HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

ANIMAÇÕES VIRTUAIS SOBRE A REPLICAÇÃO DO DNA E A TEORIA COGNITIVA DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

VIRTUAL ANIMATIONS ON DNA REPLICATION AND COGNITIVE THEORY OF MULTIMEDIA LEARNING

Nicki Rosberg Ferreira MAIA[1]

Resumo: As tecnologias digitais estão incluídas cada vez mais no contexto da sala de aula. Nesse sentido, a qualidade das animações virtuais utilizadas pelos docentes e discentes em sala de aula deve ser discutida e refletida. Dessa forma, esta pesquisa tem como objetivo analisar a utilização das animações virtuais relacionados à temática "replicação do DNA" com base em alguns princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Mayer (2005). Para a avaliação foram selecionadas cinco animações de acesso livre, que apresentassem uma boa qualidade técnica e demanda em visualizações na plataforma do youtube. Nessa pesquisa, demonstrou-se que as animações relacionadas ao tema replicação do DNA, não levaram em consideração a todos os princípios da TCAM, o que consequentemente pode ocasionar uma sobrecarga cognitiva e gerar uma ineficiência no processo de ensino e aprendizagem. Tendo em vista que, um material instrucional que simula eventos biológicos, mas que apresenta falhas processuais e conceituais pode provocar no discente a construção de concepções mentais erradas. Nessa perspectiva, é necessário que as animações utilizadas pelos professores recebam um tratamento metodológico, que se fundamenta em critérios de avaliações pedagógicas da TCAM tanto em sua produção quanto em sua aplicação.

Palavras-chave: Animações Virtuais. Aprendizagem Significativa. Ensino de Biologia. TCAM.

Abstract: Digital technologies are increasingly included in the classroom context. In this sense, the quality of the virtual animations used by teachers and students in the classroom must be discussed and reflected. Thus, this research aims to analyze the use of virtual animations related to the theme "DNA replication" based on some principles of the Cognitive Theory of Multimedia Learning (TCAM) by Mayer (2005). For the evaluation, five open access animations were selected, which presented a good technical quality and demand in views on the youtube platform. In this research, it was demonstrated that the animations related to the theme DNA replication, did not take into account all the principles of TCAM, which consequently can cause a cognitive overload and generate an inefficiency in the teaching and learning process. Bearing in mind that, an instructional material that simulates biological events, but that presents procedural and conceptual flaws can cause students to build wrong mental conceptions. In this perspective, it is necessary that the animations used by

[1] Universidade Estadual do Rio Grande do Norte (UERN). E-mail: nickirosberg@gmail.com

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

teachers receive a methodological treatment, which is based on the criteria of pedagogical assessments of TCAM both in its production and in its application.

Keywords: Virtual Animations; Meaningful Learning; Biology teaching; TCAM.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de Objetos de aprendizagem como animações no ensino de ciências está aumentando em decorrência das novas tecnologias. Dentre outros fatores, esse crescimento está relacionado a natureza complexa associada aos conceitos da área. Os alunos frequentemente relatam equívocos e dificuldades de aprendizagem associados a vários conceitos, em destaque para aqueles que existem em um nível microscópico, como a replicação do DNA e outros. Estudos realizados por Stith (2004) e O'day (2007) comprovam que o uso de animações virtuais possibilita exemplificar os processos celulares e moleculares da replicação do DNA a uma compreensão detalhada da estrutura e do funcionamento difícil de ser obtida a olho nu, sendo também melhor compreendido do que em um texto ou por uma imagem estática do livro didático. Esses estudos demonstram que as animações virtuais melhoram a compreensão de assuntos difíceis e abstratos relacionadas à biologia celular. Nessa pesquisa, teremos como objetivo analisar a utilização de animações virtuais relacionados aos processos da replicação do DNA, baseando-se em princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM). A Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia busca melhorar a qualidade pedagógica, minimizar a sobrecarga cognitiva e tornar a aprendizagem significativa.

A proposta metodológica de análise para as animações que integram os objetos de aprendizagem multimídia será a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer – TCAM (2005). Para o autor, a aprendizagem multimídia é aquela que se dá de maneira mais eficiente por meio de palavras e imagens associadas. Porém, o uso de ambas não assegura uma melhor aprendizagem e existe uma série de princípios que podem ser aplicados de forma a facilitá-la. Tais princípios podem contribuir para que os materiais multimídia possam ser mais eficientes quanto a seu uso no ensino.

