ANÁLISE DE PROCEDIMENTOS AVALIATIVOS E AVALIAÇÃO DE APLICATIVOS, DESENVOLVIDOS NO ÂMBITO DO PROFBIO, PARA O ENSINO DE BIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO

Vladimir Stolzenberg Torres[1], Daniela Cristina de Toni[2]

[1]Biólogo (LP), Mestrando ProfBio - UFSC
E-mail: biologo.vladimir@gmail.com
[2]Bióloga, Dra. e Orientadora ProfBio - UFSC
E-mail: daniela.toni@ufsc.br

Resumo: Este artigo investiga a viabilidade de identificar operações lógicas e infralógicas no contexto da análise operatória, utilizando os aplicativos "Desvendando as células-tronco" e "Anatomolde". A pesquisa foi estruturada como um estudo de caso único, com base na Epistemologia Genética, e analisada por meio do método clínico de Piaget. Um ponto central é a observação de que a identificação dessas operações na lógica do sujeito sugere uma consideração importante tanto para a Psicologia quanto para a Ciência da Computação: a de que sujeito e objeto devem ser analisados em conjunto, alinhando-se à ideia de Piaget de que o que se constrói mais relevante é a interação entre ambos, e não isoladamente em um ou outro.

Palavras-chave: App. Aplicativos educacionais. Ensino de biologia. Recursos educacionais digitais (RED).

ANALYSIS OF EVALUATION PROCEDURES AND EVALUATION OF APPLICATIONS DEVELOPED, WITHIN THE SCOPE OF PROFBIO, FOR TEACHING BIOLOGY IN HIGH SCHOOL

Abstract: This article investigates the feasibility of identifying logical and infralogical operations within the framework of operational analysis, using the applications "Unveiling Stem Cells" and "Anatomolde." The research was structured as a single case study, based on Genetic Epistemology, and analyzed through Piaget's clinical method. A key point is the observation that the identification of these operations in the logic of the subject suggests an important consideration for both Psychology and Computer Science: that both the subject and object should be analyzed together, aligning with Piaget's idea that what is most relevant is the interaction between the two, rather than what is constructed in either one in isolation.

Keywords: Apps. Biology Education. Digital Educational Resources (DER). Educational Applications.

Introdução

A Biologia se constitui em uma área fascinante, no entanto, é dotada de muitos termos e processos que devem ser muito bem contextualizados pelos estudantes. Neste contexto, mediar o processo de aprendizagem dos conhecimentos inerentes à Biologia, em nível do ensino médio sempre representa um grande desafio em face ao elevado grau de abstração necessário para sua compreensão, em decorrência das dificuldades, particularmente das redes públicas, para criar e equipar senão laboratórios escolares, minimamente

salas-ambiente.

Apesar dos avanços tecnológicos, os professores de biologia enfrentam desafios ao selecionar materiais didáticos e tecnologias digitais para suas aulas. Muitas vezes, as palestras predominam, com pouca ou nenhuma participação dos estudantes. No entanto, diversos estudos destacam os benefícios do uso de tecnologias digitais para melhorar o ensino e a aprendizagem.

Desta forma, em tempos atuais, o professor necessita buscar metodologias alternativas de ensino, capazes de instigar o processo norteador do ensino e da aprendizagem dos estudantes.

Conforme Barbosa et al. (2019), o crescente uso de smartphones estimulou o desenvolvimento de aplicativos com diferentes finalidades, buscando atender demandas das mais variadas áreas, passando pelo lazer e percorrendo a academia e os ambientes profissionais.

Decorrente desta crescente e rica disponibilização de aplicativos, surge um aspecto que deve ser considerado como relevante, qual seja, como escolher o mais apropriado para determinada atividade de ensino aprendizagem, uma vez que, é na avaliação do aplicativo e da adequação desse ao trabalho pedagógico que irá ser desenvolvida a prática reflexiva do docente com o mesmo.

É importante ressaltar que os softwares educacionais não só demandam atenção na avaliação de critérios técnicos, mas também envolvem questões pedagógicas relacionadas à construção do processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Pinto e Cybis (2000), os softwares educacionais se distinguem dos demais softwares utilizados no ambiente de trabalho, pois sua ênfase está no aprendizado.

A partir da avaliação do aplicativo, o docente pode iniciar uma relação de autonomia em relação a esse recurso didático. Nessa relação, o sujeito do processo pedagógico é o docente, que planeja e utiliza o aplicativo na sua prática, de forma crítica e reflexiva. Porém, uma importante questão se faz presente, qual seja, como avaliar um aplicativo? Esta certamente é uma pergunta que acomete há muitos docentes e outros profissionais. Decorrente disto, diversas propostas foram apresentadas ao longo do tempo, inicialmente para software's e, posteriormente, adaptadas para aplicativos.

Cabe lembrar, inicialmente, que Torres e De-Toni (2024) consideram software's e aplicativos como objetos distintos: "*a mais significativa diferença entre software educativo e aplicativo educativo não está em aspectos conceituais, mas, ..., na menor riqueza de interatividades proporcionadas por este, quando em comparação com aquele*" (TORRES; DE-TONI, 2024).

Independentemente das diferenças observadas por Torres e De-Toni (2024), deve-se destacar que, conforme estabelecido pelos mesmos, os aplicativos não possibilitam interações para com os indivíduos, tão ricas quanto os softwares.

Neste percurso, outro aspecto merece atenção, qual seja, a expressa necessidade de um repositório, digital, de caráter acadêmico para recepcionar e permitir o livre acesso a recursos educacionais digitais desenvolvidos, especialmente, neste momento nos programas *stricto sensu*, o que, infelizmente, não ocorre. Assim como se pode observar nos aplicativos que serão avaliados neste estudo, não há sua disponibilização em repositórios institucionais, o que poderia ser viabilizado com os particulares, mediante o custeio de pequenas (não tão

pequenas) taxas.

Assim, o presente estudo objetivou revisar, na medida do possível, o conhecimento gerado a recursos educacionais digitais no ensino de biologia produzidos no âmbito do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, analisar processos avaliativos de aplicativos e avaliar os aplicativos que tenham sido de desenvolvidos ou teorizados.

