

Sistema de Informação Ambiental: proposta de adequações ao módulo de fauna para sua utilização como uma ferramenta de apoio à aprendizagem

Vania Elisabete Schneider*, Helena Graziottin Ribeiro[†], Miguel Ângelo Pontalti Giordani^{††}, Mayara Cechinato^{†††}, Adriano Gomes da Silva^{††††} e Sofia Helena Zanella Carra^{†††††}

Resumo

A sociedade tem se transformado em um ritmo crescente e de forma acelerada, demandando a reinvenção das metodologias e ferramentas de ensino, visando uma aprendizagem mais significativa. Uma tendência que vem sendo utilizada como ferramenta de apoio à educação é a Tecnologia da Informação e Comunicação, permitindo aos alunos que interajam com o professor, apesar de restrições de tempo e local, fornecendo acesso a diferentes fontes de conhecimento a qualquer momento. O Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS) vem desenvolvendo, ao longo de oito anos, um Sistema de Informação Ambiental (SIA), no qual são armazenadas informações relativas as temáticas: água, fauna, clima e geografia da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, monitorados por empreendimentos hidrelétricos ali instalados. A partir do cruzamento dos dados armazenados no SIA, é possível obter diferentes resultados e avaliações. Nesse contexto, esse trabalho objetiva propor adequações (de interface e de interação) para integrar ao SIA, com vistas a utilização do módulo específico de fauna como um Objeto de Aprendizagem (OA), como funcionalidades que permitem algum tipo de interatividade entre o usuário e a informação disponibilizada, tornando-o mais atrativo e eficiente do ponto de vista educacional. As alterações propostas foram baseadas na revisão de sistemas semelhantes e ferramentas educativas visando a inserção de novas funcionalidades no módulo de fauna. Desta forma, foram propostas quatro adequações: abordagem sobre o risco de extinção, compartilhamento de informações entre usuários, desenvolvimento e integração de um jogo educativo e a avaliação de usabilidade do sistema. A partir da implementação das adequações propostas, espera-se que esta ferramenta seja explorada no ambiente escolar, principalmente na região da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, visto que as informações disponibilizadas no SIA, retratam a realidade da fauna local.

Palavras-chave

Tecnologias na educação, Fauna, Biblioteca de espécies, Educação ambiental.

Environmental Information System: fauna module adequacy proposal for its utilization as an educational tool

Abstract

Society is changing in a growing and fast pace, demanding the reinvention of teaching methodologies and tools, aiming to a more significant learning. A trend that has been used as a tool for support to education is the Information and Communication Technology, allowing students to interact with the teacher, although time and local restrictions, giving access to different sources of knowledge at any time. The University of Caxias do Sul Environmental Sanitation Institute is developing, in the last eight years, an Environmental Information System (SIA, in portuguese), in which are stored informations related to the themes: water, fauna, weather and Taquari-Antas Hydrographic Basin region geography, monitored by hydroelectric enterprises installed there. From crossing SIA's stored data, it is possible to acquire different results and evaluations. In this context, this work aims to propose adjustments (of interface and interaction) to integrate to

*Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS; †Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS; †† Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS; ††† Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS; †††† Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS; ††††† Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS;

E-mail: veschnei@ucs.br, hgrib@ucs.br, mapgiordani@ucs.br, mcechinatto@ucs.br, agsilva11@ucs.br, shzcarra@ucs.br

Data de envio: 28/11/2017

Data de aceite: 07/12/2017

<http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v5iss3p137>

SIA, in order to utilize fauna specific module as a Learning Object, such as functionalities that allow some kind of interactivity between user and available information, making it more attractive and efficient from an education perspective. The proposed alterations were based on the review of similar systems and educational tools, aiming the insertion of new functionalities in the fauna module. Therefore, were proposed four adjustments: an approach about the extinction risk, information sharing between users, development and integration of an educational game and the evaluation of the system usability. From the implementation of these proposals, it is expected that this tool will be explored in the school environment, specially in the Taquari-antas Hydrographic Basin region, due to the fact that SIA's available informations shows the local fauna reality.

