

# Análise de software para o ensino de evolução através de critérios pedagógicos e computacionais

## Software analysis for evolution teaching through pedagogical and computational criteria

Arielson dos Santos Protázio<sup>1</sup>, Maria de Fátima Souza dos Santos-Oliveira<sup>2</sup>, Airan dos Santos Protázio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Bahia, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, Brasil

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Irecê, Bahia, Brasil

[neu\\_ptz@hotmail.com](mailto:neu_ptz@hotmail.com), [fatimabiol@yahoo.com.br](mailto:fatimabiol@yahoo.com.br), [airanprotazio@yahoo.com.br](mailto:airanprotazio@yahoo.com.br)

**Recibido:** 23/01/2018 | **Corregido:** 30/07/2019 | **Aceptado:** 05/08/2019

**Cita sugerida:** A. dos Santos Protázio, M. de F. Souza dos Santos-Oliveira, A. dos Santos Protázio, "Análise de software para o ensino de evolução através de critérios pedagógicos e computacionais," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 24, pp. 44-55, 2019. doi: 10.24215/18509959.24.e06

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

### Resumo

Neste estudo foram analisados o perfil e adequação pedagógica e técnica de *software* que tratam do tema evolução. *Software* foram identificados em duas bases de dados educacionais, classificados quanto a taxonomia e avaliados com um *checklist*. Foram identificados 35 *software*. A maioria foi tutorial (48,6%), seguida de multimídia (22,9%), exercício e prática e processadores de texto (8,6%) e jogos e simuladores (5,7%). Sete foram comportamentalistas, seis construtivistas e cinco construtivista-sociointeracionistas. Dezoito foram adequados quando a forma de apresentação do conteúdo, 29 mostraram-se robustos, 12 apresentaram portabilidade, 26 empregaram adequadamente as imagens, 30 apresentaram adequadamente as informações, 17 tiveram ótima orientação e navegação, 32 foram esteticamente adequados, 16 apresentaram afetividade e apenas um jogo mostrou-se interativo. Houve maior semelhança entre multimídias e processadores de texto, com relevância da orientação e navegação, portabilidade e adequação da apresentação do conteúdo. Exercícios e prática, jogos e tutoriais apresentaram maior semelhança entre si e todos tiveram pouca relevância da orientação e navegação, portabilidade e adequação da apresentação do conteúdo, mas apresentaram maior afetividade. Tutoriais tiveram

grande relevância do emprego de imagens. Apesar da importância do uso de *software* educacionais para a promoção da aprendizagem, todos os tipos analisados mostraram deficiências em alguns dos critérios analisados, indicando que eles devem ser utilizados de maneira complementar.

**Palavras-chave:** Educação; Aprendizagem; Biologia; TICs; Checklist.

### Abstract

The present study analyzed the profile and pedagogical and technical adequacy of software dealing with the subject of evolution. The software packages were identified from two educational databases, classified in terms of taxonomy and evaluated with a checklist. A total of 35 software packages were identified. The majority were tutorial (48.6%), followed by multimedia (22.9%), exercises and practical programs and word processors (8.6%) and games and simulators (5.7%). Seven were behaviorist, six were constructivist and five were constructivist-socio-interactionist. Eighteen were adequate in terms of the form of their content presentation, 29 were robust, 12 were portable, 26 used images adequately, 30 presented

information adequately, 17 had excellent orientation and navigation, 32 were aesthetically adequate, 16 demonstrated affectivity and only one game was interactive. The greatest similarity was between the multimedia software packages and word processors, with relevance from orientation and navigation, portability and content presentation. The exercises and practical, games and tutorials had the smallest relevance of the orientation and navigation, portability and content presentation, but showed affectivity. Tutorials had greatest relevance of the image use. Despite the importance of using educational software to promote learning, all the types of program analyzed exhibited deficiencies in some of the criteria, indicating that they should be used in a complementary manner.

*Keywords:* Education; Learning; Biology; ICTs; Checklist.

## 1. Introdução

Evolução é considerada uma disciplina integradora, capaz de promover associação entre as diferentes disciplinas que compõe a Biologia e até mesmo com outras áreas do conhecimento humano [1]. Cognitivamente, o ensino da disciplina contribui para a formação de cidadãos ativos, capazes de tomar decisões pensadas e de se adaptarem as mudanças econômicas, sociais e políticas que ocorrem na sociedade [2]. No Brasil, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio [3] define a evolução com um eixo central e unificador na Biologia, em que seu ensino não deve limitar-se apenas a um bloco de conteúdos, mas sim, compor uma linha norteadora de todos os outros temas, resumindo a importância do ensino da evolução para a formação científica dos cidadãos.

Diferente dessa perspectiva, o ensino de evolução pode ser problemático. O tema está imerso em uma série de dificuldades que perpassam por problemas de cunho conceitual decorrente do alto nível de complexidade e aprofundamento teórico ao qual está embasado, até a presença de conflitos ideológicos e fatores culturais que influenciam no modo como alunos e professores leem o mundo [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]. Este último pode ser o principal fator que determina o aceite ou não da evolução biológica como mecanismo válido de explicação da natureza [11, 12].

Dentre as dificuldades apontadas acima, talvez a de mais fácil diagnóstico seja à carência e ineficiência dos materiais didáticos que servem como ferramenta de apoio a ação pedagógica, os quais podem dificultar a adoção de estratégias dinâmicas e mais atraentes de ensino do tema [13]. Os materiais didáticos destinados ao ensino de evolução resumem-se aos livros didáticos que, corriqueiramente, são limitados e com problemas conceituais [7], além de serem sobrecarregados de analogias e metáforas que simplificam a complexidade do fenômeno biológico e reduzem a evolução a noções não científicas [14].

Para Almeida e Falcão [8], os livros negligenciam uma abordagem epistemológica sobre como se deu a construção

dos conceitos evolutivos, focando excessivamente na dicotomia teórica lamarckismo x darwinismo, que nada contribui para o desenvolvimento do pensamento evolutivo. Ainda que o livro didático seja uma fonte pedagógica valiosa e, possivelmente, única fonte de informações científicas para muitos estudantes [13], eles muitas vezes não acompanham às orientações estabelecidas em diretrizes pedagógicas, o que pode gerar repulsa e perda da popularidade por parte dos professores [15].

Diante desta problemática, a utilização de *software* educacionais enquanto ferramenta pedagógica mostra-se uma alternativa promissora para o ensino do tema evolução. O uso de *software* está em harmonia com as ideias de inserção das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) no contexto educacional e possibilita o desenvolvimento de novas metodologias para ensino do tema. Para Levy [16], o contexto cultural atual prima pela valorização da utilização de ferramentas digitais e virtuais como estratégias de aprendizagem, alavancadas pela possibilidade de promoção de aulas mais atrativas e em consonância com as exigências socioculturais dos estudantes.

Segundo Giraffa [17], qualquer *software* pode ser educacional, desde que o professor crie estratégias para explorá-lo de acordo com o contexto social e seus objetivos educacionais. Desse modo, para a escolha de um *software* educacional devem-se levar em consideração aspectos técnicos, pedagógicos, psicológicos, políticos e sociológicos, bem como uma avaliação criteriosa de sua qualidade [18]. A escolha do *software* educacional deve priorizar a preocupação em manter a integração entre as propostas pedagógicas e técnicas, ampliado a necessária relação entre aprendizagem e usabilidade [19].