Metodologia

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho é de natureza básica, qualitativa e bibliográfica, que traz ao pesquisador a possibilidade de fazer novas análises a partir das produções já existentes, contribuindo para a melhor compreensão da temática proposta na pesquisa e com o desenvolvimento de investigações futuras; com isto elencando os principais conceitos teóricos da literatura que explicam a contribuição dos recursos digitais de aprendizagem e dos recursos abertos de aprendizagem para o ensino de biologia.

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio da análise de fontes teóricas publicadas em mídia impressa e eletrônica, particularmente artigos de pesquisa, teses e dissertações, haja vista que todo trabalho científico começa com a pesquisa bibliográfica, que fornece ao pesquisador informações sobre o que já foi pesquisado sobre o assunto (OLIVEIRA, 2011).

Trata-se, assim, de um trabalho de pesquisa que seleciona artigos e trabalhos científicos que estejam relacionados ao uso de RED no ensino de biologia e apresenta a contribuição desses recursos para uma melhor compreensão do tema proposto. Segundo Oliveira (2011), a pesquisa exploratória possibilita aumentar a consciência do pesquisador sobre os fatos, o que possibilita uma formulação mais precisa de problemas, a criação de novas hipóteses e novos estudos mais estruturados.

Para análise, foram selecionados os aplicativos “Desvendando as células-tronco” desenvolvido por Almeida (2020), “Anatomolde” desenvolvido por Melo (2020), “Bio Respiração” desenvolvido por Santos (2020), e “CirculApp” desenvolvido por Pereira (2020).

Os repositórios

Considerando a relevância da reunião, do armazenamento, da disseminação e da preservação de dados e de informações digitais no contexto da produção científica de acesso aberto, têm-se Campêlo e Barreto-Neto (2019), considerando que, em virtude do “*desenvolvimento da tecnologia da informação, o armazenamento e a organização dos dados se tornaram uma peça fundamental para a disseminação da informação contida nesses objetos*” (CAMPÊLO; BARRETO-NETO, 2019, p. 342).

Uma interessante alternativa se vincula a repositórios privados, destacando-se dois, quais sejam, o Google Play e o App Store. No caso do Google Play, desenvolvido para receber aplicativos Androide, há necessidade de um cadastro para a disponibilização de aplicativos, a uma taxa anual de US$ 25.00 (vinte e cinco dólares), não havendo necessidade de uma aprovação prévia, sendo suficiente enviar o projeto que, em minutos já estará disponível para download.

Por sua vez, o App Store, foi constituído para atender o iPhone, iPod Touch e iPad, que permite aos usuários navegar e fazer download de aplicativos pela iTunes Store. Semelhantemente ao

Google Play, há necessidade de um cadastro como desenvolvedor e pagar uma taxa anual, um pouco mais elevada, correspondendo a US$ 99.00 (noventa e nove dólares) para poder enviar aplicativos para aprovação na App Store. Porém, diferentemente daquele, cada aplicativo será submetido a um processo de aprovação pela Apple, etapa esta que pode durar dias, ou mesmo meses, dependendo da tecnologia, das funções, do conteúdo, design, entre outros detalhes. Porém, e isto é interessante, no caso de não aprovação do aplicativo, submetido à apreciação, há um feedback que possibilita a correção das não conformidades e a ressubmissão do mesmo.

Diante deste quadro, a Capes poderia conveniar com tais repositórios, para dispensa de taxas e disponibilização dos aplicativos desenvolvidos em ambientes acadêmicos.

Métodos de avaliação de recursos educacionais digitais (RED)

Conforme Pereira et al. (2016),

> "*a tomada de decisão dos educadores sobre o que deve ser avaliado em um RED, sob qual perspectiva (pedagógica, técnicas e de uso), considerando as especificidades relativas ao público alvo, tipo do RED e área de conhecimento, é um desafio para a informática na educação. Na tentativa de minimizar a dificuldade enfrentada pelos educadores, várias abordagens de avaliação* [...] *têm surgido ao longo dos anos. Embora este fato reafirme a importância e necessidade de realizar avaliação* [...]*, o surgimento "caótico" de proposições para avaliação* [...] *pode tornar a decisão dos educadores-avaliadores mais complexa*" (PEREIRA et al. 2016, p. 558).

Assim, considera-se que, se por um lado há um grande número de aplicativos (apps) produzidos e lançados nas lojas virtuais, por outro, há inúmeras dificuldades para avaliá-los, especialmente, por problemas na comunicação entre o desenvolvedor, o produto em si e o usuário final da tecnologia. Alguns questionam até que ponto esses apps tem respondido a finalidade a que se propõem (FIORDELI et al., 2013; TOMLINSON et al., 2013).

Avaliar um aplicativo educativo representa levantar as reais possibilidades que o mesmo expressa para o processo de ensino e de aprendizagem. Questiona-se até que ponto os app têm respondido à finalidade a que se propõem, sendo a qualidade do seu conteúdo e análise da usabilidade necessária (BARBOSA et al., 2019).

Uma exigência importante é que o recurso tecnológico seja elaborado de modo que facilite, para as pessoas, o emprego de uma ferramenta ou objeto tecnológico a fim de realizar uma tarefa específica e importante (CATECATI et al., 2017). Quando o desfecho da tarefa no aplicativo é de fácil entendimento, intuitivo e de fácil uso, diz-se que a experiência do usuário é boa, portanto, o app possui atributos de usabilidade.

A experiência do autor sênior expressa que, como regra geral, os atuais protocolos de avaliação foram desenvolvidos para softwares *stricto sensu* e não para aplicativos, no que é corroborado por Andrade et al (2017) e Silva (2020), segundo os quais, a maioria dos app não possui critério de avaliação, é desenvolvido sem considerar padronização e normatização. Considera-se que há necessidade de diretrizes mínimas de padronização e de critérios de avaliação dos conteúdos dos app.

