiding the user's focus to each part of the application. The lack of narration set it apart. We realized that the applications made to the study of the cell need more attention, in the use of images and texts, and when not applied correctly can infer obstacles in the understanding of the content.

Keywords: Mobile Learning. Cell biology. TCAM.

LISTA DE ABREVIações

APP	Aplicativo Móvel
OCEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
TCAM	Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
2D	Objetos Gráficos em Duas dimensões
3D	Computação Gráfica Tridimensional

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 A Célula e a Tecnologia: Algumas Considerações	12
2.2 Uso de Aplicativos no Ensino da Biologia Celular	14
2.3 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia	16
3 OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo Geral	20
3.2 Objetivos Específicos	20
4 METODOLOGIA	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1 Organização dos aplicativos	24
5.2 Princípio da Coerência	25
5.3 Princípio da Sinalização	29
5.4 Princípio da Redundância	30
5.5 Princípio da Contiguidade Temporal	31
5.6 Princípio da Multimídia	31
5.7 Princípio da Modalidade	32
6 CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos modificaram significativamente a vida das pessoas, em que simples atividades realizadas no lar, no trabalho ou na escola tem influência tecnológica (OLIVEIRA; MELO; SOUSA, 2016). A presença dessa tecnologia digital começou a desencadear necessidades humanas em diminuir o tempo despendido para alguma execução no trabalho ou na vida pessoal, buscando nela, outras formas que favorecessem melhor qualidade de vida em suas atividades. Nesse viés, emergem as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) potencializando os espaços sociais e atingindo positivamente diretamente à escola, propiciando ao professor novas ferramentas pedagógicas (ARAUJO *et al.*, 2017).

As TIC permeiam o campo educacional oportunizando o uso da tecnologia móvel (Ipad, Tablet e Smartphone) cujos recursos colaboram com diversas aplicabilidades na sala de aula; significando o processo de ensino-aprendizagem e a prática pedagógica (MIRANDA, 2007; SOARES; RIBEIRO, 2012; BARROS, 2014). Assim, elas podem corroborar para “uma reestruturação do currículo e novas definições das pedagogias do ensino, se utilizada adequadamente por meios de estratégias, pode ser um grande potencial de transformação da educação” (OLIVEIRA, 2013, p. 15). Nessa perspectiva, pode vir a contribuir como uma ótima ferramenta didática para o professor, um elemento inovador nas práticas de ensino e que estimula aos alunos competências antes não desenvolvidas (HARTMANN *et al.*, 2017).

No qual relacionado com as Ciências Naturais, a Biologia apresenta barreiras em alguns de seus conteúdos, especificamente os de caráter abstrato, cujo aluno precisa interpretar certa estrutura ou processos biológicos mentalmente, sendo a TIC uma possibilidade de ajuda nessa abstração (SÁ *et al.*, 2008). Já que uma subárea que aporta essa peculiaridade é a Biologia Celular (OLIVEIRA *et al.*, 2015), concentrando estudos microscópicos e moleculares que precisam do estudante grande mobilização cognitiva para entendê-los (NEVES, 2015). Contudo, o uso de algumas TIC tem favorecido a diminuição da abstração e colaborado com o processo de ensino-aprendizagem e consequentemente, com a construção do conhecimento (CARVALHO; GUIMARÃES, 2016; NEVES, 2015; OLIVEIRA, 2013).

Nessa direção, um fator importante a ser destacado é o Ensino da Biologia Celular que está cada vez mais passando por transformações paralelas ao avanço

das TIC, cujo professor precisa se adequar a esta nova realidade (SILVA; SILVA, 2014; SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016; MARIANO, 2014), visando uma aprendizagem significativa. Nisso, um viés para a aprendizagem de conceitos na Biologia Celular está no uso de dispositivos móveis em sala de aula, cuja introdução no ensino escolar representa um artifício para abordagem dos conteúdos, principalmente os abstratos e complexos, como por exemplo, o ciclo celular e a divisão celular (HARTMANN *et al.*, 2017).

Além disso, a inserção desse tipo de ferramenta nas aulas pode envolver uma relação mais próxima do aluno, por ser algo de uso em sua rotina diária, havendo forte interação entre os adolescentes (BARROS, 2014; MARIANO, 2014; SANTOS; FREITAS, 2017). Assim, com a utilização dos dispositivos móveis é possível baixar aplicativos gratuitamente e, por meio deles, iniciar discussões e/ou abordagens de conteúdos, oportunizando uma aula mais interativa (AGUIAR, 2008; MENDES, 2010). Levando em consideração o seu controle e exigências legais do estado, como destacado na Lei Nº 15.507, de 21 de maio de 2015, que prevê no inciso primeiro: “proibição do seu uso nas salas de aula, exceto com prévia autorização para aplicações pedagógicas” (PERNAMBUCO, 2015, p. 1). Cabendo ao professor o cuidado no cumprimento desses regimentos para a sua utilização apenas com fins pedagógicos.

Diante disto, o grande desafio dos professores atualmente, é aliar esses instrumentos tecnológicos disponíveis a sua prática pedagógica realizando uma reflexão para a quebra de um ensino meramente teórico da Biologia (UNESCO, 2013).

Mas, mesmo com grande potencial educacional é necessária cautela sobre esses aplicativos em dispositivos móveis, visto que podem existir incoerência conceitual e isso pode induzir aos estudantes, uma aprendizagem equivocada. Assim, é importante que o docente antes do uso dessa tecnologia, empregue parâmetros de análise imagéticos, que possam corroborar com o ensino e a aprendizagem na Educação Básica.

Portanto, procuramos compreensão sobre como as imagens inseridas nos Softwares de aplicativos presentes em tecnologia móvel que abordam o conceito de célula. Utilizando a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia proposta por Richard Mayer, que realiza análises imagéticas para entender o funcionamento dos aplicativos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nessa seção, procuramos abordar um pouco da historicidade e etapas na educação que permeia o ensino da Biologia Celular, como também, a introdução cada vez mais efetiva das tecnologias nas salas de aula acompanhando os desafios dos professores.

2.1 A Célula e a Tecnologia: Algumas Considerações

A análise do mundo microscópico iniciou ao partir do surgimento de alguns equipamentos, os quais permitiram a ampliação de imagens além da visão humana. No Século XVII o holandês Anton Van Leeuwenhoek aperfeiçoou as primeiras lentes e criando o primeiro microscópio óptico (NEVES, 2015). Mas, a partir das contribuições do Inglês Robert Hooke por meio de suas observações feitas em “pulgas” e cortiças houve o primeiro registro do termo “Célula”, vindo do latim *cellula*, que significa quartos pequenos pelo fato de suas imagens de cascas de vegetais pareciam os pequenos quartos que existiam nos mosteiros. Porém, por limitações do equipamento os seus estudos não contemplavam a descrição completa de todos os compostos presentes nas células (ALBERTS, *et al.*, 2011; BATISTETI; ARAÚJO; CALUZI, 2009; NEVES, 2015).

A partir disso, a tecnologia ainda dava seus avanços para a Ciência com o desenvolvimento de equipamentos mais sofisticados que quebraram os limites impostos pela luz, passando a usar outras metodologias para a obtenção de imagens em nível atômico com os feixes de elétrons nos microscópios eletrônicos (DEDAVID; GOMES; MACHADO, 2007).