Neste estudo foi analisada a usabilidade dos *software* que tratam da temática evolução a partir das perspectivas pedagógica e ergonômica, avaliando seu potencial como instrumento de ensino para educação básica, de modo a garantir um processo de aprendizagem inovador e relacionado com a difusão das TICs. Para construção dessa proposta são apresentados alguns aspectos teóricos relacionados à inserção das TICs no contexto educacional e a definição da qualidade didática dos *software*.

### 1.1. A educação e as TICs

Diversas críticas têm sido direcionadas ao sistema tradicional de ensino vigente em muitas escolas. Aulas que focam principalmente em conteúdos pré-estabelecidos, abordados através da transmissão da informação, em detrimento ao cotidiano e realidade dos estudantes, aliada a presença de um professor detentor do conhecimento [20, 21, 22], são alvos de severas críticas de pesquisadores e estudiosos da educação, como um dos principais indicadores de deficiência no ensino-aprendizagem.

Para o ensino das chamadas Ciências da Natureza, deficiências na aprendizagem podem estar associadas às dificuldades no emprego de estratégias eficientes que

garantam apreensão do conhecimento e reflexão [23]. Esta deficiência pode perpassar por diversas etapas da formação educacional, desde a educação básica até a superior, evidenciando um *continuum* da problemática ensino-aprendizagem [24].

Um das definições dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Brasil [25] para o ensino das Ciências da Natureza é que ele deve apresentar singularidades que propiciem aos alunos o aprofundamento dos conhecimentos da natureza de maneira integrada com os diferentes saberes. Especificamente para a área de Biologia, o ensino deve ser articulado, garantindo que os estudantes adquiram conhecimento biológico que ofereça base para a reflexão da relação entre produção científica e o seu cotidiano, assegurando uma percepção holística dos fenômenos naturais [3].

[...] conteúdos de Biologia devem propiciar condições para que o educando compreenda a vida como manifestação de sistemas organizados e integrados, em constante interação com o ambiente físico-químico. O aluno precisa ser capaz de estabelecer relações que lhe permitam reconhecer que tais sistemas se perpetuam por meio da reprodução e se modificam no tempo em função do processo evolutivo, responsável pela enorme diversidade de organismos e das intrincadas relações estabelecidas pelos seres vivos entre si e com o ambiente [...] [3].

Apesar dessa postura inovadora direcionada para o ensino formal, historicamente escolas sempre foram centros tradicionais de busca do conhecimento e aprendizagem, apresentando estruturas familiares como salas de aulas, quadro negro, professores, diretores e demais membros do corpo escolar [26]. Apesar desse modelo educacional ainda persistir, atualmente presenciamos uma acentuada mudança no fazer pedagógico. O advento das TICs promoveu uma mudança nos valores e no modo de pensar da sociedade e, conseqüentemente, na maneira de ensinar. Para Lévy [16], a principal mudança está relacionada ao advento das tecnologias digitais e sua popularização. A *internet* possibilitou acesso ilimitado e em grande velocidade às mais variadas informações, e os computadores, celulares, *ipods* e *tablets*, configuraram-se em um meio para se ter este acesso [26].

Lévy [16] acredita que vivemos um momento sociocultural que ele definiu como cibercultura. Para ele, a cibercultura é um novo modo de pensar e ver o mundo e representa uma nova forma de comunicação que abriga um universo de informações. Ela é fruto de uma complexa e intrínseca relação entre seres humanos e o mundo circundante, que se materializa no aprimoramento de imagens e signos que atribuem sentido à nossa realidade e através do qual nos comunicamos. Santos [27] definiu as mudanças geradas pela tecnologia da informática associadas às telecomunicações como “revolução digital”. Segundo ele as informações na sociedade moderna circulam a partir de novo modo de codificação que está expressa em *bits*, refletindo uma nova e revolucionária forma de se comunicar.

Concordamos com Paulo Freire [21] quanto a existência de uma íntima relação entre educação e comunicação. A intercomunicação entre sujeitos representa a pedra angular para compreensão de mundo e sua inserção no espaço e, conseqüentemente, para uma educação libertadora. Desse modo, apenas através da comunicação a educação emerge como processo puro, autônomo e legítimo.

[...] somente na comunicação tem sentido a vida humana. Que o pensar do educador ganha autenticidade na autenticidade do pensar dos educandos, mediatizados ambos pela realidade, portanto, na intercomunicação. Por isso o pensar daquele não pode ser um pensar para estes e nem a estes imposto. Daí que não deva ser um pensar no isolamento, na torre de marfim, mas na e pela comunicação, em torno, repetimos, de uma realidade [21].

Considerando que a educação se faz a partir da comunicação, e considerando que as TICs são capazes de promover uma nova forma de comunicação orientada pela nova cultura do ciberespaço [28], a utilização de ferramentas tecnológicas como estratégia de ensino mostra-se uma alternativa eficiente. Para Sousa e Magalhães [29], os recursos digitais não são apenas meios de transmissão de informações, mas sim ferramentas que potencializam a comunicação e socialização em redes. Ainda, segundo estes autores, os recursos digitais podem ajudar a superar diferenças sociais à medida que promovem mudanças socioculturais.

No contexto escolar, a utilização das TICs tem sido objeto de profundo debate. Por sua utilização duradoura como meio de transmissão de informação, sobretudo na Educação a Distância (EaD), as TICs foram estigmatizadas como ferramentas educacionais, apresentando claramente uma ausência de finalidade como instrumento de ensino. Recentemente, de maneira contrária, foi atestada a importância das TICs no contexto educacional [30]. Para Moran [31], as TICs podem ajudar a promover nos educandos diversas habilidades relacionadas com a percepção espaço-tempo, compreensão de relações sinestésicas e criatividade. Desse modo, elas possibilitam uma melhor apreensão da realidade e o desenvolvimento de todas as suas potencialidades cognitivas.

## 1.2. Software educacionais e aprendizado

A definição do que vem a ser um *software* educacional é tarefa extremamente complexa. Para Chaves [32] não existe uma concepção clara do que é um *software* educacional. Segundo ele, todo *software* pode ser educacional desde que possa ser utilizado para algum objetivo educacional ou pedagógico, independentemente de sua natureza ou propósito para que tenha sido criado. Desde ponto de vista, a sua relevância pedagógica vai depender da habilidade do professor em definir as estratégias e objetivos de sua utilização como ferramenta didática. Além disso, um *software* educacional deve apresentar um alinhamento harmônico entre a concepção teórica de aprendizagem em que ele está fundamentado e

os aspectos técnicos inerentes a sua funcionalidade [33, 34, 35].

De maneira geral a qualidade de um *software* educacional, bem como de qualquer outro *software*, está fundamentada nas concepções ideológicas da Engenharia do *Software* [34]. Assim, a análise de sua qualidade está pautada em aspectos técnicos vinculada à Engenharia da Usabilidade [36]. Usabilidade é definida aqui como a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário para a realização de tarefas, de maneira eficaz, eficiente e agradável [37]. Desse modo, a qualidade de qualquer *software* pode ser acessada a partir da observação de como ele está adaptado ao modo como o homem pensa e trabalha [36].

Cybis [36], baseado nas ideias expostas por Bastien e Scapin [38], trouxe oito critérios principais que ajudam a definir a qualidade ergonômica de uma interface humano/computador.

