



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

TEREZA CRISTINA LIMA PORTELA

**AVALIAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM (OA) SOBRE EVOLUÇÃO
BIOLÓGICA (EB) A PARTIR DA TEORIA DA CARGA COGNITIVA (TCC)**

FORTALEZA – CEARÁ

2019

Tereza Cristina Lima Portela

**AVALIAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM (OA) SOBRE EVOLUÇÃO
BIOLÓGICA (EB) A PARTIR DA TEORIA DA CARGA COGNITIVA (TCC)**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO, do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Estadual do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Me. Mário César Amorim de
Oliveira

FORTALEZA – CEARÁ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Portela, Tereza Cristina Lima.

Avaliação de Objetos de Aprendizagem (OA) sobre Evolução Biológica (EB) a partir da Teoria da Carga Cognitiva (TCC) [recurso eletrônico] / Tereza Cristina Lima Portela. - 2019.

1 CD-ROM: il.; 4 ¼ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 111 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Fortaleza, 2019.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientação: Prof. Me. Mário César Amorim de Oliveira.

1. Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs).
2. Avaliação de Recurso Didático. 3. Ensino de Biologia. 4. Ensino de Evolução Biológica.. I. Título.

Tereza Cristina Lima Portela

**AVALIAÇÃO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM (OA) SOBRE EVOLUÇÃO
BIOLÓGICA (EB) A PARTIR DA TEORIA DA CARGA COGNITIVA (TCC)**

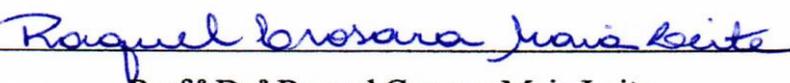
Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO, do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Estadual do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovada em: 29 de julho de 2019.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Me. Mário César Amorim de Oliveira (Orientador)

Universidade Estadual do Ceará – UECE


Prof.ª Dr.ª Raquel Crosara Maia Leite

Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof. Dr. Daniel Cassiano Lima

Universidade Estadual do Ceará – UECE

Relato do Mestranda

Após o término da graduação e o início do exercício da docência, percebi a necessidade de obter formação através da pós-graduação. Entretanto, a correria da profissão docente e a exigência econômica que me obriga a aderir o máximo de horas-aulas quanto possível impediu-me de optar pela realização do mestrado acadêmico que normalmente exige dedicação exclusiva. Por tudo isso o sonho/necessidade de ter acesso a pós-graduação ficou pausado por sete anos. O surgimento do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia tornou possível a adesão a pós-graduação. Retornar ao meio acadêmico possibilitou o aprofundamento de conhecimentos adquiridos na graduação, a aquisição de novos conhecimentos e atualizar-me com o que vem acontecendo no meio acadêmico. O caminho foi árduo cheio de altos e baixos. Muito trabalho, muita leitura. Trabalhar e cursar uma pós-graduação é um grande desafio, mas não é uma missão impossível. A vontade de progredir, o apoio e a compreensão dos professores que compõem o colegiado e da coordenação local foram de grande ajuda. Contudo, foi uma grande alegria colocar-me novamente como aluno e estar disposto a aprender. Participar do PROFBIO deu-me um novo olhar sobre o planejamento de minhas aulas, como meus alunos aprendem e qual o meu papel no processo de ensino-aprendizagem. Dessa forma foi possível reciclar minha atuação profissional e me fez conceber um novo olhar sobre a biologia e a docência.

AGRADECIMENTO

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por seu apoio financeiro ao PROFBIO.

Aos meus pais, Vicente e Eliete, duas pedras preciosas. Sempre me apoiando, dando conselhos, consolando, arrancado gargalhadas sem fim de minha alma.

Às minhas irmãs, Maria e Valéria, pelo companheirismo, pela amizade sem limitações.

Ao meu marido, amigo, amante, companheiro, Júlio César, por ter aceitado encarar comigo essa jornada árdua.

Ao “clube da Luluzinha”: Edite, Ana, Gerlane e Francisca, sempre torcendo e orando mesmo que distante.

Aos colegas de curso, cujo momentos de descontração tornaram o fardo mais leve.

Aos professores que aceitaram o desafio de trazer o ProfBio ao Ceará. Um alento aos companheiros de profissão, que assim como eu não vislumbravam, até então, a possibilidade de obter o título de mestre.

Ao meu orientador, que estendeu a mão e me acolheu no meio do caminho. Muito grata pela sua orientação e dedicação. Uma pessoa sábia e amável.

E por fim, à Deus e à sua Mãe, que tomei como minha, e que colocou em minha vida todas essas pessoas que me levantam do chão e me empurram para frente.

RESUMO

Nas últimas décadas, a vida cotidiana foi facilitada e transformada pelo advento das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e a educação, por sua vez, não poderia ficar de fora desse avanço. A Evolução Biológica (EB) é de importância central na Biologia; contudo, seu ensino é complexo e envolve uma série de controvérsias que requerem mais atenção e cuidado dos docentes. A visão distorcida da ciência e, particularmente, da EB, como inimigas da humanidade, parece compor o cenário de uma crise mundial. Contrariando o senso comum, a EB não afeta somente o passado, sem qualquer benefício para a sociedade atual. Pelo contrário, ela contribui para inúmeras áreas da ciência e da sociedade e seu ensino contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico. Tendo em vista que na rede estadual de ensino no Ceará, há uma maior distribuição de laboratórios de informática que de laboratórios de ciências, aqueles podem se constituir em um importante espaço para a aquisição de conhecimentos acerca da EB. Nesse contexto, os Objetos de Aprendizagem (OAs), uma das formas de utilização das TICs na educação, podem mitigar algumas dificuldades do ensino de EB através dos recursos de animação e simulação. Os OAs são disponibilizados em bancos digitais específicos ou plataformas de ensino a distância e podem ser definidos como qualquer recurso digital (re)utilizado para apoiar a aprendizagem. Todavia, o uso de OAs por si só não eleva a qualidade do ensino ou facilita o processo de aprendizagem, fazendo-se necessário avaliá-los a partir de critérios pedagógicos, buscando investigar sua real colaboração na aquisição do conhecimento. A Teoria da Carga Cognitiva (TCC), elaborada por John Sweller e colaboradores, trata da aquisição do conhecimento, baseando-se na arquitetura cognitiva humana. A partir de seus efeitos, a TCC orienta a produção de materiais de ensino que reduzam a sobrecarga cognitiva infligida sobre a memória de trabalho e, dessa forma, favoreça a aprendizagem. Nesse Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM), a partir de alguns efeitos da TCC foram elaborados uma ‘Ficha de Avaliação de OAs’ e um ‘Roteiro de utilização da Ficha de Avaliação de OAs’ para avaliar 14 OAs do Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), que tratavam da temática de ‘Evolução Biológica e Ideias Evolucionistas’. Verificamos que os OAs avaliados estão de acordo com o efeito da ‘Atenção Dividida’, pois integram textos e gráficos dependentes na mesma tela. Entretanto, quanto ao efeito da ‘Modalidade’ os OAs avaliados não foram satisfatórios, pois utilizam apenas o canal sensorial visual. Todavia, estão de acordo com o efeito da ‘Redundância’, pois usam textos curtos e não se utilizam de

conteúdos irrelevantes para aprendizagem. No que diz respeito ao efeito dos ‘Elementos Isolados’ encontramos OAs que apresentam apenas conceitos simples e OAs que trabalham conceitos complexos. Desse modo, concluímos que os OAs avaliados podem se constituir em um excelente recurso para o ensino de EB, desde que façam parte de um planejamento que busque a melhor maneira de utilizá-los a fim de não sobrecarregar a memória de trabalho do estudante.

Palavras-chaves: Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs). Avaliação de Recurso Didático. Ensino de Biologia. Ensino de Evolução Biológica.

ABSTRACT

In the last decades, everyday life was facilitated and transformed by the advent of the Information and Communication Technology (ICTs), and education, in turn, could not be apart from this advance. Biological Evolution (BE) has a core importance in Biology; however, teaching it is complex and involves a series of controversies which requires more attention and care from teachers. A distorted view of science and, particularly, of BE as being enemies of humanity seems to compose the scenario of a world crisis. Opposed to common sense, BE does not affect only the past, without any benefit to today's society. On the contrary, it contributes to numerous fields of science and society, and teaching it promotes the development of critical and scientific thinking. Since in Ceará's state educational system computer labs are more widely distributed than science labs, those can compose an important environment for learning BE. In this context, the Learning Objects (LOs), one of the ways of using ICTs in education, can mitigate difficulties in the teaching of BE by using animation and simulation resources. The LOs are available in specific digital databases or distance learning platforms and can be defined as any digital resource (re)used to support learning. However, the use of LOs by itself does not elevate the quality of teaching nor facilitates the process of learning, thus being necessary to evaluate them through pedagogical criteria, aiming to investigate their real collaboration in knowledge acquisition. The Cognitive Charge Theory (CCT), elaborated by John Sweller and his collaborators, regards to knowledge acquisition, based on human cognitive architecture. From its effects, CCT guides the production of teaching resources that reduce cognitive overload inflicted upon working memory and, this way, help learning. In this Master's Degree Conclusion Work, based on some effects of CCT, a 'LOs Evaluation Sheet' and a 'Script of use of the LOs Evaluation Sheet' were elaborated in order to evaluate 14 LOs from the International Bank of Educational Objects (IBEO), which dealt with the theme 'Biological Evolution and Evolutionary Ideas'. It was verified that the evaluated LOs are in accordance with the 'Divided Attention' effect, because they integrated texts and graphs that are dependent on the same screen. Nonetheless, in respect to the 'Modality' effect, the evaluated LOs were not satisfactory, since they used only the visual sensorial channel. However, they are in accordance with the 'Redundancy' effect, because they used short texts and did not use contents irrelevant to learning. In respect to the 'Isolated Elements' effect we found LOs that present only simple concepts and LOs that use complex concepts. This way, we conclude that the evaluated LOs

can constitute an excellent resource for the teaching of BE, as long as they are part of a planning that seeks the best way to use them in order to not overload the student's working memory.

Keywords: Information and Communication Technologies (ICTs). Evaluation of Educational Resource. Biology teaching. Teaching of Biological Evolution.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Relação de elementos da TCC no triângulo didático	31
Figura 2 – Trecho do OA 2: explicação de como um taxonomista organizaria os animais da figura baseando-se na Escola Tradicional de classificação	47
Figura 3 – Trecho do OA 10: Ilustra um exemplo de reversão da presença de asas em insetos. Um inseto alado	48
Figura 4 – Trecho do OA 10: Ilustra um exemplo de reversão da presença de asas em insetos. Um inseto áptero	49
Figura 5 – Trecho do OA 11: mostra fragmentos da animação da evolução de células eucarióticas	50
Figura 6 – Trecho do OA 11: mostra fragmentos da animação da evolução de células eucarióticas	51
Figura 7 – Trecho do OA 11: mostra fragmentos da animação da evolução de células eucarióticas	51
Figura 8 – Trecho do OA 9: destaca as patas natatórias do siri	52
Figura 9 – Trecho do OA 9: destaca as patas do siri responsáveis pela locomoção em substrato.....	53
Figura 10 – Trecho do OA 9: destaca as patas do siri responsável pela defesa e pela alimentação.....	53
Figura 11 – Trecho do OA 5: demonstração da relação de parentesco entre espécies.....	55
Figura 12 – Trecho do OA 8: exemplos de grupos monofiléticos	56
Figura 13 – Trecho do OA 8: fragmento da animação que mostra o desenvolvimento embrionário de deuterostomados como exemplo de grupo monofilético.....	57
Figura 14 – Trecho do OA 10: explica o caso de convergência entre as barbatanas dorsais de tubarões e golfinhos	57
Figura 15 – Trecho do OA 10: explicação do termo análise cladística	58
Figura 16 – Trecho do OA 1: momento em que surge uma barreira geográfica entre a população das ratitas	59
Figura 17 – Trecho do OA 13: introdução ao fixismo	59
Figura 18 – Trecho do OA 14: comparação da postura quadrúpede, bipedal primitiva e bipedal ereta	60

Figura 19 – Trecho do OA 14: comparação do volume craniano do <i>Australopithecus afarensis</i> e <i>Homo sapiens</i>	60
Figura 20 – Trecho do OA 2: exemplifica como é feita a classificação por meio da escola tradicional	61
Figura 21 – Trecho do OA 3: introduz ao aluno como é feita a classificação por meio da escola evolutiva	61
Figura 22 – Trecho do OA 4: exemplifica a classificação com base na escola cladista	62
Figura 23 – Imagem do OA 1 (<i>Frame 1</i>)	76
Figura 24 – Imagem do OA 2 (<i>Frame 20</i>)	77
Figura 25 – Imagem do OA 3 (<i>Frame 1</i>)	77
Figura 26 – Imagem do OA 4 (<i>Frame 96</i>)	77
Figura 27 – Imagem do OA 5 (<i>Frame 1</i>)	78
Figura 28 – Imagem do OA 6 (<i>Frame 42</i>)	78
Figura 29 – Imagem do OA 7 (<i>frame 1</i>)	79
Figura 30 – Imagem do OA 8 (<i>frame 32</i>)	79
Figura 31 – Imagem do OA 9 (<i>frame 36</i>)	79
Figura 32 – Imagem do OA 10 (<i>frame 1</i>)	80
Figura 33 – Imagem do OA 11 (<i>frame 1</i>)	80
Figura 34 – Imagem do OA 12 (<i>frame 6</i>)	80
Figura 35 – Imagem do OA 13 (<i>frame 1</i>)	81
Figura 36 – Imagem do OA 14 (<i>frame 1</i>)	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIOE	Banco Internacional de Objetos Educacionais
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EB	Evolução Biológica
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
OAs	Objetos de Aprendizagem
OCEM	Orientações Curriculares para o Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
TCC	Teoria da Carga Cognitiva
TICs	Tecnologias de Informação e Comunicação
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	18
2.1. OBJETIVO GERAL	18
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3.1. EVOLUÇÃO BIOLÓGICA (EB) NO ENSINO MÉDIO	19
3.2. OBJETOS DE APRENDIZAGEM (OAs).....	25
3.3. TEORIA DA CARGA COGNITIVA (TCC).....	29
4. METODOLOGIA.....	39
4.1. ROTEIRO	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA	47
5.2 PRINCÍPIO DA MODALIDADE	50
5.3 PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA	52
5.4 PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS	66
APÊNDICES	76

1. INTRODUÇÃO

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) estão presentes em todos os setores da sociedade. O uso de dispositivos eletrônicos (como computadores, *tablets* e *smartphones*) e da rede mundial de computadores (internet) já faz parte do cotidiano de grande parte da população. Atividades que, anteriores ao advento das TICs, só poderiam ser feitas pessoalmente, tais como pagamentos, transferências de valores bancários, compra e venda, preenchimento de fichas cadastrais, amizades, entre outras, hoje podem ser realizadas virtualmente através de quaisquer dispositivos conectados à internet. Desde meados de 1990, observamos nossas vidas serem facilitadas e transformadas por esses aparelhos e a educação, entendida como um processo sociocultural, certamente não ficaria alheia a essas mudanças.

Segundo o Censo Escolar da Educação Básica (2018), realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), 79,9% das escolas de ensino médio brasileiro possuem laboratório de informática. Isso é um indicativo de que atualmente o espaço escolar possibilita a utilização das TICs como recursos no processo de ensino-aprendizagem, cuja contribuição para o incremento na qualidade da educação é apontada pela Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO, 2018).

No conjunto das TICs, um recurso com grande potencial educacional é o Objeto de Aprendizagem (OA) disponibilizado em bancos digitais específicos ou em plataformas de educação à distância (EaD). Objetos de Aprendizagem - OAs (*Learning Objects – LOs*) são recursos utilizados para promover aprendizagem e estão inseridos no amplo campo da aprendizagem eletrônica – *e-learning* (CHRISTUDAS *et al*, 2018; JAYANTHI *et al*, 2008) que incluem, além de OAs, outros recursos como as plataformas de gerenciamento de aprendizagem online. Um exemplo de plataforma bem conhecido no Brasil é o *Moodle*, defendido por Bechara e Haguenaer (2010) para uma chamada “aprendizagem adaptativa”, por sua vez correspondente a *e-learning* na medida em que se baseia em sistemas educacionais via Web – “*Adaptive and Intelligent Web-Based Educational Systems (AIWBES)*” (BRUSILOVSKY; PEYLO, 2003).

Os OAs são de variados tipos. Há aqueles em formato de jogos, os que simulam situações, as animações, os hipertextos (em que o aluno pode interagir com o texto), os vídeos, os que apresentam apenas imagens ou áudio, entre outros. A potencial eficácia da “gamificação” (termo que remete a “*game*” = jogo, referindo-se à utilização de jogos no contexto de dinâmicas

de grupo) na educação tem sido corroborada pela pesquisa educacional (por ex., POONDEJ; LERDPORNKULRAT, 2016). Avaliações também têm sido feitas de OAs de animação e simulação (ALMEIDA *et al*, 2014; WARMLING *et al*, 2016).

Entretanto, é importante salientar que o uso pedagógico de OAs, por si só, não eleva a qualidade do ensino ou facilita o processo de aprendizagem. Almeida *et al.* (2014) afirmam que muitas vezes as tecnologias são aplicadas sem estudos prévios que investiguem suas contribuições ao processo de ensino-aprendizagem. Para De Godoi e Padovani (2002, p. 13), “o uso de um sistema de baixa qualidade pode afetar, de maneira desfavorável, a aprendizagem”. Não se pode cometer o erro de transferir o método tradicional de ensino, no que tange as relações entre Professor-Conteúdo-Alunos, da lousa para a tela do computador. De modo que advogamos a favor da necessidade da avaliação dos OAs, a partir de critérios pedagógicos, possibilitando a mensuração da contribuição desses recursos ao processo de ensino-aprendizagem.

Warmling *et al.* (2016, p. 509) avaliaram o uso de um OA por estudantes da área da saúde e concluíram que ele despertou o interesse no que estava sendo estudado e transformou as relações de aprendizagem, pois “[...] valoriza novas relações entre o real e o prescrito, além de surgir como inovação às necessidades de uma formação humanista, coerente com práticas em saúde éticas e justas”. Triana-Muñoz, Ceballos-Londoño e Villa-Ochoa (2016, p. 168, tradução nossa) foram além e defenderam a necessária reformulação de instrumentos de avaliação de OAs que integrem “abordagens técnica, pedagógica, conceitual e didática para uma área e conteúdo específico”.

Teorias sobre o processo de ensino-aprendizagem nos auxiliam a compreender como ocorre a aquisição de conhecimentos e podem orientar docentes no planejamento de estratégias pedagógicas. A Teoria da Carga Cognitiva (TCC), elaborada pelo psicólogo australiano John Sweller e colaboradores, trata do processo de aquisição do conhecimento pela mente, baseando-se na arquitetura cognitiva humana, abordando especificamente as limitações da memória de trabalho (LOW, SWELLER, 2017). Considerando que a TCC pode oferecer parâmetros e critérios para a avaliação de recursos didáticos, nosso trabalho consiste em avaliar OAs relacionados à unidade temática “Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica”, estabelecida pelos PCN + (BRASIL, 2004) como um conjunto de conteúdos a ser ensinado no componente curricular de Biologia do ensino médio. Propondo, nesse contexto, como um

produto dessa investigação, ferramentas que possam ser utilizadas por professores na seleção e avaliação de OA para seu uso em sala de aula.

A Evolução Biológica (EB) é tema central na Biologia e seu entendimento se faz necessário para que toda a Biologia faça sentido (FUTUYMA, 2002). Todavia, esse tema é complexo e cercado por polêmicas (BIDINOTO, 2015). Durante o período em que a pesquisadora deste trabalho cursou o ensino médio, bem como a graduação, teve muita dificuldade, tanto quanto inúmeros colegas de sala, para compreender e assimilar os conhecimentos biológicos relacionados à EB. Como docentes, entendemos que vários fatores contribuem para tornar complexa a tarefa de ensinar EB, de modo que, buscando facilitar e tornar mais significativa sua aprendizagem pelos alunos, procuramos em OAs de animação/simulação a possibilidade de apresentar conceitos relacionados à EB de forma menos abstrata. Ao identificarmos os OAs mais adequados para o que procurávamos, começamos a questionar se eles realmente facilitariam a aprendizagem dos conteúdos conceituais pelos alunos ou se seriam somente um substituto, sem adicionar vantagens, ao livro didático ou à aula expositiva.