Avaliação Clássica

É inspirada no modelo de avaliação que se adotava para a escolha de livros

didáticos, baseando-se em um conjunto de questionamentos que buscavam identificar aspectos positivos e negativos de cada obra, e.g., qualidade dos livros, apresentação gráfica do livro, coerência entre o livro didático e a proposta da escola e a da rede pública de ensino, adequação ao "contexto" do discente e pareceres do PNLD (vide, e.g., SANTOS, 2006). O próprio ChatGPT, quando questionado, apresenta um modelo desta natureza:

1. Objetivos de aprendizagem: o aplicativo educacional deve ser projetado para atender aos objetivos de aprendizagem específicos. Verifique se o aplicativo é alinhado com as metas de aprendizagem desejadas e se oferece feedback útil para os usuários.
2. Design e interface do usuário: a interface do usuário deve ser fácil de usar e intuitiva, facilitando a navegação e a interação com o aplicativo. O design deve ser atraente e envolvente para o público-alvo.
3. Conteúdo educacional: o conteúdo deve ser preciso, atualizado e relevante para os usuários. O aplicativo deve ser capaz de ajudar os usuários a aprender novos conceitos, habilidades e conhecimentos de maneira eficaz.
4. Interação social e colaborativa: se o aplicativo permite que os usuários interajam entre si, verifique se a interação social e colaborativa é facilitada. Isso pode incluir recursos como fóruns de discussão, grupos de estudo, feedback e revisão por pares.
5. Acessibilidade: o aplicativo deve ser acessível a todos os usuários, independentemente de sua habilidade ou necessidades especiais. Verifique se o aplicativo é compatível com tecnologias assistivas e se possui recursos de acessibilidade, como leitura em voz alta ou legendas.
6. Análise de dados: o aplicativo deve ser capaz de coletar dados sobre o desempenho do usuário e fornecer informações úteis para os educadores e administradores sobre o progresso dos usuários.

Assim, conforme se percebe, tem-se que, quando a funcionalidade dos aplicativos é de fácil entendimento, intuitivo e com uma boa interação de uso, diz-se que a experiência de usuário é boa, ou seja, a aplicação possui atributos de usabilidade conforme é o modelo essencial para seus usuários.

Normas ISO

Amaral e Guedes (2005) seguem concepção similar à da avaliação clássica, porém, amparando-se na norma ISO/IEC 9126-1 e na ISO/IEC 14598-5. De outra feita, entretanto, fundamental referir que as normas ISO não fornecem um padrão exclusivo para a avaliação de softwares educacionais.

A ISO/IEC 9126-1 define um modelo de qualidade para produtos de software propondo métricas externas para medir os atributos das características de qualidade definidas, da seguinte maneira: eficácia; produtividade; segurança; e satisfação.

Por sua vez, a ISO/IEC 14598-5 define o processo para avaliadores, fornecendo orientações para a implementação prática de avaliação de produtos de software - quando diversas partes necessitam entender, aceitar e confiar em resultados da avaliação.

Método de Reeves

Nesta linha temos o modelo de avaliação da qualidade de software educacional desenvolvido por Reeves (1994), que estabelece vinte e quatro critérios, dos quais três são de qualidade de software, seis de qualidade de uso, sete de qualidade pedagógica e seis classificados pelo autor como critérios de interface com o usuário.

Sua aplicação consiste em uma avaliação (objetiva) utilizando-se de gráficos com escala bidirecional e o diagnóstico sendo realizado pelo educador mediante a análise da disposição dos pontos marcados nas setas.

Conforme Brito-Jr. (2016), destacam-se como pontos positivos deste método: a abrangência, avaliação comparativa e explicação dos critérios; e a divisão dos critérios quanto aos modelos de qualidade. Por outro lado, Brito-Jr. (2016), considera como pontos negativos, a difícil interpretação para avaliação dos critérios (escalas sem numeração) e complexidade em relação aos critérios (dimensões que os professores não dominam durante o processo de avaliação).

Outras técnicas

Pode-se ainda, neste contexto, citar um considerável número de sistemas de avaliação, das quais se destacam (encontram-se detalhadas no estudo de Pereira et al., 2016): a Técnica de TICESE (BRITO, ALMEIDA, CAVALCANTI, 2003), a Técnica de Mucchielli (SILVA, 1998), o Método de Lori (NESBIT; BELFER; LEACOCK, 2003), a Abordagem MAQSEI (ATAÍDE; TEIXEIRA; DA-SILVA, 2003), a Abordagem FASE (WEBBER; BOFF; BONO, 2009), o Método de Savi (SAVI et al., 2010), e a Abordagem de PETESE (COOMANS; LACERDA, 2015), todas guardando similaridades entre si e, particularmente, para com o Método de Reeves, adotando critérios pontuáveis.

Lógica Operatória Piagetiana

As operações lógicas de Piaget são ações mentais que permitem a classificação, a seriação e a explicação. Para Piaget, o raciocínio lógico-matemático é o resultado dessas operações, que são reversíveis e se desenvolvem em quatro estágios. Conforme Raven (2000, p. 502), tais operações "*apresentam um desafio para a avaliação. Elas podem ser usadas para correlacionar a aquisição de conceitos com a aquisição de estruturas lógicas específicas*". As operações lógicas de Piaget, que descrevem como uma criança vai organizando a natureza e os fenômenos da ciência, são as seguintes: classificação, seriação, multiplicação lógica, compensação, razão - proporção, probabilidade e correlação.

Considerando-se que os aplicativos são ferramentas, consegue-se, mediante elas, desenvolver, crescer, existir e transformar novos objetos. O emprego da lógica operatória piagetiana foi, inicialmente, preconizado por Behar (1996) ao elaborar uma metodologia de análise de ferramentas computacionais segundo os princípios lógico operatórios; com isto possibilitando a avaliação da interatividade, no processo de ensino e aprendizagem mediado por recursos computacionais (SALEME; QUEIROZ, 2006).

A lógica operatória piagetiana se apresenta como a melhor forma de avaliar um aplicativo, com isto verificando a interação deste para com o sujeito, possibilitando, conforme Costa (1999), identificar que estruturas cognitivas o indivíduo deve ter para utilizá-lo.