Keywords

Technologies in education, Fauna, Species library, Environmental education

I. INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Educação Ambiental [1] define “educação ambiental” como sendo os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à qualidade de vida e sua sustentabilidade. O mesmo instrumento legal aponta a educação ambiental como um componente especial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal. Frente às mudanças observadas, a sociedade tem se transformado em um ritmo crescente e de forma acelerada, as metodologias e ferramentas de ensino têm se reinventado, visando uma aprendizagem mais significativa. Segundo Zakharova, Liga e Sergeev [2], a estrutura curricular tem se restringido, muitas vezes, ao processo ensino-aprendizagem à reprodução do conhecimento, em que o educador assume o papel de transmissor de conteúdo de forma estática e autoritária sem estímulo ao diálogo e

dúvida, cabendo ao educando, memorizar e repetir os conteúdos, sem a necessária crítica e reflexão imprescindíveis a uma aprendizagem significativa. Neste contexto, as tendências atuais da educação orientam para a utilização de metodologias ativas, de forma a dar protagonismo aos estudantes e ao processo de aprendizagem corresponsabilizando-os por sua própria formação e dos colegas [3], [4], [2], [5]. Uma tendência que vem sendo utilizada como ferramenta de apoio à educação é a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). A TIC permite que os alunos interajam com o professor, apesar de restrições de tempo e local, fornecendo acesso a diferentes fontes de conhecimento a qualquer momento [6]. Na Turquia, diversas instituições de ensino como Sakarya University's, Bogaziçi University's e Middle East Technical University, estão desenvolvendo aplicativos para smartphone, no qual os estudantes podem usufruir de variadas vantagens, tais como ter acesso a qualquer momento e local às lições, matérias e resultado de exames [7]. Filippidi, Tselios e Komis [8] testaram o impacto de um sistema que objetiva superar a distância entre o aprendiz e o material estudado, além de prover aos estudantes a chance de