1. Condução – diz respeito a maneira como o *software* aconselha, orienta, informa e conduz o usuário na interação com o computador. Um *software* prestativo deve proporcionar aprendizado rápido e ser de fácil utilização, permitindo um melhor desempenho na operação.
2. Carga de trabalho – diz respeito à todos elementos da interface que tem um papel importante na redução da carga cognitiva e perceptiva do usuário. Quanto menor for a carga cognitiva necessária para a realização das tarefas e quanto menos o usuário for distraído por informações, mais será capaz de desempenhar suas tarefas.
3. Controle explícito – definido pelo modo de como o usuário tem controle sobre os processamentos do sistema. Desse modo, um *software* obediente será melhor aceito pelos usuários e terá menos problemas de erros e ambiguidades relacionadas à sua utilização.
4. Adaptabilidade – diz respeito à capacidade do sistema em reagir conforme o contexto e conforme as necessidades do usuário. Um *software* adaptável deve fornecer ao usuário diferentes procedimentos, opções e comandos, que permitam alcançar um mesmo objetivo.
5. Gestão de erros – diz respeito a todos os mecanismos que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros. Erros podem ser considerados como entrada incorreta de dados ou entradas com formatos inadequados e geralmente prolongam as transações e perturbam o planejamento do usuário.
6. Homogeneidade/Coerência – diz respeito a padronização na concepção da interface em diferentes contextos. A conservação de rótulos, comando e códigos nas diferentes telas, torna o sistema mais previsível e a aprendizagem mais generalizada, diminuindo também o tempo de procura e uma possível repulsa pelo *software*.
7. Significado dos códigos e Denominações – está relacionada com os aspectos semânticos da informação contida no *software* e sua interpretação pelo usuário. Termos pouco expressivos para os usuários podem

levar a problemas de condução e conseqüente seleção de uma opção errada.

8. Compatibilidade – refere-se à relação entre as características do usuário (memória, percepção, hábitos, competências, idade e expectativas) com o diálogo de uma dada aplicação. A eficiência na utilização é aumentada quando os procedimentos necessários ao cumprimento das tarefas são compatíveis com as características do usuário.

Godói e Padovani [39], interessados em definir as atribuições pedagógicas acerca da usabilidade de um *software* educacional, trouxeram cinco critérios da usabilidade centradas em aspectos pedagógicos e baseados nas concepções de usabilidade de Shackel [40], Chapanis [41] e Nielsen [42].

1. Facilidade de aprendizado – quando o aluno consegue explorar o *software* educacional e realizar suas tarefas.
2. Eficiência de uso – quando o aluno, tendo aprendido a interagir com o *software* educacional, consegue atingir níveis altos de produtividade na realização de suas tarefas.
3. Facilidade de memorização – quando, após um período de tempo sem utilizar o *software* educacional, o aluno consegue retornar e realizar suas tarefas sem a necessidade de reaprender a interagir com ele.
4. Baixa taxa de erros – quando o aluno realiza suas tarefas no *software* educacional, sem maiores dificuldades ou constrangimentos, sendo capaz de recuperar erros, caso eles ocorram.
5. Satisfação subjetiva – quando o aluno considera agradável a utilização do *software* educacional e sente-se bem ao utiliza-lo novamente.

Diversas propostas de classificação dos *software* educacionais têm sido empregadas e estão, sobretudo, embasadas no modo como se processa a interação humano-computador e também na proposta epistemológica de aprendizagem mais evidente nesta interação. Dwyer [43] propôs uma classificação de *software* de acordo com seu enfoque educativo, os quais ele chamou de algorítmico ou heurístico. *Software* algorítmicos são aqueles em que predomina a aprendizagem através da transmissão de conhecimento. O desenvolvedor do *software* tem o papel de planejar seqüências de instruções que direcionam o aprendiz até onde se deseja chegar. Já *software* heurísticos são aqueles em que predomina a aprendizagem pela descoberta. É criado um ambiente rico em situações diversas para que o aluno o explore e construa sua própria interpretação de mundo.

Galvis [44] apresentou uma classificação dos *software* educacionais de acordo com as funções que assumem no processo de interação. Sua classificação está apoiada na classificação de Dwyer [43], sendo que todos os *software*, dependendo de sua função, se enquadram em algorítmico ou heurístico. Dentro do nível algorítmico ele identificou os tutoriais e os exercícios e prática. Ao nível heurístico ele identificou os simuladores, os jogos, as linguagens sintônicas e alguns sistemas inteligentes. De acordo com o autor, todos os *software* apresentam qualidades e

limitações, e seu uso vai depender da necessidade educativa observada pelo professor.

Valente [45] trouxe uma classificação robusta, que leva em consideração: 1) o modo como o *software* favorece a construção do conhecimento; 2) as bases neurais da construção do conhecimento; e 3) o papel que o professor deve desempenhar para que este processo ocorra. De acordo com esta classificação, os *software* educacionais podem ser Tutoriais, Programação, Processador de texto, Multimídia e *internet*, Desenvolvimento de multimídia e páginas na *internet*, Simulação e modelagem e Jogos.

1. Tutoriais: *software* em que a informação está organizada de acordo com uma sequência pedagógica particular, sendo apresentada ao estudante seguindo-se essa sequência. O computador assume o papel de uma máquina de ensino e a interação com o estudante consiste na leitura da tela, na escuta de uma informação fornecida, no avanço pelo material através da tecla *enter* ou na escolha de informações utilizando o *mouse*.
2. Programação: consiste na utilização de linguagem de programação como estratégia de ensino-aprendizagem. Programar um computador pode ser visto como uma ferramenta para resolver um problema e exige que o estudante processe a informação e transforme-a em conhecimento. O programar permite identificar diversas ações relacionadas ao ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição.
3. Processador de texto: as ações podem ser analisadas em termos do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição. Ao se escrever um texto, a interação com o computador é mediada pelo idioma natural e pelos comandos do processador de textos. Apesar de serem fáceis de usar e facilitarem a expressão escrita do pensamento, a execução é desvantajosa à medida que só permite executar alguns aspectos do estilo da escrita, não apresentando um *feedback* em termos de significado do que queremos dizer.
4. Multimídia e *internet*: muito parecida com os tutoriais, no entanto, apresentam uma combinação de textos, imagens, animações e sons que facilitam a expressão da ideia. Por outro lado, a ação que o aprendiz realiza é escolher entre as várias opções oferecidas pelo *software*. Ainda que possibilitem o acesso a grandes volumes de informações, não auxiliam na compreensão de como se constrói conhecimento.
5. Desenvolvimento de multimídias ou páginas da *internet*: o estudante constrói uma sucessão de informações com diferentes mídias. Ele terá que selecionar informações da literatura ou de outro *software* e pode ter que programar animações. Isso cria a chance dele buscar a informação, analisá-la e criticá-la. São evidenciados o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, porém, diferente da programação.
6. Simulação e modelagem: a simulação consiste na determinação de um fenômeno que pode ser simulado pelo computador. O usuário desenvolve sua ação a partir da alteração de certos parâmetros e a observação do comportamento do fenômeno. Já na modelagem o

modelo do fenômeno é criado pelo aprendiz, que utiliza recursos de um sistema operacional. Uma vez inserido no computador, o aprendiz pode utilizá-lo como uma simulação.