Almeida *et al* (2014, p.77) afirmam que “são poucas as pesquisas que se ocupam exclusivamente da avaliação dos objetos, o que pode estar relacionado ao uso recente desses recursos digitais no contexto da sala de aula”. Afirmam ainda que, no Brasil, não há uma padronização da avaliação pedagógica de OAs e que também não existe uma tendência única, sendo as estratégias avaliativas muito diversificadas.

A análise de conteúdo das teses e dissertações investigadas nesta pesquisa corroborou a percepção de que existe uma carência no cenário nacional de trabalhos que tratem especificamente da avaliação pedagógica de OA, seja no processo em si ou na proposta de metodologias para esse fim.

A ausência de uma avaliação que contemple os aspectos pedagógicos presentes nesses objetos ou a delegação dessa responsabilidade a profissionais sem a formação específica para esse fim podem comprometer a qualidade desses recursos. Muitas vezes, essa tarefa é atribuída a profissionais que desconhecem o processo cognitivo humano, intensificando o distanciamento entre a proposta e a real contribuição desses artefatos no processo de ensino-aprendizagem.

[...] Isso aponta para a necessidade de se investir em novas pesquisas no sentido de contribuir para a padronização e aprimoramento do processo de avaliação desses objetos. (ALMEIDA *et al*, 2014, p.76)

Santos e Tauroco (2007) explicam que:

Os materiais educacionais que fazem uso de recursos digitais frequentemente sobrecarregam a memória de trabalho dos aprendizes e dificultam a aquisição de esquemas que requer reflexão. Uma análise baseada nos princípios da Teoria da Carga Cognitiva só reforça a ideia de que os recursos tecnológicos por mais atraente que possam parecer, nem sempre estão de acordo com o processo cognitivo humano e por isto nem sempre qualificam o processo de aprendizagem. (SANTOS; TAUROCO, 2007, p. 8)

A Teoria da Carga Cognitiva (TCC), baseada na arquitetura cognitiva humana, foi originalmente organizada em efeitos que bem administrados durante o ensino, podem contribuir com a melhoria da aprendizagem, em função da redução ou da eliminação da sobrecarga da memória de trabalho do estudante. Dessa forma, propomos nesse Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) a avaliação de Objetos de Aprendizagem (OA) relacionados à Evolução Biológica (EB) a partir de alguns efeitos da Teoria da Carga Cognitiva (TCC), a fim de verificar se excedem ou não a carga cognitiva máxima para a aprendizagem, podendo ser, ou não, considerados adequados para serem utilizados como recursos didáticos nesse contexto.

Desse modo, esse trabalho é composto por seis seções. Partindo dessa breve introdução, na segunda seção explicitamos os objetivos geral e específicos que orientaram essa investigação. Na terceira seção, apresentamos a revisão de literatura sobre OA, TCC e EB. Na quarta seção a metodologia de investigação é delineada e os produtos dessa investigação são apresentados, a saber: a ‘Ficha de Avaliação de Objetos de Aprendizagem (OA)’ e o ‘Roteiro de Utilização da Ficha de Avaliação de OA’. A organização e a discussão dos resultados dessa investigação compõem a quinta seção, enquanto na sexta seção, apresentamos algumas considerações finais. Por último, organizamos as referências bibliográficas desse trabalho e em seguida apresentamos os anexos e apêndices.

2. OBJETIVOS

Visto a necessidade de avaliar Objetos de Aprendizagem (OA) sobre a Evolução Biológica (EB), a fim de verificar se estes podem sobrecarregar a memória de trabalho dos estudantes dificultando a aprendizagem, foram traçados objetivos que orientaram o desenvolvimento desse trabalho.

2.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial pedagógico de Objetos de Aprendizagem (OA) relacionados à unidade temática ‘Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica’ a partir de alguns efeitos da Teoria da Carga Cognitiva (TCC).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Selecionar OAs do tipo animação/ simulação relacionados com a unidade temática ‘Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica’;
- Elaborar e validar uma ‘Ficha de Avaliação de Objetos de Aprendizagem (OA)’ a partir de alguns efeitos da TCC;
- Elaborar e validar um ‘Roteiro de utilização da Ficha de Avaliação de OA’.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Na investigação que compõe esse Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) nos propomos ‘avaliar o potencial pedagógico de Objetos de Aprendizagem (OA) relacionados à unidade temática “Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica” a partir de princípios da Teoria da Carga Cognitiva (TCC)’. Nesse intuito, com a etapa de revisão bibliográfica procuramos nos apropriar de ideias e debates que envolvem os três principais temas contemplados no TCM e que organizamos nas três subseções que compõe essa revisão de literatura.

Na primeira subseção, intitulada ‘Evolução Biológica no Ensino Médio’, discutiremos as dificuldades em torno do ensino da temática escolhida para ser estudada a partir dos OAs, contemplando as recomendações dos documentos oficiais e os principais obstáculos apontados na literatura. Em seguida, levantaremos o contexto das políticas educacionais que possibilitou o maior uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na educação, do qual os ‘Objetos de Aprendizagem (OAs)’ são um importante recurso. Por último, apresentaremos as principais contribuições da ‘Teoria da Carga Cognitiva (TCC)’ para a compreensão do processo de ensino-aprendizagem e seus efeitos, dos quais quatro deles foram utilizados como princípios que nortearam a elaboração dos produtos desse TCM, a saber: a ‘Ficha de Avaliação de Objetos de Aprendizagem (OAs)’ e o ‘Roteiro de utilização da Ficha de Avaliação de OAs’.

3.1. EVOLUÇÃO BIOLÓGICA (EB) NO ENSINO MÉDIO

A abordagem histórica e filosófica dos assuntos relacionados à Evolução Biológica (EB) é apontada pelos documentos oficiais da educação brasileira, como de importância fundamental para o crescimento do estudante como um cidadão atuante, seja em sua região ou a nível global. Perceber a transitoriedade dos conhecimentos científicos e desmistificar a visão de que a ciência trabalha com verdades absolutas é importante para o cidadão compreender o papel que a ciência tem na sociedade e apoiá-la. O apoio do cidadão à ciência não deve ser cego, mas consciente de seu papel crítico. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) indica como o tema “Vida e Evolução” pode atuar auxiliando o estudante a “reconhecer as potencialidades e limitações das Ciências da Natureza e suas Tecnologias” (BRASIL, 2018, p. 548). Ao estudar EB, o aluno também aprende a “valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e

explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva” (BRASIL, 2018, p.9), uma das competências gerais da educação básica.

Uma das habilidades propostas pela BNCC é a de “(EM13CNT201) analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente” (BRASIL, 2018, p. 557). O alcance dessa habilidade, “[...] além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais” (BRASIL, 2018, p. 548), pode ser facilitado pelo uso de OAs. Muitas dessas leis e teorias são demasiadamente complexas o que dificulta suas demonstrações em laboratórios de ciências das escolas. Por sua vez, os laboratórios de informática, presentes em 78,1% das escolas de Ensino Médio brasileiras, estão mais disseminadas do que os laboratórios de ciências, presentes em apenas 44,1% das escolas de Ensino Médio brasileiras (CENSO ESCOLAR, 2019).

Dessa forma, os laboratórios de informática podem se constituir em um importante espaço para a aquisição de conhecimentos acerca da EB. Poderiam auxiliar os alunos a “[...] dimensionar processos vitais em diferentes escalas de tempo, além de se familiarizarem com os mecanismos básicos que propiciam a evolução da vida e do ser humano em particular” (BRASIL, 2004, p.50), e ainda, “[...] posicionar-se em relação a questões polêmicas” (BRASIL, 2004, p.50) e “investigar, analisar e discutir situações-problema que emergem de diferentes contextos socioculturais [...] reelaborar seus próprios saberes relativos a essas temáticas” (BRASIL, 2018, p. 548). Todas as habilidades mencionadas são importantes para o desenvolvimento de um cidadão consciente de seu papel na sociedade, capaz de usufruir com ética e responsabilidade dos benefícios proporcionados pelo desenvolvimento científico e tecnológico e com respeito aos recursos naturais do planeta.

Contudo, a simples inclusão de sugestões metodológicas nos documentos oficiais não significa tornar possível sua aplicação, na realidade de sala de aula. Minha experiência docente me leva a crer que a abordagem de assuntos relacionados à “Origem da Vida” e “Evolução Biológica” é sempre caracterizada por dificuldades, tensões e conflitos. (OLIVEIRA, 2011, p. 45)

Compartilhamos das impressões de Oliveira (2011) em relação ao ensino de EB. Entretanto, acreditamos que os Objetos de Aprendizagem (OAs) podem mitigar algumas dificuldades através dos recursos de animações e simulações. Uma outra habilidade a ser

desenvolvida pelos estudantes, proposta pela BNCC, indica a possibilidade de uso desse recurso:

(EM13CNT202) Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros). (BRASIL, 2018, p. 557)

Contudo, os OAs não devem ser acriticamente adotados pelos professores em sala de aula, sem antes uma criteriosa avaliação de seu potencial pedagógico, como também da qualidade das informações divulgadas e de sua adequação aos objetivos de ensino-aprendizagem elencados no planejamento da unidade de ensino. Após essa avaliação prévia e seleção do material, é importante que os professores mantenham um olhar crítico e rígido para analisar se os OAs estão realmente auxiliando os estudantes em seu processo de aprendizagem dos assuntos abordados.

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) recomendam o desenvolvimento da unidade temática “Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica” no 1º semestre do 1º ano do Ensino Médio ou no 2º semestre do 3º ano do ensino médio (BRASIL, 2004). Entretanto, essa recomendação não significa que a EB deva permanecer limitada a esse período. Ao contrário, a temática deve ser abordada durante todo o Ensino Médio, visto sua centralidade no desenvolvimento da Biologia enquanto ciência autônoma (MAYR, 2005, 2008) e na sua importância para o entendimento dos conhecimentos biológicos. “Os cientistas costumam dizer que a biologia evolutiva é o eixo transversal que percorre todas as áreas das ciências biológicas, atingindo inclusive alguns segmentos das ciências exatas e humanidades” (TIDON, VIEIRA, 2009, p. 1). Bizzo e El-Hani (2009) têm essa mesma visão e defendem que o ensino desse assunto não deveria ser deixado apenas para as etapas finais do currículo do ensino médio:

Se deixarmos a evolução para o fim da educação básica, ela tenderá a ser abordada de modo impróprio e não cumprirá o papel integrador que efetivamente tem no conhecimento biológico. Desta maneira, a evolução não é usada para atribuir sentido aos seus produtos, tal como a diversidade biológica, freqüentemente [sic] ensinada como um desfile de diferentes táxons, sem qualquer processo subjacente que os reúna (Rocha et. al., 2007) [...] Deslocar esse assunto para outra posição nos currículos poderia beneficiar abordagens mais amplas, que tratassem da macroevolução e evitassem ou, ao menos, tirassem um pouco do foco sobre questões específicas acerca da dinâmica de genes em populações e ao longo das gerações. Isso poderia tornar o assunto mais coerente e adequado para os aprendizes. (BIZZO; EL-HANI, 2009, p. 253 - 254)

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCEM) tratam da importância e do lugar que a EB deve ocupar no ensino de Biologia:

Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas. O tema 6 dos PCN+ – origem e evolução da vida – contempla especificamente esse assunto, mas é importante assinalar que esse tema deve ser focado dentro de outros conteúdos, como a diversidade biológica ou o estudo sobre a identidade e a classificação dos seres vivos, por exemplo. A presença do tema origem e evolução da vida ao longo de diferentes conteúdos não representa a diluição do tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador no estudo da Biologia. (BRASIL, 2006, p. 22)

Essas orientações deixam claro que a EB é um tema de fundamental importância, não somente por suas características únicas, que perpassa todos os outros temas, sem se diluir, mas como base para o entendimento do todo, como linha de costura que une toda a Biologia. Entretanto, Castro, Oliveira e Leyser (2010) afirmam que esse não é o pensamento de muitos estudantes de licenciatura:

É comum constatar, entre futuros professores, a ideia de que a EB é apenas mais um “capítulo” da Biologia, quando - ainda insistindo na analogia - ela constitui, de fato, o eixo central desta ciência, sobre o qual se constroem com maior significado muitos dos seus demais “capítulos”. Se pretendermos que a EB assuma o seu devido lugar de destaque, é imprescindível que aqueles que dedicam sua vida ao ensino desta ciência não só se apercebam deste *status* da EB, mas que também sejam capazes de desenvolvê-lo melhor, e mais, com seus alunos. (CASTRO; OLIVEIRA; LEYSER, 2010, p. 593)

Futuyma (2002) enfatiza que a EB deveria ser vista durante todo o ensino de Biologia pois proporciona um quadro teórico explicativo que abrange desde fenômenos micro, relacionados aos genes e sua dinâmica, até fenômenos macroscópicos e de dimensões ecológicas. “Em todo o campo das ciências biológicas, a perspectiva evolutiva fornece uma estrutura útil, muitas vezes indispensável, para organizar e interpretar observações e fazer previsões” (FUTUYMA, 2002, p. 6). Todavia, a EB é um tema complexo, polêmico e de difícil abordagem em sala de aula, por vários fatores, desde a dificuldade das pessoas em lidar com temas polêmicos e controversos, até as lacunas formativas de professores que, em virtude disso, não se sentem preparados para ensinar o assunto. (CASTRO; OLIVEIRA; LEISER, 2010; CARNEIRO; OLIVEIRA, 2016)

Tidon e Vieira (2009) apontam algumas dificuldades que professores de Brasília (DF) enfrentam, mas que possivelmente contemplam as de muitos professores em todo o Brasil, ao ministrar o conteúdo de EB no Ensino Médio:

As colocações dos professores, acessadas mediante questionários, apontaram problemas com o material didático, currículo escolar, e falta de preparo dos alunos para compreensão desse assunto. Quando indagados sobre padrões e processos evolutivos, quase a metade dos professores entrevistados demonstrou concepções lamarckistas, ao afirmar que a evolução biológica é direcional, progressista, e que ocorre em indivíduos (ao invés de populações). Essas concepções equivocadas, que simplificam a complexidade da natureza, são muito difundidas em várias partes do mundo, provavelmente porque elas parecem lógicas e fáceis de compreender. (TIDON, VIEIRA, 2009, p.1)

Carneiro e Oliveira (2016) apontam que o problema relacionado ao conhecimento do professor sobre a temática EB pode ser uma deficiência em sua formação inicial:

Os estudantes reconhecem a fundamental importância desses conteúdos como professores em formação; entretanto, seus relatos apontam para a carência do ensino em uma disciplina específica, ou mesmo transversalmente, e da abordagem desses assuntos dentro da universidade, identificando-se um problema sério no contexto de um curso de formação de professores de Ciências e Biologia. (CARNEIRO; OLIVEIRA, 2016, p. 5365)

Essa carência, em relação ao ensino de EB, se deu também na formação inicial da pesquisadora deste trabalho e de certa forma corre o risco de ser transferida ao Ensino Médio durante o exercício do magistério. Se o professor tem visões distorcidas acerca da EB, essas distorções provavelmente vão chegar até seus alunos.

Zamberlan e Da Silva (2009) explicam que alguns estudantes apresentam pensamentos equivocados sobre as ideias evolutivas e muitos estudos indicam problemas relacionados à compreensão das teorias relacionadas à EB, por isso a importância de refletir sobre a forma de apresentação desse assunto. A utilização de Objetos de Aprendizagem (OAs) poderia ser de grande ajuda, se e somente se, esses fossem bem produzidos para não serem uma fonte de propagação de mais equívocos para os alunos.

Assim, a utilização de instrumentos capazes de oferecer aos alunos uma maior diversificação das formas de aprendizagem e maior grau de interação com os conteúdos ensinados em sala de aula podem oportunizar o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias à formação dos educandos (UEHARA; FISCARELLI, 2016, p. 36)

Além de todas as dificuldades inerentes ao ensino de EB, relacionadas a complexidade do assunto e de sua compreensão, percebe-se atualmente iniciativas que visam minar não apenas a EB como a ciência e a legitimidade de seus conhecimentos. São recorrentes

as tentativas de algumas denominações neopentecostais de impor sua visão de mundo religiosa, a partir da inserção de explicações criacionistas para a Origem da Vida e a Diversidade Biológica no ensino de Ciências e Biologia (MARTINS, 2001; SELLES, 2016). Não estamos a partir dessa crítica, descaracterizando o papel das crenças religiosas na formação humana, que pode inclusive ser papel da educação escolar, vede a presença do ensino religioso na atual BNCC. Entretanto, advogamos que a inserção de explicações religiosas no currículo de ciências, seja travestido de cientificidade (como propõem os defensores do Design Inteligente e do Criacionismo Científico) ou não, é que descaracteriza tanto as crenças religiosas quanto o conhecimento científico. Gould (1997, 2002) já argumentou, a partir da ideia dos ‘magistérios não-interferentes’, que tanto a ciência quanto a religião têm seus espaços de legitimidade de produção de conhecimento e de magistério.

Diante de um cenário educacional em que muito ainda precisa ser construído e em que energia precisa ser dispendida para tentar resistir aos retrocessos, os conhecimentos acerca da Biologia Evolutiva, que ainda encontram pouco espaço e tempo de estudo nos currículos escolares, estão ameaçados. (ARAÚJO *et al.*, 2017, p. 14)

A visão distorcida da ciência e em particular da EB, como inimigas da humanidade, parece compor o cenário de uma crise mundial. Essa visão acaba por minimizar recursos para estudos ligados a EB.

[...] a Biologia Evolutiva ainda não representa, nos currículos educacionais e na concessão de verbas para pesquisa, uma prioridade à altura de suas contribuições intelectuais e de seu potencial para contribuir com as necessidades da sociedade. As razões disso talvez incluam a percepção errônea de que todas as questões científicas importantes referentes à Evolução já foram respondidas e a controvérsia entre alguns maus cientistas a respeito da realidade da Evolução e da percepção dela como ameaça a certos valores tradicionais da sociedade. (FUTUYMA, 2002, p. 6)

Ao contrário do senso comum, a EB não incide somente ao passado, sem nenhum benefício para nossa sociedade. Pelo contrário, ela contribui para saúde humana, agricultura e recursos renováveis, produtos naturais, gerenciamento e conservação ambiental e análise da diversidade humana, além de contribuições para outras áreas da ciência como economia, sociologia, computação, matemática, estatística entre outras (FUTUYMA, 2002) e seu ensino contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e científico (PEGORARO *et al.*, 2016).

Porém, as formas com que as informações científicas chegam aos leigos são frequentemente inadequadas a um tratamento dialógico e crítico. E, é preciso ter claro, o entendimento razoável de questões científicas mais complexas – e que são as que, comumente, atingem a grande população - requer uma iniciação no ensino mais básico daquelas ciências. Decorre daí que é necessário entender de evolução - ou de qualquer

outro assunto - para se poder discutir suas implicações externas mais complexas.” (CASTRO; OLIVEIRA; LEYSER, 2010, p. 592)

Na BNCC também se percebe a preocupação acerca de como as informações chegam até os jovens em formação e como essas informações são filtradas e trabalhadas por eles:

Em um mundo repleto de informações de diferentes naturezas e origens, facilmente difundidas e acessadas, sobretudo, por meios digitais, é premente que os jovens desenvolvam capacidades de seleção e discernimento de informações que lhes permitam, com base em conhecimentos científicos confiáveis, investigar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas da vida humana com ética e responsabilidade. (BRASIL, 2018, p. 558)

Por fim, é importante enfatizar nossa preocupação em torno da ainda incipiente quantidade de investigações sobre as questões que envolvem o ensino-aprendizagem de evolução biológica (EB). Oliveira (2012), a partir do levantamento nas atas de três do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO), identificou somente cerca de 4,4% (do total de 905 artigos) de trabalhos publicados abordando essas questões.

Por toda a importância e centralidade já discutida nessa subseção, advogamos que o ensino-aprendizagem de EB deve estar na agenda de pesquisa daqueles que compõem a comunidade de pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia, tanto quanto deve ser foco de maior atenção e cuidado dos professores da educação básica em exercício e daqueles que formam os profissionais que trabalharão nessa seara. No contexto dessa investigação, nosso foco será em torno dos recursos didáticos para essa finalidade, mais especificamente de Objetos de Aprendizagem (OAs) que compõem um conjunto cada vez mais amplo de recursos das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), e que serão abordados na subseção a seguir.