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

2. OS DESAFIOS E PERSPECTIVAS DAS ANIMAÇÕES NO ENSINO DE BIOLOGIA E NOS CONTEÚDOS DE REPLICAÇÃO DO DNA

Ao longo da última década, a abordagem unificadora de muitos cursos de biologia evoluiu de uma ênfase em todo o organismo para uma concentração na base molecular e celular da vida. Essa mudança recente reflete na pesquisa da biologia em direção a uma abordagem que recai sobre questões de função, estrutura, desenvolvimento e evolução nos níveis molecular e celular. Para refletir sobre essas complexidades dos processos, os alunos nos conteúdos de biologia celular são ensinados que os organismos são feitos de células, que as células eucarióticas são compartimentadas em organelas, enquanto as células procarióticas não possuem compartimentos, porém, e que a vida celular é mantida por processos moleculares e celulares. Naturalmente, a complexidade desses processos e sua inter-relação são muitas vezes difíceis para o aluno compreender, devido à falta de um mediador que simule o processo no sentido de estimular uma representação mental. Por exemplo, os alunos aprendem que um processo essencial, como a replicação do DNA, envolve a enzima DNA polimerase, mas o fato da DNA polimerase em si ser, na verdade, um complexo multimérico de proteínas, muitas vezes não é compreendido. Os estudantes também podem não perceber que a DNA polimerase não age sozinha, mas sim que é um componente do processo de replicação que envolve vários complexos multiproteícos, e que cada complexo desempenha um papel essencial na duplicação do DNA.

Um grande desafio para os educadores de biologia é ensinar esses processos para que os alunos possam compreender sua complexidade. Devido a esse desafio, muitos educadores não realizam apenas simples apresentações em sala de aula e atribuem leituras dos principais livros didáticos. A maioria procura novas abordagens que melhorem a aprendizagem dos processos biológicos para os alunos e o uso da visualização nos processos produz resultados significativos entre essas abordagens (XAVIER et al., 2017).

O estudo baseado na aprendizagem dos estudantes mostrou que a percepção visual é o sentido mais desenvolvido em humanos e é uma forma importante pela qual aprendemos (PAIVIO, 1986). A visão nos permite coletar e processar informações de nosso ambiente e tomar decisões ou formar conceitos a partir dessas informações. Do ponto de vista educacional, a visualização auxilia o

e-ISSN: 2318-1540

estudante a compreender os processos complexos na conversão de um conceito abstrato em um objeto visual específico que pode ser mentalmente manipulado.

A visualização é uma ferramenta valiosa na aprendizagem de tópicos científicos, porque ajuda os alunos com importantes relações conceituais. Na sala de aula moderna, o professor usa várias ferramentas de visualização enquanto leciona. Quando desenha-se em um quadro, a atenção pode ser direcionada ilustrando as estruturas ou moléculas envolvidas em um processo. Isso é certamente útil para nomear os componentes e fornecer uma aproximação de sua orientação relativa no início de um processo. Mas, essa abordagem não é eficaz quando tentamos ilustrar como essas moléculas ou estruturas interagem. Depois que todos os detalhes da interação são ilustrados no quadro, o que frequentemente resulta é um desenho não ordenado que consiste em uma série complexa de linhas e setas apontando para diferentes objetos. Embora isso possa fazer sentido para um aluno mais experiente, não é tão informativo para o discente que possui dificuldades conceituais e na aplicação de soluções de problemas (UPSON-TABOA, MONTOYA, O'LOUGHLIN, 2019).

Segundo Pozo e Crespo (2009), muitos alunos encontram dificuldades conceituais e no uso de estratégias de raciocínio e solução de problemas próprios do trabalho científico. Ainda de acordo com os autores, muitas vezes, os alunos não conseguem adquirir as habilidades necessárias para elaborar um gráfico a partir de alguns dados, enquanto outros até sabem resolver alguns problemas, mas não entendem o que estão fazendo e, portanto, não conseguem aplicar a sua aprendizagem em novas situações, sendo isso uma consequência das próprias práticas escolares de solução de problemas, que tendem a estar mais centradas em tarefas rotineiras, decoração e com escasso significado científico (DELIZOICOV et al., 2011).

Segundo Mendes (2010), embora a ciência e as tecnologias tenham avançado, percebe-se que as aulas de biologia, na maioria das situações, estão limitadas a aulas expositivas com apenas um quadro branco, que por muitas vezes são utilizados como o único recurso didático, o que é possível ocasionar desmotivação, falta de interesse e pouca participação dos alunos pela aprendizagem.

Uma importante vantagem das animações virtuais consiste em se aliar na exposição de fenômenos temporais, permitindo a sua observação, que poderia até a levar horas, dias ou anos em tempo real, tornando assim o processo pedagógico direto e mais simples, gerando o contato dos estudantes com as ideias centrais que se deseja mostrar (HECKLER et al., 2007). As animações como

e-ISSN: 2318-1540

instrumento didático são acessíveis e disponíveis aos alunos em qualquer momento, e dentro de uma ótica construtivista, as animações didáticas visam fornecer aos alunos uma experiência direta, fazer hipóteses e observar os efeitos destas hipóteses. Essa liberdade para formular hipóteses e relacionar conteúdos existentes aos novos, é o que proporciona ao aluno a capacidade de pensar e não de memorizar mecanicamente. O teórico David Ausubel, acreditava que aprender significativamente é ampliar e reconfigurar conceitos já existentes na estrutura mental e com isso ser capaz de relacionar e acessar novos conteúdos (MAGARÃO et al., 2012).