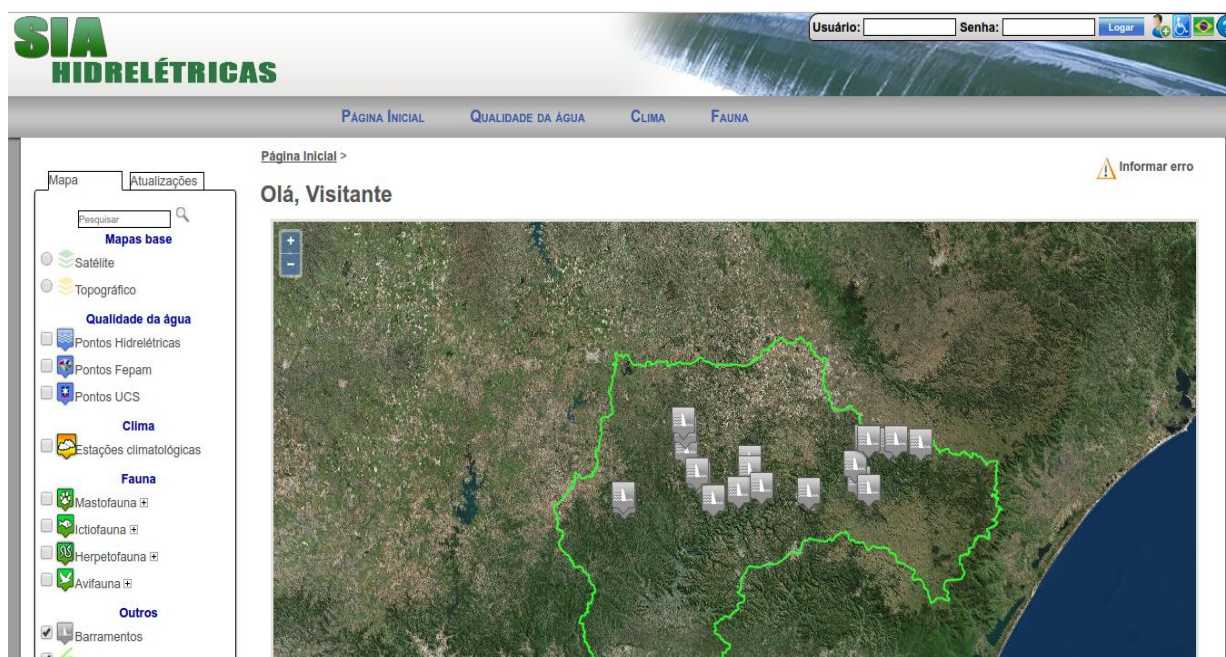


Fig 1: Tela inicial - SIA

participar ativamente em interações com o ambiente, tornando-se participantes ativos e não somente meros coletores de informação. Uma ferramenta de TIC que está sendo altamente utilizada são os Sistemas de Informação (SI), que permitem a otimização do acesso, análise e gerenciamento de um grande montante de dados que podem ser utilizados para tomada de decisões a curto ou a longo prazo [9]. Na área ambiental, por exemplo, é possível desenvolver e utilizar um SI para armazenamento e cruzamento de informações, que podem estar associadas a uma série histórica, permitindo avaliações mais detalhadas sobre determinadas temáticas. O Jeddah CIS, apresentado por Mayerle et al. [10], por exemplo, é um sistema criado na Arábia Saudita para o gerenciamento dos recursos hídricos, contendo dados referentes a temática água, geografia e clima, podendo ser utilizada como uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisões.

O Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS), localizada na região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul; Brasil, vem desenvolvendo, ao longo de oito anos, um Sistema de Informações Ambientais, denominado SIA. Este foi desenvolvido com o intuito de armazenar dados relativos às temáticas: água, fauna, clima e geografia da região da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, monitorados por empreendimentos hidrelétricos ali instalados. A Figura 1 apresenta uma imagem da tela do SIA com a localização da Bacia Hidrográfica Taquari Antas e os empreendimentos hidrelétricos.

O desenvolvimento do SIA seguiu os padrões da metodologia MVC (Model-View-Controller), criada por Trygve Reenskaug em 1978, utilizando o paradigma da programação orientada a objetos. Essa modelagem divide o software em componentes de modelo, visão e controlador,

O SIA está hospedado em um servidor web, podendo ser acessado a qualquer momento e local por meio de seu endereço web - <https://siambiental.ucs.br>.

A partir dos dados armazenados no SIA, é possível realizar o cruzamento destes obtendo diferentes resultados e avaliações. Além disso, o SIA permite o armazenamento de informações complementares, chamadas de metainformações, sendo estas definidas como as informações a respeito das informações [12]. No sistema em questão, as metainformações são tratadas como: características dos valores de parâmetros monitorados relacionados à temática água (métodos de análise e coleta, unidades de medida, descrição, etc.), características do monitoramento de fauna (locais de encontro de espécies, taxonomia, características físicas, nome científico, etc.) e também características da região (vegetação, relevo, hidrografia, clima, etc.).

Se observadas de forma isolada ou relacionadas, as metainformações possuem um potencial educativo e podem ser utilizadas como fonte de informação para acesso da sociedade. Nesse contexto, esse trabalho objetiva propor adequações (de interface e de interação) para integrar ao SIA, com vistas a utilização do módulo específico da fauna como um Objeto de Aprendizagem (OA), sendo esse definido por Sabbatini [13], como as funcionalidades que permitem algum tipo de interatividade entre o usuário e a informação disponibilizada, tornando-o mais atrativo aos usuários e eficiente do ponto de vista educacional.

II. METODOLOGIA

O estudo enquadra-se na etapa 2 (análise e projeto) do Processo Unificado [14] o qual é iterativo e incremental. As análises e alterações propostas foram baseadas na revisão de

Reino Animalia

O reino Animalia, Reino Animal ou Reino Metazoa é composto por seres vivos multicelulares cujas células formam tecidos biológicos, com capacidade de responder ao ambiente que os envolve ou, por outras palavras, pelos animais. Ao contrário das plantas, os animais são heterotróficos, ou seja, buscam no meio onde vivem seu alimento, como plantas e outros animais para sobreviverem. A maioria dos animais possui um plano corporal que determina-se à medida que tornam-se maduros, e, exceto em animais que metamorfoseiam, esse plano corporal é estabelecido desde cedo em sua ontogenia quando embriões. Os gametas, na maioria dos casos, quando constituem a linhagem germinativa, são produzidos em órgãos externos, cujas células, com exceção das esponjas, não participam da reprodução.