3.2. OBJETOS DE APRENDIZAGEM (OAs)

No ano de 1997, o então Ministro de Estado da Educação e do Desporto (atual Ministério da Educação, MEC) cria o Programa Nacional de Informática na Educação – ProInfo, “com a finalidade de disseminar o uso pedagógico das tecnologias de informática e telecomunicações nas escolas públicas de ensino fundamental e médio pertencentes às redes estadual e municipal” (BRASIL, 1997).

Com o Decreto nº 6.300 de 12 de dezembro de 2007, o ProInfo manteve a sigla, mas foi reestruturado e recebeu nova designação, de Programa Nacional de Tecnologia Educacional, buscando

[...] promover o uso pedagógico da informática na rede pública de educação básica. Nessa perspectiva, prevê a implantação de equipamentos tecnológicos nas escolas, sendo o Ministério da Educação responsável por comprar, distribuir e instalar laboratórios de informática nas escolas públicas de Educação Básica. Porém, para que isso ocorra, Estados, Distrito Federal e Municípios devem se comprometer, garantindo estrutura adequada para receber os laboratórios e capacitar os educadores para o uso das máquinas e tecnologias. (BASNIAK; SOARES, 2016, p. 202)

Basniak e Soares (2016) esclarecem que em 2007 foi criado o ‘ProInfo Integrado’ (Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional) com o intuito de formar professores para o uso didático-pedagógico das Tecnologias da Informação e Comunicação no cotidiano escolar. Entretanto, ao mapear 60 investigações realizadas no período de 1998 a 2013, estes autores constataram que 20 trabalhos mostraram que os “recursos tecnológicos não são tratados como instrumentos de ensino, prevalecendo o caráter instrucionista das aulas, sem aproveitar as potencialidades que as tecnologias podem proporcionar ao ensino” (BASNIAK; SOARES, 2016, p. 210) e que o programa estava priorizando o aspecto técnico nas formações docentes promovidas.

Farias (2013, p. 21) define a Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) “como um conjunto de recursos tecnológicos, os quais permitem maior facilidade no acesso e na disseminação de informações” e sugere que a educação é uma das áreas que mais pode ser favorecida com sua utilização. Para Costa (2010, p. 932), “as TIC são, de fato, a alavanca para a tão necessária mudança da escola, isto é, a mudança dos modos como se ensina e como se organiza e estimula a aprendizagem”. Entretanto, para que essa mudança ocorra se faz necessário uma maior divulgação desses recursos, avaliação dos mesmos e sua integração na formação inicial e continuada de professores.

Os Objetos de Aprendizagem (OAs) fazem parte das TICs e podem ser identificados na literatura acadêmica com outros termos como “Objetos Educacionais” (GRANDO; KONRATH; TAROUCO, 2003) e “Objeto Virtual de Aprendizagem” (WARMLING *et al.*, 2016). Galafassi, Gluz e Galafassi (2013) falam das potencialidades dos OAs enquanto tecnologias essenciais:

Com a evolução da aplicação das TIC na Educação, os ambientes computacionais de ensino e os conteúdos digitais passaram a ser vistos como tecnologias essenciais para a condução dos processos educacionais, sejam eles presenciais ou à distância.

Neste contexto, os Objetos de Aprendizagem (OA) oferecem a possibilidade de auxiliar na aprendizagem mediada por computador, organizando e, ao mesmo tempo, trazendo mais riqueza semântica aos conteúdos educacionais digitais. Os OA despontam na educação presencial e na educação a distância como uma tecnologia que apesar de estar em constante evolução, já pode beneficiar professores e alunos, nos diversos ambientes de aprendizagem e seus contextos. (GALAFASSI, GLUZ e GALAFASSI, 2013, p.42)

Por ser ampla, a definição de Objeto de Aprendizagem (OA) pode causar confusão.

A esse respeito, Gallo e Pinto (2010) discutem que

Um Objeto de Aprendizagem (OA) pode ser considerado qualquer recurso digital, ou não, destinado para fins educacionais (IEEE, 2002). Por essa definição, qualquer recurso como livro, material pedagógico, quadro branco, lousa, CD-Rom, DVD, fotografia, etc., pode ser um OA. A falta de clareza conceitual e de reflexão sobre o OA é evidente pela multiplicidade de definições e de usos que encontramos na literatura científica e nos grupos de pesquisa, principalmente, em países da Europa e dos Estados Unidos. (GALLO; PINTO, 2010, p.2)

No contexto dessa investigação, optamos por uma definição mais restrita de OA, que contemple somente objetos digitais, a despeito da existência na literatura de definições mais amplas e genéricas. Uma definição mais delimitada de OA também pode ser encontrada em vários autores. Sosteric e Hesemeier (2002, p.4, tradução nossa) mencionam a dificuldade de se encontrarem boas definições de OAs e reduzem a definição de objetos de aprendizagem ao essencial: “é um arquivo digital (imagem, filme, etc.) destinado a ser usado para propósitos pedagógicos, o que inclui, internamente ou por associação, sugestões sobre o contexto no qual deva ser utilizado”. Wiley (2000) define OAs de forma também restrita, como qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para apoiar a aprendizagem.

Para De Godoi e Padovani (2002, p. 2), “Um objeto de aprendizagem caracteriza-se por ser principalmente um material educacional reutilizável, ou seja, que pode ser reaproveitado em diferentes cursos, diversas vezes.” E ainda complementa, mencionando objetivos, forma de acesso e contextos de utilização: “[...] um recurso digital [imagem, filme, etc.], criado especificamente com um ou mais objetivos pedagógicos, acessado e usado simultaneamente por muitas pessoas através da internet, em contextos educacionais diversos”.

Audino e Da Silva Nascimento (2010) afirmam que não existe um consenso universalmente aceito a respeito das definições de OAs. Brandão (1998) chama atenção para o fato de que há muitos estudiosos que tentam definir software didático; entretanto, poucos se

dedicam a elaboração de instrumentos para avaliá-los. Definir de forma clara o que são OAs é uma etapa importante na pesquisa; todavia, avaliar a utilização desses OAs na educação também é uma etapa essencial que não pode ser negligenciada.

Dias *et al* (2009) propõem um conjunto de características pedagógicas (quadro 1) e técnicas (quadro 2) para os Objetos de Aprendizagem (OAs) que apresentam resumidamente nos quadros a seguir.

Quadro 1 – Características Pedagógica dos OAs

Característica	Conceito	Autor
Interatividade	Sistema oferece suporte às concretizações e ações mentais.	Assis e Abar (2006)
Autonomia	Recursos de aprendizagem que proporcionem a autonomia, incentivando a iniciativa e tomada de decisão.	Ramos e Santos (2006).
Cooperação	Os usuários trocam idéias e trabalham coletivamente sobre o conceito apresentado.	Ramos e Santos (2006)
Cognição	Refere-se às sobrecargas cognitivas colocadas na memória do aprendiz durante a instrução.	Febre et al (2003)
Afeto	Está relacionado com sentimentos e motivações do aluno com sua aprendizagem e colegas.	Ramos e Santos (2006).

Fonte: Dias *et al* (2009)

Desse modo, a listagem das características dos OAs esclarece um dos motivos da divergência encontrada na literatura para a definição de OA, pois, segundo Audino e Da Silva Nascimento (2010, p.131), “[...] cada autor o define conforme as características que deseja enfatizar, sejam elas pedagógicas ou técnicas”.

Quadro 2 – Características Técnicas dos OAs

Característica	Conceito	Autor
Acessibilidade	Um OA de um local remoto pode ser utilizado em muitos outros locais.	Febre et al (2003)
Agregação	Recursos podem ser agrupados em conjuntos maiores de conteúdos, incluindo estruturas tradicionais de cursos.	Silva (2004)
Autonomia	Verifica se o objeto pode ser apresentado individualmente.	Silva (2004)
Classificação	Permite a catalogação dos objetos auxiliando na identificação dos mesmos, facilitando o trabalho dos mecanismos de busca.	Quinton (2007)
Digital	No computador é trabalhado digitalmente.	Santanchè (2007)
Durabilidade	Continuar usando recursos educacionais quando a base	Febre et al (2003)

Fonte: Dias *et al* (2009)

No contexto da investigação que compõe esse Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM), contemplaremos tanto características pedagógicas quanto técnicas, a partir da Teoria da Carga Cognitiva (TCC) que oferece um quadro teórico profícuo para analisar o potencial pedagógico dos OAs e seu uso no ensino de Biologia, mais particularmente de temáticas

envolvendo a Evolução Biológica (EB). Assim, na subseção seguinte, esclareceremos pontos importantes dessa teoria de aprendizagem e de seus efeitos, alguns deles utilizados na elaboração dos produtos desse TCM, a saber: a ‘Ficha de Avaliação de Objetos de Aprendizagem (OAs)’ e o ‘Roteiro de utilização da Ficha de Avaliação de OAs’.

3.3. TEORIA DA CARGA COGNITIVA (TCC)

A história da elaboração da Teoria da Carga Cognitiva (TCC) se inicia em 1982, a partir do trabalho de Sweller e Levine (1982). Entretanto, sua finalização só ocorreu seis anos mais tarde, em 1988, com a publicação do artigo “*Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning*” por Sweller. Dez anos depois, em 1998, Sweller e colaboradores propuseram uma versão completa e atualizada da TCC com o artigo “*Cognitive Architecture and Instructional Design*”, tornando-se um trabalho seminal e um dos mais citados na área educacional, com mais de 5 mil citações no Google Scholar (SWELLER, 2019).

Em 03 de fevereiro de 2010, Souza (2010) pesquisou no *Google* a expressão “Teoria da Carga Cognitiva” e sua equivalente em inglês “*Cognitive Load Theory*”. Observou que a quantidade de ocorrências da expressão em inglês foi aproximadamente mil vezes maior do que o número de ocorrências da expressão em português. Baseado nesta consulta e em outras informações bibliométricas, o autor afirma que na ocasião (2010) era muito pequeno o número de trabalhos relacionados a TCC no Brasil.

Em 14 de junho de 2018, replicamos a investigação de Souza (2010) a partir de levantamento no *Google Acadêmico* e constatamos 21.800 resultados para expressão em inglês e 419 resultados para expressão em português. Apesar do incremento na quantidade de investigações em português e da redução da diferença em relação aos trabalhos em inglês, verifica-se ainda um modesto número de investigações sobre a TCC no Brasil. Conversas informais com colegas da educação básica e do ensino superior reforçaram a impressão de que a TCC ainda é desconhecida entre educadores e formadores de professores próximos a nós.

A Teoria da Carga Cognitiva (TCC) se baseia na arquitetura cognitiva humana e na melhor compreensão dos mecanismos de funcionamento das denominadas ‘memórias de curto e longo prazo’. Sweller (1988) concluiu que os problemas de aprendizagem que havia observado em suas investigações eram causados principalmente por limitações da memória de curto prazo.

A **memória de curto prazo** é assim denominada devido ao curto período de permanência das informações nela armazenadas (até 6 horas), sendo, em seguida, descartadas se forem consideradas irrelevantes. Se a informação for considerada relevante, será transferida e guardada na **memória de longo prazo**, podendo ser então armazenada por meses, anos ou por toda a vida. Sendo assim, a TCC esclarece que o aprendizado está relacionado com essa transferência da informação da memória de curta duração para a memória de longa duração (REECE *et al.*, 2015; IZQUIERDO *et al.*, 2013). “A memória de curta duração mantém a cognição funcionando durante as horas que a memória de longa duração leva até adquirir sua forma definitiva.” (IZQUIERDO *et al.*, 2013, p.12)

Além das memórias de curto e longo prazo, alguns autores fazem referência a memória de trabalho.

Do ponto de vista da função, há um tipo de memória que é crucial tanto no momento da aquisição como no momento da evocação de toda e qualquer outra memória, declarativa ou não: a **memória de trabalho**. Operacionalmente, representa aquilo que a memória RAM representa nos computadores: **mantém a informação “viva” durante segundos ou poucos minutos, enquanto ela está sendo percebida ou processada [...]** A memória de trabalho **dura segundos e não deixa traços**: depende exclusivamente da atividade neuronal *on line*. Um exemplo é a terceira palavra da frase anterior: durou 2 ou 3 segundos, para dar sentido à frase e conectá-la com a seguinte, mas já desapareceu de nossa memória para sempre. (IZQUIERDO *et al.*, 2013, p.12, grifo nosso)

Entretanto, autores como Souza (2010), Cowan (2008) e Sweller (1988; 2002) tratam de maneira equivalente os termos ‘memória de curta duração’ e ‘memória de trabalho’. Esses autores esclarecem que a memória de curta duração (ou memória de trabalho) é responsável não somente pelo armazenamento temporário da informação, como também pelo seu gerenciamento e processamento. Advertem ainda que uma carga excessiva sobre esta memória prejudica a formação de esquemas para armazenamento na memória de longa duração, em outras palavras, prejudica a aprendizagem. Desse modo, a TCC explica, a partir de seus ‘efeitos’, como a sobrecarga cognitiva infligida sobre a memória de trabalho pode dificultar a transferência da informação para a memória de longa duração, ou seja, a aprendizagem.

Miller (1956) considera que a **memória de trabalho** é limitada e só consegue processar 7 ± 2 itens (*chunks*) por vez. **Chunk** é o termo em inglês (pedaço, em tradução livre) que designa a reorganização de informações para que ocupem um menor espaço na memória de trabalho. Quando uma pessoa memoriza um número de telefone contendo nove algarismos, não o faz decorando algarismo por algarismo (9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1) mas reorganiza os

algarismos 987, 654, 321. Nesse caso, a memória deixa de trabalhar com 9 *chunks* e passa a trabalhar com 3, o que aumenta a capacidade da memória de trabalho. Do mesmo modo acontece com letras e palavras. Memorizar as letras S, B, P, C, C, A, P, E, S separadamente consome mais espaço na memória de trabalho do que agrupar as letras em *chunks* dando a elas significados: SBPC, CAPES (MILLER, 1956; SOUZA, 2010; GABRIEL, MORAIS, KOLINSKY, 2016).

A **carga cognitiva** é a demanda infligida sobre a memória de trabalho e é dividida entre intrínseca, estranha e relevante. A carga cognitiva intrínseca é aquela imposta pela dificuldade inerente ao conteúdo e a princípio não poderia ser reduzida. Entretanto, estudos mostraram que ela pode ser reduzida através da segmentação do conteúdo e sua progressiva reorganização, ou por meio de omissão temporária de algumas informações. Assuntos complexos devem ser ministrados de forma fragmentada e só então, após a compreensão das partes, o conteúdo poderá ser visto como um todo, facilitando sua compreensão total e o aprendizado do aluno (CLARK, NGUYEN e SWELLER, 2006; TAROUCO e CUNHA, 2006).

A carga cognitiva estranha se refere à carga imposta pela maneira como o conteúdo é apresentado, ela pode e deve ser reduzida para liberar espaço na memória de trabalho, sobrando espaço assim para a carga intrínseca. Já a carga cognitiva relevante diz respeito a processos cognitivos necessários para que ocorra a aprendizagem, como a construção e automatização de esquemas (MORENO, 2004; SOUZA, 2010). Em outras palavras, partindo dos elementos do triângulo pedagógico, popular entre docentes em Ciências e Biologia, a carga cognitiva intrínseca refere-se ao conteúdo a ser ensinado, a carga cognitiva estranha envolve o ato de ensinar do professor e o material didático disponibilizado, enquanto a carga cognitiva relevante concentra-se no funcionamento das estruturas cognitivas do estudante.

Figura 1 – Relação de elementos da TCC no triângulo didático.



Fonte: elaborado pela autora.

As cargas cognitivas são somadas e ocupam espaço na memória de trabalho. Os efeitos da TCC orientam a produção de materiais didáticos que reduzam a carga cognitiva estranha com a finalidade de mobilizar mais espaço na memória de trabalho para lidar com a carga intrínseca e ampliar, sempre que possível, a carga cognitiva relevante.

Aqueles alunos com cargas “muito altas” tiveram um desempenho menor em testes subsequentes em comparação com seus colegas que não avaliaram tais cargas. É claro que o ponto exato em que a memória operacional fica sobrecarregada é multifatorial, individual e não é conhecido nem pelo aluno nem pelo instrutor. No entanto, é geralmente aceito que a carga cognitiva intrínseca deva ser apropriada ao nível do aprendiz, que a carga cognitiva externa deva ser reduzida e que a carga relevante aumente, desde que os limites da memória de trabalho não sejam superados. (FRASER, AYRES e SWELLER 2015, p. 296, tradução nossa)

Os efeitos da TCC, foram descritos por Sweller e colaboradores, após muitos anos de estudo e experimentação (SOUZA, 2010). A seguir, serão apresentados os efeitos da TCC, dos quais alguns balizaram a elaboração dos critérios utilizados na ‘Ficha de Avaliação de Objetos de Aprendizagem (OAs)’.

Efeito livre de objetivo - Esse efeito explica que apresentar aos alunos problemas sem objetivo específico reduz a sobrecarga cognitiva do estudante e melhora a aprendizagem sobre a estrutura do problema (SWELLER, LEVINE, 1982). Sweller, Van Merriënboer e Paas (2019) exemplificam um problema com objetivo específico: “um carro é uniformemente acelerado do repouso por 1 min. Sua velocidade final é de 2 km/min. Até onde ele viajou?” (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 2019, p. 5, tradução nossa). Em seguida, mostra como seria o mesmo problema livre de objetivo específico: “Um carro é uniformemente acelerado do repouso por 1 min. Sua velocidade final é de 2 km/min. Calcular o valor de tantas variáveis quanto possível,” (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 2019, p. 5, tradução nossa). E Conclui:

Enquanto a análise de meios-fins tem pouca relação com os processos de construção de conhecimento, a resolução de problemas sem objetivos reduz muito a carga cognitiva e fornece precisamente a combinação de baixa carga e foco nas soluções necessárias para a construção do conhecimento. (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 2019, p. 5, tradução nossa)

Efeito do exemplo trabalhado - A habilidade de resolução de problemas pode exigir o uso de muitos esquemas. Para o aluno iniciante, isso gera uma sobrecarga cognitiva. Os exemplos trabalhados fornecem uma solução completa do problema proposto, que ao ser estudado pelo aluno antes de resolver outros problemas reduzem a carga cognitiva imposta sobre a memória de trabalho (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 2019). Reduzem

ainda, o tempo de processamento e resolução de problemas subsequentes e o número de erros matemáticos (SWELLER; COOPER, 1985).

Efeito da conclusão de problemas - A respeito do efeito do exemplo trabalhado, Sweller, Van Merriënboer e Paas (1998) explicam que sua desvantagem é que o problema com sua resolução completa apresentada ao aluno não obriga que este estude todas as suas etapas cuidadosamente. O exemplo trabalhado favorece a aquisição de esquemas e reduz a sobrecarga na memória de trabalho, mas isso só ocorre se o aprendiz iniciante estuda o exemplo com detalhes. Sweller, Van Merriënboer e Paas (1998) sugerem que além de utilizar exemplos de problemas com solução completa é vantajoso utilizar problemas com soluções parciais para que o estudante complete a solução do problema. “Em estudos de duração mais longa, os problemas de conclusão podem ajudar melhor os alunos a manter a motivação e concentrar sua atenção nas etapas de soluções úteis que estão disponíveis nos exemplos parciais” (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 1998, p. 277, tradução nossa).

Efeito composto da interatividade do elemento - Este efeito é considerado composto, pois altera características de outros efeitos simples da carga cognitiva (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 2019). O Efeito composto da interatividade do elemento estabelece que os efeitos da TCC só se aplicam a materiais que apresentam alta interatividade entre seus elementos, ao contrário, materiais que apresentam baixa interatividade de elementos não apresentam resultados satisfatórios quanto aos efeitos estudados da TCC (SWELLER, 1994). Em outras palavras, princípios/efeitos como atenção dividida, redundância e modalidade só se aplicam se a interatividade entre os elementos do material estudado for alta, caso contrário a observação destes princípios pode ser irrelevante.