7. Jogos: também podem ser analisados em termos do ciclo descrição - execução - reflexão - depuração - descrição. Possuem o intuito de desafiar e motivar o aprendiz envolvendo-o em uma competição com a máquina ou com os colegas. Uma das limitações dos jogos está na competição. Apesar de benéfica, a competição pode desfavorecer o processo de aprendizagem à medida que dificulta o processo de tomada de consciência do que o aprendiz está fazendo.

A grande diversidade de tipos de *software* educacionais existentes no mercado abre uma gama de possibilidades para o emprego de diferentes e enriquecedoras alternativas para o ensino de um determinado tema [46]. Por outro lado, pode dificultar a escolha do *software* mais indicado para uma determinada situação. A literatura acerca dos procedimentos sobre a avaliação e utilização de um *software* educacional é robusta, e evidencia, na maioria das vezes, diferentes instrumentos, métodos e critérios que podem ser empregados na escolha de um *software* educacional [35, 39, 46, 47, 48].

Para Graebin [34], o processo de avaliação de um *software* educacional é extremamente complexo, sendo que devem ser respeitados o projeto político-pedagógico da escola, os critérios de qualidade, as normas técnicas, a finalidade didática, as características de interface, os custos e a adaptação ao usuário, envolvendo, desse modo, diversas áreas do conhecimento. Campos [49], a partir de pesquisa envolvendo professores, pontuou cerca de 35 itens que devem ser observados em um *software* educacional antes de seu emprego, considerando tanto aspectos técnicos quanto pedagógicos. Para a autora, a análise da qualidade de um *software* educacional deve ser precedida pela definição do que se deve ensinar e do como ensinar. Para ela, tão importante quando utilizar *software* educacionais como ferramenta para promover a aprendizagem, é refletir o porquê ensinar determinado conteúdo.

Um critério avaliativo bastante completo foi proposto por Silva [47]. De acordo com sua perspectiva um *software* educacional deve se basear em três critérios de qualidade: ergonômicos – asseguram a utilização do *software* com conforto, segurança e produtividade, promovendo a máxima eficiência no uso; pedagógicos – asseguram que as estratégias didáticas e relações cognitivas inerentes à apresentação das informações estejam em conformidade com os objetivos educacionais do produto; e comunicacionais – definem a eficiência do *software* no que tange a interatividade e informação. Desse modo, um bom *software* não deve apenas priorizar aspectos pedagógicos em detrimento aos ergonômicos e comunicacionais.

## 2. Procedimento Metodológico

### 2.1. Seleção dos software

Para a identificação dos *software* educacionais que exploram a temática evolução foram realizadas visitas durante o período de janeiro a agosto de 2015 a oito repositórios nacionais e internacionais que promovem difusão de objetos de aprendizagem:

- RIVED (<http://rived.mec.gov.br>);
- CESTA (<http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA>);
- LabVirt ([www.labvirt.fe.usp.br](http://www.labvirt.fe.usp.br));
- Portal do Professor (<http://portaldoprofessor.mec.gov.br>);
- Biblioteca Digital Ciências (<http://www.lte.ib.unicamp.br/bdc>);
- MERLOT (<http://www.merlot.org/merlot>);
- ARIADNE (<http://www.riadne-eu.org>);
- Wisc-Online (<http://www.wisc-online.com>).

Com o intuito de realizar uma identificação mais acurada dos *software* educacionais, também foram realizadas investigações em ferramentas de busca em rede (Google e Yahoo). Para esta investigação foram utilizadas as palavras-chave *software* educacional e evolução. Posteriormente foi realizada a leitura da diagnose do *software* para verificar os níveis de adequação à proposta. Apenas *software* que estiveram na língua portuguesa e que abordaram diferentes aspectos associados ao ensino da temática evolução foram avaliados quanto sua usabilidade na promoção da aprendizagem. A avaliação apenas de *software* em língua portuguesa representou um esforço de verificar a adequação de ferramentas que apresentem real potencial de utilização nas escolas públicas brasileiras.

### 2.2. Avaliação dos software

Todos os *software* identificados foram classificados de acordo sua taxonomia, baseada nas definições de Valente [45]: tutoriais, programação, processador de texto, multimídia e *internet*, desenvolvimento de multimídia e páginas, simulação e modelos, jogos. Posteriormente foram avaliados quanto seus aspectos pedagógicos e técnicos, tomando como base os critérios de avaliação de Reategui, Boff e Finco [35] com modificações. A proposta compreende um conjunto de diretrizes contendo uma lista de questões simples (*checklist*) que identificam a clareza da proposta epistemológica e usabilidade dos *software* e auxiliam os professores em sua tomada de decisão [50].

*Checklist* é uma técnica de análise ergonômica preditiva que busca prever erros na interface de um determinado projeto sem, no entanto, necessitar da participação do usuário [36]. Para Godoi e Padovani [39], o *checklist* compreende uma lista detalhada de atributos que devem ser seguidos durante um determinado evento. O benefício deste tipo de avaliação é que seu sucesso depende da qualidade

da ferramenta e não do avaliador, por isso pode ser realizada por quaisquer profissionais na identificação de problemas de usabilidade [36].

McDougall e Squires [51] fizeram uma crítica à utilização deste tipo de ferramenta avaliativa, alertando para sua análise superficial. Além disso, *checklists* podem ser falhos no tratamento das informações socioconstrutivistas dos *software* educacionais [19]. Por outro lado, *checklists* também podem ser eficientes na avaliação já que facilitam a identificação de problemas de usabilidade e aumentam a eficácia da avaliação decorrente da redução da subjetividade, além de reduzir custo no processo de avaliação por ser um método rápido [36].

Em relação os aspectos pedagógicos, os *software* foram avaliados quanto a perspectiva epistemológica (construtivista, comportamentalista e sociointeracionista), capacidade de adaptação e adequação aos diferentes estilos de aprendizagem e nível de conhecimento dos alunos. Em relação aos aspectos técnicos, os *software* foram avaliados quanto a qualidade nos atributos de robustez, portabilidade, emprego de imagens, apresentação de informações, orientação e navegação, interatividade, estética e afetividade. Para esta avaliação, todas as perguntas relacionadas a cada atributo dos *software* foram identificadas de maneira binária com sim ou não. A caracterização pedagógica ou técnica foi definida pela maior quantidade de sim ou não que cada atributo apresentou.

Após a classificação taxonômica, pedagógica e técnica foi determinado o perfil de cada tipo de *software* através de uma Análise dos Componentes Principais. A Análise dos Componentes Principais é uma técnica de ordenação que permite uma descrição simplificada da variação no conjunto de dados, substituindo as variáveis originais por combinações lineares independentes (Componentes Principais) [52]. Para esta análise separamos os diferentes tipos de *software* criando grupos baseado em sua taxonomia e definimos os aspectos pedagógicos e técnicos de acordo com a proposta de avaliação de Reategui, Boff e Finco [35]. Posteriormente, cada diretriz com as respostas de sim ou não foram transformadas em dados categóricos de presença e ausência, sendo definido o valor 1 para presença e 0 para ausência. *Software* educacionais em que não foi possível estabelecer o perfil analisado foi atribuído o valor 0 na matriz de dados.

Na Análise dos Componentes Principais não foi utilizado dados da perspectiva epistemológica porque a categorização de comportamentalista, construtivista e sociointeracionista excedem a categorização em presença e ausência. Além disso, existe a possibilidade de alguns *software* apresentarem mais de uma perspectiva, inviabilizando a realização da análise. Na Análise dos Componentes Principais foi utilizada a matriz de correlação e foi realizado no programa Past 3.19 [53].