Nesse sentido, a articulação das disciplinas biológicas e educacionais deve acontecer diante da construção de conceitos, a partir dos conhecimentos prévios que os alunos em formação já dispõem, por meio do diálogo, da investigação, do questionamento, da reflexão e da experimentação. É fundamental que o professor desenvolva o hábito de levantar hipóteses e de pensar os fatos de diferentes formas. Uma das teorias que se adequa às propostas citadas é a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. Além de valorizar a aprendizagem de conceitos, ela promove, na estrutura cognitiva do aluno, a generalização significativa do conhecimento como produto da atividade reflexiva permitindo o domínio dos conceitos e proposições verbais pelas experiências prévias dos conhecimentos (PELLIZARI et al., 2002).

De acordo com Ausubel, existem duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra: o conteúdo a ser ensinado deve ser potencialmente revelador e o estudante precisa estar disposto a relacionar o material de maneira consistente e não arbitrária, e reconhecer a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento. As ideias de Ausubel também se caracterizam por basearem-se em uma reflexão específica sobre a aprendizagem escolar e o ensino, em vez de tentar somente generalizar e transferir à aprendizagem escolar (PELLIZARI et al., 2002).

Nesse sentido, a Teoria da Carga Cognitiva tem particular relevância no cuidado que devemos ter no momento da elaboração de materiais didáticos, em particular dos que ocorrem das potencialidades multimídia (REZENDE; COLA, 2004). Tendo por premissa que a aprendizagem é potenciada quando a sobrecarga cognitiva do aprendiz é reduzida, Mayer (2005) elaborou uma lista de princípios que poderão ser o fio condutor na execução de materiais didáticos de formato digital potencializadores de uma aprendizagem significativa que veremos a seguir.

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

2.1. A TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA E O PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

O conceito de aprendizagem multimídia, de acordo com Mayer (2005), é uma forma de comunicação que combinam palavras e imagens destinadas a promover a aprendizagem. Esta comunicação pode ser feita por qualquer meio, seja em papel ou computador. As palavras podem ser impressas (livro) ou ditas (narração). As imagens podem ser estáticas (ilustrações ou fotografias) ou dinâmicas (animação ou vídeo). Ainda segundo o autor, um dos argumentos que favorecem a utilização de animações é que as pessoas aprendem melhor através de palavras e imagens do que apenas através de palavras.

Para Almeida et al., (2014) e Valente (1999), um dos objetivos da teoria da aprendizagem multimídia está em constituir tentativas e meios que descrevam os caminhos de como se aprende melhor utilizando ambas, palavras e imagens. O problema está em para quem, como, quando e em que sequência se devem utilizar imagens e palavras de forma a alcançar resultados no aprendizado. As mensagens educacionais multimídia devem, no entanto, ser compatíveis com a forma pela qual as pessoas aprendem. Ou seja, o desenho das mensagens deve ter atenção a tudo que sabemos sobre o modo como a informação é processada pelas pessoas.

Mayer (2005) procurou entender o que acontece na mente quando ocorre o processamento de uma mensagem multimídia e como a construção dos conteúdos pode melhorar a aprendizagem. O modelo integrado proposto por Mayer, objetiva explicar os mecanismos cognitivos como base da aprendizagem multimídia a partir de três pressupostos: O primeiro pressuposto, se baseia na teoria dos duplos canais de entrada das informações. De acordo com Paivio (1986), há dois sistemas de codificação para a elaboração da informação e a sua representação cognitiva: o sistema verbal que pertence à decodificação da fala e dos textos e o sistema não verbal que analisa as informações visuais e produz imagens mentais. O segundo pressuposto de acordo com (CHANDLER; SWELLER, 2005), se baseia no fato de que a quantidade de informações tratáveis pela memória de trabalho é limitada e, portanto, um excesso de carga cognitiva prejudica a elaboração e a aprendizagem. O terceiro pressuposto é chamado de processamento ativo. A suposição final é que, para tornar algo significativo, as pessoas processam ativamente as informações prestando atenção, organizando e integrando as informações.

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

Segundo Mayer (2005), o aprendizado a partir de representações multimídias é um processo cognitivo que envolve vários processos mentais, conforme explicado na teoria cognitiva da aprendizagem multimídia e envolve três tipos de memória: memória sensorial, memória de trabalho e memória de longo prazo . De acordo com essa teoria, durante o processo de aprendizagem, as imagens e palavras chegam do mundo exterior sob forma de uma apresentação multimídia e entram na memória sensorial através dos olhos e dos ouvidos (incluídos na memória sensorial).