Efeito de variabilidade - A variabilidade dos exemplos resolvidos eleva o desempenho de habilidades dos alunos na resolução de problemas. Entretanto esse efeito só é encontrado quando a variabilidade está associada ao efeito do exemplo trabalhado. (PAAS; VAN MERRIËNBOER, 1994). Isso ocorre porque o exemplo trabalhado reduz a carga externa, enquanto a variabilidade de exemplos aumenta a carga intrínseca (relevante) não ultrapassando a limite de processamento da memória de trabalho. Se a carga estranha não for reduzida a elevação da carga relevante poderá sobrecarregar a memória de trabalho dificultando a aprendizagem (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 1998).

Efeito de auto explicação - Quando o aluno estuda exemplos ou conceitos e são induzidos a explicá-los para si mesmo e ainda produzir novos exemplos a aprendizagem é

maior. A elevação da aprendizagem a partir deste efeito foi observado em alunos inexperientes e que não apresentavam conhecimentos prévios sobre o assunto estudado. Em contradição não foi observado benefícios na aprendizagem com alunos mais experientes (RENKL *et al.*, 1998).

Efeito da imaginação - Este efeito mostra que os alunos que são orientados a imaginar conceitos ou a execução de procedimentos, dos quais estão sendo instruídos, exibem aprendizagem superior aos alunos que apenas estudam o material. Entretanto, esse benefício é identificado em alunos mais experientes que apresentam conhecimentos prévio sobre o conteúdo. Alunos menos experientes, que não apresentam familiaridade com o conteúdo têm a memória de trabalho sobrecarregada ao tentar imaginar o conceito ou procedimento estudado. Para estes, é mais indicado apenas estudarem o material instrucional, pois precisam adquirir conhecimentos prévios para só então imaginar a execução de procedimentos dos quais estão sendo instruídos (COOPER *et al.*, 2001).

Efeito composto de reversão de especialização - As técnicas instrucionais orientadas pela TCC tendem a reduzir a carga cognitiva sobre a limitada memória de trabalho. Essa redução ocorre porque o aluno é orientado a adquirir esquemas e armazená-los em sua memória de longo prazo. Uma vez que os esquemas são armazenados passam a não sobrecarregar a memória de trabalho liberando espaço para processar novas informações. Neste caso, as orientações perdem seu efeito para os alunos experientes, efeitos que antes eram essenciais ao aluno inexperiente. Ou seja, o material torna-se redundante ao aluno experiente. Isso pode não auxiliar em sua aprendizagem ou até mesmo atrapalhar por gerar carga cognitiva estranha. Dessa forma o desenho instrucional deve ser adaptado ao nível de experiência do aluno. (SWELLER *et al.*, 2003)

Efeito composto da atenuação de orientação - Devido ao efeito da reversão de especialização a orientação sobre a aprendizagem deve ser reduzida (atenuada) à medida que o aluno vai se tornando experiente no assunto estudado. Para os alunos iniciantes as orientações adicionais e atividades particulares são essenciais para a redução da carga cognitiva, com a aprendizagem o nível de experiência do estudante aumenta e essas mesmas orientações adicionais podem se tornar redundante, gerando carga cognitiva estranha. Dessa forma, se o ideal para um aluno iniciante é ver exemplos de resolução de problemas, com a continuação do curso este aluno deverá ver problemas com conclusões parciais e por fim dedicar-se a resolução de problemas, dessa forma atenuando as orientações de aprendizagem (SWELLER; VAN MERRIËNBOER; PAAS, 2019).

Efeito coletivo da memória de trabalho - Ambientes de aprendizagem colaborativo podem ser mais eficientes do que ambientes de aprendizagem individual. Entretanto, isso acontece à medida que a carga cognitiva necessária a aprendizagem aumenta. Quando a carga cognitiva é alta o processamento da informação é dividido entre os membros do grupo, aumentando coletivamente o limite da memória de trabalho. Este aumento exige a coordenação do processamento da informação gerando um custo (aumento da carga cognitiva externa), todavia este custo é mínimo quando comparado com os benefícios. Se a carga cognitiva for baixa, a aprendizagem individual se torna mais eficiente do que a aprendizagem colaborativa, pois não exige custo adicional (KIRSCHNER; PAAS; KIRSCHNER, 2009).

Efeito composto da informação transitória - A informação transitória é aquela apresentada ao aluno por meio de áudio ou animações, que desaparece em seguida; dessa forma, depende do aluno manter a informação ativada em sua memória de trabalho. Isso traz implicações para a aprendizagem. Se as informações forem pequenas e simples podem ser transmitidas em forma auditiva juntamente com outras informações visuais (ver princípio da modalidade) sem sobrecarregar a memória de trabalho. Por outro lado, se a informação for longa e complexa e não houver formas de simplificá-la, ela deve ser apresentada na forma visual (texto escrito) para que o aluno possa ter acesso às informações críticas rapidamente sempre que necessário, reduzindo a necessidade de armazená-la ativamente na limitada memória de trabalho (LEAHY; SWELLER, 2011).

Efeito movimento humano - Höffler e Leutner (2007) constataram que visualizações dinâmicas (animações) apresentam mais vantagens para a aprendizagem do que imagens estáticas e que a vantagem se torna ainda maior quando o vídeo é altamente realista. Ayres *et al.* (2009) e Van Gog *et al.* (2009) especificam que a vantagem da imagem animada sobre a imagem estática foi observada no aprendizado de habilidades motoras humanas. Van Gog *et al.* (2009) menciona que

visualizações dinâmicas devem ser mais eficazes para tarefas de aprendizado tais como procedimentos cirúrgicos, tarefas de montagem, origami ou esportes, mas muito menos eficazes para tarefas que envolvem movimentos não humanos, como processos mecânicos, biológicos, químicos ou abstratos pelos quais eles são hoje em dia mais frequentemente utilizados. (VAN GOG *et al.*, 2009, p. 25, tradução nossa)

Efeito composto de autogerenciamento - Roodenrys *et al.* (2012) demonstraram que é possível instruir os alunos a auto gerenciar sua carga cognitiva, ensinando-lhes a aplicar técnicas (que reduzam a carga cognitiva estranha) em materiais que não estão de acordo com os princípios da TCC. Os experimentos realizados por esses pesquisadores contaram com a

participação de estudantes universitários com a intenção de gerenciar a atenção dividida presente em materiais instrucionais.

Efeito da atenção dividida - Nos materiais didáticos é comum vermos textos que explicam imagens ou esquemas. Normalmente o texto é separado da imagem e isso provoca o efeito da atenção dividida. O aluno precisa ler o texto, em seguida olhar a imagem e no caso de dúvida voltar para o texto em busca de mais explicações e voltar para a imagem em busca de detalhes. Esse vai-e-volta sobrecarrega a memória de trabalho. O ideal é que o texto explicativo esteja inserido na imagem. A carga sobre a memória de trabalho por causa da divisão espacial entre texto e imagem é considerada carga cognitiva estranha e pode ser reduzida pela integração espacial entre o texto e a imagem. Todavia, o efeito da atenção dividida só ocorrerá se as informações não forem inteligíveis separadamente. Se a compreensão da imagem independe do texto, este princípio perde o sentido. (SWELLER, 2002)

Efeito da modalidade - Souza (2010, p. 52) explica que “a Memória de Trabalho possui um sistema de armazenagem para a informação auditiva e outro para informação visual”. Dessa forma, quando a informação é transmitida por meio de canais sensoriais diferentes a capacidade da memória de trabalho é ampliada. Ao contrário, quando se tenta processar informações diferentes com o mesmo canal, como ler uma lista para memorizar seus itens e ao mesmo tempo desenhar uma imagem qualquer, sobrecarrega-se a memória de trabalho. Entretanto, se a lista é narrada para o indivíduo enquanto desenha, este não precisará ler e terá o canal visual livre para desenhar enquanto o canal auditivo processará os itens da lista a ser memorizada. No caso do material multimídia que apresenta diagramas, a explicação narrada infligirá menor carga sobre a memória de trabalho do que uma explicação que precisa ser lida (SOUZA, 2010; SWELLER, 2002). Isso ocorre quando as duas informações que serão processadas por canais distintos não são inteligíveis separadamente, ou seja, uma informação depende da outra para compreensão do todo. É como assistir um vídeo sem áudio, mas com legenda. A memória de trabalho fica sobrecarregada ao tentar visualizar a imagem e o texto simultaneamente. Se em vez da legenda for inserida uma narração, reduz-se a carga estranha.

Efeito da redundância - Quando várias fontes de informações, cada uma com sentido completo, são transmitidas por canais diferentes (auditivo e visual) acontece a redundância, pois poderiam ser reduzidas a uma só (LOTERO, 2012). É como fornecer um texto para o aluno e junto com ele sua narração. Isso sobrecarrega a memória de trabalho. Sweller (2002) explica que se um diagrama for autoexplicativo adicionar um texto que traga a

mesma informação é dispensável, pois tal prática apenas adiciona carga estranha a memória de trabalho.

O efeito de redundância ocorre quando a informação adicional, em vez de ter um efeito positivo ou neutro, interfere com a aprendizagem [...]. Se uma forma de instrução é inteligível e adequada, fornecendo a mesma informação em forma diferente irá impor uma carga cognitiva estranha. Os recursos de memória de trabalho precisarão ser usados para processar o material adicional e possivelmente relacioná-lo com a informação inicial. (SWELLER, 2002, p. 1506, tradução nossa)

Efeito dos elementos isolados - Quando o material a ser apresentado ao estudante é de alta complexidade e excede os limites da memória de trabalho é necessário dividir o conteúdo em elementos e apresentá-los separadamente. Após a fixação desses elementos na memória de longo prazo através de esquemas (aprendizagem), os elementos podem ser reunidos para a compreensão do material como um todo. Dessa forma não há sobrecarga na memória de trabalho (CHONG, 2005).

A utilização dos efeitos **atenção dividida, modalidade, redundância e elementos isolados** como base para avaliar os objetos de aprendizagem (OAs) que serão utilizados pelos estudantes, nos ajuda a reduzir possíveis sobrecargas em suas memórias de trabalho. A sobrecarga atrapalha a aprendizagem, dificultando-a ou tornando-a mais lenta, podendo ainda estar relacionada à desmotivação dos alunos para a aprendizagem.

A respeito dessa sobrecarga na memória de trabalho e sua relação com os recursos utilizados nas estratégias de ensino aprendizagem, Santos e Tauroco (2007) afirmam que

Os materiais educacionais que fazem uso de recursos digitais frequentemente sobrecarregam a memória de trabalho dos aprendizes e dificultam a aquisição de esquemas que requer reflexão. Uma análise baseada nos princípios da Teoria da Carga Cognitiva só reforça a idéia [sic] de que os recursos tecnológicos por mais atraente que possam parecer, nem sempre estão de acordo com o processo cognitivo humano e por isto nem sempre qualificam o processo de aprendizagem. Por isso, esse artigo destaca a necessidade de uma maior divulgação da Teoria da Carga Cognitiva a educadores para que possam fazer uso da tecnologia na educação mais adequada ao desenvolvimento educacional de seus alunos. (SANTOS; TAUROCO, 2007, p.8)

Verificamos que geralmente os Objetos de Aprendizagem (OAs) e os recursos didáticos, de um modo geral, são avaliados somente a partir de aspectos técnicos; todavia, faz-se necessária sua avaliação também a partir de critérios pedagógicos.

Além de outros aspectos, torna-se necessário investigar se o modelo de produção utilizado no OA não contempla apenas aspectos como presença de interatividade, de um *design* motivante e de atividades desafiantes, mas, sobretudo, investigar se a utilização daquele recurso é ou não eficaz no processo de ensino e aprendizagem. (ALMEIDA; CHAVES; ARAÚJO JR., 2012, p.3)

Nesse sentido, Souza (2010) recomenda a observação dos efeitos Atenção Dividida, Modalidade e Redundância (denominado de princípios, no contexto de sua investigação) da Teoria da Carga Cognitiva (TCC) na elaboração de animações.

Esses princípios aplicam-se ao ensino presencial e são particularmente úteis ao ensino a distância e ao ensino baseado no computador (tutoriais interativos ou tutoriais inteligentes), uma vez que nesses a veiculação dos materiais pedagógicos, por ser feita por meio do computador, disponibiliza necessariamente recursos multimídia. (SOUZA, 2010, p.149)

Advogamos que os efeitos da TCC podem balizar não somente a elaboração de animações, como também a de outros tipos de OAs, tanto quanto a de ferramentas para a avaliação desses recursos didáticos. Nesse sentido, apresentaremos na seção seguinte a fundamentação da metodologia de investigação desse Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) e da elaboração dos produtos propostos, a saber: a ‘Ficha de Avaliação de Objetos de Aprendizagem (OAs)’ e o ‘Roteiro de utilização da Ficha de Avaliação de OAs’.

4. METODOLOGIA

Para atingir o objetivo geral desse Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) que é ‘avaliar o potencial pedagógico de Objetos de Aprendizagem (OA) relacionados à unidade temática “Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica” a partir de alguns efeitos da Teoria da Carga Cognitiva (TCC)’, delineou-se uma investigação de natureza qualitativa, de caráter exploratório, do tipo análise documental (GIL, 2002). A pesquisa é documental à medida que entendemos um documento como uma “produção material humana, fruto de realidades múltiplas e complexas que precisam ser desveladas pelo pesquisador” (FARIAS; SILVA; CARDOSO, 2011, p.38).

A partir dessa seção do texto, os efeitos da TCC escolhidos (Atenção Dividida, Modalidade, Redundância e Elementos Isolados) para nortear o trabalho de investigação serão tratados como **princípios**. Essa alteração do termo, tal como realizado por Souza (2010), justifica-se por compreendermos que esse termo identifique melhor o significado dos efeitos da TCC no contexto dessa investigação, tendo em vista que os utilizaremos como bases, pilares, princípios, na elaboração dos produtos desse trabalho. O próprio autor da TCC e colaboradores já fizeram uso do termo princípio para designar os efeitos da atenção dividida (AYRES; SWELLER, 2014), redundância (KALYUGA; SWELLER, 2014) e modalidade (LOW; SWELLER, 2014).

Os Objetos de Aprendizagem (OA) analisados foram coletados no repositório do Banco Internacional de Objetos Educacionais – BIOE (<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>) que disponibiliza acesso gratuito ao seu acervo. Afonso *et al* (2011) explicam que os

[...] repositórios de recursos educacionais digitais são sistemas de informação que permitem o aproveitamento e reutilização de objetos educacionais, como animações, softwares educacionais, vídeos, mapas, entre outros, construindo um acervo dinâmico que subsidia as diversas práticas pedagógicas. (AFONSO *et al.*, 2011, p. 152)

Particularmente sobre o BIOE, os autores acrescentam que

[...] é uma iniciativa que utiliza os recursos tecnológicos a favor do conhecimento, pois incita o desenvolvimento e o uso de objetos educacionais. Isso vai de encontro

às perspectivas da educação moderna, que prima pelo acesso a recursos multimídias e em linha. (AFONSO *et al.*, 2011, p. 157)

Foram coletados somente os OA do tipo animação/simulação, em língua portuguesa, relacionados com a unidade temática ‘Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica’. Privilegiamos os OA do tipo animação/ simulação por serem uma ferramenta eficaz (FRASER, AYRES, SWELLER, 2015) de ensino-aprendizagem e por tornar os processos e fenômenos abordados mais próximos da realidade e mais significativos para os alunos (ALMEIDA *et al.*, 2014). De Oliveira Leite (2005, p.7) defende a utilização de recursos do tipo animação/simulação argumentando que “[...] utilizar animações, ilustrando situações que exigiam maior grau de abstração, contribuiu para a fixação e assimilação dos conteúdos trabalhados”.

O *site* do BIOE foi acessado em 08 de maio de 2018, e foram encontrados um total de 1590 OA disponíveis para o componente curricular de Biologia do Ensino Médio. Desses, 414 foram classificados como do tipo animações/simulações; entretanto, somente 26 OA são relacionados a unidade temática “Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica”, contemplando o tema que investigamos.

Após o *download* dos 26 vídeos, na etapa seguinte, todos foram assistidos na íntegra e excluídos do corpus de análise aqueles que, a despeito da classificação apresentada no *site*, não eram do tipo animação/simulação, tais como arquivos de texto e imagens não animadas, resultando em 14 OA compondo nosso corpus. Organizados no Apêndice A estão as sinopses dos 14 OA avaliados nessa investigação.

A avaliação dos OA que compõem o corpus de análise dessa investigação foi realizada a partir do uso de uma ‘Ficha de Avaliação’ (que disponibilizamos no Apêndice B) construída no contexto dessa investigação, baseada em quatro princípios da Teoria da Carga Cognitiva (TCC), cujos pormenores foram apresentados na subseção 3.2 desse trabalho. A seguir, detalhamos o ‘Roteiro de Utilização da Ficha de Avaliação de OA’, construído para orientar a utilização da ficha quando do processo de avaliação de objetos de aprendizagem (OA).

4.1. ROTEIRO

Com o objetivo de avaliar o potencial pedagógico dos Objetos de Aprendizagem (OA), segue o roteiro de utilização da 'Ficha de Avaliação de OA' construído a partir de quatro princípios da Teoria da Carga Cognitiva (TCC). Cada pergunta deverá ser respondida de modo que os itens de resposta são mutuamente excludentes, ou seja, apenas um item deve ser marcado como resposta. Na Ficha há espaços para observações que o avaliador poderá utilizar caso opte por uma avaliação mais minuciosa e descritiva do OA.

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA

As perguntas 1 e 2 investigam os OA a partir do princípio da Atenção Dividida. Para a Teoria da Carga Cognitiva (TCC), se os textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) possuírem significados que se complementam, estes devem ser apresentados de forma integrada para evitar que a atenção do estudante seja dividida entre gráficos e textos, estratégia que aumentaria a carga cognitiva necessária para a aprendizagem a partir do OA.

1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?

SIM - Se o OA apresentar textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) que se complementam para que haja entendimento do conceito trabalhado.

NÃO – Se textos e gráficos apresentam conteúdo independentes. Neste caso o princípio de Atenção Dividida não se aplica

OBSERVAÇÃO: Se o avaliador tiver marcado NÃO a questão 2 deverá ser desconsiderada.

2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?

SIM - Se houver integração entre textos e gráficos que se complementem na mesma tela. Neste caso o OA não está dividindo a atenção do aluno, o que evita sobrecarga da memória de trabalho do estudante.

NÃO - Se o avaliador perceber que textos e gráficos que se complementam aparecem em telas separadas. Neste caso a memória de trabalho do estudante poderá ser sobrecarregada.

PRINCÍPIO DA MODALIDADE

O princípio da Modalidade nos OAs é investigado por meio das questões 3 e 4. Segundo este princípio, o uso simultâneo dos canais auditivo e visual distribui a carga cognitiva, evitando sobrecarga na memória de trabalho utilizada pelo estudante no seu processo de aprendizagem. Entretanto, a carga cognitiva só é redistribuída quando as informações transmitidas por esses canais são distintas, tal como a narração de uma animação cujo roteiro explica um conceito. Se a informação transmitida pelos canais auditivo e visual for a mesma, como a leitura de um texto que aparece na tela, segundo a teoria a carga cognitiva não é distribuída e isso favorece a sobrecarga da memória de trabalho do estudante, prejudicando o aprendizado a partir do OA.

3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?

Aqui o avaliador indicará quais canais sensoriais o OA está utilizando.

AUDITIVO - Se o OA utilizar apenas o som.

VISUAL - Se fizer uso apenas de imagem.

AMBOS - Se o OA utilizar som e imagem.

Conforme este princípio, seria mais indicado o uso de ambas as modalidades para evitar sobrecarga.

4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?

SIM - Se o OA usar áudio para explicar animações e imagens.

NÃO - Se o OA usar legendas para explicar animações e imagens. Neste caso, poderá ocorrer sobrecarga da memória de trabalho, já que o estudante usará o mesmo canal sensorial para obter a informação, tendo que observar a animação/imagem e a legenda.

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

As questões 5 e 6 investigam o Princípio da Redundância. Segundo a teoria, textos longos com informações repetitivas, com pormenores irrelevantes para a aprendizagem do tópico abordado ou com imagens e/ou informações que tirem o foco da aprendizagem podem sobrecarregar a memória de trabalho do estudante. Para a TCC, a redundância deve ser evitada para minimizar a carga cognitiva necessário ao aprendizado.

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou que se repetem ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM - Se observar a presença de qualquer dos itens relacionados acima que não colaborem com a aprendizagem e que possam aumentar a carga cognitiva.

NÃO - Na ausência dos itens citados na pergunta. Neste caso a carga cognitiva do OA infligida sobre a memória de trabalho é reduzida.