### 3. Resultados

Foram encontrados 35 *software* educacionais que tratam do tema evolução na língua portuguesa, distribuídos em duas bases de dados. A base de dados melhor representativa foi o Portal do Professor com 94,3% dos *software*, enquanto o Rived apresentou apenas dois *software*. No entanto, ambos os *software* encontrados no Rived também estavam presentes no Portal do Professor, indicando que esta última base de dados pode ser mais relevante como auxílio para atividades que levem em consideração a inclusão de ferramentas digitais para o ensino do tema.

Dentre os 35 *software* educacionais, a grande maioria foi do tipo tutorial, representando 48,6%, seguido de multimídias com 22,9%. Exercícios e prática e processadores de textos representaram 8,6% e jogos e simuladores representaram 5,7% (Figura 1).

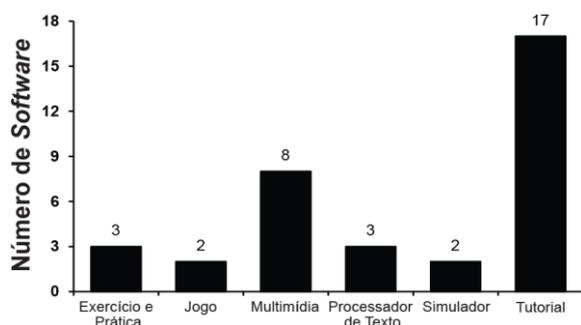


Figura 1. Software educacionais encontrado nas bases de dados investigadas.

#### *Perspectiva epistemológica*

Sete *software* foram comportamentalistas, seis foram construtivistas e cinco foram classificados como construtivista-sociointeracionistas. Dezesete *software* (15 tutoriais e dois multimídias) não puderam ser enquadrados em nenhuma perspectiva epistemológica. Todos os *software* exercício e prática e jogos foram comportamentalistas, todos os simuladores foram construtivistas e todos os processadores de textos foram construtivista-sociointeracionistas. Quatro *software* do tipo multimídia foram construtivistas e dois foram construtivista-sociointeracionistas. Dois *software* do tipo tutorial foram comportamentalista.

#### *Emprego de imagens*

Vinte e seis *software* apresentaram emprego adequado das imagens utilizadas nas telas, enquanto três apresentaram emprego deficiente das imagens. Dos *software* que apresentaram emprego inadequado das imagens, dois são exercícios e prática (Exercício de evolução 1 e Exercício de evolução 3) e um tutorial (Resumo sobre origem da vida). Em seis *software* não foi possível definir a adequação quanto ao emprego de imagens. A maioria utilizou imagens para explicar conceitos, no entanto, apresentaram excesso de imagens na tela.

#### *Apresentação das informações*

Trinta *software* apresentaram aspectos relacionados a apresentação da informação satisfatórios, enquanto apenas cinco foram considerados insatisfatórios. Dentre os insatisfatórios um foi jogo (Exercício de evolução 2), um multimídia (Evolução - evolucionista) e três tutoriais (Evolução: origem da vida, Linha do tempo, Resumo sobre origem da vida). Um dos pontos mais marcantes nesta diretriz foi a impossibilidade de adequação do tamanho da fonte das informações para estudantes com problemas na visão, sendo que 22 *software* não apresentaram esta opção.

#### *Orientação e navegação*

Dezesete *software* apresentaram aspectos técnicos de navegação e orientação adequados, enquanto 18 não apresentam de maneira adequada. Neste critério destacam-se os *software* exercício e prática e simuladores, em que todos foram considerados inadequados, enquanto todos os processadores de textos e grande parte dos multimídias foram considerados adequados. Vinte e dois *software* não apresentaram item de ajuda e orientação para os usuários e oito não apresentaram o nome e informações de contato dos desenvolvedores. Vinte *software* apresentaram itens que permitem identificar o local em que o usuário se encontra no *software*.

#### *Interatividade*

Dezenove *software* evidenciaram pouca preocupação com esta diretriz técnica, não mostrando elementos que garantissem a interação homem/máquina. Quinze não puderam ser enquadrados quanto à presença ou ausência de interatividade e apenas um *software* (Qual é a palavra? ideias evolucionistas e evolução biológica) mostrou-se interativo. Isto ocorreu porque apenas este último apresentou opções de alteração da configuração do sistema, de modo a possibilitar a obtenção de respostas diferentes, especificamente alterando-se o nível de dificuldade para fácil, médio ou difícil. Todos os demais *software* não apresentaram esta opção.

#### *Estética*

Dentro do conceito técnico de estética, 32 *software* mostraram-se satisfatórios apresentando atributos gráficos que tornaram a interface muito mais agradável para o usuário. Dos três *software* que foram considerados insatisfatório, um foi processador de texto (Evolução dos palitos) e dois foram tutoriais (Escola cladística, Resumo sobre origem da vida).

#### *Afetividade*

Dezesesseis *software* apresentaram elementos gráficos na interface que exploraram a expressão de aspectos emotivos para os usuários, sobretudo, apresentando personagens dinâmicos. Por outro lado, 19 *software* não apresentaram quaisquer elementos gráficos que fizessem referência a aspectos afetivos, o que pode diminuir consideravelmente o interesse do usuário e prejudicar o processo de aprendizagem.

*Análise dos componentes principais*

Na Análise dos Componentes Principais o primeiro, segundo e terceiro eixos explanaram 60,5% da variação no conjunto de dados (Tabela 1). O primeiro eixo teve a diretriz orientação e navegação como a mais importante para a separação dos *software* educacionais. A relevância positiva desta diretriz foi acompanhada da portabilidade, apresentação do conteúdo, emprego de imagens, robustez e apresentação da informação e foi contrária a afetividade, interatividade e estética. O segundo eixo teve as diretrizes apresentação da informação, apresentação do conteúdo e afetividade como as mais relevantes e foi contrária a robustez, portabilidade e orientação e navegação. O terceiro eixo teve as diretrizes robustez, estética e interatividade como as mais relevantes e foram contrárias ao emprego de imagens.

Tabela 1. Análise dos Componentes Principais.

DIRETRIZES	EIXO	EIXO	EIXO
	1	2	3
Apresentação do Conteúdo	0,43	0,45	0,01
Robustez	0,17	-0,38	0,58
Portabilidade	0,48	-0,09	0,01
Emprego de Imagens	0,31	0,20	-0,29
Apresentação da Informação	0,14	0,54	0,10
Orientação e Navegação	0,49	-0,09	0,35
Interatividade	-0,27	-0,00	0,38
Estética	-0,04	0,31	0,50
Afetividade	-0,36	0,44	0,21
Auto-valor	2,304	1,759	1,377

Houve grande semelhança entre *software* multimídias e processadores de textos. Ambos apresentaram grande relevância da orientação e navegação, portabilidade e adequação da apresentação do conteúdo. Estes atributos demonstram uma maior preocupação em garantir o acesso às informações e da possibilidade do uso em computadores com diferentes configurações (Figura 2). Nos dois tipos de *software*, a interatividade foi em grande parte definida como não identificada. Além disto, houve pouca relevância da diretriz afetividade em ambos os tipos de *software*.