Espécies no banco de dados

Ver em árvore | Ver em tabela

Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero	Espécie
				Geophagus	Geophagus brasiliensis
				Crenicichla	Crenicichla lepidota
					Crenicichla punctata
				Australoheros	Australoheros facetus
					Australoheros taura
				Oreochromis	Oreochromis niloticus
				Gymnogeophagus	Gymnogeophagus gymnoyensis
					Gymnogeophagus labiatus
					Gymnogeophagus rhabdotus
				Cichlasoma	Cichlasoma facetum
					Cichlasoma orientale
				Tilapia	Tilapia rendalli
			Centrarchidae	Micropterus	Micropterus salmoides
			Sternopygidae	Eigenmannia	Eigenmannia virescens

Fig. 2: Biblioteca de espécies do SIA

permitindo um melhor controle da qualidade do software, no que diz respeito ao processamento e design de interface [11].

sistemas semelhantes e ferramentas educativas visando a inserção de novas funcionalidades no módulo de fauna. A

partir das melhorias propostas será possível disponibilizar o módulo citado como um OA.

III. RESULTADOS

A face educativa do módulo de fauna no SIA é constituída por páginas informativas de cada espécie encontrada na região de abrangência do sistema, gênero e demais níveis taxonômicos. Essas informações são acessadas através de uma biblioteca, na qual cada espécie está catalogada em seu determinado gênero, o gênero em sua respectiva família, e assim sucessivamente. Ao acessar o módulo de fauna no SIA, o usuário têm a opção “Ver espécies”, página na qual está apresentada uma descrição do reino animalia e a tabela taxonômica com todas as espécies inseridas, conforme observado na Figura 2.

A página da espécie, ilustrada na Figura 3, apresenta a maior quantidade de informações, pois é nela que se obtém

capacidade de adaptação e da influência de ações humanas na fauna. Possibilitando também, uma maior percepção da importância da manutenção de recursos naturais para a manutenção da vida. Considera-se assim, a educação indispensável para a resolução dos problemas relacionados a extinção das espécies [16], conscientizando e possivelmente sensibilizando o usuário. Nesse contexto, propõe-se a implementação de um sinalizador, composto por diferentes cores, atrelado a uma legenda que permita ao usuário conhecer o grau do risco de extinção das espécies, de acordo com informações disponíveis em fontes com informações atualizadas, conforme disponibilizado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade [17] e ou pela Fundação Zoobotânica [18].

Proposta 2: Compartilhamento de informações

Através do compartilhamento de informações objetiva-se

The screenshot shows a web interface for a species page. At the top, there's a breadcrumb trail: 'Página Inicial > Fauna > Espécie >'. The species name is 'Espécie: *Guira guira*'. Below it, a description reads: 'Corpo franzino, cauda comprida, graduada e com fita preta. Branco-amarelado, bico cor de laranja (cinzento no indivíduo imaturo). Bico forte e curvo. Espécie sem dimorfismo sexual. [Mais informações]'. The author and year are listed as 'Nome com autor e ano: *Guira guira* (Gmelin, 1788)'. There are three main sections: 'Nomes populares' with one item 'Anu-branco'; 'Taxonomia' showing a hierarchical tree: Reino: Animalia, Filo: Chordata, Classe: Aves, Ordem: Cuculiformes, Família: Cuculidae, Gênero: Guira; and 'Fotos' with a small image of the bird. At the bottom, there's a section 'Relatórios por espécie' with one item 'Locais encontradas'. A sidebar on the left contains various navigation links like 'Mapas', 'Relatórios', 'Gerenciar dados de Taxonomia', 'Inserção de dados de monitoramento', and 'Manutenção de Dados'. There are also buttons for 'EXPLORE O SIA!' and 'Publicações!'.

Fig. 3: Página da espécie

uma descrição mais aprofundada das características dos animais. Observa-se que o atual formato de apresentação do módulo de fauna no SIA não foi estruturado, inicialmente, visando a sua utilização como uma ferramenta didática, visto que não possibilita a interação entre aluno e o conteúdo estudado. Góes et al. [15], utilizando um simulador de casos clínicos em formato de jogo, chamado “Anatomy and Vital Signs”, constatou que entre os especialistas consultados, mais de 80% concordam que a qualidade da interface, ou seja, a apresentação de conteúdo e o uso de simulações e interações estimulam o aprendizado.

Dessa forma são sugeridas quatro propostas de melhoria no módulo de fauna do SIA com vistas a potencializar a interatividade entre o usuário e o conteúdo disponível, tornando esse uma ferramenta de apoio à aprendizagem mais efetiva.