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM - Na presença de textos que expliquem desnecessariamente gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos, indicando a ocorrência de redundância.

NÃO – Se não apresentar redundância.

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

Por fim, as questões 7 e 8 investigam os OAs a partir do Princípio dos Elementos Isolados. Segundo a TCC, conteúdos e conceitos complexos devem ser apresentados gradativamente, com nível crescente de complexidade, de modo a não exceder os limites da memória de trabalho do estudante. Nesse sentido, somente após o aprendizado dos componentes é que o conceito ou conteúdo deve ser abordado em sua plenitude.

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

Essa questão investiga se o OA trabalha conceitos complexos de uma única só vez.

SIM – Se o OA apresentar conceitos complexos integralmente. Isto poderá sobrecarregar a memória de trabalho.

NÃO - Se o conceito for mostrado parcialmente.

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM – Se o OA apresentar apenas partes de um conceito complexo. Essa abordagem pode reduzir a carga infligida sobre a memória de trabalho.

NÃO – Se o avaliador visualizar conceito complexo na íntegra ou se observar apenas conceitos simples.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção, discutiremos os principais resultados produzidos a partir da investigação, cujo objetivo geral foi o de **avaliar o potencial pedagógico de Objetos de Aprendizagem (OA) relacionados à unidade temática “Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica” a partir de quatro princípios da Teoria da Carga Cognitiva (TCC)**. Nesse sentido, apresentamos sucintamente o principal assunto abordado dos 14 OAs selecionados para compor o corpus de análise desse TCM (Quadro 3), cujas sinopses e outras informações relevantes podem ser encontradas no Apêndice A desse documento.

Quadro 3 – Objetos de Aprendizagem (OAs) selecionados para avaliação

OBJETO DE APRENDIZAGEM	
OA 1 - Especiação Alopátrica	Explica como ocorre o surgimento de novas espécies através do aparecimento de barreiras geográficas.
OA 2 - Escola Tradicional	Explica em que se baseia essa escola sistemática tradicional.
OA 3 - Escola Evolutiva	Apresenta o embasamento teórico da escola evolutiva.
OA 4 - Escola Cladista	Explica as bases da escola cladista.
OA 5 - Sistemática e Taxonomia	Relembra de forma sintética a história da sistemática e taxonomia.
OA 6 - Estudos Comparativos em Zoologia	Trata do compartilhamento de características por indivíduos de uma mesma espécie e por indivíduos de espécies diferentes.
OA 7 – Filogenia	Trata da história da classificação, nomenclatura binomial, categoria taxonômicas, e sistemática filogenética.
OA 8 - Grupo Monofilético	Apresenta a definição de grupo monofilético.
OA 9 - Homologia Serial	Explica o que são estruturas homólogas dando ênfase a homologia serial.
OA 10 - Homoplasias	Explica o que são homoplasias e como podem surgir.
OA 11 - Evolução de Procaríotos e Eucariotos	Apresenta a teoria mais aceita sobre o surgimento da célula eucariótica.
OA 12 - Exemplo de Mutação	Simula o processo de vicariância para ilustrar como mutações podem gerar diferenças nas gerações seguintes.
OA 13 - Período Pré-Darwin	Aborda as concepções sobre a diversidade dos organismos no período anterior a divulgação das ideias darwinistas.
OA 14 - A Evolução do Homem	Retrata a história da evolução humana dando ênfase ao surgimento de novas características.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os produtos dessa investigação, a ‘Ficha de Avaliação de Objetos de Aprendizagem (OA)’ (Apêndice B) e o ‘Roteiro de utilização da Ficha de Avaliação de AO’ (Metodologia, p. 36), foram submetidos a um processo de validação entre pares, antes de serem utilizados para

avaliar o corpus (14 Objetos de Aprendizagem sobre EB). O processo de validação consistiu na utilização da Ficha e do Roteiro para avaliar o OA 1 por professores de Biologia do ensino médio (discentes do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) e a verificação do nível de concordância com a avaliação realizada pela professora responsável pela pesquisa. Oito (08) professores participaram dessa etapa, possibilitando a construção da tabela de concordância apresentada a seguir.

Tabela 1 – Porcentagem de concordância entre professores que utilizaram a ‘Ficha de Avaliação’ e a responsável pela pesquisa

Questão / Princípio	% de concordância
1 / Atenção Dividida	87,5
2 / Atenção Dividida	87,5
3 / Modalidade	100
4 / Modalidade	100
5 / Redundância	87,5
6 / Redundância	100
7 / Elementos Isolados	100
8 / Elementos Isolados	75

Fonte: Elaborada pela autora.

O nível de concordância entre os pares foi superior ou igual a 75%, chegando a 100% de concordância em metade das questões construídas a partir de quatro princípios da TCC. Avaliamos esse resultado como um indicativo da adequação dos produtos construídos para a investigação, habilitando para a utilização na avaliação dos demais Objetos de Aprendizagem (OAs) que compuseram nosso corpus de análise. Apesar das questões que envolvem os quatro princípios da TCC serem suficientemente abrangentes para incluir outros assuntos e componentes curriculares, indicamos que seria necessária a validação desses produtos (Ficha e Roteiro) com outros OAs para que pudéssemos indicá-los em contextos diferentes dessa investigação.

Os OAs selecionados foram submetidos a ‘Ficha de avaliação’ e os dados obtidos serão analisados qualitativamente nas subseções a seguir, que organizamos a partir de quatro princípios da Teoria da Carga Cognitiva, a saber: Atenção Dividida, Modalidade, Redundância e Elementos Isolados.

5.1 PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA

A primeira questão, relacionada ao princípio da atenção dividida, foi enunciada da seguinte forma: **Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?** As respostas possíveis são ‘sim’ ou ‘não’.

A figura 2 apresenta um exemplo do OA 2 em que se pode aplicar o princípio da atenção dividida, pois o texto e a imagem não são inteligíveis quando separados.

Figura 2 – Trecho do OA 2: explicação de como um taxonomista organizaria os animais da figura baseando-se na Escola Tradicional de classificação.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20213>

A imagem e a informação textual apresentados na figura 2 se completam, pois poderia ser difícil para a maioria dos estudantes interpretar a imagem sem o texto explicativo. Se a imagem e o texto fossem mostrados em telas separadas, os alunos dividiriam sua atenção entre duas telas. Parte da memória de trabalho do estudante seria usada para manter a lembrança de detalhes da imagem enquanto lia o texto ou na tentativa de lembrar do texto enquanto visualizasse a imagem. Ao surgir dúvidas, o estudante precisaria ficar mudando de tela (do texto para imagem e vice-versa) e isso divide sua atenção e ocupa um lugar precioso na memória de trabalho. Os 14 OAs avaliados apresentam em algum momento textos e gráficos que não são inteligíveis quando separados. Ao apresentar textos e gráficos dependentes na mesma tela, reduz-se a carga externa e o espaço economizado na memória de trabalho do aluno pode ser utilizado pela carga relevante, com a qual o estudante cria seus próprios esquemas mentais para fixar os conceitos na memória de longo prazo.

A pergunta 2 diz: **Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?** As respostas possíveis são ‘sim’ ou ‘não’.

Os 14 OAs apresentam textos e gráficos dependentes na mesma tela. Entretanto, o OA 10 apresenta algumas imagens que devem ser comparadas, mas estas não aparecem simultaneamente na mesma tela o que fere o princípio da atenção dividida. Ao mostrar exemplo de casos de reversão, o OA 10 propõe ao aluno que observe a imagem de uma abelha (figura 3) e uma pulga (figura 4).

Figura 3 – Trecho do OA 10: Ilustra um exemplo de reversão da presença de asas em insetos. Um inseto alado.

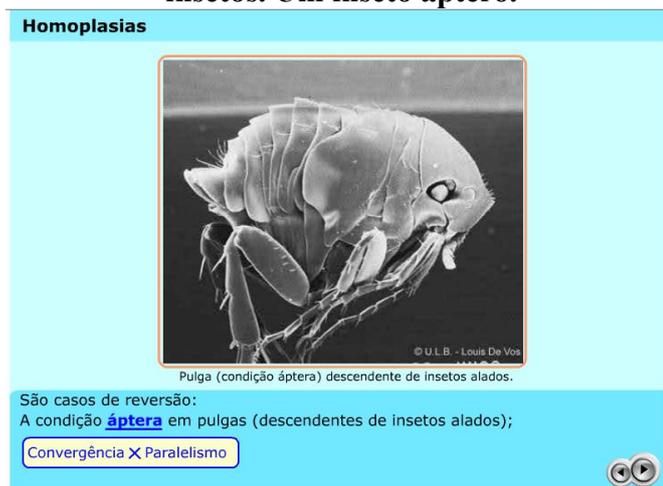


Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20582>

Essas imagens aparecem em sequência na animação, mas não simultaneamente. Caso o aluno queira observar com mais detalhe as imagens para compará-las terá que ficar mudando de tela várias vezes. Ao tentar manter a imagem da abelha com detalhes em sua memória enquanto visualiza a imagem da pulga ou vice-versa, o estudante está usando um espaço precioso da memória de trabalho. Ao apresentar as imagens simultaneamente, é dispensada a necessidade de manter na memória uma das imagens, resguardando um espaço precioso na memória de trabalho para algo mais importante.

Outro problema encontrado no OA 10 é que a imagem da abelha não apresenta legenda indicando que é uma abelha. Pode parecer óbvio, mas pode acontecer de algum estudante não a identificar como tal. Esses problemas não tiram o mérito do OA 10, mas poderá dificultar o processo de aprendizagem para estudantes menos experientes por ocupar espaço na memória de trabalho de forma desnecessária.

Figura 4 – Trecho do OA 10: Ilustra um exemplo de reversão da presença de asas em insetos. Um inseto áptero.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20582>

O princípio da atenção dividida foi relatado pela primeira vez por Tarmizi e Sweller (1988).

A atenção dividida instrucional ocorre quando os alunos precisam dividir sua atenção entre e integrar mentalmente várias fontes de informações físicas ou temporais díspares, em que cada fonte de informação é essencial para a compreensão do material. A carga cognitiva é aumentada pela necessidade de integrar mentalmente as múltiplas fontes de informação. (AYRES; SWELLER, 2014, p. 206, tradução nossa)

A atenção dividida aumenta a carga externa, que é irrelevante para a aprendizagem. O ideal é que imagens dependentes sejam apresentadas juntas, na mesma tela (AYRES, SWELLER, 2014; TARMIZI, SWELLER, 1988).

O princípio da atenção dividida resulta do efeito de atenção dividida e afirma que, quando existem fontes de informação díspares que devem ser mentalmente integradas para que a informação seja compreendida, essas fontes de informação devem ser apresentadas em um formato integrado. Neste formato fisicamente integrado, a carga cognitiva externa é significativamente reduzida em comparação com o formato de atenção dividida. [...] Sob tais condições, a integração física fornece um substituto para a integração mental, que é mantida a um mínimo pelo formato integrado. (AYRES; SWELLER, 2014, p. tradução nossa)

Entretanto, Ayres e Sweller (2014) ressaltam que para que o princípio da atenção dividida seja válido é necessário que as múltiplas fontes de informação não sejam inteligíveis quando separadas.

Há trabalhos sobre a atenção dividida em áreas como geometria, geografia e circuitos elétricos (AYRES, SWELLER, 2014; TARMIZI, SWELLER, 1988), todavia não encontrei trabalhos que investigue este princípio no ensino da EB. Entretanto, Tarmizi e Sweller

(1988) argumentam: “Há todas as razões para supor que as mesmas implicações da carga cognitiva são aplicáveis em todas as outras áreas que são apresentadas usando múltiplas fontes de informação” (TARMIZI; SWELLER, 1988, p. 436, tradução nossa), ou seja, em qualquer área em que sejam usadas diversas fontes de informação como diagramas, esquemas, imagens e textos explicativos para se transmitir um conceito esta área estará sujeita ao princípio da atenção dividida.

5.2 PRINCÍPIO DA MODALIDADE

Este princípio diz respeito ao uso de duas modalidades, auditiva e visual, para transmissão de conceitos para não sobrecarregar a memória de trabalho. Na questão 3 (**Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?**) as respostas possíveis são: ‘auditivo’, ‘visual’ ou ‘ambos’. Na questão 4 (**Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?**) as respostas possíveis são ‘sim’ ou ‘não’.

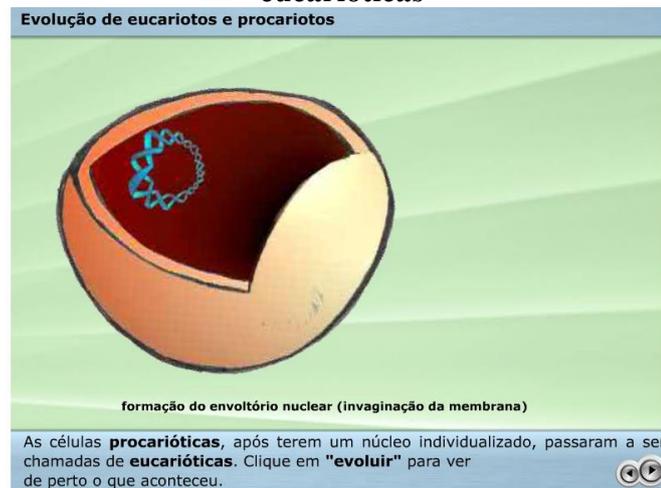
Todos os OAs aqui avaliados apresentam apenas uma modalidade sensorial, a visual, para transmitir os conceitos propostos e para dá orientações de como prosseguir com a animação. As figuras 5, 6 e 7 mostram a sequência de animação do OA 11, que ilustra o surgimento de células eucarióticas.

Figura 5 – Trecho do OA 11: mostra fragmentos da animação da evolução de células eucarióticas.



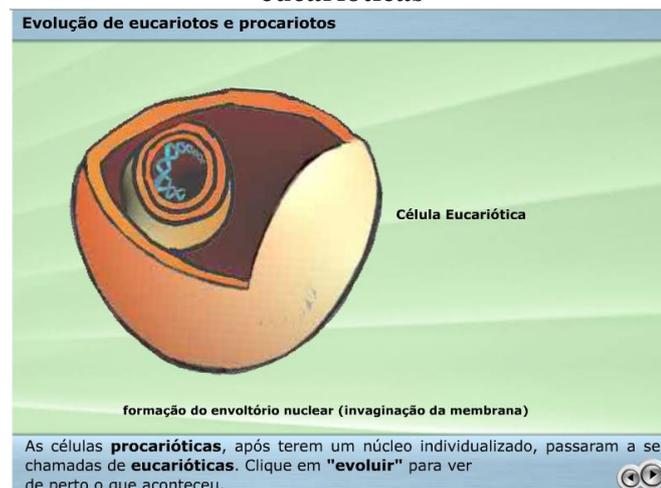
Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/2807>

Figura 6 – Trecho do OA 11: mostra fragmentos da animação da evolução de células eucarióticas



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/2807>

Figura 7 – Trecho do OA 11: mostra fragmentos da animação da evolução de células eucarióticas



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/2807>

Durante a animação o aluno precisa dividir sua atenção entre visualizar as imagens em movimento e ler as legendas que explicam a evolução das células eucarióticas e os comandos para dá sequência a animação. Se ao invés da legenda um áudio explicasse o que está ocorrendo durante a animação, a carga infligida sobre a memória de trabalho seria evitada, já que o uso de duas modalidades, visual e auditiva, ampliam a capacidade da memória de trabalho.

Low e Sweller (2014) explicam que

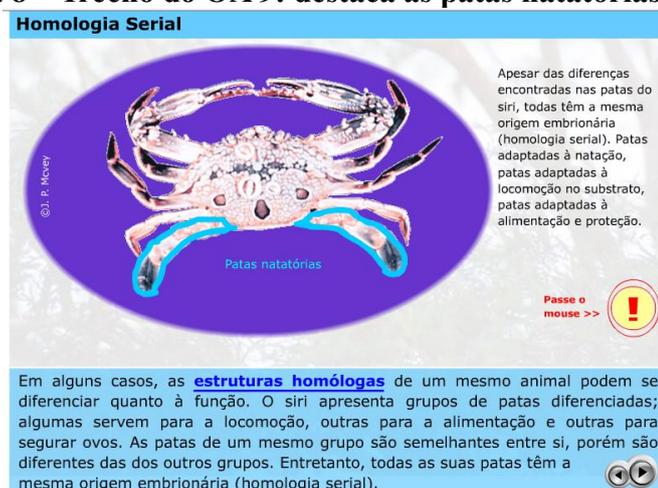
[...] a memória de trabalho pode ser subdividida em processadores parcialmente independentes, consistindo de um sistema auditivo de memória de trabalho para lidar com material verbal e um sistema visual de memória de trabalho para lidar com informação diagramática / pictórica. Como os dois processadores lidam com informações apropriadas independentemente, até certo ponto, é plausível que um modo misto de apresentação possa aumentar a quantidade de informação processada na memória de trabalho. (LOW; SWELLER, 2014, p. 231, tradução nossa)

Dessa forma, seria bom, sempre que possível, trabalhar com duas modalidades sensoriais. “Uma maneira de acelerar o conhecimento quando seus objetivos instrucionais envolvem coordenação e integração de vários elementos é explorar dois subcomponentes da memória operacional: o centro auditivo (fonético) e o centro visual” (CLARK; NGUYEN; SWELLER, 2006 p. 48, tradução). Da forma como o conteúdo está sendo apresentado, a memória de trabalho do estudante pode ser sobrecarregada, pois apenas o canal visual está sendo utilizado para ver a imagem, ler a legenda explicativa e ler as instruções que dá seguimento ao OA. Essa reflexão não se aplica somente ao OA 11, mas aos 14 OAs avaliados.

5.3 PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

A pergunta 5 (**Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou que se repetem ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?**), cujas respostas possíveis são ‘sim’ ou ‘não’. OA 9 apresenta repetição de texto. Neste OA são apresentadas três telas consecutivas (figuras 8, 9 e 10) com o mesmo texto.

Figura 8 – Trecho do OA 9: destaca as patas natatórias do siri.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20312>

Figura 9 – Trecho do OA 9: destaca as patas do siri responsáveis pela locomoção em substrato.

Homologia Serial



Apesar das diferenças encontradas nas patas do siri, todas têm a mesma origem embrionária (homologia serial). Patas adaptadas à natação, patas adaptadas à locomoção no substrato, patas adaptadas à alimentação e proteção.

Patras para locomoção no substrato

Passa o mouse >>

Em alguns casos, as **estruturas homólogas** de um mesmo animal podem se diferenciar quanto à função. O siri apresenta grupos de patas diferenciadas; algumas servem para a locomoção, outras para a alimentação e outras para segurar ovos. As patas de um mesmo grupo são semelhantes entre si, porém são diferentes das dos outros grupos. Entretanto, todas as suas patas têm a mesma origem embrionária (homologia serial).

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20312>

Figura 10 – Trecho do OA 9: destaca as patas do siri responsável pela defesa e pela alimentação.

Homologia Serial



Apesar das diferenças encontradas nas patas do siri, todas têm a mesma origem embrionária (homologia serial). Patas adaptadas à natação, patas adaptadas à locomoção no substrato, patas adaptadas à alimentação e proteção.

Patras para defesa e alimentação

Passa o mouse >>

Em alguns casos, as **estruturas homólogas** de um mesmo animal podem se diferenciar quanto à função. O siri apresenta grupos de patas diferenciadas; algumas servem para a locomoção, outras para a alimentação e outras para segurar ovos. As patas de um mesmo grupo são semelhantes entre si, porém são diferentes das dos outros grupos. Entretanto, todas as suas patas têm a mesma origem embrionária (homologia serial).

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20312>

O que muda de uma tela para outra é a marcação das diferentes patas do siri e suas funções. Essa diferenciação poderia ser feita através de cores, na mesma tela. A presença do texto se repetindo várias vezes faz com que o aluno releia o mesmo texto inúmeras vezes. A redundância contida em repetições de textos ou explicações desnecessárias ou ainda a presença de conteúdos irrelevantes para a aprendizagem pode aumentar a carga sobre a memória de trabalho.