Ao passar dos anos, os estudos voltados para esse campo tiveram um crescimento significativo, surgindo várias ramificações: Bioquímica, Histologia, Imunologia, Genética, Citogenética e entre outras. Tais áreas foram instituídas para um melhor delineamento dos componentes celular (BATISTETI; ARAÚJO; CALUZI, 2009). Para tanto, o conceito de célula foi se adaptando ao longo da história com o aprimoramento dos equipamentos para seus estudos (BATISTETI; ARAÚJO; CALUZI, 2009), sendo considerada atualmente como a menor unidade básica de qualquer ser vivo (ALBERTS *et al.*, 2011) ou segundo o Lodish, *et al.* (2014), a união de moléculas coordenadas em vários níveis de inter-relação.

Nesse contexto, tais informações sobre as células foram sendo incorporadas nos currículos escolares (BRASIL, 1997), destacando cada estrutura que a compõe, sua estrutura bioquímica, morfológica e fisiológica. Além da abordagem do conceito oportunizar conhecimentos biológicos para a participação efetiva nos debates contemporâneos (BRASIL, 2002).

[...] Mais do que fornecer informações, é fundamental que [...] se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia. (BRASIL, 1997, p. 19).

Assim, fazendo jus aos Documentos Nacionais, o ensino das células é parte fundamental do currículo escolar para a apropriação de conhecimentos da Biologia Celular, que dão ao aluno um direcionamento para a tomada de decisão em determinados assuntos, como por exemplo, a clonagem terapêutica, os transgênicos, as células-tronco e estudos sobre o câncer (TEIXEIRA, 2004).

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio orientam que o ensino do conceito de célula “deve propiciar condições para que o educando compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados” (BRASIL, 2006, p. 20). Assim, o professor tem o desafio de conduzir a compreensão de que

[...] A célula é um sistema organizado, no qual ocorrem reações químicas vitais, e que está em constante interação com o ambiente, distinguir os tipos fundamentais de célula e a existência de organelas com funções específicas, reconhecer os processos de manutenção e reprodução da célula (mitose e meiose) [...]. (BRASIL, 2006, p. 24).

Diante disso, o docente tem como uma barreira a ser vencida, um ensino com abordagens fragmentadas (MACHADO, 2005), em que as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ (BRASIL, 2002, p. 35) descrevem que “são situações de aprendizagem [...] que enfatizam apenas a compreensão da ciência, de sua lógica interna [...]”. Assim, proporcionando uma desconexão e fala simplista dos processos celulares, que por consequência, estimula apenas a memorização e não uma relação de todo o conteúdo (MACHADO, 2005; NEVES, 2015).

Portanto, a adoção de simples procedimentos pelo professor na sala de aula pode trazer a participação dos alunos e a redução dessa fragmentação, instigando o

estudante a um ensino mais dinâmico e diferenciado para a compreensão desses conteúdos (SILVA; PRATES; RIBEIRO, 2016; SOUZA *et al.*, 2017).

Para o ensino do conceito de célula, subconceitos e processos envolvidos, devemos ter a base e formas eficazes de abordagens, que segundo Mariano (2014), o professor precisa oportunizar aos seus alunos que a abordagem das células com seus nomes complexos não é apenas um exercício de memorização, mas representa uma relação significativa para a compreensão de outros conceitos e processos existentes.

Portanto, o ensino do conceito de célula deve ser bem trabalhado pelo professor, buscando estratégias e recursos que incluam possibilidades de ressignificação, buscando diminuir o ensino memorístico e favorecer a aprendizagem significativa.

2.2 Uso de Aplicativos no Ensino da Biologia Celular

Durante anos, o ensino estava voltado a aulas através de palavras, com sua escrita nos quadros e explicações orais, configurando um ensino tradicional e meramente teórico (LIBÂNEO, 2013; MORAES, 2018). Contudo, com as novas demandas sociais e os avanços tecnológicos, a ministração das aulas começaram a ter arranjos que buscam potencializar a aprendizagem e recursos como transparências, retroprojetores e data-shows acabaram a serem implementados pelos docentes para a abordagens dos conteúdos, promovendo aos seus pares mais dinamismo com o objeto de estudo (uso de imagens e esquemas) comparado a apenas o uso do quadro branco pelo professor (SOUZA *et al.*, 2017).

Hoje, é indiscutível que vivemos em um era digital e que suas influências estão cada vez mais presentes nos ambientes escolares (UNESCO, 2013), havendo necessidade que essas TIC permeie os espaços escolares. Assim, cabe hoje o professor mediar na construção do conhecimento do aluno (BRITO; PURIFICAÇÃO, 2008). Diante disso, Souza *et al.* (2017, p. 925) relatam que “O uso das tecnologias na área da educação pode exercer um papel importante na relação ensino-aprendizagem.” Uma dessas formas se apresenta por meio das TIC através dos dispositivos móveis, cuja facilidade de manuseio faz dele uma ferramenta a ser explorada (HARTMANN *et al.*, 2017).

Essa tecnologia móvel segundo a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, “são digitais, facilmente portáteis [...] com capacidade de acesso à internet e aspectos multimídia, e podem facilitar um grande número de tarefas [...] relacionadas à comunicação” (UNESCO, 2013, p. 8). Sendo estes chamados de “*Mobile Learning*”, ou “*m-learning*”, uma nova modalidade de TIC que se refere ao uso de dispositivos móveis na educação (VIEIRA; SANTAROSA, 2013).

Assim, invadem a sala de aula e outros espaços escolares, pois envolve em sua organização várias mídias, além de ser uma plataforma gratuita de desenvolvimento de softwares, empresas e até usuários anônimos investem na criação de aplicativos (Apps) que facilitam atividades diárias e nos estudos (SOUZA *et al.*, 2017).

Os Apps permitem em poucos minutos a instalação de programas com fins específicos para serem trabalhados em sala de aula (HARTMANN *et al.*, 2017). Além disso, muitos deles foram produzidos para as aulas de Ciências Biológicas, sendo possível observamos aproximadamente 163 propostas que vão desde revisão de assuntos a jogos (OLIVEIRA, 2018). Em destaque temos o Virtual Cell, BioNinja IB, BioInteractive HHMI, Cell Defender, Evolutionary Biology, Meiosis, Gene Screen, Cell and Cell Structure, Biology and Human Body Anatomy, Rat Dissection e Biologia: Morfologia Vegetal, que são reconhecidos pelo detalhamento nas informações sobre os conteúdos nos respectivos Apps (MARCEL, 2016). Dentre esses, existem aqueles relacionados a Biologia Celular.

Assim, esse recurso é apontado pelas Orientações Curriculares para Ensino Médio (OCEM) (BRASIL, 2006, p. 28) como uma ferramenta que estimula o aluno para desenvolver sua “[...] capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica, prazerosa e participativa de se relacionar com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos”. Aliando os Apps com o livro didático, as possibilidades dos professores na sala de aula de sanar dúvidas relacionadas a abstração se elevam (SOUZA; BARRIO, 2017).

Nesse viés, é importante discorrer que muitos dos Apps utilizam imagens aliadas ao texto escrito para colaborar na compreensão dos conteúdos. Contudo, o fato de se usar imagens junto com as palavras não garantem uma aprendizagem (MAYER, 2001), cabendo o professor ressaltar as informações nelas contidas, pois podem representar um fenômeno ou circunstância mais próxima do real (SILVA,

2003; SOUZA *et al.*, 2017; SOUSA; BARRIO, 2017). Portanto, é necessário inferir procedimentos que permitam uma escolha coerente e colaborar com a aprendizagem do estudante.