A memória sensorial permite que as imagens e o texto impresso sejam retidos pela memória sensorial visual, como imagens visuais exatas por um período de tempo muito reduzido, e que as palavras proferidas e outros sons sejam retidos como imagens auditivas exatas pela memória sensorial auditiva, também por um curto período de tempo. A tarefa central da aprendizagem tem lugar na memória de trabalho. Ela é utilizada para reter temporariamente conhecimentos na consciência ativa e para os manipular. A memória de longo prazo é o local onde se encontram armazenados os conhecimentos do aprendiz. Essa memória consegue reter grandes quantidades de conhecimentos por longos tempos (SERENELLI, 2015).

A teoria cognitiva da aprendizagem multimídia está relacionada a uma epistemologia construtivista da aprendizagem. De acordo com o construtivismo, os estudantes desenvolvem ativamente sua própria compreensão do mundo, em vez de ter uma compreensão entregue a eles (THOMPSON, 1995). Tal perspectiva requer que os estudantes sejam participantes ativos no processo de aprendizagem, ao invés de meramente ser um receptor de informações.

Essa informação deve ser construída, após isso, ela é armazenada na memória de longo prazo como esquema mental. Os alunos tentam acessar esses esquemas mentais quando são estimulados a fazê-lo. Comunicar os próprios pensamentos através de modelos visuais também pode incluir desenhar em papel, gerar modelos visuais em um computador, manipular modelos visuais com ferramenta de software e manipular um modelo visual externamente (THOMPSON, 1995).

Segundo Almeida et al. (2014) quando um material didático é construído de modo que o aluno utilize o canal visual para receber instruções de texto e de imagem simultaneamente, ocorre uma sobrecarrega da memória operacional. Isso dificulta a compreensão do conteúdo porque ambas as informações, texto e imagem, são processadas pelo mesmo canal. Por outro lado, em materiais

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

instrucionais, os quais utilizam imagens acompanhadas de texto narrado, esses são processados por canais diferentes e alcançam melhores resultados na aprendizagem.

2.3. PRINCÍPIOS DA TEORIA COGNITIVA DA APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA

Segundo Mayer (2001), os princípios da TCAM preconizam que as informações sejam transmitidas de maneira a não sobrecarregar alguns dos canais de recepção de informações (visual ou auditivo), respeitando os limites da capacidade cognitiva do aluno. No desenvolvimento de animações para qualquer assunto, é importante entender quais atributos pedagógicos são mais eficazes. Nesta pesquisa, foram selecionados pelos autores alguns dos princípios que servem de base para o estudo e aprimoramento das animações didáticas:

Princípio da Modalidade: Ocorre quando os alunos aprendem com maior facilidade se, em uma apresentação multimídia, as imagens são apresentadas junto com o texto narrado. Se apresentarmos texto narrado, a informação entrará pelo canal auditivo, enquanto a informação da imagem entrará pelo canal visual, não ocorrendo sobreposição da informação em um mesmo canal.

Princípio da Coerência: Este princípio sugere a necessidade de eliminar os materiais estranhos, como textos, imagens e áudios, que não guardem a devida coerência ou relação com os assuntos expostos. Tais materiais podem ser considerados irrelevantes e desnecessários, já que somente aumentam sobrecarga cognitiva.

Princípio da Redundância: A redundância ocorre quando a mesma informação é apresentada em múltiplas formas de maneira simultânea e repetida em excesso. Neste sentido, o material redundante cria sobrecarga cognitiva que dificulta a aprendizagem. Quando é apresentado em um material, imagem, narração, texto e som para ilustrar o mesmo objeto, torna-se redundante e excessivo.

Princípio da proximidade espacial: O aluno organiza melhor a informação quando existe contiguidade espacial, ou seja, quando as palavras, o texto e as imagens se encontram próximas umas das outras atendendo ao fato de possibilitarem a construção de um referencial de ligação entre elas.

Princípio da proximidade temporal: Segundo este princípio, as palavras e suas imagens correspondentes além de estarem próximas, também devem ser apresentadas de maneira simultânea.

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

Princípio da sinalização: Segundo esse princípio, a aprendizagem é mais eficiente quando existem sinais ou pistas que indicam, no texto, o que deve ser analisado na imagem. O ato de direcionar a atenção do aluno leva-o a focar nos elementos importantes para os objetivos da lição e facilita a seleção e organização na memória operacional.

De acordo com os pressupostos enunciados resultam seis princípios que devem ser levados em consideração no desenvolvimento das análises das animações.