O princípio da redundância (ou efeito de redundância) sugere que o material redundante interfere em vez de facilitar o aprendizado. [...] De acordo com a teoria da carga cognitiva, a coordenação de informações redundantes com informações essenciais aumenta a carga de memória de trabalho, o que pode interferir na aprendizagem. Eliminando tais informações redundantes eliminam o requisito de

coordenar várias fontes de informação. Assim, projetos instrucionais que eliminam material redundante podem ser superiores àqueles que incluem redundância.” (KALYUGA; SWLLER 2014, p. 247, tradução nossa)

Alguns autores ressaltam que a presença da redundância pode estar ligada ao tamanho do texto. Parece que textos curtos não causam o efeito da redundância. É o que explica Kalyuga e Swller (2014):

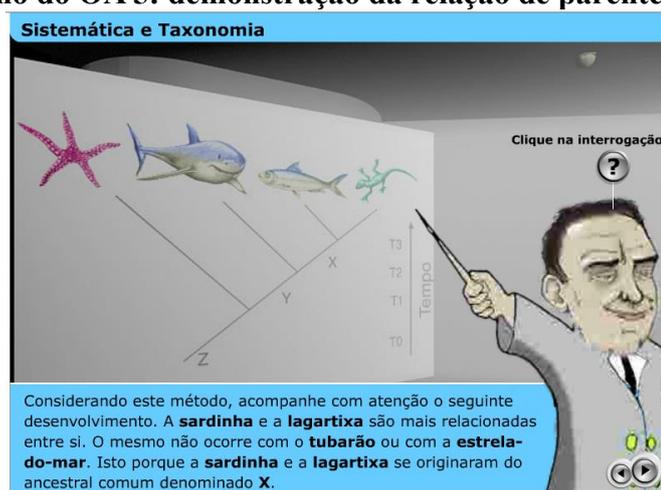
Materiais instrucionais com baixos níveis de interatividade de elementos (por exemplo, segmentos textuais curtos apresentados nas modalidades visual e auditiva) podem não se beneficiar da eliminação de fontes redundantes de informações, pois uma carga cognitiva adicional causada pelo processamento dessas fontes redundantes ainda pode estar dentro da capacidade de memória de trabalho disponível. Em contraste, quando os alunos estão lidando com materiais complexos com altos níveis de carga cognitiva intrínseca (por exemplo, longos segmentos textuais apresentados nas modalidades visual e auditiva), a eliminação de fontes redundantes de informação pode ser essencial para aliviar a sobrecarga cognitiva vivenciada.” (KALYUGA; SWLLER, 2014, p. 258, tradução nossa)

Este princípio é complexo e é preciso ter cautela para identificar se está ocorrendo ou não redundância. No caso do OA 9 pode não estar ocorrendo o efeito da redundância, não pelo fato de não ter repetições, mas por apresentarem textos curtos que podem não ocupar todo o espaço da memória de trabalho. Kalyuga e Swller (2014) explicam que é importante investigar as circunstâncias do processo de aprendizagem em questão pois a informação que é redundante para uma pessoa pode ser essencial para outro. Os autores dão dicas para identificar material redundante:

Por exemplo, ao determinar se o texto deve ser adicionado a um diagrama, um designer instrucional precisa considerar vários fatores. O diagrama é inteligível em isolamento? Em caso afirmativo, o texto pode ser redundante. O texto adiciona informações essenciais? Em caso afirmativo, não é redundante e deve ser mantido. O texto é complexo no sentido de que, para entender um elemento, é preciso considerar simultaneamente muitos outros elementos (interatividade de alto elemento)? Se assim for, quase certamente não deve ser apresentado com o diagrama, a menos que seja inevitável. Se o diagrama tiver alto índice de interatividade, contém todas as informações necessárias e, portanto, é potencialmente inteligível isoladamente, nenhum texto adicional deve ser adicionado, seja o texto alto ou baixo na interatividade do elemento. Para tal informação, qualquer material adicional corre o risco de sobrecarregar a memória de trabalho. [...] É importante enfatizar que todas as decisões sobre se a informação é inteligível por si só e é alta no elemento interatividade, devem ser feitas do ponto de vista do aprendiz. As informações que são inteligíveis para alunos mais experientes, que não exigem material explicativo adicional, podem ser ininteligíveis para novatos que precisam de material adicional. (KALYUGA; SWLLER 2014, p. 259, tradução nossa)

A pergunta 6 (**Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?**) tem como possível resposta ‘sim’ ou ‘não’. Para todos os OAs não foram encontradas redundância entre a imagem e o texto explicativo, pois as imagens apresentadas não eram autoexplicativas como o caso do OA 5 mostrado na figura 11.

Figura 11 – Trecho do OA 5: demonstração da relação de parentesco entre espécies.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19391>

Um aluno que se inicia na aprendizagem sobre cladograma não conseguiria interpretar a imagem do mesmo sem o texto explicativo.

Não se pode confundir revisão com redundância e nem redundância com revisão. A revisão é necessária ao processo de aprendizagem, a redundância não (Kalyuga e Swller, 2014). A revisão ajuda a fixar e relembrar os conceitos aprendidos, a redundância por sua vez, ocupa um espaço precioso na memória de trabalho do estudante que deve ser muito bem administrada para o sucesso da aprendizagem.

5.4 PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

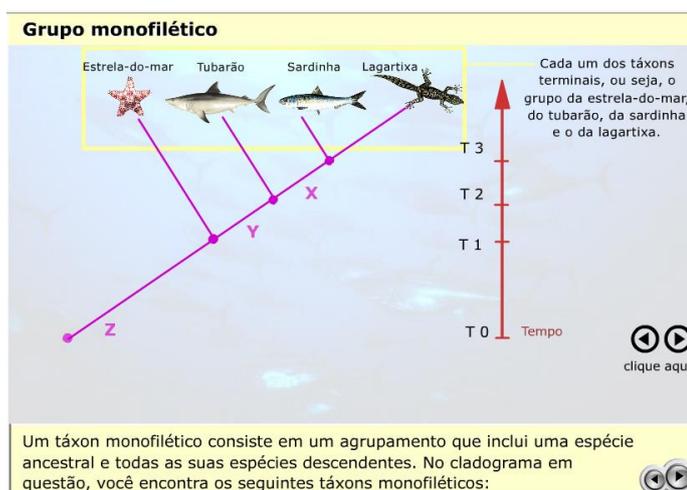
A pergunta 7 (**Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?**) Tem como possíveis respostas ‘sim’ ou ‘não’. Entretanto, os OAs 8 e 10 são compostos por textos, vídeos ou animações com vários conceitos apresentados simultaneamente ou conceito complexo, o que pode gerar uma sobrecarga na memória de trabalho. O exemplo a seguir, do Objeto de Aprendizagem 8 (OA 8), aborda o conceito de grupos monofiléticos (Figura 12).

Se pensarmos no conceito de grupos monofiléticos, veremos que para o professor ministrar esse conteúdo o aluno precisa saber de outros conceitos como noções básicas de anagênese e cladogênese, ancestralidade comum compartilhada e árvore filogenética. Como também, a interpretação de um cladograma pode parecer simples, mas exige vários conceitos que se ministrados em uma única aula podem gerar uma alta carga cognitiva intrínseca.

[...] a carga cognitiva intrínseca pode ser alta ou baixa, dependendo da quantidade de elemento de interatividade necessária para realizar uma tarefa. Os resultados de aprendizagem que exigem coordenação entre vários elementos de conteúdo resultarão em maior carga cognitiva do que tarefas menos complexas. [...] quando as tarefas são complexas, o uso de técnicas que minimizam a carga externa melhora a eficiência da aprendizagem. Portanto, uma diretriz geral para obter eficiência na aprendizagem é minimizar a carga cognitiva externa em seus materiais instrucionais quando as tarefas de aprendizado são complexas.” (CLARK; NGUYEN; SWELLER, 2006 p. 14)

Dessa forma, quando o professor observar que o conteúdo que está ministrando tem uma alta carga cognitiva, é imprescindível que ele além de repartir essa carga (subdividir o conteúdo em partes menores), gerenciando a carga intrínseca, ele observe os demais princípios, a fim de reduzir a carga externa (estranha).

Figura 12 – Trecho do OA 8: exemplos de grupos monofiléticos.



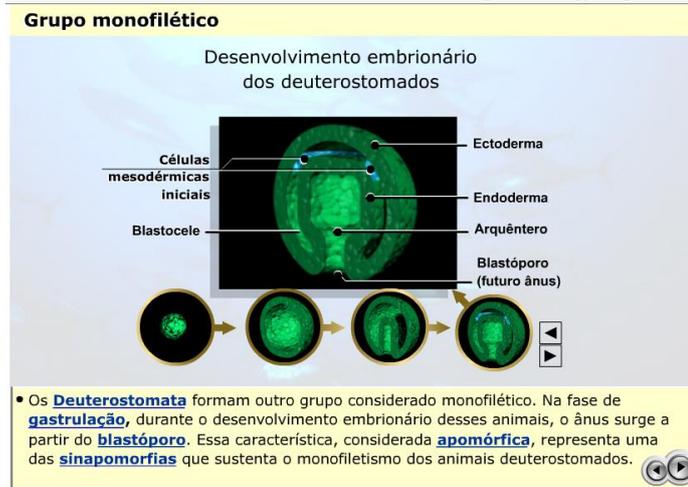
Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20585>

Para exemplificar o conceito de grupo monofilético o OA 8 apresenta um outro conceito complexo: desenvolvimento embrionário. A figura 13 mostra o trecho do OA 8 em que é ilustrado o desenvolvimento embrionário dos deuterostomados.

Desenvolvimento embrionário não é o tema do OA 8, todavia pressupõe-se que o estudante já tenha visto este tema anteriormente, pois a maioria dos livros aborda o tema ‘desenvolvimento embrionário’ no primeiro ano do Ensino Médio e EB no terceiro ano. Entretanto, foi discutido em nossa ‘Revisão de Literatura’ (subseção 3.3) que não deveria existir um único momento para se trabalhar EB, pelo contrário ela deve ser trabalhada em todo Ensino Médio. Se o tema ‘desenvolvimento embrionário’ não foi trabalhado anteriormente com o estudante ou não estiver sedimentado em sua memória de longo prazo o uso desse exemplo

poderá sobrecarregar a memória de trabalho do aluno, prejudicando a aprendizagem do tema de interesse do OA que é grupo monofilético.

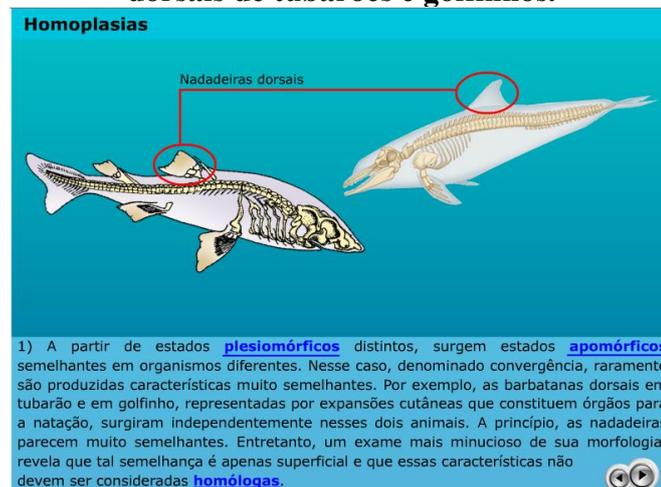
Figura 13 – Trecho do OA 8: fragmento da animação que mostra o desenvolvimento embrionário de deuterostomados como exemplo de grupo monofilético.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20585>

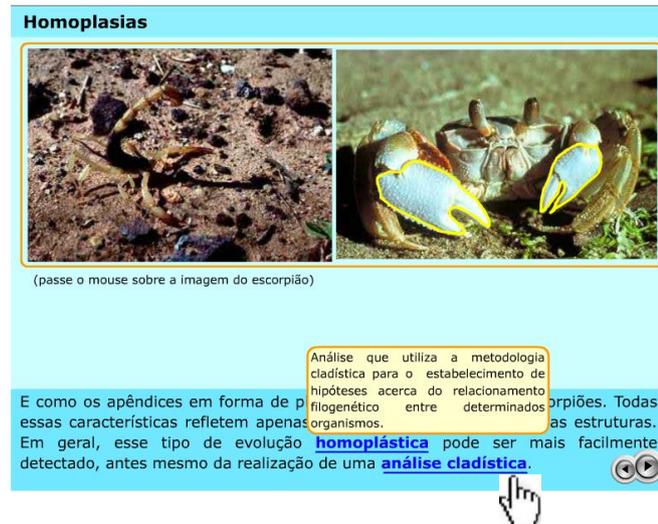
O OA 10 trata de homoplasia (Figuras 14 e 15) que também pode ser considerado um conceito complexo, tendo em vista que para ser compreendido é preciso ter domínio de vários outros conceitos como: sinapomorfia, plesiomorfia, paralelismo e convergência. Essas palavras e outras aparecem em destaque (na cor azul) no OA em questão. Ao posicionar o *mouse* sobre as palavras destacadas em azul, ‘análise cladística’, (figura 15) aparece seu significado, entretanto, a explicação é bem resumida e pode gerar dúvidas se o estudante está vendo pela primeira vez o termo.

Figura 14 – Trecho do OA 10: explica o caso de convergência entre as barbatanas dorsais de tubarões e golfinhos.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20582>

Figura 15 – Trecho do OA 10: explicação do termo análise cladística.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20582>

Conceitos complexos podem exceder a capacidade da memória de trabalho quando são apresentados em uma única etapa ao aprendiz. Dessa forma, o aprendizado desses conceitos deve ser subdividido, apresentado em etapas e só então integrado novamente para uma percepção completa do conceito (VAN MERRIËNBOER; SWELLER, 2010).

OAs que apresentam conceitos complexos não deve ser usado pelo aluno para introduzir o conteúdo, porém podem ser usados para finalizar o assunto, após ter visto separadamente os conceitos simples. “[...] um objeto virtual de aprendizagem pode tanto contemplar um único conceito quanto englobar todo o corpo de uma teoria” (SPINELLI, 2007, p.7). E ainda é “passível de combinação e/ou articulação com outros Objectos de Aprendizagem de modo a formar unidades mais complexas e extensas” (PIMENTA; BATISTA, 2004, p. 102).

A pergunta 8 (**O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?**) tem como possíveis respostas ‘sim’ ou ‘não’. O OA 1 aborda a especiação alopátrica (Figura 16).

Figura 16 – Trecho do OA 1: momento em que surge uma barreira geográfica entre a população das ratitas.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19250>

Especiação alopátrica faz parte de outro conteúdo mais abrangente: ‘Tipos de Especiação’. Usar um OA para tratar de apenas um dos tipos de especiação reduz a carga cognitiva, pois a estratégia foi fragmentar um conteúdo complexo em partes mais simples para serem vista separadamente e só depois integrá-las.

Embora você não possa alterar diretamente a carga intrínseca inerente ao seu conteúdo instrucional, é possível gerenciar a carga intrínseca de qualquer aula, decompondo tarefas complexas em uma série de tarefas pré-requisitos e suportando o conhecimento distribuído em uma série de tópicos ou lições.” (CLARK; NGUYEN; SWELLER, 2006, p. 10 e 11, tradução nossa)

O OA 13 também trata apenas conceitos simples (Figura 17).

Figura 17 – Trecho do OA 13: introdução ao fixismo.

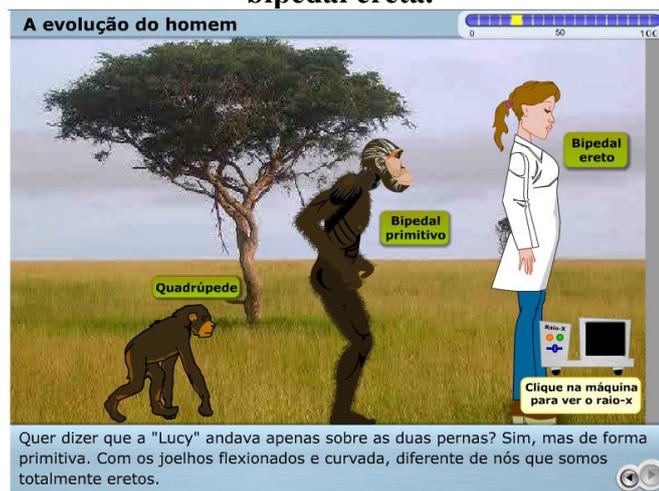


Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/18652>

Ele mostra algumas ideias que existiam acerca da origem e da diversidade dos organismos no período pré-darwinista. São conceitos simples, mas necessários para entender o contexto histórico onde se desenvolveu a teoria darwinista e a história da ciência como um todo.

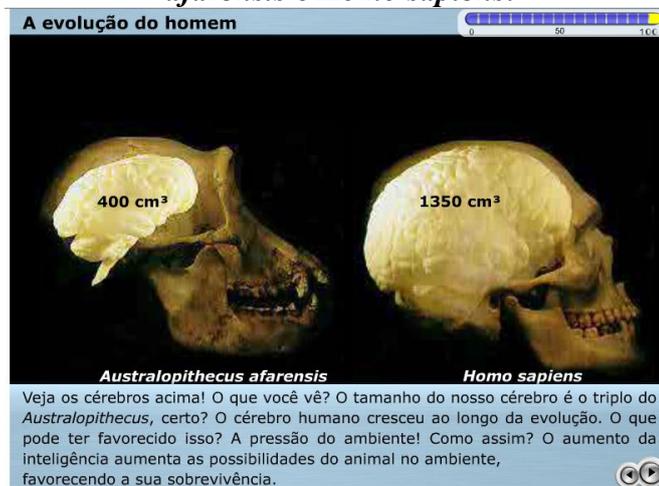
O OA 14, assim como os OAs 1 e 13, também aborda conceitos simples como o aparecimento da bipedia (Figura 18) e o aumento de volume do crânio (figura 19) durante a evolução do homem.

Figura 18 – Trecho do OA 14: comparação da postura quadrúpede, bipedal primitiva e bipedal ereta.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/23797>

Figura 19 – Trecho do OA 14: comparação do volume craniano do *Australopithecus afarensis* e *Homo sapiens*.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/23797>

Além dos OA 1 (figura 16), OA 13 (figura 17) e OA 14 (figuras 18 e 19) mostrados anteriormente, os OAs 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 11 e 12 também apresentam conceitos simples que

podem ser integrados para a aprendizagem de conceitos complexos. Como exemplo, podemos sugerir que após serem vistos, separadamente, os OA 2 (figura 20), OA 3 (figura 21) e OA 4 (figura 22) podem ser trabalhados juntos para mostrar a história da ‘Classificação dos Seres Vivos’.

Figura 20 – Trecho do OA 2: exemplifica como é feita a classificação por meio da escola tradicional.



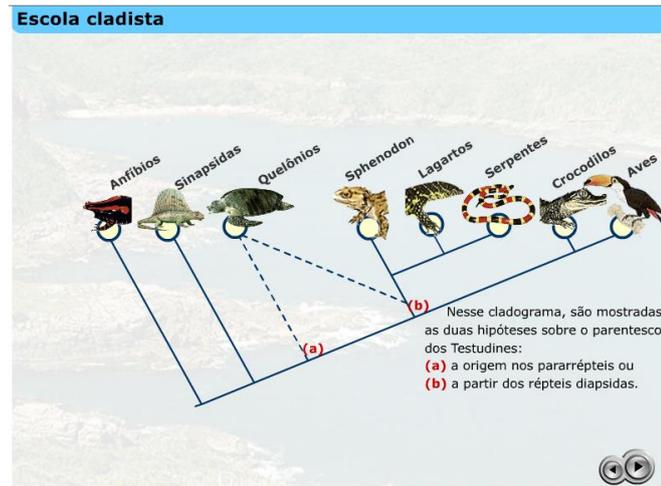
Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20213>

Figura 21 – Trecho do OA 3: introduz ao aluno como é feita a classificação por meio da escola evolutiva.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20076>

Figura 22 – Trecho do OA 4: exemplifica a classificação com base na escola cladista.



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20313>

Todos os OAs aqui avaliados apresentam grande potencial educacional, todavia esse processo de avaliação com base em quatro princípios da TCC nos permite avaliar esse potencial de modo a utilizá-los da melhor maneira possível para evitar sobrecarregar a memória de trabalho dos estudantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da construção da ‘Ficha de Avaliação dos Objetos de Aprendizagem’ e seu ‘Roteiro de Orientação’ com base nos princípios ‘Atenção Dividida’, ‘Modalidade’, ‘Redundância’ e ‘Elementos Isolados’, foi possível avaliar o potencial pedagógico de Objetos de Aprendizagem relacionados à unidade temática ‘Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica’.