2.3 Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia

A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) foi desenvolvida pelo psicólogo Richard Mayer, tendo como pressuposto que as pessoas aprendem melhor com imagens e palavras do que apenas palavras (MAYER, 2001). A TCAM possui a finalidade de apresentar os materiais verbais e visuais com um sincronismo, para uma aprendizagem significativa. De uma forma que as palavras (faladas ou escritas) ajustadas às imagens se expliquem na criação de animações, narrações, jogos e livros didáticos (SANTOS, 2017; SOEIRO, 2014).

Mayer (2005) fala que aprendizagem multimídia é baseada em três pressupostos (Quadro 01).

Quadro 01 – Descrição dos Pressupostos da TCAM

Pressupostos	Descrição
Canal duplo	Apresentam canais distintos para processamento de informações visuais e auditivos.
Capacidade Limitada	Existe um limite quanto a quantidade de informação que conseguem processar simultaneamente em cada canal.
Aprendizagem ativa	A uma necessidade de um processamento cognitivo essencial em ambos os canais.

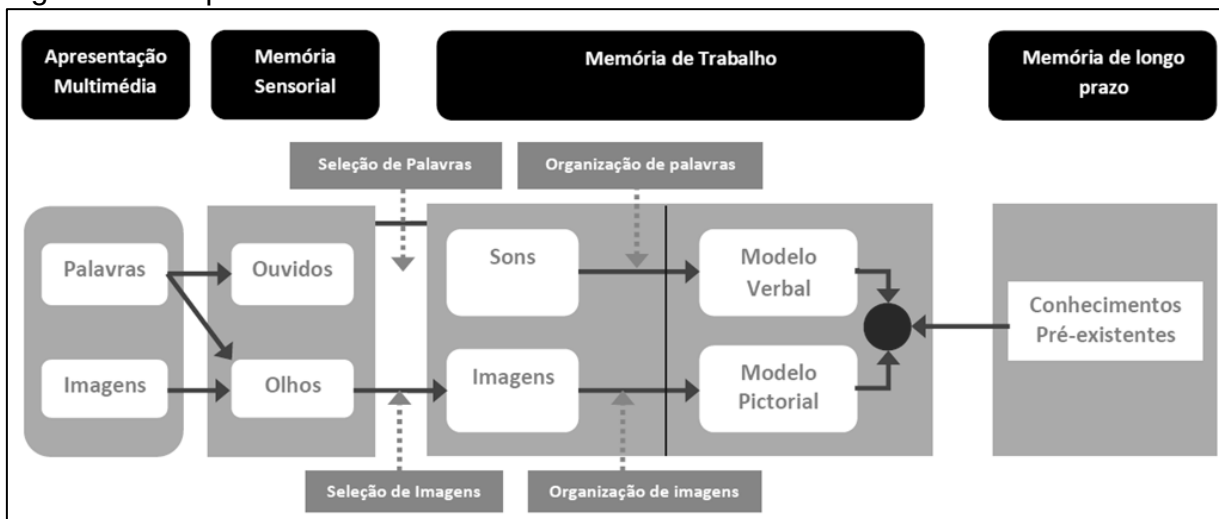
Fonte: Adaptado de Araújo, Souza e Lins (2015, p. 02).

Partindo desses pressupostos, Mayer (2001), descreve que o processamento da informação é contínuo e passando pelas três memórias. Iniciando pela memória sensorial que capta por meio dos olhos (imagens e palavras) e ouvidos (palavras) a informação e esta é selecionada e processada no canal auditivo e pelo canal visual, acontecendo a seleção das palavras e das imagens.

Passa depois para a memória de curto prazo, que há uma organização entre as palavras e imagens para a construção de modelo pictorial e verbal. Denominada por Mayer de “memória de trabalho”. Por fim, as informações novas (Pictorial e

Verbal) se conectam com os conhecimentos prévios para a construção da memória de longo prazo (MAYER, 2009; SOEIRO, 2014). A seguir (figura 1), temos um esquema de como funciona a TCAM.

Figura 1 – Esquema do funcionamento da TCAM



Fonte: (SOEIRO, 2014, p. 09).

Mayer (2009) visando uma aprendizagem significativa, propôs doze princípios para um processo cognitivo mais eficaz. Descritos no quadro a seguir:

Quadro 2 – Princípios da TCAM

Princípios	Descrição
Princípio Multimídia	Afirma que os alunos aprendem melhor quando se apresenta imagens com as palavras, do que somente as palavras.
Princípio da Contiguidade Espacial	Afirma que os alunos aprendem melhor quando as imagens e palavras estão organizadas próximas, com um distanciamento menor possível.
Princípio da Contiguidade Temporal	Afirma que os alunos aprendem melhor quando as imagens e palavras são apresentadas simultaneamente em vez de sucessivamente. Aumentando a chance de uma ligação entre as representações verbais e visuais.

Continua.

Cont. Quadro 2.

Princípio da Coerência	Afirma que os alunos aprendem melhor quando palavras, imagens e sons estranhos são excluídos. Deixando as mensagens claras e coerentes. Evitando colocar no ambiente informações desnecessárias.
Princípio da Sinalização	Afirma que os alunos aprendem melhor quando as informações mais relevantes do conteúdo são destacadas na organização do material.
Princípio da Redundância	Afirma que os alunos aprendem melhor quando se apresenta narração e imagens; do que narração, imagem e texto.
Princípio da Modalidade	Afirma que os alunos aprendem melhor quando são apresentadas animações com narrações do que animações com textos escritos.
Princípio da Personalização	Afirma que os alunos aprendem melhor quando as palavras estão no estilo de conversação do que na linguagem formal.
Princípio da Voz	Afirma que os alunos aprendem melhor quando a narração ocorre na voz humana do que em vozes robotizadas (computacionais).
Princípio da Imagem	Afirma que os alunos aprendem melhor quando a imagem do orador é adicionada à tela.
Princípio da Segmentação	Afirma que os alunos aprendem melhor quando a aula é apresentada em segmentos ao estudante e não como uma unidade contínua.
Princípio de pré-treinamento	Afirma que os alunos aprendem melhor quando o estudante recebe pré-treinamento dos nomes e das características dos principais conceitos.

Fonte: Adaptado de Mayer (2009, p.3).

Assim, Mayer (2001) afirma que os estudantes aprendem com mais facilidade com o desenvolvimento de matérias seguindo esses princípios. A TCAM habilita a análise e criação de matérias presentes nas salas de aula (SANTOS, 2017; NEVES,

2015). Apresenta subsídios dos quais o professor pode refletir sobre as animações apresentadas, visando minimizar o grau de abstrações das animações existentes nos aplicativos, por exemplo.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar aplicativos de tecnologia móvel que abordem o conceito de célula a partir da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

3.2 Objetivos Específicos

- Verificar a organização das informações dos conteúdos nos aplicativos voltados aos conteúdos da Biologia Celular;
- Identificar nos aplicativos sobre Biologia Celular, possíveis desvios multimídias fazendo uso dos princípios multimídia da TCAM.

4 METODOLOGIA

Este estudo é de uma abordagem qualitativa, de cunho descritivo, cuja pesquisa envolve a análise de quatro aplicativos de dispositivos móveis do sistema operacional Android da Empresa Google e do iOS (iPhone operating system) da Empresa Apple. Presente na loja virtual Play Store e Apple Store voltados ao estudo das células.