Torres e De-Toni (2022), empregando este método, levaram a cabo a análise do aplicativo "Molukas" e, posteriormente, favorecidos pela disponibilidade dos dados de Torres e Behar (2001), realizaram, uma análise comparativa da riqueza de interações proporcionadas por ambos os recursos concluindo (TORRES; DE-TONI, 2024) que, muito embora a portabilidade apresentada pelo app "Molukas" seja um fator importante,

a qualidade interacional do software "Neural Communication" é sobrepujante.

Mas, qual a vantagem deste método em relação aos anteriormente comentados? Uma vez que essa abordagem se baseia na teoria do desenvolvimento cognitivo proposta por Jean Piaget, pode contribuir para a criação de ambientes de aprendizagem mais alinhados com as características e necessidades específicas de desenvolvimento cognitivo de cada estudante.

Conforme Piaget (1972), a lógica operatória descreve as estruturas da lógica natural dos sujeitos, através do aparelho teórico da lógica formal e da matemática. Esta lógica aparece como uma construção intermediária entre a lógica natural dos indivíduos e a lógica formal dos lógicos; ou seja, a lógica operatória constitui os modelos formais que representam esta lógica natural. Piaget (1971) denomina operação como "*a ação interiorizada ou interiorizável, reversível e coordenada em uma estrutura total ...*" ou ainda, "*é uma ação suscetível de voltar ao seu ponto de partida e de fazer composição com outras segundo esse duplo modo direto e inverso*". Assim, um conjunto de operações forma um sistema de operações.

Nesta abordagem, este conceito de operação em relação ao sujeito é reinterpretado para o objeto. Portanto, chama-se de operação no recurso (aplicativo) àquela realizada pelo sujeito, mas transferida para o recurso de tal forma que, esta ações executadas na ferramenta também podem formar um sistema de operações.

Aplicativos selecionados do Profbio

Os aplicativos foram selecionados de forma aleatória a partir dos TCM's disponibilizados no repositório disponibilizado pela coordenação do programa.

"Desvendando as células-tronco" desenvolvido por Almeida (2020)

De acordo com Almeida (2020), o projeto de desenvolvimento do aplicativo em questão seguiu a Resolução CONEP Nº 466/2012, recebendo aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba, com o número de registro CAEE 15281519.0.0000.5188. Todos os participantes do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), enquanto os menores de idade tiveram os responsáveis assinando o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).

Seguindo a descrição de Almeida (2020), o aplicativo "Explorando as Células-Tronco" é projetado para operar *offline* e está disponível na plataforma Android, apresentando o layout apresentado na figura 1. Ele consiste em três seções distintas:

Estudo: Esta seção fornece uma abordagem teórica detalhada sobre o tema das células-tronco, oferecendo uma introdução abrangente para aqueles que estão utilizando o software pela primeira vez.

Curiosidades: Nesta seção, são reunidas informações curiosas sobre a aplicação das células-tronco, proporcionando aos usuários uma visão interessante sobre o assunto.

Jogo: Esta seção oferece uma experiência interativa, composta por um conjunto de perguntas distribuídas em três níveis de dificuldade (Quiz), proporcionando uma forma divertida de testar o conhecimento sobre células-tronco.



Figura 1. Tela de entrada do aplicativo (Fonte: modificado de Almeida, 2020, p. 29).

O aplicativo para celulares Android deveria poder ser obtido através do link informado no estudo de Almeida (2020, p. 30):

https://drive.google.com/drive/folders/1TNL3SnP9DuCwN6F8pZO85EvdgEdBIMYa

Apesar disto, segundo mensagem gerada pelo sistema (fig. 2A), o mesmo parece não mais estar disponível para download pelo *smartphone*, tendo sido obtido, entretanto, através de notebook. Vencida esta etapa, o aplicativo foi transferido via WhattsApp e posto em execução (fig. 2B).



Figura 2. A) Mensagem gerada pelo sistema ao se tentar realizar o download do aplicativo; **B)** aplicativo rodando (Fonte: imagens de tela realizadas pelo autor sênior).

"Anatomolde" desenvolvido por Melo (2020)

O projeto para o desenvolvimento e utilização do aplicativo recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Acadêmico de Vitória/Universidade Federal de Pernambuco (CAV/UFPE), registrado

sob o número CAAE 4636219.6.0000.9430; consonante a Resolução CONEP Nº 466/2012.
No que tange ao desenvolvimento do aplicativo, considerando ...

[...] as necessidades tecnológicas exigidas pelo desenvolvedor desse projeto [...] escolheu-se a plataforma on-line gratuita do site Fábrica de Aplicativos - Fabapp, hospedada sob o endereço:

https://fabricadeaplicativos.com.br/
(MELO, 2020, p. 39).

Este aplicativo foi apresentado como uma ferramenta projetada para orientar professores de biologia do ensino médio, tanto em escolas quanto em outros ambientes educacionais, na confecção de peças anatômicas.

Melo (2020) estabeleceu um conjunto de "sessões interativas" no aplicativo, a saber: *Introdução à Anatomia e Fisiologia*, *Resumão Sistemas Orgânicos*, *Divisão da Anatomia*, *Mão na Massa*, *Curiosidades*, *Espaço Professor*, *Mural* e *Informações*.

O aplicativo em questão (fig. 3) foi inicialmente disponibilizado no repositório do site Fábrica de Aplicativos, sob o endereço https://app.vc/anatomolde; sendo que, após sua apreciação e aprovação pela banca avaliadora, bem como seu devido registro, o aplicativo deveria estar disponível nos principais repositórios, destacando-se o Google Play® e o Apple Store® citados por Melo (2020); porém decorridos mais de quatro anos daquele estudo, o mesmo não foi localizado em nenhum destes repositórios conforme fora preconizado.