Consideramos que os princípios da Teoria da Carga Cognitiva (TCC), listados anteriormente, foram profícuos na elaboração da ferramenta para avaliação de materiais didáticos virtuais, como os Objetos de Aprendizagem (OAs) analisados nessa investigação. Avaliar o potencial didático de recursos a serem utilizados em aula, a partir de critérios estabelecidos mediante uma teoria de aprendizagem consolidada, como a TCC, é fundamental para garantir minimamente que as estratégias de ensino-aprendizagem sejam bem-sucedidas. Especialmente quando se trata de assuntos cuja abordagem seja tão complexa quanto a Evolução Biológica (EB).

Tendo em vista que “Nada em Biologia faz sentido, exceto à luz da Evolução” (DOBZHANSKY, 1973), advogamos que o ensino de EB não deve ficar restrito ao final do ensino médio, como tradicionalmente vem ocorrendo. Documentos oficiais que orientam a organização curricular da educação básica, tais como os PCN, PCN+ e OCEM e a atual Base Nacional Comum Curricular (BNCC), apontam para a necessária estruturação do componente curricular de Biologia em torno da abordagem evolutiva dos conhecimentos biológicos.

É preciso deixar claro que “A teoria da carga cognitiva depende da informação que está sendo processada, impondo uma alta carga cognitiva. Se não for alto, os resultados previstos pela teoria provavelmente não serão obtidos” (SWELLER, 2018, p. 1, tradução nossa)

Pesquisas mostram que muitas das técnicas de carga cognitiva que reduzem carga estranha melhora a eficiência na aprendizagem de tarefas complexas apenas. O conteúdo de baixa complexidade não exigirá muitos recursos mentais. Portanto, a aprendizagem de tarefas de baixa complexidade não é impedida pela carga cognitiva externa. (CLARK; NGUYEN; SWELLER *et al*, 2006 p. 14, tradução nossa)

Dessa forma, estimar o grau de complexidade do conteúdo que será ministrado é o primeiro passo para aplicar os princípios da TCC. Após essa primeira etapa, a utilização da

Ficha de Avaliação e do Roteiro de Orientação pode auxiliar o professor a usar OAs que reduzam a carga cognitiva externa (estranha) necessária para a aprendizagem dos alunos.

Ao avaliar 14 OAs, a partir da ‘Ficha de Avaliação’ por nós elaborada com base em alguns dos princípios da TCC, podemos constatar que a maioria desses OAs obedecem ao princípio da ‘Atenção Dividida’, pois unem na mesma tela textos e gráficos (imagens/ esquemas/ animações) dependentes. Essa forma de apresentação facilita a aprendizagem, pois reduz a carga externa infligida sobre a memória de trabalho.

Com relação ao princípio da ‘Modalidade’ observamos que todos os OAs investigados deixam a desejar, pois fazem uso apenas do canal sensorial visual. Seria interessante incentivar a produção de OAs que empregassem os canais sensoriais auditivo e visual para permitir maior espaço na memória de trabalho do estudante.

Quanto ao princípio da ‘Redundância’ obtivemos bons resultados. Os OAs apresetaram textos curtos e pertinentes ao processo de aprendizagem evitando a redundância e a sobrecarga da memória de trabalho com conteúdos irrelevantes.

Em relação ao ‘Princípio dos Elementos Isolados’ encontramos OAs que trabalham conceitos simples e OAs que trabalham conceitos complexos. Vimos que os OAs com conceitos simples podem ser usados separados ou juntos para complementar um conteúdo mais abrangente. Vimos também que ao utilizar OAs com conceitos complexos não necessariamente sobrecarregará a memória de trabalho, desde que este conceito tenha sido visto anteriormente em etapas, fragmentado, e só então utilizar o OA complexo como fechamento do conteúdo.

Contudo, estimamos que os OAs podem ser uma ótima ferramenta para o ensino de EB, mas observamos que é preciso saber avaliá-los para encontrar a melhor maneira de utilizá-los para não sobrecarregar a memória de trabalho do estudante dificultando ainda mais o processo de aprendizagem. A ‘Ficha de Avaliação’ demonstrou ter tido sucesso em seu objetivo de avaliar os OAs da temática a que se propôs. Acreditamos que a utilização da ficha não se limite a unidade temática ‘Ideias Evolucionistas e Evolução Biológica’, entretanto é preciso ensaios com outras temáticas para melhores conclusões. É preciso deixar claro que os princípios da TCC não se limitam a materiais digitais, mas podem ser usados com outros materiais didáticos. É interessante investigar como os OAs, após serem avaliados e selecionados

positivamente, se sairão em *locus*, ou seja, aplicar os OAs com os alunos e observar seus resultados. Conhecer estes princípios nos faz repensar a prática pedagógica. Conhecer um pouco da arquitetura da mente humana também.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Maria da Conceição Lima *et al.* Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE): tratamento da informação em um repositório educacional digital. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 16, n. 3, p. 148-158, 2011. Disponível em: <http://www.brapci.inf.br/repositorio/2011/11/pdf_d6e54bc393_0019349.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2019.
- ALMEIDA, Rosiney Rocha *et al.* Avaliação de objetos de aprendizagem sobre o sistema digestório com base nos princípios da Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 20, n. 4, p. 1003-1017, 2014. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2510/251032706015.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2018.
- ALMEIDA, Rosiney Rocha; CHAVES, Andréa Carla Leite; ARAÚJO JR, Carlos Araújo Carlos Fernando de. Avaliação de objetos de aprendizagem: aspectos a serem considerados neste processo. In: **III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia–SINECT**, 2012, Ponta Grossa-Paraná. Disponível em: <<http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/tic/11.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2018.
- ARÁUJO, Leonardo Augusto Luvison (Org.). **Evolução Biológica: da pesquisa ao ensino**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2017. Disponível em: <https://docs.wixstatic.com/ugd/48d206_6b2a4da3805a47eab5c2b37b15f8b0d8.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2019.
- AUDINO, Daniel Fagundes; DA SILVA NASCIMENTO, Rosemy. Objetos de Aprendizagem - Diálogos entre conceitos e uma nova proposição aplicada à educação. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 5, n. 10, p.128-148, 2010. Disponível em: <<https://revistas.ufrj.br/index.php/rce/article/view/1620>>. Acesso em: 08 maio 2018.
- AYRES, Paul; SWELLER, John. The split-attention principle in multimedia learning. In: MAYER, Richard E. **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Florida, EUA: Cambridge University Press, 2014. 206-226. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.011>>. Acesso em: 02 abr. 2019.
- AYRES, Paul *et al.* Learning hand manipulative tasks: When instructional animations are superior to equivalent static representations. **Computers in Human Behavior**, v. 25, n. 2, p. 348-353, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563208002240>>. Acesso em: 15 ago. 2019.
- BASNIAK, Maria Ivete; SOARES, Maria Tereza Carneiro. O ProInfo e a disseminação da Tecnologia Educacional no Brasil. **Educação Unisinos**, v. 20, n. 2, p. 201-214, 2016. Disponível em: <<http://revistas.unisinos.br/index.php/educacao/article/view/edu.2016.202.06>>. Acesso em 08 maio 2018.
- BECHARA, João José Bignetti; HAGUENAUER, Cristina Jasbinschek. Por Uma Aprendizagem Adaptativa Baseada na Plataforma Moodle/Functional Specifications on an

Adaptive Learning Environment based on the Moodle Platform. **Revista EducaOnline**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2010. Disponível em: <<http://www.latec.ufrj.br/revistas/index.php?journal=educaonline&page=article&op=view&path%5B%5D=95>>. Acesso em: 21 maio 2018.

BIDINOTO, Vanessa Minuzzi. **Concepções de futuros professores de ciências e biologia sobre a teoria de evolução de Darwin: tensões e desafios**. 2015. 259p. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação da UNIMEP. Disponível em: <https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/docs/06042016_172056_vanessaminuzzibidinoto_ok.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2019.

BIZZO, Nelio; EL-HANI, Charbel Niño. O arranjo curricular do ensino de evolução e as relações entre os trabalhos de Charles Darwin e Gregor Mendel. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, n. 1, p. 235-257, 2009. Disponível em: <<http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-08.html>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

BRANDÃO, Edemilson Jorge Ramos. Repensando modelos de avaliação de software educacional. In: **3º Simpósio de Investigação e desenvolvimento de software educativo**, 1998, Évora, Portugal. Disponível em: <minerva.uevora.pt>. Acesso em: 11 jun. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf> Acesso em: 12 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**; volume 2. Brasília: MEC, 2006. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf> Acesso em: 03 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 13 dez. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Gabinete do Ministro. Portaria nº 522, de 9 de abril de 1997. **Diário oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 69, 11 abr. 1997. Seção 1, p. 30. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=22148> Acesso em: 04 maio 2019.

BRUSILOVSKY, Peter; PEYLO, Christoph. Adaptive and intelligent web-based educational systems. **International Journal of Artificial Intelligence in Education (IJAIED)**, v. 13, p.

159-172, 2003. Disponível em: < <http://www.pitt.edu/~peterb/papers/AIWBES.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2018.

CARNEIRO, Michel Douglas de Araújo; OLIVEIRA, Mário César Amorim de. Aproximação de licenciandos em ciências biológicas com as ideias criacionistas e evolucionistas acerca da origem da vida. In: VI Enebio e VIII Erebio Regional 3, 2016, Maringá. **Revista da SBEnBio**, n. 9, 2016, p. 5356-5367. Disponível em: <https://www.academia.edu/31726440/Aproxima%C3%A7%C3%A3o_de_licenciandos_em_Ci%C3%A4ncias_Biol%C3%B3gicas_com_as_ideias_criacionistas_e_evolucionistas_acerca_da_Origem_da_Vida>. Acesso em: 12 jan. 2019.

CASTRO, Eric Campos Vieira; OLIVEIRA, Mario César Amorim; LEYSER, Vivian. Teaching about evolution: when science, ethics and religion come together. **Revista Portuguesa de Filosofia**, Fasc. 3, p. 587-608, 2010. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/41354904?seq=1/subjects>>. Acesso em: 24 jan. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo Escolar da Educação Básica 2018** - Notas Estatísticas. Brasília, 2019. Disponível em < http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_censo_escolar_2018.pdf> Acesso em: 13/07/19.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Censo Escolar da Educação Básica 2017** - Notas Estatísticas. Brasília, 2018. Disponível em <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf> Acesso em: 06/06/18.

CHONG, Toh Seong. Recent Advances Cognitive Load Theory Research: Implications for the Instructional Designers. **Malaysian Online Journal of Instructional Technology (MOJIT)**. Vol. 2, No.3, pp 106-117, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Toh_Chong/publication/228349281_Recent_Advances_in_Cognitive_Load_Theory_Research_Implications_for_Instructional_Designers/links/544e36b80cf29473161a4344/Recent-Advances-in-Cognitive-Load-Theory-Research-Implications-for-Instructional-Designers.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2018.

CHRISTUDAS, Beulah Christalin Latha; KIRUBAKARAN, E.; THANGAIAH, P. Ranjit Jeba. An evolutionary approach for personalization of content delivery in e-learning systems based on learner behavior forcing compatibility of learning materials. **Telematics and Informatics**, v. 35, n. 3, p. 520-533, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.02.004>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

CLARK, Ruth Colvin; NGUYEN, Frank; SWELLER, John. **Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load**. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2006. Disponível em: <sci-hub.tw/10.1002/pfi.4930450920>. acesso em: 02 jul. 2019.

COOPER, Graham *et al.* Learning by imagining. **Journal of Experimental Psychology: Applied**, v. 7, n. 1, p. 68, 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1037/1076-898X.7.1.68>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

COSTA, Fernando Albuquerque. Metas de Aprendizagem na área das TIC: Aprender com Tecnologias. Inovação Curricular com TIC. In: I Encontro Internacional TIC e Educação, 2010, Lisboa. **Instituto de Educação da Universidade de Lisboa**, 2010, p. 931-936. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10451/5704>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

COWAN, Nelson. What is the differences between long-term, short-term, and working memory? **Progress in Brain Research**, v. 169, p. 323-338, 2008. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079612307000209>>. Acesso em: 17 fev. 2019.

DE GODOI, Kátia Alexandra; PADOVANI, Stephania. Avaliação de objetos de aprendizagem: um estudo sobre abordagens e critérios de avaliação. In: 3º **Congresso Nacional de Ambientes Hiperídia para Aprendizagem**, 2008, São Paulo. Disponível em <[http://wright.hiperlab.egr.ufsc.br/~alice/CONAHPA/anais/2008/conahpa2008.zip%20Folder/artigos/Avaliacao de objetos de aprendizagem um estudo sobre abordagens e criterios d e avaliacao.pdf](http://wright.hiperlab.egr.ufsc.br/~alice/CONAHPA/anais/2008/conahpa2008.zip%20Folder/artigos/Avaliacao%20de%20objetos%20de%20aprendizagem%20um%20estudo%20sobre%20abordagens%20e%20crit%C3%A9rios%20de%20avaliacao.pdf)> Acesso em: 29 maio 2018.

DE OLIVEIRA LEITE, Leonardo. O Lúdico na Educação a Distância. **RENOTE**, v. 3, n. 1, p. 1-8, 2005. Disponível em: <http://www.cinted.ufrgs.br/renoteold/maio2005/artigos/a64_ludicoead.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2019.

DIAS, Carla Cristina Lui *et al.* Padrões abertos: aplicabilidade em Objetos de Aprendizagem (OAs). In: XX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE, 2009, Florianópolis, SC. **Anais do SBIE**, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2009.%25p>>. Acesso em: 05 jul. 2019.

DOBZHANSKY, Theodosius 1973. Nothing in Biology sense except in the light of evolution. **American Biology Teacher**, v. 35, p. 125-129, 1973. Disponível em: <<http://www.bioone.org/doi/full/10.2307/4444260>>. Acesso em: 12 abr. 2019.

FARIAS, Isabel Maria Sabino; SILVA, Silvina Pimentel; CARDOSO, Nilson de Souza. **Metodologia da Pesquisa Educacional em Biologia**. Fortaleza, CE: Secretaria de Educação à Distância (SEAD) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), 2011.

FARIAS, Suelen Conceição. Os benefícios das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no processo de educação a distância (EAD). **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 11, n. 3, p. 15-29, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/rdbci.v11i3.1628>>. Acesso em: 24 abr. 2019.

FRASER, Kristin L.; AYRES, Paul; SWELLER, John. Cognitive load theory for the design of medical simulations. **Simulation in Healthcare**, v. 10, n. 5, p. 295-307, 2015. Disponível em: <https://journals.lww.com/simulationinhealthcare/fulltext/2015/10000/Cognitive_Load_Theory_for_the_Design_of_Medical.7.aspx>. Acesso em: 28 jun. 2019.

FUTUYMA, Douglas J. **Evolução, ciência e sociedade**. São Paulo, SP: **Sociedade Brasileira de Genética**, 2002. Disponível em:

<https://www.sbg.org.br/sites/default/files/evolucao_ciencia_e_sociedade.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2019.

GABRIEL, Rosângela; MORAIS, José; KOLINSKY, Régine. A aprendizagem da leitura e suas implicações sobre a memória e a cognição. **Ilha do Desterro: A Journal of English Language, Literatures in English and Cultural Studies**, v. 69, n. 1, p. 061-078, 2016.

Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/2175-8026.2016v69n1p61>>. Acesso em: 31 jul. 2018.

GALAFASSI, Fabiane Penteadó; GLUZ, João Carlos; GALAFASSI, Cristiano. Análise crítica das pesquisas recentes sobre as tecnologias de objetos de aprendizagem e ambientes virtuais de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 21, n. 3, p. 41-52, 2013. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Fabiane_Galafassi/publication/272703608_Analise_Critica_das_Pesquisas_Recentes_sobre_as_Tecnologias_de_Objetos_de_Aprendizagem_e_Ambientes_Virtuais_de_Aprendizagem/links/5a61de9baca272a158176fe7/Analise-Critica-das-Pesquisas-Recentes-sobre-as-Tecnologias-de-Objetos-de-Aprendizagem-e-Ambientes-Virtuais-de-Aprendizagem.pdf>. Acesso em: 14 maio 2018.

GALLO, Patricia; PINTO, M. das G. Professor, esse é o Objeto Virtual de Aprendizagem. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 2, n. 1, p. 1-12, 2010. Disponível em:

<<http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art2-vol2-julho2010.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo, SP: Atlas, 2002.

GOULD, S.J. Nonoverlapping Magisteria. **Natural History**, v. 106, p.16-22, 1997.

Disponível em: < <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=292198> >. Acesso em: 19 jul. 2019.

GOULD, S.J. **Pilares do Tempo: Ciência e Religião na plenitude da vida**. Rio de Janeiro, RJ: Editora Rocco, 2002.

GRANDO, Anita Raquel Cestari da Silva; KONRATH, Mary Lúcia Pedroso; TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach. Alfabetização visual para a produção de objetos educacionais. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2003.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/profile/Liane_Tarouco/publication/237485976_Alfabetizacao_visual_para_a_producao_de_objetos_educacionais/links/561bb7bd08ae044edbb382be/Alfabetizacao-visual-para-a-producao-de-objetos-educacionais.pdf>. Acesso em: 24 fev. 2019.

HÖFFLER, Tim N.; LEUTNER, Detlev. Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. **Learning and instruction**, v. 17, n. 6, p. 722-738, 2007. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959475207001077>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

IZQUIERDO, Iván Antonio *et al.* Memória: tipos e mecanismos – achados recentes. **Revista USP**, n. 98, p. 9-16, 2013. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/69221>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

JAYANTHI, M. K.; SRIVATSA, S. K.; RAMESH, T. Case study on applications of reusable Learning Objects in virtual private Networks-an blended approach. In: International Conference on Computing, Communication and Networking, 2008, St. Thomas, VI, EUA. **Proceedings of International Conference on Computing, Communication and Networking**, 2008, p. 1-7. Disponível em: <<https://doi.org/10.1109/ICCCNET.2008.4787694>>. Acesso em: 21 maio 2018.

KALYUGA, Slava; SWELLER, John. The redundancy principle in multimedia learning. In: MAYER, Richard E. **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Florida, EUA: Cambridge University Press, 2014. 247-262. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.013>>. Acesso em: 02 jan. 2019.

KIRSCHNER, Femke; PAAS, Fred; KIRSCHNER, Paul A. A cognitive load approach to collaborative learning: United brains for complex tasks. **Educational psychology review**, v. 21, n. 1, p. 31-42, 2009. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/23361552>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

LEAHY, Wayne; SWELLER, John. Cognitive load theory, modality of presentation and the transient information effect. **Applied Cognitive Psychology**, v. 25, n. 6, p. 943-951, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/acp.1787>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

LOTERO, Luis Alejandro Andrade. Teoría de la carga cognitiva, diseño multimedia y aprendizaje: un estado del arte. **Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación**, v. 5, n. 10, p. 75-92, 2012. Disponível em: <<http://magisinvestigacioneducacion.javeriana.edu.co/>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

LOW, Renae; SWELLER, John. The Modality Principle in Multimedia Learning. In: MAYER, Richard E. **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Florida, EUA: Cambridge University Press, 2014. 227-246. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.012>>. Acesso em: 11 jul. 2019.

MARTINS, MaurícioVieira. De Darwin, de caixas-pretas e do surpreendente retorno do criacionismo. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. VIII, n. 3, p. 739-756, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v8n3/7654.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2019.

MAYR, Ernst. **Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MAYR, Ernst. **Biologia, Ciência Única: Reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 2005.

MILLER, George A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. **Psychological review**, v. 63, n. 2, p. 81-97, 1956. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1037/h0043158>>. Acesso em: 07 ago. 2018.

MORENO, Roxana. Decreasing cognitive load for novice students: Effects of explanatory versus corrective feedback in discovery-based multimedia. **Instructional science**, v. 32, p. 99-113, 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:TRUC.0000021811.66966.1d>>. Acesso em: 22 jul. 2018.

OLIVEIRA, Mário César Amorim de. O ensino dos temas "origem da vida" e "evolução biológica" nos encontros nacionais de ensino de biologia (ENEBIO). IV ENEBIO e II EREBIO da Regional 4. 2012, Goiânia, GO. **Anais SBEnBio** – Associação Brasileira de Ensino de Biologia, 2012. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/32785819/Artigo_OLIVEIRA_-_OV_e_EB_nos_ENEBIO.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DO_ensino_dos_temas_Origem_da_Vida_e_Evol.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190722%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20190722T045917Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=86f4d3712fed0d2424f8dbb930a622564bc81e1ffef3cb0dbaaaf602153f915a>. Acesso em: 12 jan. 2019.