Estes foram selecionados por meio da própria plataforma de acesso no Smartphone na Play Store com os descritores: biologia celular, células, citologia. Levando em consideração a classificação dos usuários. Os critérios para escolhas dos Apps foram o maior número de download na loja virtual, a disponibilidade do desenvolvedor por ser gratuito (no sistema Android), complexidade do software e uso no modo offline, ou seja, sem a necessidade de internet para acessar os conteúdos.

No quadro 3, a seguir, temos a descrição dos Apps relacionados a Biologia Celular captados no dispositivo móvel na loja virtual.

Quadro 3 – Descrição dos aplicativos analisados.

Aplicativo	Características gerais	Layout
ICELL	HudsonAlpha Institute for Biotechnology. Versão 3.6.1. Aplicativo todo em inglês. 5.000 downloads. Classificação dos usuários de 4,2 (106 avaliações). Tamanho: 28 Megabyte.	Formado por quatro interfaces gráficas em 3D com ilustrações da estrutura celular de Bactéria, Célula animal e vegetal.
The Cell	Eduardo Galembeck. Versão 1.1.2. Aplicativo todo em Inglês. 10.000 downloads. Classificação dos usuários de 4,2 (230 avaliações). Tamanho: 56 Megabyte.	Formado por catorze interfaces gráficas em 3D com ilustrações e legenda da estrutura celular da célula animal.
Cell World	V.I.E.W. Versão 1.0. Aplicativo todo em inglês. 100.000 downloads. Classificação dos usuários em 4,4 (4 mil avaliações). Tamanho: 25 Megabyte.	Formado por doze interfaces gráficas em 3D com ilustrações e legenda da estrutura celular da célula animal.

Continua.

Com. Quadro 3.

Células	Evobooks. Versão 2.91. Aplicativo todo em português 100.000 downloads. Classificação dos usuários de 4,6 (805 avaliações). Tamanho: 31 Megabyte.	Formado por cinquenta e seis interfaces gráficas em 3D com ilustrações e legenda da estrutura celular da Bactéria, Célula animal e vegetal.
----------------	--	---

Fonte: Google Play (2018)

A partir destes quatro aplicativos, suas imagens e palavras foram submetidas análise por meio dos princípios da coerência, sinalização, redundância, contiguidade temporal, multimídia e modalidade propostos pela TCAM. Empregando o modelo usado por Silva (2015), que rotula como satisfatório ou insatisfatório para o processo de ensino aprendizagem (Quadro 4).

Quadro 04 – Cargas e Princípios adotados para a análise dos Apps.

Tipo de Carga	Princípios	Critérios
Redução do Processamento Estranho ¹	Coerência	Insatisfatório quando existir materiais estranhos (palavras, imagens e sons) ao cognitivo do sujeito.
	Sinalização	Insatisfatório quando não são adicionados sinais que destacam a organização do material.
	Redundância	Insatisfatório quando não existir animação e narração; e sim animação, narração e texto escrito.
	Contiguidade Temporal	Insatisfatório quando as palavras e as imagens não forem apresentadas simultaneamente.
Promoção de Processamento Generativo ²	Multimídia	Insatisfatório quando tiver apenas palavras, do que palavras e imagens.
Gerenciamento de Processamento Essencial ³	Modalidade	Insatisfatório quando tiver apenas texto escrito e animação do que animação e narração.

Fonte: Silva (2015, p. 22-23).

¹ Redução de informações irrelevantes que possam a vim comprometer a aprendizagem do educando.

² Uso de artifícios que venham a simplificar o conteúdo, interferindo positivamente na aprendizagem.

³ Forma de organização no qual venha a facilitar a aprendizagem.

Assim, após esse momento, iremos passar para a análise de imagens, palavras e conceitos nos Apps vendo sua abordagem ao conceito de célula e sua eficácia no processo de ensino-aprendizagem na Biologia Celular.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, é importante destacar que, algumas imagens apresentadas no decorrer do texto, representam nosso olhar sobre o material apresentado nos Apps, buscando maior aproximação do objeto e possibilidade de inferir ao leitor um entendimento mais claro sobre o conteúdo.

Sobre isso, nem todos os desvios percebidos nos princípios analisados poderiam ser mensurados em imagens, pois fomentam características de cunho abstrato como sons e palavras, não podendo ser concretizado imagedicamente, sendo apenas descritos.

Por fim, usamos como critério (satisfatório ou insatisfatório) para classificarmos nos Apps, os princípios multimídias não condizentes com a proposta da TCAM, ou seja, que apresentam desvio segundo a teoria. A seguir, apresentamos as análises organizacionais dos Apps e posteriormente, as análises multimídias mediante a TCAM.

5.1 Organização dos aplicativos

O App ICELL consiste em apresentar animações em 3D junto com textos explicativos das organelas citoplasmáticas. Ele está estruturado de acordo com o tipo celular: animal, vegetal ou bacteriana com divisão das descrições das organelas em três níveis: básica, intermediária e avançada.

Já no Apps The Cell, o seu acesso se dá a necessidade de ter um cadastro, contudo é simples a sua realização. Ele apresenta além de explicações das organelas citoplasmáticas, também perguntas sobre o conteúdo. Existe a inclusão de um quiz denominado “Game”. O App também permite um corte transversal em algumas organelas para melhor visualização interna.

O aplicativo Cell World apresenta informações de uma célula animal, por apresentar detalhadamente as estruturas de uma célula com cores bem chamativas que deixa cada organela única e atrativa ao aluno durante a sua observação.

Por fim, o App Células como o ICELL, detalha as informações dos três principais tipos celulares: A bacteriana, vegetal e animal. Com um menu (Layout) bem interativo, funcional e bem acessível para o usuário. Pode-se, por exemplo,

escolher o tamanho da fonte dos textos, uso de notas, cortes nas estruturas celulares e marcações na animação principal.

Com tais especificações, os aplicativos foram submetidos a análise pelos princípios da TCAM:

5.2 Princípio da Coerência

O Princípio da Coerência traz consigo o cuidado de se abordar de forma clara e objetiva os conteúdos, evitando o uso de informações que são desnecessárias (MAYER, 2009).

Considerando isso, o ICELL apresenta textos para cada organela presente, com linguagem simples, porém existem alguns tópicos, como na descrição do nível avançado, uma gama excessiva de palavras com conceitos complexos, que não são exploradas no texto o seu real significado. Como “DNA genômico”, “reações oxidativas” e “ATP utilizável” (tradução nossa), por exemplo.

No nível básico⁴, existem equívocos conceituais no qual se descreveu que o cloroplasto “converte a energia do sol em açúcar” (tradução nossa), observado na descrição do nível básico. Sobre isso, essa afirmação contradiz a função principal do cloroplasto, que é conversão da energia provida do sol em ligações químicas, para assim formar por base; moléculas de dióxido de carbono em moléculas de açúcar (ALBERTS *et al.*, 2011).

Isso é preocupante, pois o sujeito ao realizar apenas uma simples leitura, sem fazer uma pesquisa mais específica pode entender equivocadamente que o cloroplasto promove um produto para a célula vegetal. Considerando o nível intermediário e o avançado⁵ observamos com maior ênfase textual, o processo bioquímico de maneira correta e sem equívocos.