Proposta 1: Risco de extinção

Entende-se que a abordagem sobre o risco de extinção, das espécies inseridas na plataforma, auxilia na compreensão da

que os usuários, situados em diferentes localidades/regiões, possam anexar materiais complementares ao conteúdo disponível no módulo de fauna do SIA, como: vídeos, áudios e referências. Um exemplo de aplicação que utiliza este método para o ensino e incentivo à pesquisa é a Macauley Library [19]. O SIA possui características que possibilitam o uso dessa ferramenta, pois, foi modelado para receber e armazenar grande quantidade de informação e dados. Desta forma, a integração de informações complementares ao SIA pode ser realizada de maneira ágil, com a ressalva da necessidade de moderação sobre os conteúdos propostos, por parte da equipe técnica que integra o sistema, previamente a disponibilização das informações aos demais usuários.

Proposta 3: Jogos educativos

Jogos educativos são um assunto bastante corriqueiro quando se trata de educação e tecnologia. Exemplo desse tipo de aplicação é o Gummy Bear Supply Chain (GBSC), o Toxic Release e o Keep Cool online. O GBSC foi

desenvolvido para instruir crianças do ensino primário acerca do impacto da demanda e fornecimento de determinados produtos no meio ambiente [20]. Toxic Release usa de dados sobre poluição para conscientizar alunos e grupos da comunidade quanto aos aspectos invisíveis relacionados à poluição, sendo desenvolvido com o intuito de tornar mais prático o ensino e aprendizado a respeito do tema, uma vez que a liberação de tóxicos provém de variadas fontes poluidoras [21]. Keep Cool online é um jogo de simulação a respeito de mudanças climáticas, jogado em grupo, sendo cada integrante um grupo de países. Neste, as decisões feitas por participantes influenciam no clima e política da sua região, o jogador que atingir primeiro os objetivos vence o jogo [22].

Conforme exemplos apresentados acima, percebe-se uma grande aceitação de jogos didáticos por parte de alunos, os quais relacionam com sucesso o conteúdo teórico apresentado no jogo com seu cotidiano e fixação do conteúdo visto em aula. Tüzün et al. [23], ao aplicar um teste em alunos antes e após a utilização do seu ambiente de aprendizado baseado em situações de jogos, verificou que a pontuação média dos participantes foi maior após a aplicação do ambiente. Já educadores apresentaram opiniões mistas sobre a utilização de jogos educativos, apesar de acreditarem que os jogos possuem potencial educativo, parte não está convencida de que estas ferramentas podem ser utilizadas como forma de melhorar o seu trabalho [24].

Quanto ao desenvolvimento e inserção de um jogo educativo referente ao módulo de fauna no SIA, ressalta-se a necessidade da validação deste, por profissionais que possuem expertise no assunto, com vistas a evitar erros que possam dificultar a sua utilização e desmotivar aos usuários [25]. É necessário prestar atenção na interface do jogo, o engajamento da história e desenvolver um jogo balanceado para envolver os usuários [26], visto que objetos estáticos e que não possibilitam interação podem desmotivar o mesmo [23]. Kiili [26] propõe um modelo experimental para o desenvolvimento de jogos educativos. Diversas outras referências abordam o desenvolvimento de jogos com foco no OA, como disponíveis nas referências [27], [28], [29], [30] e [31].

Proposta 4: Avaliação de Usabilidade

Para uma melhor visualização e interpretação das informações disponíveis através das ferramentas educativas, é necessário que, após a implementação primária dos elementos, o OA seja submetido a testes de usabilidade [32]. Desta forma, objetiva-se facilitar a interação do usuário com o sistema, visando mantê-lo interessado pelo conteúdo disponibilizado [33]. Para que a síntese do conteúdo possa ser estruturada e disponibilizada de modo a atender as expectativas do usuário e facilitar sua interação com o sistema, sua validação estará sob responsabilidade do corpo técnico que atua junto ao SIA [34]. Ressalta-se que a avaliação do OA é fundamental para a determinação da qualidade com que sua apresentação foi desenvolvida e em relação a receptividade pedagógica do mesmo [35].