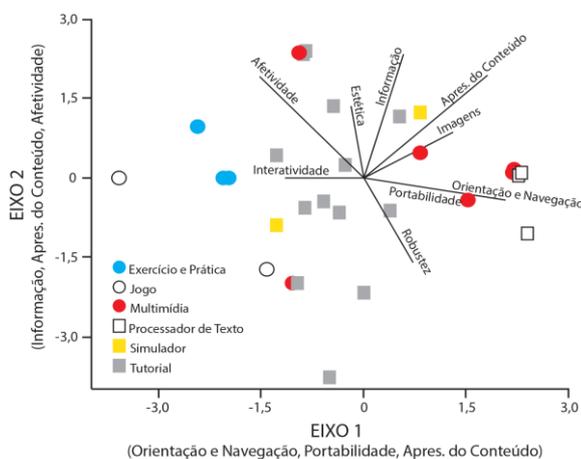


Figura 2. Gráfico da Análise dos Componentes Principais evidenciando os dois primeiros eixos.

*Software* exercícios e prática, jogos e tutoriais apresentaram maior semelhança entre si, sendo que todos apresentaram pouca relevância da orientação e navegação, portabilidade e adequação da apresentação do conteúdo, agrupando-se na parte esquerda do gráfico. Por outro lado, jogos foi o único *software* interativo e tutoriais apresentou um caráter menos extremista em relação a exercícios e prática e jogos, indicando maior variedade de perfil. O efeito negativo da forma de apresentação do conteúdo em exercícios e prática, jogos e tutoriais indica pouca preocupação quanto à disponibilização do conteúdo para os estudantes. Apesar da grande maioria dos *software* multimídia terem apresentado maior semelhança com processadores de texto, dois (Galápagos e Evolução: evolucionistas) apresentaram maior semelhança com tutoriais, sobretudo, por não apresentarem portabilidade.

**4. Discussão**

O tema evolução biológica é de extrema relevância para a formação científica e biológica dos cidadãos, uma vez que oferece subsídios para compreensão do funcionamento do mundo biológico, da mutabilidade do mundo natural e da posição do ser humano na natureza. Apesar desta importância, o ensino do tema enfrenta uma série de restrições e dificuldades, muitas vezes associadas à carência de materiais didáticos que possibilitem a adoção de metodologias mais eficientes na promoção do ensino-aprendizagem [7, 8, 13].

Neste estudo foram contabilizados 35 *software* educacionais que veiculam o tema evolução. Comparando os resultados aqui obtidos com os resultados obtidos por Bona [46], a quantidade de *software* que veiculam o tema evolução não foi tão baixa quanto o esperado. No estudo buscando avaliar o perfil dos *software* educativos para o ensino de matemática na educação fundamental, os autores encontraram 75 *software*, sendo 46 apresentados na língua inglesa e apenas 29 em português, quantidade abaixo da encontrada em nosso estudo, o que indica a existência de uma boa quantidade de *software* que veiculam o tema evolução. Contudo, a pouca quantidade de trabalhos utilizando esta abordagem dificulta o processo comparativo.

Quanto ao tipo, a grande maioria dos *software* identificados foi do tipo tutorial, representando metade dos *software* identificados. Apesar deste tipo de *software* apresentar pontos positivos como tipicamente seguir as quatro grandes fases da aprendizagem descrita por Gagné [54]: motivação, retenção, aplicação e retroalimentação [33], este tipo de *software* também apresenta alguns pontos negativos. *Software* tutoriais tipicamente são limitados quanto à capacidade de quantificar o nível de processamento das informações por parte do aprendiz [45]. Em outras palavras, é muito difícil para o professor verificar se o aluno realmente aprendeu e apreendeu a informação ou se apenas memorizou um conjunto de informações veiculadas no *software*, sem, no entanto, desenvolver estratégias elaboradas de utilização cotidiana dessas informações.

Tutoriais se configuram como verdadeiros livros eletrônicos em que a ação do estudante muitas vezes se limita a virar páginas (ou telas) dependendo essencialmente da figura do professor como mediador da informação e desenvolvedor de estratégias que permitam estimular o estudante a compreender as informações e transformá-las em conhecimento [45]. Tomando como base este ponto de vista, bem como como o fato de que na maioria dos *software* tutoriais não foi possível definir o embasamento epistemológico ao qual ele está alinhado, o que dificulta a adoção de estratégias eficientes de uso do *software* pelos professores, tutoriais podem não ser a melhor opção para o ensino do tema evolução.

Para Chaves [35] todo *software*, independente das circunstâncias e objetivos para que foi criado, é potencialmente um *software* educacional, sendo que sua utilidade pedagógica dependerá essencialmente de como o professor irá utilizá-lo. Sendo assim, é possível que muitos *software* ditos educacionais não apresentem uma definição clara da perspectiva pedagógica a qual está embasada, além de não apresentarem clareza de muitos outros aspectos pedagógicos. Em nosso estudo, todos os *software* analisados não apresentaram itens que revelassem preocupação com os estilos de aprendizagem, evidenciando uma deficiência do processo de idealização da ferramenta.

De acordo com Felder e Silverman [55] existem quatro estilos de aprendizagem principais: visual/verbal, sensitivo/intuitivo, ativo/reflexivo e sequencial/global. No estilo visual/verbal a aprendizagem está associada ao modo como a informação é apresentada para os estudantes. Aprendizagens visuais preferem informações que são apresentadas visualmente como imagens, diagramas, fluxogramas, linhas de tempo, filmes demonstrações. Enquanto que aprendizagens verbais preferem informações apresentadas na forma de palestras, leituras, discussões. Toda e qualquer informações veiculada através de palavras ou sons. O estilo sensitivo/intuitivo está associado a como a informação é percebida pelos estudantes. A aprendizagem sensorial envolve a observação e coleta de informações baseadas nos sentidos. De maneira geral, o estudante sensorial é atento aos fatos e gosta de resolver problemas através de métodos bem estabelecidos, evitando surpresas. Já a aprendizagem intuitiva envolve a percepção indireta através do subconsciente, seja especulando ou imaginando. O estudante intuitivo prefere a inovação em detrimento a repetição. O estilo ativo/reflexivo está associado ao processamento da informação. Aprendizagens ativas aprendem mais através de discussões em grupo ou em atividades práticas que envolvem aplicação direta. Por outro lado, aprendizagens reflexivas são mais introspectivos. Preferem refletir a respeito do fenômeno apresentado antes de tecer quaisquer comentários ou compartilhar sua opinião. O estilo sequencial/global está associado ao progresso da compreensão da informação. O estudante sequencial tende a compreender melhor quando a informação é dada em passos concisos, seguindo uma sequência lógica. Já os globais tendem a gostar de informações veiculadas aos saltos, sem necessariamente iniciar de um passo lógico.

Para Felder [56] é fundamental que haja equilíbrio entre os estilos de ensinar do professor e os estilos de aprendizagem dos estudantes para que possa favorecer o processo de ensino-aprendizagem. Professores devem utilizar diferentes abordagens na tentativa de atingir os estudantes, sem, no entanto, priorizarem alguns estudantes de maneira pontual. Esta inconsistência pode ser a causa para muitos dos problemas enfrentados na educação contemporânea como desatenção dos estudantes, desânimo e muitas vezes abandono da escola. Assim, um *software* considerado ideal é aquele que é capaz de se adaptar aos diferentes estilos de aprendizagem dos estudantes, sendo mais eficiente na promoção do desenvolvimento de diversas habilidades, inclusive daquelas que os estudantes possam apresentar maior dificuldade [35].