3. METODOLOGIA

Este estudo originou-se a partir da seleção de animações disponíveis na internet para uma análise qualitativa e quantitativa desses recursos, pois enquanto a abordagem qualitativa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, a abordagem quantitativa se baseia na investigação de dados estatísticos e numéricos visando gerar medidas mais precisas. Os pesquisadores que utilizam os métodos qualitativos buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, já na análise quantitativa busca-se quantificar os valores e as trocas simbólicas que se submetem à prova de fatos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Inicialmente, foi realizado um estudo sobre o tema replicação do DNA e seus processos envolvidos. Partindo disso, foram selecionadas cinco animações relacionadas à temática escolhida que obedecia aos critérios para os níveis de avaliação. Tais critérios na escolha das animações se basearam em fontes confiáveis e seguras que proporcionassem qualidades visuais e profissionais para uma análise adequada que atendesse o objetivo da pesquisa.

Todas essas animações foram acessadas pelo Youtube, a principal plataforma de compartilhamento de vídeos do mundo, pelo motivo da fácil acessibilidade, gratuidade e em proporcionar espaços para que o usuário faça suas sugestões críticas que podem ser usadas ou não pelo desenvolvedor.

Nesta pesquisa, optou-se por utilizar os princípios da TCAM como parâmetros para a avaliação das animações, uma vez que esses priorizam a minimização da sobrecarga cognitiva dos materiais multimídia. A seguir, descreveremos ao menos seis princípios da TCAM, utilizados neste trabalho, para a avaliação das animações sobre a replicação do DNA: 1. Princípio da modalidade; 2.Princípio

da coerência; 3. Princípio da redundância; 4. Princípio da proximidade espacial; 5. Princípio da proximidade temporal; 6. Princípio da sinalização.

A seguir discutiremos as análises das animações virtuais relacionados aos processos da replicação do DNA, baseando-se nos princípios da TCAM.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os princípios da TCAM utilizados como parâmetros visam priorizar a redução da sobrecarga cognitiva dos materiais multimídia, favorecendo uma aprendizagem significativa com o seu uso. De início, em termos quantitativos objetivou-se analisar as animações disponíveis na plataforma youtube, a disponibilidade total ou não dos princípios da TCAM: modalidade, coerência, redundância, proximidade espacial, proximidade temporal e sinalização (gráfico 1).

No (quadro 1) são apresentados os dados e referências das animações, com as informações pertinentes ao título da animação, o seu endereço eletrônico da internet e a citação da fonte dos produtores. Em seguida, na análise qualitativa buscou-se interpretar esses princípios nos elementos presentes nos vídeos.

Animação	**Endereço eletrônico**	**Fonte**
A1. Animação sobre a replicação do DNA	https://www.youtube.com/watch?v=T3RK7w0nfOc&t=2s	Animavet animações da veterinária
A2. Replicação do DNA	https://www.youtube.com/watch?v=551vPb-h31w&t=14s	Rogério Fonseca
A3. Replicação do DNA	https://www.youtube.com/watch?v=dRBgmZ8Iozc&t=3s	Flávio Miranda
A4. Replicação do DNA	https://www.youtube.com/watch?v=DjNGgte52lI	Gabriel Moraes
A5. Replicação do DNA	https://www.youtube.com/watch?v=kAYv7f8hhns	Girls4world

Quadro 1 – Animações sobre a replicação do DNA.
Fonte: (Elaborada pelos autores baseado em dados da pesquisa)

De acordo com os dados apresentados no (Quadro 1), com base nos princípios da TCAM verificados nesta pesquisa, observa-se que o único princípio atendido de forma unânime e positiva,

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

em todas as animações, foi o princípio da redundância. Identificou-se o atendimento do princípio da modalidade em 3 animações, A1 (animação da replicação do DNA), A2 (Do DNA a proteína) e A3 (Replicação do DNA). Nessas animações observa-se a ocorrência da narração oral e imagens, o que é satisfatório para o aprendizado, pois os alunos adquirem uma aprendizagem significativa se, em uma apresentação multimídia, as imagens são apresentadas junto com o texto narrado.

Princípios / Animação	Modalidade	Coerência	Redundância	Espacial	Temporal	Sinalização
A 1. Animação sobre a replicação do DNA	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Sim
A 2. Do DNA a proteína	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
A 3. Replicação do DNA	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
A 4. Replicação do DNA	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não
A 5. Replicação do DNA	Não	Não	Sim	Não	Sim	Não

Quadro 2 – Atendimento dos princípios da TCAM nas animações sobre replicação sobre a replicação do DNA obtidas do youtube.
Fonte: (Elaborada pelos autores baseado em dados da pesquisa)