IV. CONCLUSÕES

A partir da implementação das adequações propostas ao módulo de fauna do SIA, com vistas a sua utilização como ferramenta de apoio a aprendizagem, o módulo de fauna do SIA deverá ser testado antes de ser disponibilizado aos usuários. Ressalta-se a importância de desenvolver ferramentas interativas e visualmente atrativas para os usuários e estimulá-los ao aprendizado. Espera-se que esta ferramenta seja explorada no ambiente escolar, principalmente na região da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, visto que as informações disponibilizadas no SIA, retratam a realidade da fauna local.

V. BIBLIOGRAFIA

- [1]BRASIL. Casa civil. Lei nº 9795, 27 de abril de 1999. Política Nacional da Educação Ambiental.
- [2] E. Zakharova, M. Liga and D. Sergeev. “Constructing Philosophy of Environmental Education in Contemporary Russia”. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, v. 214, p.1181-1185, dez. 2015. Elsevier BV.
- [3]T. Chankrajang and R. Muttarak. “Green Returns to Education: Does Schooling Contribute to Pro-Environmental Behaviours? Evidence from Thailand”. *Ecological Economics*, v. 131, p.434-448, jan. 2017. Elsevier BV.
- [2] R. M. M. Cotta et al. “Construção de portfólios coletivos em currículos tradicionais: uma proposta inovadora de ensino-aprendizagem”. *Ciênc. saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 787-796, Mar. 2012.
- [3]R. M. M. Cotta, É. T. de Mendonça and G. D. da Costa. “Portfólios reflexivos: construindo competências para o trabalho no Sistema Único de Saúde”. *Rev Panam Salud Publica*, Washington, v. 30, n. 5, p. 415-421, Nov. 2011.
- [4]S. M. Mitre et al. “Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais”. *Rev Ciênc & Saúde Colet*, 13(Supl.2):2133-2144, 2008.
- [5]R. M. M. Cotta; G. D. Costa and E. T. Mendonça. “Portfólio reflexivo: uma proposta de ensino e aprendizagem orientada por competências”. *Revista Ciência & Saúde Coletiva*, v. 18, n. 6, p. 1847-1856, 2013.
- [6]A. S. Köylüoglu, L. Duman and A. Bedük. “Information Systems in Globalization Process and Their Reflections in Education”. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, v. 191, p.1349-1354, jun. 2015. Elsevier BV.
- [7]T. Koç, A. H. Turan and A. Okursoy. “Acceptance and usage of a mobile information system in higher education: An empirical study with structural equation modeling”. *The International Journal Of Management Education*, v. 14, n. 3, p.286-300, nov. 2016.
- [8]A. Filippidi, N. Tselios and V. Komis. “Impact of Moodle usage practices on students’ performance in the context of a blended learning environment”. in *Proceeding of Social Applications for Life Long Learning 2010*. Patras: Education, Audiovisual And Culture Executive Agency,

2010. p. 2 - 7.