A Análise dos Componentes Principais evidenciou uma maior adequação pedagógica dos *software* processadores de textos e multimídias, em se tratando da orientação e navegação e adequação da forma de apresentação do conteúdo. Ainda assim, apesar dos processadores de textos e multimídias apresentarem qualidades associadas com o desenvolvimento da habilidade de expressão escrita do pensamento, de promover o contato com aspectos da língua materna e também expressão da ideia, eles também apresentam algumas desvantagens. Ambos não possuem a capacidade de fornecer ao professor traços acerca do que o estudante está pensando e de como está pensando, ou como se dá a construção do conhecimento decorrente das informações que ele visualizou ou refletiu, dificultando o diagnóstico acerca do processo de aprendizagem [45].

Por outro lado, simuladores apresentam-se como ferramenta mais eficiente no estímulo ao desenvolvimento de processo de descrição-execução-reflexão-depuração-descrição, estimulando uma maior participação dos alunos na elaboração de hipóteses acerca dos fenômenos que estão sendo observados e das possíveis variáveis que influenciam neste fenômeno [45]. Estas características evidenciam um perfil construtivista dos simuladores. Todavia, os dois *software* simuladores analisados apresentaram diferenças quanto à adequação o conteúdo, robustez e portabilidade, sendo necessário analisar um maior número de *softwares* simuladores para uma melhor definição de seu perfil pedagógico no ensino do tema evolução.

## Conclusões

A integração entre ensino e tecnologias educacionais pode ajudar na consolidação de metodologias mais interessantes e eficientes de ensino, sobretudo, para temas complexos e polêmicos como a evolução biológica. O *software* educacional mostra-se uma ferramenta promissora no processo de ensino-aprendizagem, sendo clara as concepções neurais, cognitivas e culturais em que o seu uso se fundamenta, permitindo um planejamento mais sólido do projeto pedagógico que se almeja. Apesar deste grande ponto positivo, ressalta-se a importância primordial da figura do professor como mediador do processo. O *software* educacional se configura como uma metodologia e não um

método infalível, um remédio mágico que permite atingir um determinado objetivo. Ele deve ser utilizado de modo integrado com o projeto político-pedagógico da escola e com os princípios de aprendizagem estabelecidos e definidos pelos professores.

Para o ensino do tema evolução, nenhum dos tipos de *software* foram considerados ideais em todos os critérios avaliados. Enquanto processadores de textos, multimídias e simuladores foram mais adequados quanto à perspectiva epistemológica, forma de apresentação do conteúdo e portabilidade, tutoriais foram mais adequados na forma de apresentação do conteúdo e emprego de imagens. Já exercício e prática e jogos apresentaram relevância do critério afetividade, enquanto jogos foi o único que deixou claro a preocupação com a interatividade. Esta ambiguidade indica que os *software* educacionais avaliados não atendem todos os critérios pedagógicos e técnicos associados com a sua usabilidade. Nesta perspectiva, os diferentes tipos de *software* devem ser utilizados de maneira complementar, compatível com suas limitações e qualificações pedagógicas e técnicas, de modo que cada um seja utilizado em diferentes situações e de acordo com o momento pedagógico definido pelo professor, visando, assim, estimular o desenvolvimento de diferentes habilidades nos estudantes.

## Agradecimentos

À Zeneide Martins da Silva e Neurivaldo Guzzi Filho pela leitura e valiosos comentários para a melhoria deste manuscrito.

## Referências

- [1] D. J. Futuyma, *Evolution, Science and Society: Evolutionary Biology and the National Research Agenda*. New Brunswick: The State University of New Jersey, 1999.
- [2] R. Tidon, E. Vieira. (2009). O ensino da evolução biológica: desafios para o século XXI. Com Ciência [Online]. Disponível: <http://comciencia.br/comciencia>.
- [3] Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. vol. 2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.
- [4] M. Zimmerman, "The evolution-creation controversy: opinions of Ohio High School Biology teachers," *Ohio Journal of Science*, 87, pp. 115-125, 1987.
- [5] C. N. El-Hani, N. M. V. Bizzo, "Formas de construtivismo: mudança conceitual a construtivismo contextual," *Revista Ensaio*, 4, pp. 40-64, 2002.
- [6] N. M. V. Bizzo, A. Molina, "El mito darwinista en el aula de clase: un análisis de fuentes de información al gran público," *Ciencias & Educación*, 10, pp. 401-416, 2004.
- [7] R. Tidon, R. C. Lewontin, "Teaching evolutionary biology," *Genetics and Molecular Biology*, 27, pp. 124-131, 2004.
- [8] A. V. Almeida, J. T. R. Falcão, "A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar," *Ciência & Educação*, 11, pp. 17-32, 2005.
- [9] R. Pazza, P. R. Pentead, K. F. Kavalco, "Misconceptions about evolution in Brazilian freshmen students," *Evolution: Education and Outreach*, 3, pp. 107-113, 2009.
- [10] L. C. Oleques, M. L. Bartholomei-Santos, N. Boer, "Evolução biológica: percepções de professores de Biologia," *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10, pp. 243-263, 2011.
- [11] J. D. Miller, E. C. Scott, S. Okamoto, "Public acceptance of evolution," *Science*, 313, pp. 765-766, 2006.
- [12] D. Peker, G. G. Comert, A. Kence, "Three decades of anti-evolution campaign and its results: turkish undergraduates' acceptance and understanding of the biological evolution theory," *Science & Education*, 19, pp. 739-755, 2010.
- [13] F. M. G. Dias, J. Bortolozzi, "Como a evolução biológica é tratada nos livros didáticos do ensino médio," Apresentado no 7º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis, SC, 2009, pp. 1-9.
- [14] M. L. Belline, "Avaliação do conceito de evolução nos livros didáticos," *Estudos em Avaliação Educacional*, 17, pp. 7-28, 2006.
- [15] E. C. Ricardo, A. Zylbersztajn, "O ensino das ciências no nível médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos parâmetros curriculares nacionais," *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19, pp. 351-370, 2002.
- [16] P. Lévy, *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34, 1999.
- [17] L. M. M. Giraffa, "Uma odisséia no ciberespaço: o *software* educacional dos tutoriais aos mundos virtuais," *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 17, pp. 20-30, 2009.
- [18] L. M. M. Giraffa, "Uma arquitetura de tutor utilizando estados mentais," Tese, Doutorado em Ciências da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 1999.
- [19] D. Squires, J. Preece, "Predicting quality in educational *software*: evaluating for learning, usability and the synergy between them," *Interacting with Computers*, 11, pp. 467-483, 1999.
- [20] N. M. V. Bizzo, *Ciências: Fácil ou Difícil?* São Paulo: Ática, 2000.