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

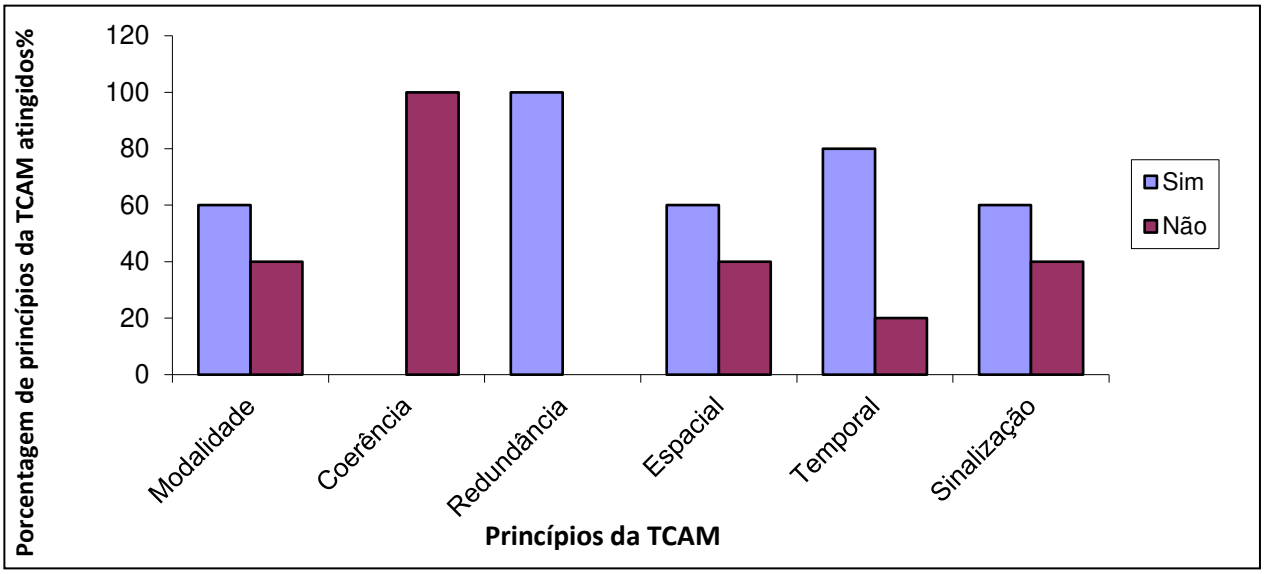

Gráfico 1 - Atendimento dos princípios da TCAM no aspecto geral.
Fonte: (Elaborada pelos autores baseadas em dados da pesquisa)

Na análise baseada no princípio da coerência, as animações de forma geral não apresentaram esse critério de forma satisfatória e adequada por serem identificados em certos trechos sinais e interferências que podem prejudicar a aprendizagem. Em razão disso, por conveniência não optamos em classificar as animações como parciais, mas como apenas totais ou não. Nesse sentido, observou-se a ausência desse princípio em 100% das animações. De forma unânime as animações apresentaram sons e fundos musicais desnecessários e irrelevantes que não contribuem para a aprendizagem do conteúdo ensinado.

Na verificação das animações foi demonstrado que apenas 3 (60%) (A1, A2 e A3) atenderam satisfatoriamente o princípio da proximidade espacial. O aluno organiza melhor a informação quando existe proximidade espacial, ou seja, quando as palavras, o texto e as imagens se encontram próximas umas das outras atendendo ao fato de possibilitarem a construção de um referencial de ligação entre elas. Ressaltando-se o fato de que as imagens não devem incluir palavras descritivas.

Em relação ao princípio da proximidade temporal as animações A2, A3, A4, e A5 apresentaram na construção das animações uma sincronia cronológica efetiva. Sempre quando o professor escolher uma animação para ilustrar o processo de replicação do DNA, deve-se evitar as animações que

e-ISSN: 2318-1540

desassociam o texto e as imagens na tela ou aquelas que apresentam atrasos na reprodução dos eventos, pois a apresentação de um texto e de uma animação que não apresentam simultaneidade na mesma tela pode provocar a dispersão da atenção dos alunos.

Na análise de acordo com o princípio da sinalização, em apenas 3 animações (A1, A2 e A3) encontramos as características que atendem o pressuposto. De um modo geral, as animações produzidas precisam ser mais detalhadas e minuciosas, sempre buscando estimular objetivamente e sugestivamente o aluno através de alguma uma palavra, frase ou cor, sempre incentivando sua capacidade cognitiva. Na sequência analisaremos individualmente cada animação com base nos princípios da TCAM.

A1 - Animação sobre a replicação do DNA – A animação atendeu positivamente ao princípio da modalidade apresentando imagens com narração. Nesse caso os dois principais canais sensoriais: o visual e o auditivo foram utilizados reduzindo a carga cognitiva. Se apresentarmos texto narrado, a informação entrará pelo canal auditivo, enquanto a informação da imagem entrará pelo canal visual, não ocorrendo sobreposição da informação em um mesmo canal. Já em relação ao princípio da coerência, a animação não atendeu satisfatoriamente, devido apresentar sons de fundo e outros efeitos sonoros irrelevantes que podem desconcentrar a percepção do aluno. O entendimento nesse princípio é que quanto mais simples e objetiva for a apresentação de determinado assunto, maior a facilidade de processamento das informações por parte dos alunos. De acordo com o princípio da concordância, verificou-se que a animação atendeu satisfatoriamente. Não há evidências de redundâncias, pois a mesma só é caracterizada quando a informação é apresentada em múltiplas formas de maneira simultânea e repetida em excesso, tais como narração, texto, imagem e sons.