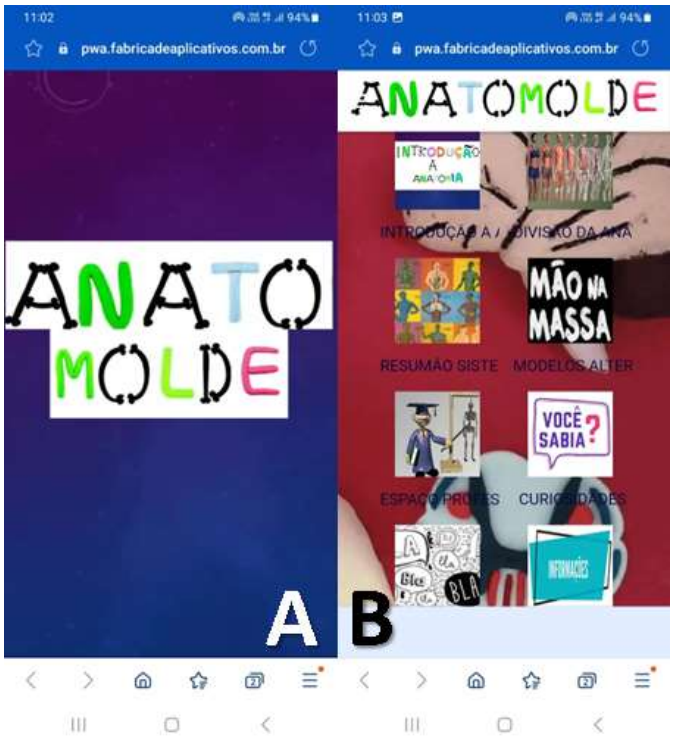

Figura 3. Telas do aplicativo: **A)** tela inicial; **B)** tela de abertura. Observe os detalhes da tela do smartphone, abaixo e acima (Fonte: imagens de tela realizadas pelo autor sênior).

"Bio Respiração" desenvolvido por Santos (2020)

Seguindo a Resolução CONEP Nº 466/2012, o projeto recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Rio Grande

do Norte (UERN) - Parecer número 3.302.472.

Em consonância com o autor, tem-se que o *respectivo aplicativo é identificado como "Bio Respiração" na plataforma de aplicativos da empresa Google* (SANTOS, 2020, p. 25).

De acordo com Santos (2020), o aplicativo, disponibilizado nas plataformas Android e iOS, estaria acessível para download em sua versão 5.0.2 apresentando um tamanho de 53 MB, e podendo ser baixado no Play Store por https://play.google.com/store/apps/details?id=co.biorespiracao. Porém, em pesquisa realizada junto ao repositório Google Play® não foi possível a sua localização.

Segundo Santos (2020), esta ferramenta operaria *offline*, o que favoreceria sua utilização mesmo em locais onde não houvesse acesso à rede de internet ou cobertura de telefonia móvel, tornando-a acessível em diversos ambientes e momentos de aprendizagem. Conforme se obtém do estudo de Santos (2020), o aplicativo ofereceria links de acesso às informações sobre as etapas da respiração celular em sua configuração. Essas informações teriam como objetivo detalhar as etapas da respiração aeróbica, fornecendo definições importantes sobre as estruturas e processos envolvidos. Além disso, o aplicativo apresentaria imagens e animações das estruturas que participam desses processos bioquímicos celulares, os quais são responsáveis pela produção de energia para os seres vivos aeróbicos.

Durante a exploração do aplicativo, os usuários podem ampliar as imagens disponíveis com um simples toque sobre elas. Também é possível retornar ao menu inicial para revisar conceitos importantes e assimilar melhor as informações necessárias para compreender o tema abordado. Adicionalmente, o aplicativo oferece um conjunto de testes que podem ser utilizados como forma de avaliação da aprendizagem dos estudantes.

"CirculApp" desenvolvido por Pereira (2020)

Na versão final do aplicativo para *smartphone*, o autor incluiu um acervo de vídeos selecionados do YouTube, com aulas sobre o sistema circulatório.

A seção "Artigo" foi enriquecida com artigos científicos do Google Acadêmico, oferecendo aos estudantes uma oportunidade adicional de aprofundar seu conhecimento no conteúdo, como um "bônus" para os usuários.

Quanto ao Resumo, foi projetado para proporcionar aos usuários uma maneira conveniente de revisar o conteúdo relacionado ao sistema circulatório, apresentando tópicos e mapas mentais. Esta seção do aplicativo redireciona os usuários para a página do Google Drive, onde eles têm a opção de visualizar ou baixar o conteúdo.

O Quiz foi incorporado ao aplicativo como uma ferramenta de avaliação do conhecimento adquirido pelos usuários, com questões retiradas de vestibulares. Os usuários podem responder a questões de múltipla escolha, selecionando a letra correspondente à alternativa correta. Ao finalizar o quiz, eles podem verificar suas respostas e visualizar a nota obtida.

Diferentemente dos autores anteriores, Pereira (2020) não relata ter testado seu aplicativo com estudantes, tão pouco, igualmente, cita uma possível autorização do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Piauí, no que causa estranheza, pois, agrega-se, ainda, o fato de o autor não ter, ao que parece, realizado a disponibilização do aplicativo em nenhum repositório, com isto

inviabilizando sua avaliação.

Resultados e discussão

A análise que se realiza, ocorre em relação aos aplicativos: "Desvendando as células-tronco", desenvolvido por Almeida (2020); "Anatomolde", desenvolvido por Melo (2020); e "Bio Respiração", desenvolvido por Santos (2020), sendo excluído "CirculApp", desenvolvido por Pereira (2020), haja vista que, este último, não foi localizado para download de nenhum repositório.

Cabe relatar que "Desvendando as células-tronco" apresentou problemas para sua instalação, sendo considerado pelo sistema Android, como arriscado. "Anatomolde", não se instalou de forma residente no smartphone, sendo necessário acessá-lo através do link anteriormente citado, o que se torna um complicador, por depender de conexão permanente com a web. "Bio Respiração", apesar do link disponibilizado, não se encontra disponível, o que, muito provavelmente tenha ocorrido pelo não pagamento da taxa anual, anteriormente comentada.