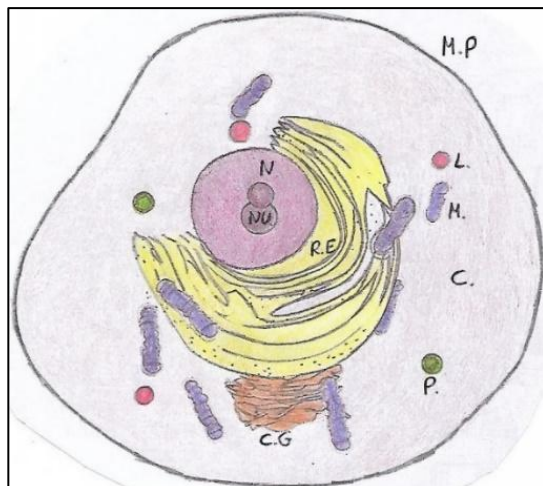
Vale ressaltar que o aplicativo ao se utilizar de imagens da célula para representar certos comentários, o autor fazia menção de uma estrutura celular e não da célula especificamente. Essas incoerências já são pontuadas por Neves (2015), recorrendo que existem equívocos de muitos profissionais; confundido a célula com sua estrutura celular, evidenciada também em livros didáticos.

⁴ Conteúdo da organela descrito com apenas uma frase no aplicativo.

⁵ Conteúdo da organela descrito com um parágrafo de no mínimo quatro linhas no aplicativo.

A seguir, será apresentado um esboço ilustrativo, que não se refere a imagem original, mas apenas um vislumbamento do que seria o real, visando melhor entendimento da discussão relatada anteriormente (figura 2).

Figura 2 - Ilustração de uma célula animal no Aplicativo ICELL.



Fonte: AMARAL, J. M. A., 2019. Elaborada pelos autores a partir da apresentação no App. Ilustração com tamanho não real e cores fantasias. Legenda: C – Citoplasma; CG – Complexo de Golgi; L – Lisossomos; M – Mitocôndria; M.P – Membrana Plasmática; N – Núcleo; NU – Nucléolo; P – Peroxisomos; RE – Reticulo Endoplasmático.

Como demonstrado anteriormente, a ilustração apresentou desvio no Princípio da Coerência, pois a proposta imagética representava uma estrutura celular de uma célula eucarionte animal e não uma célula propriamente dita (espermatozoide, óvulo, neurônio, etc.), sendo assim insatisfatório.

No App The Cell, ele possui uma linguagem bem aprofundada dos conteúdos, com termos específicos: “ribossomos encapsulados”, “açúcares fosforilados” e “nesprina” (tradução nossa). Também, apresentou como no aplicativo anterior, equívocos conceituais, principalmente, quando apresentava a estrutura celular no lugar da célula, conforme a figura 3, a seguir.

Figura 3- Ilustração de uma célula animal no Aplicativo The Cell.



Fonte: AMARAL, J. M. A., 2019. Elaborada pelo autor a partir da apresentação no App. Figura com tamanho não real e cores fantasias. Legenda: CITO – Citoplasma; C.G – Complexo de Golgi; C.L – Cloroplasto; L- Lisossomos; P – Peroxisomos; M.P – Membrana celular; M – Mitocôndria; N – Núcleo; R.E – Reticulo Endoplasmático.

Noutro ponto, podemos observar que o The Cell apresentou conjuntamente os conceitos de Mitocôndria e Cloroplasto, descrevendo apenas o primeiro e deixando um espaço para o entendimento que ambos teriam a mesma funcionalidade celular, e o que mudaria era apenas o tipo celular (animal ou vegetal) no qual a contém. Também a animação apresentada possuía ambas as organelas, porém sem a presença da parede celular e/ou outras estruturas, apontando para uma célula vegetal. Mas, a ideia da imagem era de uma célula animal por ter centríolos, porém havia cloroplastos (organela exclusiva dos vegetais no caso dos eucariontes).

Assim, percebemos que essas ilustrações no App traziam muitas confusões conceituais, com ideias incoerentes ao conhecimento científico, cujas informações não estavam claras e com bastante equívocos de diferenciação na classificação celular. Dessa forma, o The Cell foi insatisfatório no Princípio da Coerência.

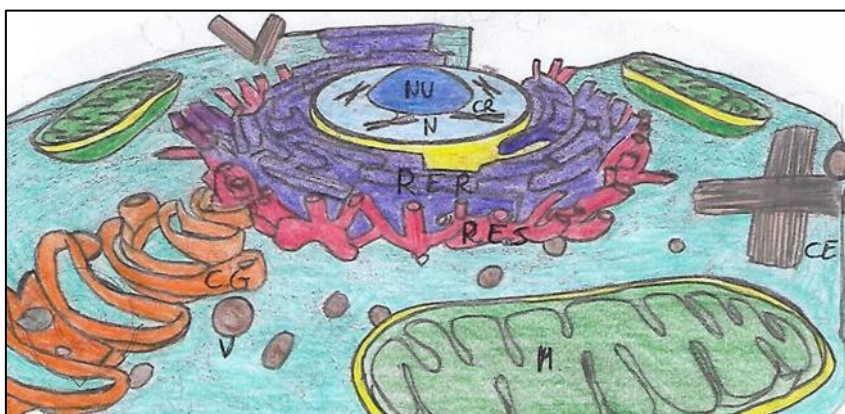
O Cell Word apresentou textos com linguagem bem fluida. Contudo, em sua introdução existem divergências entre o texto e animação, cuja descrição fala que “Este é um modelo de célula eucariótica encontrada em humanos, animais, plantas e fungos” (tradução nossa).

Diante disso, o modelo só apresentou características de uma célula animal, deixando uma grande lacuna para o entendimento do sujeito, pois as células vegetais e fúngicas teriam o mesmo formato. Ou seja, sem cloroplasto, parede celular, vacúolos e com presença de centríolos (ALBERTS *et al.*, 2011; LODISH,

2014). Mas, a ideia deveria especificar que sua proximidade está relacionada a presença do núcleo, o que não houve e isso acaba por gerar incoerência conceitual do conteúdo ao leitor.

A seguir, na figura 4, temos um esboço dessa ideia apresentada com esse desvio, ou seja, apresenta detalhes de uma célula animal, não de uma célula vegetal e fúngica falada na descrição. Além disso, ainda como nos outros Apps, também, considera uma célula, quando propõe uma estrutura celular.

Figura 4 - Ilustração de uma célula animal no Aplicativo Cell World.



Fonte: AMARAL, J. M. A., 2019. Elaborada pelo autor, a partir da apresentação no app. Figura com tamanho não real e cores fantasias. Legenda: CE – Centríolo; CR – Cromossomos; R.E.G – Reticulo Endoplasmático Rugoso; R.E.L – Reticulo Endoplasmático Liso; V – Vesícula.

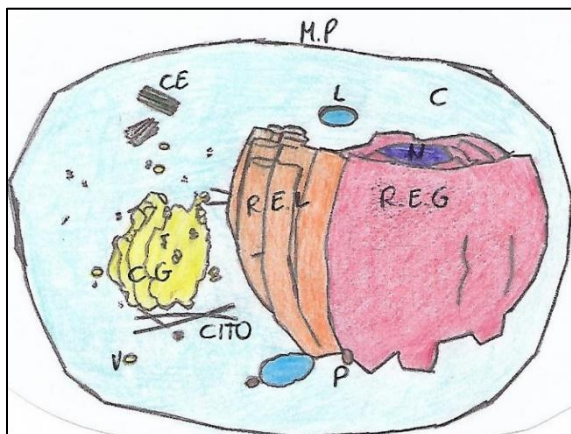
Como observamos na imagem acima, é uma estrutura característica de célula animal, mas a proposta no App era unificar na ilustração, um exemplo de células (animal, vegetal e fúngica), mas isso não seria possível, visto que cada um possui elementos diferentes da outra. Silva (2006) aponta a necessidade de cautela, quando do uso de imagens como recurso explicativo escolar, evitando incoerências conceituais, pois a má inserção pode significar obstáculos na aprendizagem.