No que se refere ao princípio da proximidade espacial, foram observadas que as imagens se encontram próximas umas das outras, atendendo ao fato de possibilitarem a construção de um referencial de ligação entre elas. Em relação ao princípio da proximidade temporal foram identificadas por diversas vezes que algumas descrições textuais não ocorriam de forma simultânea com as imagens. Concernente ao princípio da sinalização foi observado que durante apresentação da replicação do DNA algumas setas surgiam na tela para indicar e sinalizar pontos importantes no processo de replicação e estruturas como a sinalização pontilhada em círculos sobre a helicase que será responsável pela abertura da molécula de DNA, permitindo assim a formação das forquilha de

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

replicação que também está propositalmente sinalizado em forma de círculo pontilhado. A partir dessa região a replicação segue um curso bidirecional nas duas fitas de DNA. Segundo esse princípio, a aprendizagem é mais eficiente quando existem sinais ou pistas que indicam, no texto, o que deve ser analisado na imagem. O ato de direcionar a atenção do aluno leva-o a focar nos elementos importantes para os objetivos da lição e facilita a seleção e organização na memória operacional.

A2 – Replicação do DNA – A animação atendeu satisfatoriamente ao princípio da modalidade, pois não apresentou textos escritos, mas narração associada às imagens. Em relação ao princípio da coerência foi observado um som musical de fundo que é visto como desnecessário para o conteúdo proposto. A análise do princípio da concordância demonstra que não houve excesso de repetições de informações excessivas que gerassem uma grande carga cognitiva. O princípio da proximidade espacial foi respeitado de forma correta e organizada com as palavras e imagens surgindo próximas uma das outras.

O princípio da proximidade temporal também é atendido adequadamente evidenciando o tempo em que as imagens e palavras surgem de forma simultânea nos eventos em tela. O princípio da sinalização pode também ser identificado através de setas que ligam a determinadas estruturas nos processos de replicação do DNA como enzimas: Polimerases, primase, helicase, ligase e outras.

A3 - Replicação do DNA – A animação cumpre o princípio da modalidade, pois as imagens estão acompanhadas de narração, apesar de algumas descrições estarem na língua inglesa não existe interferência na aprendizagem, devido os termos e conceitos serem comuns nos conteúdos que envolvem os processos moleculares do DNA. Em relação ao princípio da coerência, assim como nas demais animações foi identificado a presença de um fundo musical que pode comprometer a aprendizagem do aluno expectador. Com base no princípio da redundância não foram identificados excessos ou repetições. A animação corresponde o princípio da proximidade espacial, pois as imagens estão próximas do texto e não permitem gerar uma confusão na representação mental.

Analisando a animação mediante o princípio da aproximação temporal é visto que as imagens ocorrem concomitantemente. Referente ao princípio da sinalização, foram usadas diversas técnicas de sinalização como cores para identificar estruturas no DNA, setas e estruturas sublinhadas permitindo o estudante focar mais nas partes importantes.

HORIZONTES - REVISTA DE EDUCAÇÃO
e-ISSN: 2318-1540

A4 e A5 – Replicação do DNA – Em razão das duas animações terem aspectos semelhantes foi preferível realizar a descrição de ambas juntas. Segundo o princípio da modalidade, observou-se que ambas não atendem a esse princípio da TCAM, pois apresentam apenas narração com texto e não com narração falada como assegura o pressuposto da modalidade. Sendo assim, o único canal sensorial utilizado é a visão, o que pode ocasionar ao estudante uma sobrecarga cognitiva para o seu aprendizado, uma vez que o canal sensorial auditivo não é utilizado.

A presença da informação verbal com legendas no decorrer da apresentação do vídeo, sobrecarrega o canal visual e não atende ao princípio da modalidade. Caso a informação fosse passada em áudio, evitaria essa sobrecarga. Analisaram-se também as animações segundo o princípio da coerência, mas não houve uma resposta positiva devido o fato de ambas apresentarem o uso de fundos musicais supérfluos ao conteúdo sugerido. Em relação ao princípio da redundância não houve um excesso considerado de informações nas animações.