A partir da observação da interação sujeito - "Desvendando as células-tronco", e sujeito - "Anatomolde", pôde-se identificar algumas das operações delineadas na metodologia de Behar (2003).

Análise do aplicativo "Desvendando as células-tronco", desenvolvido por Almeida (2020)

Trata-se de um aplicativo bastante limitado nos recursos que oferece. Na opção "Jogar" (fig. 1) apresenta um quiz com três alternativas de respostas em cada questionamento. Ao responder de forma incorreta a qualquer das questões, o sistema determina o reinício da série inteira das mesmas.

Na sequência, a opção "Estudo" (fig. 1), é apresentado um texto de sete páginas a respeito da temática do app, sendo que a última representa um conjunto de referências bibliográficas.

Em "Curiosidades" (fig. 1) é apresentado um conjunto de seis perguntas com as devidas respostas, e.g.: "*Você sabia que Células-tronco são utilizadas como ferramentas de pesquisa?*".

A última opção (fig. 1), "Sobre o App", expressa a apresentação do mesmo, com informações sobre sua origem e autoria.

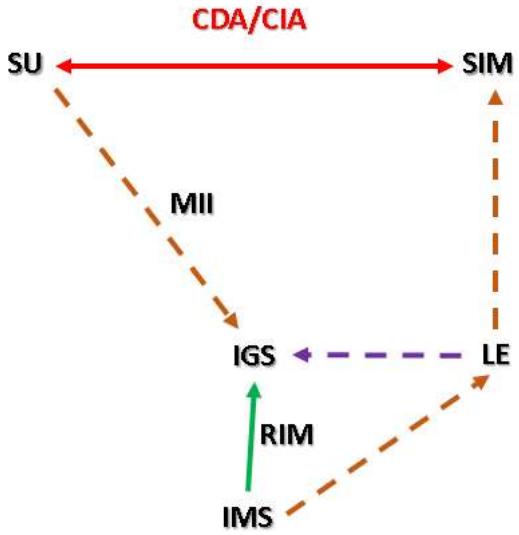

Figura 4. Modelação da interação sujeito *versus* aplicativo "Desvendando as células-tronco". SU

= sujeito usuário; SIM = aplicativo; IGS = imagem gráfica do aplicativo; IM/IMS = imagem mental do sujeito; RIM = representação imagética (imagem mental) do sujeito; LE = linguagem textual; MII = manipulação indireta da imagem (zoom↑↓); CDA = controle direto do aplicativo; e CIA = controle indireto do aplicativo.

Trata-se, evidentemente, de um aplicativo singelo, sem disponibilidade de maiores recursos, como se observa em sua descrição e na conectividade observada na figura 4. No que tange a operações lógicas, pode-se considerar a "probabilidade" em decorrência do quiz, neste sentido considerando a existência de 33,33% de chances de acerto da resposta ao questionamento realizado, em sua primeira tentativa. Também se encontra a "seleção" se for considerada a possibilidade escolha entre "Jogar", "Estudos", e "Curiosidades" para interagir.

Análise do aplicativo "Anatomolde", desenvolvido por Melo (2020)

Este aplicativo não opera na forma clássica, com download e instalação no smartphone, assemelhando-se a softwares antigos, principalmente games, que operavam online, diretamente de sua plataforma de origem, aqui substituída pelo repositório (Fábrica de Aplicativos); neste caso, por conseguinte, portando-se como uma arquitetura cliente-servidor. Pode ser acessado no smartphone através do link: https://pwa.app.vc/anatomolde.

Em "Introdução à Anatomia" (fig. 3), tem-se um pequeno texto (três parágrafos) conceituando anatomia e a diferenciando de fisiologia. Em "Divisão da Anatomia" (fig. 3) encontra-se links que conectam o app com páginas da web. Em "Resumão Sistemas Orgânicos" (fig. 3), encontram-se textos que procuram expressar de forma, supostamente, resumida as informações sobre cada sistema. Em "Modelos Alternativos" (fig. 3), são apresentadas ideias de atividades concretas para desenvolvimento com os estudantes, favorecendo a melhor fixação de certas informações disponibilizadas.

"Espaço do Professor" (fig. 3) conecta-se com a web, semelhantemente a "Divisão da Anatomia", porém, com informações para melhor qualificação docente. "Curiosidades" apresenta um conjunto de informações suplementares, que enriquecem o conteúdo disponibilizado.

"Mural" (fig. 3) prevê a criação de uma conta de acesso, a qual possibilita ao usuário realizar postagens; não estando claro, entretanto, se este recurso se conecta com outros usuários favorecendo uma aprendizagem cooperativa, ou não.

Finalmente, "Informações" (fig. 3), promove a apresentação do app, com informações sobre sua origem e autoria.

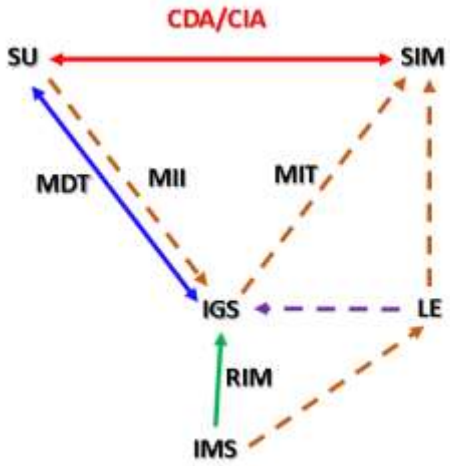

Figura 5. Modelação da interação sujeito *versus* aplicativo "Anatomolde". SU = sujeito usuário; SIM = aplicativo; IGS = imagem gráfica do aplicativo; IMS = imagem mental do sujeito; RIM = representação imagética (imagem mental) do sujeito; LE = linguagem textual; MII = manipulação indireta da imagem (zoom↑↓); MDT = manipulação direta do texto; MIT = manipulação indireta do texto; CDA = controle direto do aplicativo; e CIA = controle indireto do aplicativo.