Outro ponto foi o uso de conceitos de difícil assimilação, sem sua explicação posteriormente no texto, como “parede celular”, “adenosina trifosfato” e “tags” (tradução nossa), que foram lançadas e podem trazer dificuldades na compreensão. Por tais motivos, o classificamos como insatisfatório para o Princípio da Coerência.

O App Células apresenta textos com linguagem bem simples, trazendo os conceitos mais rebuscados a sua explicação posteriormente. Outro fato, é além de apresentar as organelas, descreve também processos que elas realizam, com explicação em tópicos abordados na próxima janela.

Também como nos aplicativos anteriores, apresenta o equívoco de chamar de célula, mas seria a estrutura celular como apresentada na figura 5. Percebemos apenas essa inferência, sendo insatisfatório.

Figura 5- Ilustração de uma célula animal no Aplicativo Células.



Fonte: AMARAL, J. M. A., 2019. Elaborada pelo autor a partir da apresentação no App. Ilustração com tamanho não real e cores fantasias.

5.3 Princípio da Sinalização

O Princípio da Sinalização de acordo com Mayer (2009) aponta que os sujeitos aprendem melhor quando as informações mais relevantes do conteúdo são destacadas na organização do material. Assim, possibilita num indispensável aspecto para que o indivíduo possa entender melhor a sequência apresentada do material na relação texto/imagem, atribuindo setas a estrutura, por exemplo, ou destacando o seu tamanho e a sua coloração, se real ou fantasia, visando não confundir o sujeito durante a leitura.

Para tanto, o App ICELL foi classificado como insatisfatório para o Princípio da Sinalização, pois durante a apresentação não se observou tais inferências apontadas por Mayer (2009). É importante destacar, que durante a abordagem do conteúdo, o idealizador apenas promoveu ao leitor, que ao clicar numa organela citoplasmática escolhida, um *zoom* aumentava a imagem e surgia uma faixa com o nome dela, e que ao mover-se na tela poderia sair ou sobrepô-la, mostrando outra organela. Assim, esse vai e vem de imagens poderia confundir o indivíduo como Silva (2006) computa.

Já o App The Cell nesse critério, se mostrou insatisfatório por só proporcionar um *zoom* para a organela escolhida pelo usuário, sem outra forma de sinalizar. Isso

acabava por confundir os lisossomos com os peroxissomos, e o Reticulo Endoplasmático Rugoso com o Liso, pois possuíam a mesma coloração e bastante similaridade em na forma estruturada pelos idealizadores.

Diante disso, é muito comum os idealizadores estabelecerem cores e formas conforme as ideias que eles possuem, ou seja, a subjetividade daquele que constrói o material acaba por inferir suas experiências e isso, pode dificultar o entendimento do conteúdo, além de estimular incoerências conceituais ao leitor, conforme Neves (2015) e Silva (2016).

No App Cell World, existe um destaque na cor das palavras de maiores relevância, não havendo dificuldades para a compreensão de conceitos e nem entendimento das organelas apresentadas, sendo assim, satisfatório. Vale ressaltar, a preocupação do idealizador, em que o sujeito ao realizar um *zoom* sobre a organela na qual se quer exibir, ao se aproximar dela, existe uma oscilação do brilho, destacando-a ainda mais esses conceitos.

Por fim, o App Células se mostrou satisfatório. Observamos que houve um cuidado dos idealizadores, quando na identificação das palavras com cores e relacioná-las com a organela citoplasmática que se destaca na animação, interligando a palavra com a imagem. Outro ponto foi ao mexer na animação o nome da organela aparece com a opção de fazer cortes, o que é muito útil ao sujeito para percepção das estruturas.

5.4 Princípio da Redundância

O Princípio da Redundância afirma que os alunos aprendem melhor quando se apresenta narração e imagens, do que narração, imagem e texto escrito (MAYER, 2009).

Desse modo, o App ICELL se mostrou insatisfatório, pois apresentava apenas imagem e texto, não possuindo narração.

No The Cell, este princípio se mostrou insatisfatório de acordo com a TCAM por não ter narração junto com a animação.

Já o Cell Word é classificado como insatisfatório por apresentar imagens e texto junto à narração, mas deveria considerar apenas a narração e a animação, conforme Mayer (2009) orienta. Pois a presença de texto escrito direciona ao sujeito

a leitura e acaba por sobrecarregar a sua estrutura cognitiva, enquanto a narração auxilia numa maior compreensão do conteúdo por via auditiva.

Nesse ponto, o Células se mostra insatisfatório por não ter narração junto com a animação, mas presença de texto, narração e animação, indo de encontro com a proposta de Mayer (2009).

5.5 Princípio da Contiguidade Temporal

No Princípio da Contiguidade Temporal, Mayer (2009), discorre que a aprendizagem ocorre melhor no momento que há uma simultaneidade entre palavras e imagens, durante a animação.

Esse princípio se classificou como satisfatório no ICELL, pois as palavras apresentadas estão junto à organela citoplasmática, ou seja, ao clicar na estrutura celular, a palavra surge simultaneamente, não havendo descompasso entre o texto e a ilustração.

Em relação ao App The Cell, se mostrou insatisfatório pois quando se acessa os textos é retirada a animação da célula ficando apenas o material escrito, sem haver a simultaneidade entre palavras escritas e imagens, durante a animação.

O App Cell Word se apresentou como satisfatório, pois teve apenas a narração e quando a palavra se apresentava na tela, não tinha atrasos. Todavia, como a troca do texto para outra organela só acontece, quando se chega na imagem pretendida.

Concluimos com o App Células se classificando como satisfatório, por não haver desacerto entre as palavras e a organela, tendo isso a acontecer, quando se chega à imagem pretendida.

5.6 Princípio da Multimídia

O Princípio da Multimídia assegura que os alunos aprendem melhor quando se apresenta imagens com palavras, do que somente palavras (MAYER, 2009).

O App ICELL oferece durante toda a animação que ao tocar a organela desejada, se projeta abaixo um texto descritivo da organela, não se retirando a animação. Assim, houve a apresentação da imagem junto com as palavras (descrição da organela), classificando-o como satisfatório.

O App The Cell apresentou textos para relacionar as imagens propostas, o que consideramos um desvio multimídia, pois feriu o que propõe a TCAM, sendo então, insatisfatório. Pelo fato da imagem deve vir acompanhada da palavra para melhor descrição do conteúdo, sem uso de texto escrito.

Diante disso, é importante destacar os confrontos imagéticos presentes no The Cell, pois a animação proposta era em 3D, mas havia momentos de inserção de imagens em 2D. Assim, o sujeito ao tocar na organela é direcionado para outro slide, com a exibição de texto escrito junto à organela e outras imagens, que foram captadas de livros didáticos e artigos científicos (2D), desconfigurando a apresentação e pode causar possíveis conflitos na aprendizagem do sujeito. Assim, é necessário que os idealizadores procurem permanecer na proposta da animação e havendo mudança nos slides que tenha uma sistematização de ideias e explicação coerente ao leitor.