De acordo com o princípio da proximidade espacial as animações até que mantêm a relação espacial de proximidade das palavras e imagens, mas não atendem de forma absoluta, pois fazem uma descrição textual prolongada dos passos e eventos dos processos de replicação. Em relação ao princípio da proximidade temporal pode-se afirmar que há uma concordância no tempo entre as imagens e palavras que aparecem de forma simultânea na animação. Já no princípio da sinalização, não foram atendidos os requisitos que podem auxiliar na aprendizagem do aluno, evitando a dispersão da sua atenção aos detalhes dos processos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observamos nessa pesquisa que as animações obtidas do youtube sobre a replicação do DNA com base em alguns princípios da TCAM, pouco levaram em consideração os princípios dessa teoria na sua construção e apresentação.

É de grande importância os dados obtidos nessa pesquisa, pois servirão de base de apoio e reflexão dos agentes envolvidos na temática da replicação do DNA. Segundo a teoria dos processos cognitivos, um material didático mal construído sem levar em consideração os princípios da cognição humana, pode contribuir para uma ineficiência no processo de ensino-aprendizagem ao invés de proporcionar uma aprendizagem significativa.

e-ISSN: 2318-1540

Concluímos que faz-se necessário os planejadores de materiais multimídias e também professores analisarem com critérios a qualidade pedagógica de uma animação antes de ser utilizada em sala de aula. Algumas animações sobre replicação do DNA se sobressaem sobre as demais, porém, não estão isentas de correções que possam contribuir na aprendizagem eficiente. Não há nenhuma restrição ou impedimento do seu uso em sala de aula, somente procuramos nesse estudo propor uma conscientização de que o simples uso de uma tecnologia ou um recurso que seja diferente de uma aula expositiva não é garantia de um melhor aprendizado. Uma aprendizagem significativa utiliza como base um planejamento e uma metodologia, e a TCAM é uma das possíveis teorias padrões para se analisar animações virtuais e evidenciar a forma que a abordagem das informações é construída e transmitida para os alunos.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. A. et al. *Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia*. **Ciência & Educação. Bauru, v. 20,n.4, p.1003-1017, 2014.**

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A.; PERNAMBUCO, M. M. ***Ensino de ciências: fundamentos e métodos***, 4. ed. Editora: Cortez. São Paulo, 2011.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; FILHO, K. S. O. *Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica.* **Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 29(2). pp: 267-273, 2007**

LOWE, R. K. *Animation and learning: value for money?* In: ATKINSON, R.; McBEATH, C.; JONAS-DWYER, D.; PHILLIPS, R. (Editores). **Beyond the comfort zone: Proceedings of the 21st ASCILITE Conference. Perth. pp. 558-561, 2004.**

MAGARÃO, J. F. L.; STRUCHINER, M.; GIANNELLA, T. *Potencialidades pedagógicas dos audiovisuais para o ensino de ciências: uma análise dos recursos disponíveis no portal do professor.* ANAIS... **II Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente Niterói/RJ, 2012.**

MAYER, R. et al. ***The Cambridge handbook of multimedia learning***. New York: Cambridge University Press, 2005.

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

MENDES, M. A. A. *Produção e utilização de animações e vídeos no ensino de Biologia Celular para a 1° série do ensino médio.* 103 f. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade de Brasília, Brasília, 2010.**

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. ***Métodos de pesquisa*.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

O'DAY, D. H. *The Value of Animations in Biology Teaching: A Study of Long-Term Memory Retention*. **CBE – Life Sciences Education**. v. 6. pp: 217–223, 2006.

PAIVIO, A. ***Mental representations: a dual coding approach*.** Oxford: Oxford University Press, 1986.

PELIZZARI, A. et al. *Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel*. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, 2002.

POZO, J. I; CRESPO, M.A.G. ***A aprendizagem e o ensino***, Ed. 5 Artmed: Porto Alegre,2009.

REZENDE, F.; COLA, C. S. D. *Hipermídia na educação: flexibilidade cognitiva, interdisciplinaridade e complexidade*. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 2, p. 1-11, 2004.

SERENELLI, F. *Aprendizagem multimídia e conteúdos interativos: uma experiência de pesquisa experimental em Mídia-Educação em escolas de Montevideo*. In: **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 8, n. 17, p. 177-132, 2015.

SWELLER, J. ***Implications of cognitive load theory for multimedia learning***. In: MAYER, R. E. Cambridge handbook of multimedia learning. New York: Cambridge University Press. p. 19-30, 2005.

THOMPSON, P.W. *Constructivism, cybernetics and information processing: implications for technologiesof research on learning*. In: Steffe LP, Gale J, editors. **Constructivism in education. UK: Lawrence Erlbaum Associate Publishers**; 1995.

STITH, B. J. *Use of animation in teaching cell biology*. *Cell Biology Education*. v.3. pp: 181-188, 2004.

XAVIER, A. R.; OLIMPIO, D. M.; ALMEIDA, S. M. N.; MARTINS, E. S. *Uso de objetos educacionais no ensino de ciências biológicas: alternativa metodológica para o ensino médio.* **Interdisciplinary Scientific Journal**. v.4, n.4, p. 16-36, Oct-Dec, 2017.