Conforme se pode observar na figura 5, as interações proporcionadas por este aplicativo, são mais ricas do que àquelas observadas no app "Desvendando as células-tronco", o que se justifica, particularmente, em decorrência da presença da opção "Mural".

No que tange a operações lógicas, identifica-se o "agrupamento aditivo de classes", mediante o estabelecimento de classes ao se considerar o "Resumão Sistemas Orgânicos"; e "classificação" considerando a "Introdução a Anatomia". Ao se verificar a presença de alternativas a serem escolhidas ("Introdução à Anatomia"; "Divisão da Anatomia"; "Resumão Sistemas Orgânicos"; "Modelos Alternativos"; e "Curiosidades") para iniciar às interações, constata-se, como no app anterior, a presença da "seleção". Na "adição primitiva" pode ser considerado o "Mural".

Considerações finais

Como regra geral, um dos grandes desafios que se enfrenta no emprego de apps, em detrimento de softwares, está em que estes não podem ser reiniciados, enquanto aqueles apresentam este recurso, devendo ser desinstalados e reinstalados para que se obtenha a possibilidade de sua reutilização, condição esta, que não se fez presente nos aplicativos avaliados.

As tecnologias da informação e comunicação (TICs) têm proporcionado recursos valiosos para criar ambientes que favorecem a aprendizagem. No entanto, o uso da tecnologia digital, por si só, não resolve os desafios educacionais da atualidade. Em outras palavras, virtualizar conteúdos ou replicar aulas presenciais em formatos digitais não basta para estabelecer ambientes virtuais de aprendizagem eficazes ou promover uma educação a distância de qualidade.

Limitar os ambientes virtuais e as TICs a ferramentas de apoio às práticas tradicionais de ensino e aprendizagem significa deixar de lado a oportunidade de inovar, bem como de estimular o desenvolvimento de novas habilidades e competências nos estudantes.

As atividades realizadas demonstraram que a utilização de

recursos educacionais digitais (RED) no ensino de biologia contribuem para o aprendizado dos estudantes, tornando as aulas mais dinâmicas, interessantes e até mesmo divertidas. Além disso, observa-se um aumento no interesse e engajamento dos estudantes, evidenciando uma maior participação ativa por parte deles.

A construção da aprendizagem interativa requer que o estudante empregue a tecnologia para obter acesso a diversas fontes de informação, sabendo contextualizar a informação e utilizá-la de forma positiva em seu ambiente, transformando essa informação em algo verdadeiramente significativo.

A indisponibilidade dos aplicativos "*Bio Respiração*" e "*CirculApp*" para download, reforça a necessidade de criação de um repositório público gerido (sugere-se) pela Capes, ou, alternativamente, esta mesma instituição, conforme já anteriormente comentado, poderia conveniar com repositórios privados, para dispensa de taxas e disponibilização dos aplicativos desenvolvidos em ambientes acadêmicos.

Referências

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO/IEC 9126-1: Engenharia de software - Qualidade de produto. Parte 1: Modelo de qualidade**. Rio de Janeiro. 2003.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR ISO/IEC 14598-5: Tecnologia de informação - Avaliação de produto de software. Parte 5: processo para avaliadores**. Rio de Janeiro. 2001.

ALMEIDA, Alerson de B. **Desvendando as células tronco: o uso de aplicativo educacional como recurso pedagógico para ensino de biologia**. 2020. 72 f. Dissertação (TCM) (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

AMARAL, Eliane C.; GUEDES, Ulisses T. V. **Análise de construção de software educativo com qualidade: sugestão de ficha para registro e avaliação de software educativo**. 2005. Disponível online em <http://mtc-m16c.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/hermes2@1905/2005/10.03.21.08/doc/ElianeAmaral.pdf>. Acesso em 08 Set. 2023.

ANDRADE, Marcos V. M.; ARAÚJO-JR, Carlos F.; SILVEIRA, Ismar F. Estabelecimento de Critérios de Qualidade para Aplicativos Educacionais no Contexto dos Dispositivos Móveis (M-Learning). **EaD em Foco**, v. 7, n. 2, p. 178-193. 2017.

ATAÍDE, Ana P. R.; TEIXEIRA, Adla B. M.; DA-SILVA, Clarindo I. P. MAQSEI-uma Metodologia de Avaliação de Qualidade de Software Educacional Infantil. In: SBIE 2003 - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, XIV, 2003, Rio de Janeiro. **Anais do ...**, 10 p. Rio de Janeiro: Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível online em <http://www.nce.ufrj.br/sbie2003/publicacoes/paper38.pdf>. Acesso em 09 Ago. 2024.

BARBOSA, Bárbara J. P.; SILVA, Alexis P. S.; MOTA, Tatiane J.; NCHIATA, Yasuko I. N., Análise do conteúdo central dos aplicativos sobre HIV para smartphones. **Journal of Health Informatics**, v. 11, n. 1, p. 13-20. 2019.

BEHAR, Patrícia A. **Análise operatória de ferramentas computacionais de manipulação de representações**. 1996. 101 f. Exame de Qualificação (Mestrado em Ciências da Computação), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

BEHAR, Patrícia A.; PIVOTO, Deise B.; SILVEIRA, Fabiana S. da; SIBLESZ, Gretel. Metodologia de análise de ferramentas computacionais segundo os princípios da lógica operatória. **Educação e Pesquisa**, v. 29, n. 1, p. 55-77. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo Seres Humanos.

BRITO, Cristina L. de; ALMEIDA, Lolanda A. C.; CAVALCANTI, Lialda B. (2003). O que se avalia e o que é preciso avaliar em um software educativo? In: WIE - Workshop de Informática na Escola, IX, 2003, São Paulo. **Anais do WIE 2003**, p. 334-344. São Paulo: Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo IME - USP. Disponível online em <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wie/article/download/801/787>. Acesso em 09 Ago. 2024.

BRITO-JR., Ozonias de O. **Abordagens para avaliação de software educativo e sua coerência com os modelos de qualidade de software**. 2016. 135 f. Dissertação (Mestrado em Informática), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

CAMPÊLO, Leonard R. R. R.; BARRETO-NETO, Vanderlino C. Comparando softwares gratuitos para criação de repositórios de dados abertos. **Ciência da Informação**, v. 48 n. 3 (Supl.), p. 341-346. 2019.