- [21] P. Freire, *Pedagogia do Oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- [22] A. S. Teixeira Jr., “Ensino de ciências,” in *Ensino de Ciências e Desenvolvimento: O que Pensam os Cientistas*, J. Werthein and C. Cunha, Orgs. Brasília: Unesco/Instituto Sangari, 2009, pp. 79-85.
- [23] C. V. Pedroso, “Jogos didáticos no ensino de biologia: Uma proposta metodológica baseada em módulo didático,” Apresentado no 9º Congresso Nacional de Educação / 3º Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, Curitiba, PR, 2009, pp. 3182-3190.
- [24] M. I. Silva, R. Batista, A. Maciel, I. Silva, A. Bandeira, “Estudando a morfologia externa dos insetos nas aulas práticas de laboratório de Zoologia II,” Apresentado no 5º Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Recife, PE, 2011, pp. 1-5.
- [25] Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental, 1998.
- [26] J. M. Moran, *A Educação que Desejamos: Novos Desafios e Como Chegar Lá*. 5ª ed. Campinas: Papirus, 2013
- [27] E. Santos, “Educação online para além da EAD: um fenômeno da cibercultura,” Actas do 10º Congresso Internacional Galego-Português de Psicopedagogia, Braga, 2009, pp. 5658-5671.
- [28] A. A. Oliveira, *Gestão em EaD I*. Aperfeiçoamento em EaD. Belo Horizonte: CAED/UFMG, 2011.
- [29] I. R. L. Sousa, H. P. Magalhães, “Interseções entre cultura midiática, cibercultura e gamecultura: o Ragnarök como processo sociocomunicacional e mediador da conscientização ambiental,” *Culturas Midiáticas*, 1, pp. 1-12, 2008.
- [30] L. Santaella, “Da cultura das mídias à cibercultura: o advento do pós-humano,” *Revista Famecos*, 1, pp. 23-32, 2003.
- [31] J. M. Moran, *Desafios na Comunicação Pessoal*. 3º ed. São Paulo: Paulinas, 2007.
- [32] E. Chaves. (2005). O que é *Software* Educacional? [Online]. Disponível: <http://www.inf.pucrs.br>.
- [33] J. C. Alves, L. C. Sampaio, M. C. M. Carvalho, S. F. G. Aldeia, A. C. P. Guelpeli, M. V. C. Guelpeli, “Metodologia para avaliação de *software* de autoria como uma ferramenta computacional para auxílio no desenvolvimento de conteúdos didático-pedagógicos,” Apresentado no 2º Simpósio de Informática, Teresina, PI, 2004, pp. 1-12.
- [34] C. Graebin, “Critérios Pedagógicos, Ambiente Educacional, Programa Curricular e os Aspectos Didáticos: Critérios Relevantes na Avaliação de *Software* Educacionais,” *Novas Tecnologias na Educação*, 7, pp. 1-10, 2009.
- [35] E. Reategui, E. Boff, M. Finco, “Proposta de diretrizes para avaliação de objetos de aprendizagem considerando aspectos pedagógicos,” *Novas Tecnologias na Educação*, 8, pp. 1-10, 2010.
- [36] A. W. Cybis, *Engenharia de Usabilidade: Uma Abordagem Ergonômica*. Florianópolis: Labiutil, 2003.
- [37] ISO 9241. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals, Part 1 General Introduction. International Standard ISO 9241-1, 1993.
- [38] C. Bastien, D. Scapin, “Ergonomic criteria for evaluating the ergonomic quality of interactive systems,” *Behaviour & Information Technology*, 16, pp. 220-231, 1997.
- [39] K. A. Godoi, S. Padovani, “Avaliação de material didático digital centrada no usuário: uma investigação de instrumentos passíveis de utilização por professores,” *Produção*, 19, pp. 445-457, 2009.
- [40] B. Shackel, “Usability: Context, Framework, Definition, Design and Evaluation,” in *Human Factors for Informatics Usability*, B. Shackel and S. Richardson, Eds. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, pp. 21-37.
- [41] A. Chapanis, “Evaluating Usability,” in *Human Factors for Informatics Usability*, B. Shackel, and S. Richardson, Eds. Cambridge: Cambridge University Press, 1991, pp. 359-395.
- [42] J. Nielsen, *Usability Engineering*. San Diego: Academic Press, 1993.
- [43] T. Dwyer, “Heuristic strategies for using computers to enrich education,” *International Journal of Man-machine Studies*, 6, pp. 137-154, 1974.
- [44] A. H. Galvis, “Ambientes de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con computador.” *Boletín de Informática Educativa*, 1, pp. 117-145, 1988.
- [45] J. A. Valente, “Análise dos Diferentes Tipos de *Software* Usados na Educação,” in *O Computador na Sociedade do Conhecimento*. J. A. Valente, Org. São Paulo: UNICAMP/NIED, 1999, pp. 89-101.
- [46] B. C. Bona, “Análise de *software* educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental,” *Experiências em Ensino de Ciências*, 4, pp. 35-55, 2009.
- [47] C. R. O. Silva, “MAEP: Um Método Ergopedagógico Interativo de Avaliação Para Produtos Educacionais Informatizados,” Tese, Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil, 2002.
- [48] R. J. S. Silva, “Avaliação de *software* educacional: Critérios para definição da qualidade do produto,” Apresentado no 3º Simpósio Nacional Associação Brasileira de Pesquisadores em Cibercultura (ABCiber), São Paulo, SP, 2009, pp. 1-15.

- [49] G. H. B. Campos. (2001). A qualidade em *software* educacional [Online]. Disponível: <http://www.casadaciencia.ufrj.br/Publicacoes/Artigos/EduBytes95/QualidadeSE>.
- [50] K. A. Godoi, S. Pandovani, “Instrumentos avaliativos de *software* educativo: uma investigação de sua utilização por professores,” *Estudos em Designer*, 19, pp. 1-23, 2011.
- [51] A. McDougall, D. Squires, “A critical examination of the checklist approach in *software* selection,” *Journal of Educational Computing Research*, 12, pp. 263-274, 1995.
- [52] K. MacGarigal, S. Cushman, S. Stafford, *Multivariate Statistics for Wildlife and Ecology Research*. New York: Springer, 2000.
- [53] Ø, Hammer, D. A. T. Harper, P. D. Ryan. (2001). Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis [Online]. Disponível: <http://folk.uio.no/ohammer/past>.
- [54] R. M. Gagné, *The Conditions of Learning*. 4 ed. New York: Holt Rinehart and Winston, 1985.
- [55] R. M. Felder, L. K. Silverman, “Learning and teaching styles in engineering education,” *Engineering Education*, 78, pp. 674-681, 1988.
- [56] R. M. Felder. (2015). Learning Styles [Online]. Disponível: <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers>.

**Arielson dos Santos Protázio**

Licenciado em Ciências Biológicas. Especialista em Ensino de Ciências e Matemática. Especialista em Biologia Celular. Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia). É professor da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

**Maria de Fátima Souza dos Santos de Oliveira**

Licenciada em Ciências Biológicas. Mestre em Entomologia. Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia).

**Airan dos Santos Protázio**

Licenciado em Ciências Biológicas. Especialista em Ensino de Ciências e Matemática. Especialista em Biologia Celular. Mestre em Zoologia. É professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.

*Información de Contacto de los Autores:*

**Arielson dos Santos Protázio**

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Av. Rui Barbosa, Centro  
Cruz das Almas, Bahia  
Brasil  
[neu\\_ptz@hotmail.com](mailto:neu_ptz@hotmail.com)

**Maria de Fátima Souza dos Santos-Oliveira**

Universidade Federal de Sergipe  
Cidade Universitária Professor José Aloísio de Campos  
Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze  
São Cristóvão, Sergipe  
Brasil  
[fatimabiol@hotmail.com](mailto:fatimabiol@hotmail.com)

**Airan dos Santos Protázio**

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia  
Rodovia BA 148, Km 04, Vila Esperança  
Irecê, Bahia  
Brasil  
[airanprotazio@yahoo.com.br](mailto:airanprotazio@yahoo.com.br)