- [9]P. R. Silva. “Tecnologia da Informação e sua utilização no processo decisório”, in *Maringá Management*, 6(2), 2009, pp. 36-44.
- [10]R. Mayerle et al. “Development of a coastal information system for the management of Jeddah coastal waters in Saudi Arabia”. *Computers & Geosciences*, v. 89, p.71-78, abr. 2016. Elsevier BV.
- [11]S. S. Hasan and R. K. Isaac. “An integrated approach of MAS-CommonKADS, Model-View-Controller and web application optimization strategies for web-based expert system development”. *Expert Systems With Applications*, v. 38, n. 1, p.417-428, jan. 2011. Elsevier BV.
- [12]T. V. Loudon. “Geoscience after IT”. *Computers & Geosciences*, v. 26, n. 3, p.1-3, abr. 2000. Elsevier BV.
- [13]M. Sabbatini. “Reflexões Críticas Sobre o Conceito de Objeto de Aprendizagem Aplicado ao Ensino de Ciências e Matemática”. *Em Teia - Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, v. 3, n. 3, p. 1-36. 2012.
- [14]C. Larman, *Utilizando UML e padrões: uma introdução à análise e ao projeto orientados a objetos e ao desenvolvimento iterativo*, Bookman, 7 edition, 2007.
- [15]F. S. N. Góes et al. “Educational technology “Anatomy and Vital Signs”: Evaluation study of content, appearance and usability”. *International Journal Of Medical Informatics*, v. 84, n. 11, p.982-987, nov. 2015. Elsevier BV.
- [16]R. Wagler. “The Anthropocene Mass Extinction: An Emerging Curriculum Theme for Science Educators”. *The American Biology Teacher*, v. 73, n. 2, p.78-83, fev. 2011. University of California Press.
- [17]Instituto Chico Mendes de Conservação a Biodiversidade, <http://www.icmbio.gov.br/>, acessado dia 31/08/2017.
- [18]Fundação Zoobotânica - RS, <http://www.fzb.rs.gov.br/>, acessado dia 31/08/2017.
- [19]I. Betancourt, C. M. McLinn. “Teaching with the Macaulay Library: An Online Archive of Animal Behavior Recordings”. *Journal Of Microbiology & Biology Education*, v. 13, n. 1, p.86-88, 3 maio 2012. American Society for Microbiology.
- [20]T. G. Mercer et al. “The use of educational game design and play in higher education to influence sustainable behaviour”. *International Journal Of Sustainability In Higher Education*, v. 18, n. 3, p.359-384, 6 mar. 2017. Emerald.
- [21]C. D Gervich et al. “Toxic Release! The role of educational games in teaching and learning about hazardous pollution”. *Journal Of Environmental Studies And Sciences*, v. 6, n. 3, p.589-596, 24 jun. 2015. Springer Nature.
- [22]U. Erb. “Possibilities and Limitations of Transferring an Educational Simulation Game to a Digital Platform”. *Simulation & Gaming*, v. 46, n. 6, p.817-837, 1 dez. 2015. SAGE Publications.
- [23]H. Tüzün et al. “The effects of computer games on primary school students’ achievement and motivation in geography learning”. *Computers & Education*, v. 52, n. 1, p.68-77, jan. 2009. Elsevier BV.
- [24]J. Bourgonjon et al. “Acceptance of game-based learning by secondary school teachers”. *Computers & Education*, v. 67, p.21-35, set. 2013. Elsevier BV.
- [25]M. Papastergiou. “Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation”. *Computers & Education*, v. 52, n. 1, p.1-12, jan. 2009. Elsevier BV.
- [26]K. Kiili. “Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model”. *The Internet And Higher Education*, v. 8, n. 1, p.13-24, jan. 2005. Elsevier BV.
- [27]G. Dambros. “A Utilização de Tecnologias na Cartografia Escolar: Jogo Digital para a Alfabetização Cartográfica”. *Geosaberes*, v. 4, n. 7, p. 4 - 15 , jan. / jul. 2013.
- [28]P. M. F. Coelho and M. R. M. Costa. “Uma ferramenta digital que faz games educativos: o contexto brasileiro de ensino e aprendizagem”. *Ried. Revista Iberoamericana de Educación A Distancia*, v. 19, n. 2, p.53-70, 17 mar. 2016. UNED - Universidad Nacional de Educacion a Distancia.
- [29] J. L. Eguia-Gomez, R. S. Contreras-Espinosa, L. Solano-Albajes. “Os Games Digitais como um Recurso Cognitivo para o Ensino da História da Catalunha: um Estudo de Caso”. *e-escrita*, v. 3, n. 2, mai. / ago. 2012.
- [30]M. Knigge et al. “Teaching enterprise organization and enterprise resource planning systems in schools: Playing a serious game with pupils”. *2017 Ieee Global Engineering Education Conference (educon)*, [s.l.], p.486-495, abr. 2017. IEEE.
- [31]P. Moreno-Ger, D. Burgos and J. Torrente. “Digital Games in eLearning Environments”. *Simulation & Gaming*, v. 40, n. 5, p.669-687, 30 jul. 2009. SAGE Publications.
- [32]C. Ardito et al. (2006). “An Approach to Usability Evaluation of e-Learning Applications”. *Universal Access in the Information Society*. vol. 4(3), pp. 270-283. Springer, Berling/Heidelberg, Germany.
- [33]M. Ebner and A. Holzinger. “Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering”. *Computers & Education*, v. 49, n. 3, p.873-890, nov. 2007. Elsevier BV.
- [34]J. Nielsen and R. Loranjer, *Prioritizing Web Usability*, New Riders, 2006.
- [35]J. A. P. Melo. “Avaliação de objetos de aprendizagem: cruzando caminhos e produzindo novos olhares”. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC*, 8 (2), 5975, 2009.