O Cell World proporciona a animação conjunto com palavras em cada organela, ao lado esquerdo, sendo opcionais na tela, sendo a narração automática, com opção de parar a narração quando desejar. Assim, no Princípio da Multimídia foi considerado satisfatório.

O Células proporcionou animação junto com as palavras descritiva em cada organela. Classificando-o como satisfatório, de acordo com a TCAM.

5.7 Princípio da Modalidade

Mayer (2009) descreve que a aprendizagem ocorre melhor quando se apresenta narração juntos com as animações, do que textos escritos com as animações.

Logo, neste princípio o app ICELL se classificou como insatisfatório por apresentar textos com animação.

O App The Cell se classificou como insatisfatório por apresentar textos com animação, pois Mayer (2009) considera a exclusão de texto escrito no material proposto, mas ênfase na animação e na narração, visto que se aprende melhor pela visão e audição.

O Cell World se classificou como satisfatório por apresentar narração junto com a animação, proposto por Mayer (2009).

O Células foi insatisfatório, pois apresentou narração junto com textos.

Com todos os princípios analisados dos quatro aplicativos sobre a Biologia Celular, o quadro (05) e o gráfico (01) a seguir, trazem um resumo das classificações dadas de acordo com a TCAM.

Quadro 05 – Desvios Multimídia de acordo com a TCAM dos Apps.

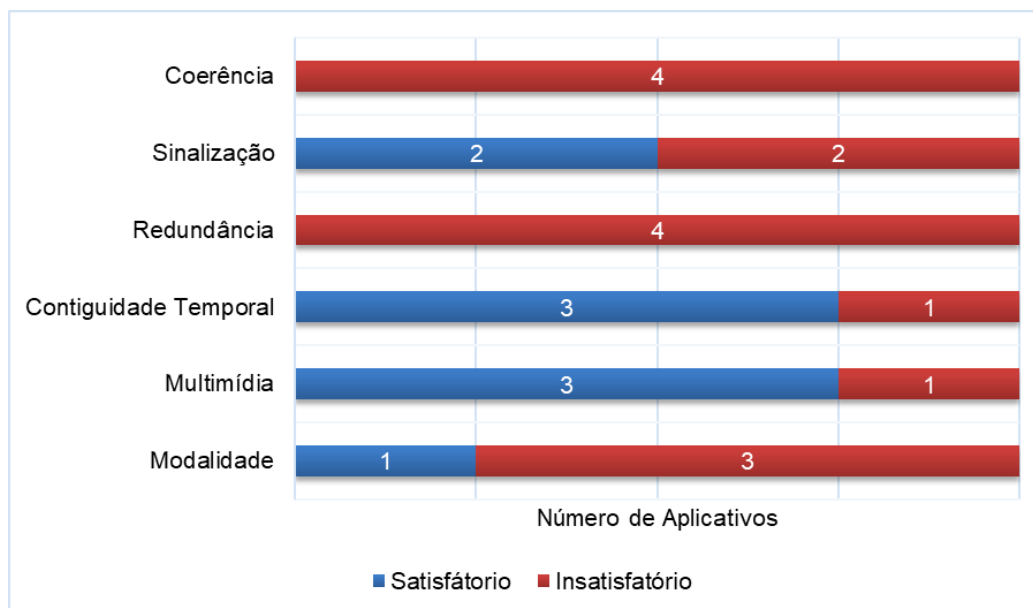
Princípios	Aplicativos							
	ICELL		The Cell		Cell World		Células	
	S	IS	S	IS	S	IS	S	IS
Coerência		X		X		X		X
Sinalização		X		X	X		X	
Redundância		X		X		X		X
Contiguidade Temporal	X			X	X		X	
Multimídia	X			X	X		X	
Modalidade		X		X	X			X

Fonte: AMARAL, J. M. A., 2019.

Legenda: S- satisfatório IS- insatisfatório.

Assim, observamos a parti do quadro acima, que os todos os Apps apresentaram desvio quanto ao **Princípio de Coerência**, com ênfase na “troca” entre célula e estrutura celular. O The Cell apresentou desvio em todos os princípios analisados.

Gráfico 1 – Classificação do número de desvios multimídias considerando todos os Aplicativos analisados.



Fonte: AMARAL, J. M. A., 2019.

No **Princípio da Modalidade** apenas o Cell World se mostrou satisfatório. Observamos que havia uma tentativa de abranger muitos detalhes, que por uma só animação não promovia, deixando o usuário bombardeado de termos específicos e consequentemente, diminuindo a sua aprendizagem.

No **Princípio da Sinalização**, apenas dois foram satisfatórios (Cell World e Células), pois mostraram preocupação dos idealizadores em guiar o foco do usuário a cada parte do aplicativo.

Os **Princípios da Contiguidade Temporal e Multimídia** se mostram eficazes em quase todos, pelo uso de processadores que não promovem atrasos.

No **Princípio da Redundância**, nenhum ficou como satisfatório, pelo fato de três dos Apps não terem narração, havendo o quarto apresentar narração, mas conjuntamente (texto, narração e imagem), desconfigurando a proposta da TCAM, com narração e imagem, sem texto escrito durante a exibição do material (estruturas e processos).

6 CONCLUSÃO

Em linhas gerais, os quatro aplicativos voltados ao estudo das células analisados, apresentaram algum desvio multimídia com base na TCAM. Sendo o da coerência, redundância e sinalização os mais destacados durante a análise.

Os dispositivos móveis é a atual ferramenta de maior destaque de implementação nas salas e o uso dela deve ser o mais eficaz possível. Desse modo, trazer terminologias novas ou complexas junto aos textos, que nem descrevem o que a animação retrata, pode estimular ideias equivocadas sobre o conteúdo abordado.

Isso nos traz a reflexão sobre os atributos da tecnologia como ferramenta para o professor, que quando não empregada corretamente pode promover equívocos conceituais. Percepções de equívocos para o desenvolvimento de softwares da tecnologia móvel voltados para o ensino precisam ser bem mais analisadas pelo professor, pois podem potencializar a existência de obstáculos conceituais e criar uma visão deturpada do conteúdo.

Contudo, podemos concluir que os Apps voltados ao estudo da Biologia Celular necessitam de cuidados com a inserção de textos, as palavras, o uso da ferramenta como a narração e imagens, visando evitar obstáculos no desenvolvimento da aprendizagem do sujeito/estudante.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, E. V. B. As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 10, n. 1/3, p. 63-71 jan./dez. 2008.
- ALBERTS, B. *et al.* **Biologia Molecular da Célula**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2011.
- ARAÚJO, M. C.; SOUZA, M. E. H.; LINS, A. F. Aprendizagem multimídia: explorando a teoria de Richard Mayer. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO - CONEDU, 2., 2015. Campina Grande. **Anais [...]** São Paulo: Realize, 2015. p. 01-10.
- ARAUJO, S. P; *et al.* Tecnologia na Educação: Contexto Histórico, Papel e Diversidade. *In*: JORNADA DE DIDÁTICA, 4. 2017, Londrina. **Anais [...]** Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2017. p. 920-928.
- BARROS, M. A. de M. **Concepções, usos, modelos e estratégias da utilização de dispositivos móveis: uma análise da Aprendizagem Móvel entre professores de Ciências em formação**. 2014. 241 f. Tese (Doutorado) Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.
- BATISTETI, C. B.; ARAÚJO, E. S. N.; CALUZI, J. J. As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia**, Águas de Lindóia, v. 4, p. 17-42, 2009.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCNs+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.
- PERNAMBUCO. **Lei nº 15.507, de 21 de maio de 2015**. Regulamenta a utilização de aparelhos celulares e equipamentos eletrônicos nas salas de aulas, bibliotecas e outros espaços de estudos das instituições de ensino públicas e particulares localizadas no Estado de Pernambuco, e dá outras providências. Recife: Secretaria de Educação, 2015.
- BRITO, G. S.; PURIFICAÇÃO, I. **Educação e novas tecnologias: um re-pensar**. 2. ed. Rev. atual. e ampl. Curitiba: Ibipex, 2008.
- CARVALHO, L. J.; GUIMARÃES P. R. P. Tecnologia: Um Recurso Facilitador do Ensino de Ciências e Biologia. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 9., 2016, Sergipe. **Anais [...]** Sergipe: Grupo Tiradentes, 2016.
- DEDAVID, B. A.; GOMES, C. I.; MACHADO, G. **Micróscoopia de Eletrônica de Varredura Aplicações e preparações de amostras**. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2007.