OLIVEIRA, Mário César Amorim de. **Aspectos da pesquisa acadêmica brasileira sobre o ensino dos temas ‘origem da vida’ e ‘evolução biológica’**. 2011. 173 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Educação Científica e Tecnológica) - Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/94733>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

PAAS, Fred GWC; VAN MERRIËNBOER, Jeroen JG. Variability of worked examples and transfer of geometrical problem-solving skills: A cognitive-load approach. **Journal of educational psychology**, v. 86, n. 1, p. 122, 1994. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.86.1.122>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

PEGORARO, Ariane *et al.* A importância do ensino de evolução para o pensamento crítico e científico. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**, v. 2, n. 2, p. 10-15, 2016. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/ricaucs/article/view/4335/2691>>. Acesso em: 19 jul. 2019.

PIMENTA, Pedro; BAPTISTA, Ana Alice. Das plataformas de e-learning aos objectos de aprendizagem. In: DIAS, Ana Augusta Silva. **E - Learning Para E – Formadores**. Guimarães, Portugal: TecMinho, 2004. 97-109. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/8723>>. Acesso em: 02 jul. 2019.

POONDEJ, Chanut; LERDPORNKULRAT, Thanita. The development of gamified learning activities to increase student engagement in learning. **Australian Educational Computing**, v. 31, n. 2, p. 1- 16, 2016. Disponível em: <<http://journal.acce.edu.au/index.php/AEC/article/view/110>>. Acesso em: 21 maio 2018.

REECE, Jane B *et al.* **Biologia de Campbell**. 10ª ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2015

RENKL, Alexander *et al.* Learning from worked-out examples: The effects of example variability and elicited self-explanations. **Contemporary educational psychology**, v. 23, n. 1, p. 90-108, 1998. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0361476X97909590>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

ROODENRYS, Kylie *et al.* Managing one's own cognitive load when evidence of split attention is present. **Applied Cognitive Psychology**, v. 26, n. 6, p. 878-886, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/acp.2889>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

SANTOS, Leila Maria Araújo; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. A importância do estudo da teoria da carga cognitiva em uma educação tecnológica. **RENOTE**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2007. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/14145/8082>>. Acesso em: 04 jun. 2018.

SELLES, Sandra Escovedo. A polêmica instituída entre ensino de evolução e criacionismo: dimensões do público e do privado no avanço do neoconservadorismo (Editorial). **Ciência & Educação**, v. 22, n. 4, p. 831-835, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n4/1516-7313-ciedu-22-04-0831.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2019.

SOSTERIC, Mike.; HESEMEIER, Susan. When is a Learning Object not an Object: A first step towards a theory of learning objects. **International Review of Research in Open and Distance Learning**, v. 3, n. 2, out. 2002. Disponível em <<http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/106/557> > Acesso em: 06 jun. 2018.

SOUZA, Nelson Pinheiro Coelho de. **Teoria da carga cognitiva-origem, desenvolvimento e diretrizes aplicáveis ao processo ensino-aprendizagem**. 2010. 175 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Belém, 2010. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/262676606_Teoria_da_Carga_Cognitiva_Origem_Desenvolvimento_e_Aplicacoes> Acesso em 14 jun. 2018.

SPINELLI, Walter. **Os objetos virtuais de aprendizagem: ação, criação e conhecimento**. 2007. Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/comousar/textoscomplementares/textoImodulo5.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2019.

SWELLER, John *et al.*, The expertise reversal effect. **Educational Psychologist**, 38 (1), 23-31, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_4>. Acesso em: 13 ago. 2019.

SWELLER, John. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design. **Learning and instruction**, v. 4, n. 4, p. 295-312, 1994. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)>. Acesso em: 09 ago. 2019.

SWELLER, John. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. **Cognitive science**, v. 12, n. 2, p. 257-285, 1988. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7)>. Acesso em: 28 jun. 2019.

SWELLER, John. Measuring cognitive load. **Perspectives on medical education**, v. 7, n. 1, p. 1-2, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s40037-017-0395-4>>. Acesso em: 07 maio 2019.

SWELLER, John. Visualisation and instructional design. In: International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning, 2002, Tübingen, Germany. **Proceedings of the International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning**. 2002. p. 1501-1510. Disponível em: <<https://nielsonson.us/STLHE020409/SwellerVisualizationAndInstructionalDesign.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

SWELLER, John; COOPER, Graham A. The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra. **Cognition and instruction**, v. 2, n. 1, p. 59-89, 1985. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1207/s1532690xci0201_3>. Acesso em: 09 ago. 2019.

SWELLER, John *et al.* Cognitive architecture and instructional design. **Educational psychology review**, v. 10, n. 3, p. 251-296, 1998. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1022193728205>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

SWELLER, John; VAN MERRIËNBOER, Jeroen JG; PAAS, Fred. Cognitive architecture and instructional design: 20 years later. **Educational Psychology Review**, p. 1-32, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10648-019-09465-5>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

SWELLER, John; LEVINE, Marvin. Effects of goal specificity on means–ends analysis and learning. **Journal of experimental psychology: Learning, memory, and cognition**, v. 8, n. 5, p. 463-474, 1982. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1037/0278-7393.8.5.463>>. Acesso em: 09 ago. 2018.

TARMIZI, Rohani A.; SWELLER, John. Guidance during mathematical problem solving. **Journal of educational psychology**, v. 80, n. 4, p. 424-436, 1988. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.80.4.424>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

TAROUÇO, Liane Margarida Rockenbach; CUNHA, Silvio Luiz Souza. Aplicação de teorias cognitivas ao projeto de objetos de aprendizagem. **RENOTE: revista novas tecnologias na educação**, v. 4, n. 2, p. 1-9, 2006. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13046/000594652.pdf>>. Acesso em: 08 maio 2018.

TIDON, Rosana; VIEIRA, Eli. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **ComCiência**, n. 107, p. 1-4, 2009. Disponível em <http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000300008&lng=e&nrm=iso&tlng=pt> Acesso em: 12 ago. 2018.

TRIANA-MUÑOZ, Mónica María; CEBALLOS-LONDOÑO, Juan Fernando; VILLA-OCHOA, Jhony Alexander. Una dimensión didáctica y conceptual de un instrumento para la Valoración de Objetos Virtuales de Aprendizaje. El caso de las fracciones. **Entramado**, v. 12, n. 2, p. 166-186, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n2.24219>>. Acesso em: 27 ago. 2018.

UEHARA, Flavia Maria; FISCARELLI, Silvio Henrique. Um estudo sobre o uso de objetos de aprendizagem através da abordagem de atividades centradas em tarefas. **TEXTOS. Revista Internacional de Aprendizaje y Cibersociedad**, v. 20, n. 1, p. 35-46, 2016. Disponível em: <<https://journals.epistemopolis.org/index.php/textos/article/view/190>>. Acesso em: 14 maio 2018.

UNESCO. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/pt/brasil/communication-and-information/access-to-knowledge/ict-in-education/>> Acesso em: 06 jun. 2018.

VAN GOG, Tamara *et al.* The mirror neuron system and observational learning: Implications for the effectiveness of dynamic visualizations. **Educational Psychology Review**, v. 21, n. 1, p. 21-30, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-008-9094-3>>. Acesso em: 15 ago. 2019.

VAN MERRIËNBOER, Jeroen JG; SWELLER, John. Cognitive load theory in health professional education: design principles and strategies. **Medical education**, v. 44, n. 1, p. 85-93, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2009.03498.x>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

WARMLING, Cristine Maria *et al.* Ensino da bioética: avaliação de um objeto virtual de aprendizagem. **Revista Bioética**, v. 24, n. 3, p. 503-514, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1983-80422016243150>>. Acesso em: 21 ago. 2018.

WILEY, David. A. **Learning object design and sequencing theory**. Unpublished doctoral dissertation, Brigham Young University. 2000. 142 f. Doctor of Philosophy - Department of Instructional Psychology and Technology, Brigham Young University, Provo, 2000. Disponível em <<https://opencontent.org/docs/dissertation.pdf>> Acesso em: 06 jun. 2018.

ZAMBERLAN, Edmara Silvana Jóia; DA SILVA, Marcos Rodrigues. O evolucionismo como princípio organizador da biologia. **Temas & Matizes**, v. 8, n. 15, p. 27-41, 2009. Disponível em: <<http://e-revista.unioeste.br/index.php/temasmatizes/article/view/3904>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Sinopses dos Objetos de Aprendizagem elaborados pela autora.

Nesse apêndice serão apresentadas algumas informações sobre os Objetos de Aprendizagem (OAs) que foram avaliados nessa investigação, a partir de sinopses elaboradas pela pesquisadora principal.

Os OAs não possuem tempo de duração fixo, pois são animações/simulações interativas, onde sua continuidade depende do interlocutor. Entretanto, na sinopse de cada OA será informado a quantidade de *frames* (quadros) que o compõe e o tempo de duração estimado pela pesquisadora. Todavia, é preciso deixar claro que o tempo de utilização do OA dependerá da forma como o aluno faz a leitura, da velocidade com que interpreta as informações e de seu grau de curiosidade para explorar o OA.

Objeto de Aprendizagem 1 (OA 1): ESPECIAÇÃO ALOPÁTRICA

Figura 23 – Imagem do OA 1 (*Frame 1*)



O OA tem duração estimada de 7 minutos e é composto por 17 *frames*, que explicam como ocorre o surgimento de novas espécies através do aparecimento de barreiras geográficas. Por meio de animação, simula o surgimento das emas e avestruzes a partir de uma espécie ancestral.

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19250>

Objeto de Aprendizagem 2 (OA 2): ESCOLA TRADICIONAL

Figura 24 – Imagem do OA 2 (Frame 20)



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20213>

Objeto de aprendizagem com duração estimada de 4 minutos é composto por 104 *frames*, que explicam em que se baseia essa escola sistemática tradicional, quais suas características e dá exemplos de sua aplicação. Apresenta imagens de alguns animais e propõe ao aluno que tente classificá-los.

Objeto de Aprendizagem 3 (OA 3): ESCOLA EVOLUTIVA

Figura 25 – Imagem do OA 3 (Frame 1)



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20076>

OA com tempo estimado de 4 minutos, composta por 8 *frames*, em que se explica o conceito de grade e apresenta o embasamento teórico da escola evolutiva, os critérios usados para formação de grupos (grados) e dá exemplos.

Objeto de Aprendizagem 4 (OA 4): ESCOLA CLADISTA

Figura 26 – Imagem do OA 4 (Frame 96)



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20313>

OA com tempo estimado de 4 minutos, composto por 98 *frames*, em que são explicadas as bases da escola cladista, como os organismos são agrupados e qual a principal meta desta classificação. E mostra um exemplo.

Objeto de Aprendizagem 5 (OA 5): SISTEMÁTICA E TAXONOMIA

Figura 27 – Imagem do OA 5 (Frame 1)



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19391>

OA com tempo estimado de 12 minutos, composto por 115 *frames*, que relembra de forma sintética a história da sistemática. Define alguns termos como sistemática e taxonomia, relacionamento filogenético e classificação. Exemplifica o relacionamento filogenético através de um cladograma.

Objeto de Aprendizagem 6 (OA 6): ESTUDOS COMPARATIVOS EM ZOOLOGIA

Figura 28 – Imagem do OA 6 (Frame 42)

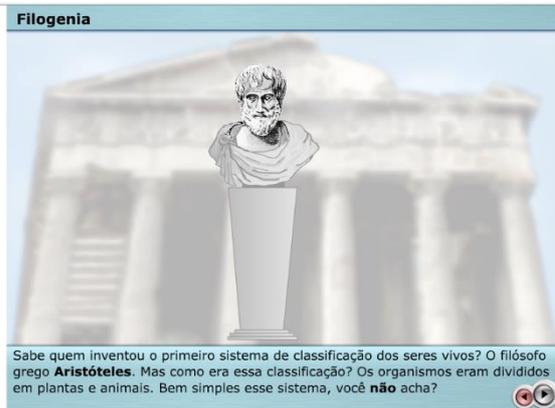


Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20306>

OA com tempo estimado de 4 minutos, composto por 45 *frames*, que trata do compartilhamento de características por indivíduos de uma mesma espécie e por indivíduos de espécies diferentes. Solicita ao estudante que observe imagens e faz a eles perguntas para que pense sobre o tema.

Objeto de Aprendizagem 7 (OA 7): FILOGENIA

Figura 29 – Imagem do OA 7 (Frame 1)

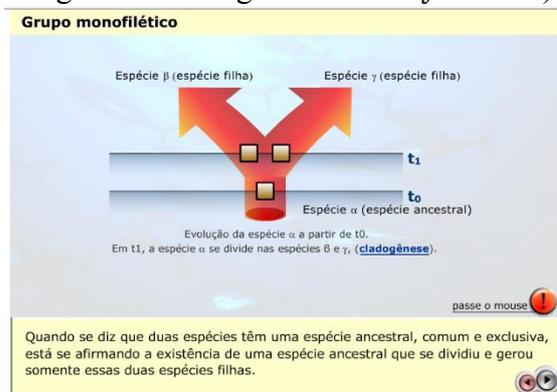


Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19390>

OA com tempo estimado de 16 minutos, composto por 26 *frames*, que trata da história da classificação, nomenclatura binomial, categoria taxonômicas, e sistemática filogenética. E explica o uso do cladograma através de um exemplo.

Objeto de Aprendizagem 8 (OA 8): GRUPO MONOFILÉTICO

Figura 30 – Imagem do OA 8 (frame 32)



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20585>

OA com tempo estimado de 24 minutos, composto de 102 *frames*, que apresenta a definição de grupo monofilético e ilustra com exemplos. Aborda outros conceitos como sinapomorfia e apomorfia.

Objeto de Aprendizagem 9 (OA 9): HOMOLOGIA SERIAL

Figura 31 – Imagem do OA 9 (frame 36)

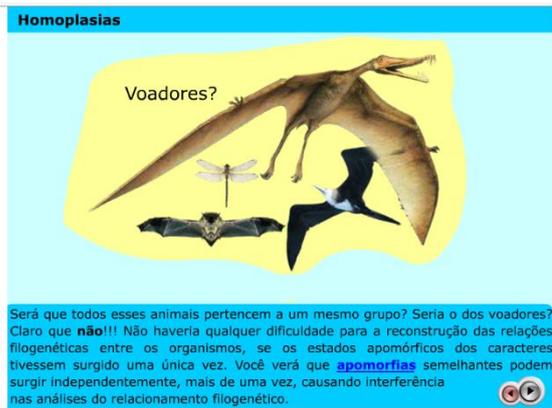


Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20312>

OA com tempo estimado de 8 minutos, composto por 81 *frames*, que explica o que são estruturas homólogas dando ênfase a homologia serial. Para explicar a metameria, utiliza-se de diversos exemplos do reino animal.

Objeto de Aprendizagem 10 (OA 10): HOMOPLASIAS

Figura 32 – Imagem do OA 10 (*frame 1*)

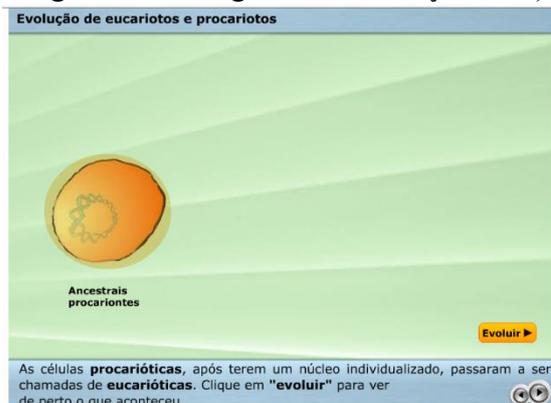


OA com tempo estimado de 9 minutos, composto por 9 *frames*, que explica o que são homoplasias e como podem surgir. Utiliza os termos apomórficos e plesiomórficos mas não explica seu conceito.

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20582>

Objeto de Aprendizagem 11 (OA 11): EVOLUÇÃO DE PROCARIOTOS E EUCARIOTOS

Figura 33 – Imagem do OA 11 (*frame 1*)



OA com tempo estimado de 3 minutos, composto por 6 *frames*, que apresenta a teoria mais aceita sobre o surgimento da célula eucariótica e os processos simbióticos que deram origem à mitocôndria e ao cloroplasto.

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/2807>

Objeto de Aprendizagem 12 (OA 12): EXEMPLO DE MUTAÇÃO

Figura 34 – Imagem do OA 12 (*frame 6*)



OA com tempo estimado de 3 minutos, composto por 9 *frames*, que simula o processo de vicariância para ilustrar como mutações podem gerar diferenças nas gerações seguintes.

Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/3321>

Objeto de Aprendizagem 13 (OA 13): PERÍODO PRÉ-DARWIN

Figura 35 – Imagem do OA 13 (*frame 1*)



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/18652>

OA com tempo estimado de 12 minutos, composto por 20 *frames*, que aborda as concepções sobre a diversidade dos organismos no período anterior a divulgação das ideias darwinistas, tais como fixismo, geração espontânea, criacionismo e teoria de Lamarck.

Objeto de Aprendizagem 14 (OA 14): A EVOLUÇÃO DO HOMEM

Figura 36 – Imagem do OA 14 (*frame 1*)



Fonte: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/23797>

OA com tempo estimado de 6 minutos, composto por 20 *frames*, que retrata a história da evolução humana desde *Australopithecus afarensis* ao *Homo sapiens* dando destaque ao bipedalismo e as vantagens e desvantagens que essa postura trouxe (advinda com essa característica).

APÊNDICE B – Ficha de Avaliação de Objetos de Aprendizagem

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – AO	
Título:	
Fonte:	

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

APÊNDICE C – Avaliação dos Objetos de Aprendizagem utilizados na pesquisa

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 1 - Especiação Alopátrica
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19250

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 2 - Escola Tradicional
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20213

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 3 - Escola Evolutiva
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20076

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 4 - Escola Cladista
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20313

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 5 - Sistemática e Taxonomia
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19391

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 6 - Estudos Comparativos em Zoologia
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20306

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 7 - Filogenia
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/19390

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 8 - Grupo Monofilético
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20585

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 9 - Homologia Serial
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20312

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: Há repetição de texto.

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 10 - Homoplasias
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/20582

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: Entretanto, há algumas imagens que devem ser comparadas, mas não aparecem simultaneamente na tela.</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 11 - Evolução de Procaríotos e Eucariotos
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/2807

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 12 - Exemplo de Mutação
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/3321

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 13 - Período Pré-Darwin
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/18652

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

IDENTIFICAÇÃO DO OBJETO DE APRENDIZAGEM – OA	
Título:	OA 14 - A Evolução do Homem
Fonte:	http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/23797

PRINCÍPIO DA ATENÇÃO DIVIDIDA
<p>1. Apresentam textos e gráficos (imagens/esquemas/animações) não inteligíveis quando visualizados isoladamente?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>2. Faz a integração entre textos e gráficos (imagens/esquemas/animações), que sejam dependentes, na mesma tela?</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA MODALIDADE
<p>3. Faz uso de quais canais sensoriais para transmitir a informação?</p> <p><input type="checkbox"/> AUDITIVO <input checked="" type="checkbox"/> VISUAL <input type="checkbox"/> AMBOS</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>4. Faz uso de narração através de áudio para informar e dar sequência ao OA?</p> <p><input type="checkbox"/> SIM <input checked="" type="checkbox"/> NÃO</p> <p>Observações: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>

PRINCÍPIO DA REDUNDÂNCIA

5. Apresenta gráficos, imagens, textos longos ou qualquer conteúdo não pertinente em relação ao foco da aprendizagem?

SIM NÃO

Observações: _____

6. Apresenta texto redundante pela função de explicar gráficos (imagem/ animações) autoexplicativos?

SIM NÃO

Observações: _____

PRINCÍPIO DOS ELEMENTOS ISOLADOS

7. Apresenta textos, vídeos ou animações com conceitos complexos ou com vários conceitos abordados simultaneamente?

SIM NÃO

Observações: _____

8. O OA aborda conceitos complexos separadamente para que possam ser integrados posteriormente?

SIM NÃO

Observações: _____