CATECATI, Tiago; MERINO, Eugenio A. D.; GUIMARÃES, Bruno M.; GOBBI, Aline G.; FERREIRA, Marcelo G. G. Medindo a experiência do usuário por meio de sinais fisiológicos. **Ergodesign e HCI**, v. 5 (número especial), p. 142-152. 2017.

COOMANS, Stéphanie; LACERDA, Gilberto S. PETESE, a Pedagogical Ergonomic Tool for Educational Software Evaluation. **Procedia Manufacturing**, n. 3, p. 5881-5888. 2015. Doi: 10.1016/j.promfg.2015.07.895

COSTA, Antônio C. da R. **Lógica operatória**. Porto Alegre. UFRGS, 08 Dez. 1999. Notas de Aula da Disciplina Lógica Operatória do Curso de Pós Graduação em Informática na Educação.
FIORDELLI, Maddalena; DIVIANI, Nicola; SCHULZ, Peter J. Mapping mHealth research: a decade of evolution. **J. Med Internet Res.**, v. 15, n. 5, e95. 2013.

MELO, Sílvio A. do N. **Anatomolde: um aplicativo (app) para o ensino de anatomia e fisiologia no ensino médio**. 2020. 81 f. Dissertação (TCM) (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia), Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2020.

NESBIT, J. C.; BELFER, K.; LEACOCK, T. **Learning object review instrument (LORI)**. 2003. 11 p. Disponível em <https://www.academia.edu/7927907/Learning_Object_Review_Instrument_LORI_>.

Acesso em 09 Ago. 2024.

OLIVEIRA, Maxwell F. de. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. Manual (pós-graduação). Catalão: Universidade Federal de Goiás, 2011. 72p.

PEREIRA, Jonilson A. **A criação de um aplicativo em smartphone como uma ferramenta didática para o estudo do sistema circulatório**. 2020. 33 p. Dissertação (TCM) (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia), Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2020.

PEREIRA, Wendell S.; SILVA, Raphael S. T. da; CARDOSO-FILHO, Raimundo J.; SILVA, Willaine R. de A.; AGUIAR, Yuska P. C.; DANTAS, Vanessa F. Avaliação de Software Educativo: Análise de Abordagens para Definição de Diretrizes. **Nuevas Ideas en Informática Educativa**, v. 12, p. 557-562. 2016.

PIAGET, Jean. **A formação do símbolo na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.

PIAGET, Jean. **Ensaio de lógica operatória**. São Paulo: Edusp, 1972.
PINTO, Andres D.; CYBIS, Walter de A. Um Estudo Teórico sobre as Técnicas de Avaliação de Software Educacional. In: Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, VI, 2000. **Anais do...**, 11p. Patagônia: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Disponível online em <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/23499/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 22 Jan. 2025.

RAVEN, Ronald J. As operações lógicas de Piaget e a aprendizagem: um desafio para avaliação. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, v. 8, n. 29, p. 497-504. 2000.

REEVES, Thomas. Systematic Evaluation Procedures for Interactive Multimedia for Education and Training. In: REISMAN, Sorel. **Multimedia Computing: preparing for the 21 st century**. Harrisburg: Idea Group, 1994.
SALEME, Samira B.; QUEIROZ, Sávio S. de. Identificando operações lógicas e infralógicas por meio da análise operatória do jogo computadorizado "The Sims". In: Workshop de Informática na Escola, XII, 2006, Campo Grande. **Anais do...**, p. 215-222. São Paulo: Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. Disponível online em <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/wie/article/download/894/880>. Acesso em 09 Ago. 2024.

SANTOS, Antonio D. A. dos. **Aplicativo como ferramenta no ensino da respiração celular**. 2020. 56 f. Dissertação (TCM) (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2020.

SANTOS, Sandra M. de O. **Critérios para avaliação de livros didáticos de química para o ensino médio**. 2006. 235 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SAVI, Rafael; VON-WANGENHEIM, Christiane G.; ULBRICHT, Vania; VANZIN, Tarcisio. Proposta de um modelo de avaliação de jogos educacionais. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 3, 12 p. 2010.

SILVA, Alexis P. da. **Análise de usabilidade do aplicativo móvel-PEPtec- de apoio aos profissionais de saúde à profilaxia pós- exposição ao HIV**. 2020. 117 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

SILVA, Cassandra R. D. O. **Bases pedagógicas e ergonômicas para concepção e avaliação de produtos educacionais informatizados**. 1998. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

TOMLINSON, Mark; ROTHERAM-BORUS, Mary J.; SWARTZ, Leslie; TSAI, Alexander C. Scaling up mHealth: where is the evidence? **PLoS Med.**, v. 10, n. 2, e1001382. 2013.

TORRES, Vladimir S.; DE-TONI, Daniela C. Análise do aplicativo 'Molukas' para ensino de evolução no ensino médio. **Enciclopédia Biosfera**, v. 19, n. 42; p. 70-79. 2022. Doi: 10.18677/EnciBio_2022D7

TORRES, Vladimir S.; BEHAR, Patricia. A. Lógica Operatória na Avaliação da Interação de Indivíduo-Software de Simulação no Ensino Superior de Ciências Biológicas. **Revista de Educação**, v. 24, n. 44, p. 169-187. 2001.

TORRES, Vladimir S.; DE-TONI, Daniela C. Aplicativos (App) Educacionais versus Softwares Educacionais - Perspectivas. **UNISANTA Bioscience**, v. 13, n. 4, p. 322-331. 2024.

WEBBER, Carine; BOFF, Elisa; BONO, Fernanda. Ferramenta Especialista para Avaliação de Software Educacional. In: SBIE 2009 - Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, XX, 2009, São Paulo. **Anais do...**, 10 p. São Paulo: Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. Disponível online em <http://milanesa.ime.usp.br/rbie/index.php/sbie/article/view/1115/1018>. Acesso em 09 Ago. 2024.