HARTMANN, A. C. *et al.* Possibilidades Didáticas Para O Uso De Aplicativos Móveis No Ensino De Biologia Celular Na Educação Básica. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLOGIA*, 4., 2017, Santo Ângelo. **Anais [...]** Santo Ângelo: Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2017. p. 01-10.

LIBÂNEO, J; C. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2013.

LODISH, H. *et al.* **Biologia celular e molecular**. 7. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2014.

MACHADO, N. J. Interdisciplinaridade e Contextualização. *In: INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Fundamentação Teórica-Metodológica*. Brasília: INEP, 2005. p. 01-12.

MARCEL, G. 13 apps incríveis para professores de biologia. *In: _____*. **Eu quero Biologia**. Ribas do Rio Pardo: [s.l]:[s.n], 13 abr. 2016. Disponível em: <http://www.euquerobiologia.com.br/2016/04/13-apps-incriveis-para-professores-de-biologia.html>. Acesso em: 05 nov. 2018.

MARIANO, R. S. **O Uso das Tecnologias na Aprendizagem de Biologia em Escolas da Rede Pública**. 2014. 36f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2001.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. New York: Cambridge University Press, 2005.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

MENDES, M. A. A. **Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de biologia celular para a primeira série do ensino médio**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências), Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2010.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Revista de Ciências da Educação**, Lisboa, n. 03, p. 41-50, mai/ ago. 2007.

MORAES, M. **Gestão Escolar**: Curso Técnico em Secretaria Escolar - Educação a distância. Recife: Secretaria Executiva de Educação Profissional de Pernambuco, 2018.

NEVES, R. F. **Abordagem do conceito de célula: uma investigação a partir das contribuições do Modelo de Reconstrução Educacional (MRE)**. 2015. 264f. Tese (Doutorado) Ensino das Ciências e Matemática, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

OLIVEIRA, R. C. S. **Levantamento de Aplicativos em Tecnologia Móvel no Ensino de Ciências Biológicas**. 2018. 33f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2018.

OLIVEIRA, T. T. **Uso de TICs no Ensino de Biologia: Um Olhar Docente**. 2013. 35f. Monografia Especialização (Pós-Graduação em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2013.

OLIVEIRA, A. C. S; *et al.* Modelos Didáticos como Recurso para o Ensino de Biologia: Uma Experiência Didático-Pedagógica com Alunos do Ensino Médio de uma Escola Pública de Iguatu/Ce. *In: EDUCERE*, 12., 2015, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: PUCPR, 2015. p. 01-12.

OLIVEIRA, J. P.; MELO, M. M. R.; SOUSA, E. B. S. Tecnologias Digitais na Educação: Desafios e Perspectivas para o Século XXI. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO CONEDU*, 3., 2016. Natal. **Anais [...]** São Paulo: Realize, 2016. p. 01-12.

SÁ, R. G. B; LOPES, F. M. B; PEREIRA, A. B; JOFILI, Z. M. S; LEÃO, A. M. A. C. Conceitos abstratos: desafios para o ensino-aprendizagem de Biologia. *In: NOME DO CONGRESSO*, n.8, 2008, Recife. **Anais [...]** Recife SENAC, 2008. p. 01-05.

SANTOS, J. B. **Análise Imagética sobre a abordagem do Filo Cnidária em Livros Didáticos do Ensino Médio**. 2017. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2017.

SANTOS, R. P.; FREITAS, S. R. P. Tecnologias Digitais na Educação: Experiência do Uso de Aplicativos de Celular no Ensino da Biologia. **Cadernos de Educação**, Pelotas, v.16, n. 32, p. 135-150. jan.-jun. 2017.

SILVA, A. X. **Análise imagética do conceito de célula em vídeos do “You Tube” e suas implicações para aprendizagem**. 2015. 30p. Trabalho de Conclusão (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Vitória de Santo Antão, 2015.

SILVA, I. C. S.; PRATES, T. S.; RIBEIRO, L. F. S. As Novas Tecnologias e aprendizagem: desafios enfrentados pelo professor na sala de aula. **Revista Em Debate (UFSC)**, Florianópolis, v. 16, p. 107-123, 2016.

SILVA, E. P.; SILVA, P. O. R. O Uso das Tecnologias Digitais nas Aulas de Biologia. *In: Secretária de Educação do Paraná. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE*. v. 1. Curitiba: SEP, 2014. p.1-22.

SILVA, V. **O Uso do Software como Recurso Didático no Ensino de Ciências e Biologia**. 2003 94f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SILVA, H. C. Lendo imagens na educação científica: construção e realidade. **Pro-Posições**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 49, jan./abr. 2006.

SOARES, W. S. S. L.; RIBEIRO, C. A. N. A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. **Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación**, Bogotá, v. 5, n. 1, p.173-187, 2012.

SOEIRO, E. Resumo da Teoria da Aprendizagem Multimídia. *In*: _____. **Eduardo Soeiro**. Marinheira::[s.n], 01 mar 2014. Disponível em: https://www.eduardosoeiro.info/images/artigos/Resumo_TeoriaCognitivaDaAprendizagemMultimedia.pdf. Acesso em: 01 nov. 2018.

SOUZA, D. A. *et al.* O Uso dos Recursos Tecnológicos nas Escolas Públicas no Município de Bragança Paulista – SP. *In*: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 14., 2017. Resende. **Anais** [...] Resende: Associação Educacional Dom Bosco, 2017. p. 01-16.

SOUSA, R. M.; BARRIO, J. B. M. A célula em imagens: uma análise dos livros didáticos de Biologia aprovados no PNLD 2015. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais** [...] Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 1-10.

TEIXEIRA, J. M.; LIMA, B. A.; FAVETTA, L. R. A. O conceito de célula investigado numa sala de aula de Ensino Médio: um Estudo de Caso. *In*: Semana Tecnológica da FEAU, 2004, Piracicaba. **Anais** [...] Piracicaba: Universidade Metodista de Piracicaba, 2004. p. 1-7.

UNESCO. **Diretrizes de políticas para a aprendizagem móvel**. Paris: UNESCO, 2013.

VIEIRA, M. C.; SANTAROSA, L. M. C. Tendências na inserção de dispositivos móveis na educação: uma revisão de literatura internacional. *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 18., 2013, Porto Alegre. **Anais** [...] Porto Alegre: TISE, 2013. p. 495-498