QUEBRA-CABEÇA RAIO-X: JOGO SOBRE O ESQUELETO BASEADO EM IMAGENS RADIOGRÁFICAS

RAIO-X PUZZLE: A GAME ABOUT THE SKELETON BASED ON RADIOGRAPHIC IMAGES

Ismael Krüger Pescke
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
Porto Alegre, RS, Brasil
ismaelkp.bio@gmail.com

Tatiana Montanari
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS
Porto Alegre, RS, Brasil
tatianamontanari@gmail.com

Resumo. A tecnologia está presente no cotidiano, alterando os processos produtivos, os vínculos interpessoais e as metodologias educacionais. O processo de ensino-aprendizagem, inserido nesse contexto virtual, deve contemplar a construção de ideias baseadas na interação entre sujeito e objeto, e, portanto, o jogo educativo digital pode ser uma importante ferramenta. Além do caráter recreativo, a presença de estímulos visuais e sonoros e de recursos interativos promove a concentração e o raciocínio lógico, bem como mobiliza esquemas mentais. Um jogo sobre o esqueleto foi desenvolvido para apoiar o estudo de anatomia nas aulas de ciências no ensino fundamental e de biologia no ensino médio. O Quebra-cabeça Raio-X foi criado com o programa Adobe Captivate, utilizando imagens radiográficas e ilustrações confeccionadas com Adobe Illustrator e Photoshop; menus interativos esquematizam o conteúdo, e exercícios de quebra-cabeça, de relacionar colunas e de múltipla escolha atestam o aprendizado e proporcionam ludicidade. Audiodescrição visa acessibilidade. O jogo foi publicado no ambiente de aprendizagem Museu virtual do corpo humano (...). Espera-se, com o jogo, ao evidenciar o interior do corpo a partir de imagens reais e ao tornar lúdico um elemento de diagnóstico clínico, promover de forma atrativa o entendimento dos constituintes ósseos, contribuindo para o ensino sobre o corpo humano nos níveis escolares fundamental e médio.

Palavras-chave: corpo humano; anatomia; jogo educativo digital; tecnologia da informação e comunicação (TIC); ensino.

Abstract. The technology is in nowadays, changing the work, personal relations, and educational methodologies. The teaching, inserted in this virtual scene, needs creating ideas based on the interaction between subject and object, and, therefore, the digital educational game might be an important tool. Besides the recreational character, the visual stimulus, the sound and the interactive resources promote the concentration and the logical reasoning and mobilize mental schemes. A game about the skeleton was developed to support the study of anatomy in science class at the elementary school and in biology class at the high school. X-Ray Puzzle was created with the Adobe Captivate program, using radiographic images and illustrations made with Adobe Illustrator and Photoshop; interactive menus schematize the subject, and puzzle, column matching and multiple choice exercises attest the learning and provide playfulness. Audiodescription aims accessibility. The game was published in the learning environment Museu virtual do corpo humano (...). Its aim, by real images of the interior body and making playful an element of clinical diagnosis, is promoting the understanding of the bone constituents in an attractive manner, contributing to the teaching about the human body at the school elementary and high.

Keywords: human body; anatomy; digital educational game; information and communication technologies; teaching.

INTRODUÇÃO

A tecnologia está inserida em diversos contextos da vida e revoluciona os processos produtivos, os vínculos interpessoais e a forma de ensinar. Os nativos digitais, como as crianças e os jovens nascidos na era digital são chamados por Palfrey & Gasser (2011), estão cercados pela fluidez tecnológica. Novos cenários na educação são criados pela gama de informações apresentadas e de recursos disponíveis para fomentar o processo de aprendizagem. É necessário definir práticas educativas que integrem a cibercultura e as ferramentas digitais, inovando o método de ensino, muitas vezes monótono. O desafio posto é formular uma proposta de educação que seja crítica e conscientizadora e, ao mesmo tempo, lúdica e prazerosa.

O ensino a distância une "emissão" e "recepção", ou seja, professores e alunos separados no espaço e no tempo e promove a colaboração e a participação inclusiva através da troca de valores de forma democrática e não hierárquica (Castells, 1999). Ele pode ainda complementar o ensino presencial; a metodologia híbrida (*blended-learning*) associa ferramentas digitais com recursos pedagógicos construtivistas. Essa proposta estimula a comunicação entre os alunos e a construção coletiva do conhecimento, mas, ao propor práticas que favorecem a independência, também instiga o aprendizado individual e autônomo, onde o aluno é sujeito ativo (Driscoll, 2002; Filipe & Orvalho, 2004; Pimentel, 2006; Teperino et al., 2006).

Os jogos educativos digitais são elementos importantes nessa nova sala de aula. O jogo é uma atividade que tem valor educacional intrínseco: desperta curiosidade, motivação e entusiasmo; gera autoconfiança e

iniciativa; estimula habilidades como concentração, coordenação, organização temporal e espacial; integra dimensões das personalidades social, motora e cognitiva; desenvolve a linguagem, o pensamento e o raciocínio lógico; mobiliza esquemas mentais, e promove a socialização (Leif & Brunelle, 1978; Vygotsky, 1998; Faria, 1999). O jogo educativo, ao apresentar informações em diversas interfaces, combinando estímulos visuais e sonoros, contribui para a aprendizagem e para a retenção de memória de longo prazo de acordo com a teoria de codificação dupla (Paivio, 1979; 1991; Mayer & Anderson, 1991; Illera, 2010). Além disso, ele possibilita a conscientização, o pensamento crítico e a mudança de hábitos ao propor reflexões pertinentes ao cotidiano que transpõem a esfera virtual (Driscoll, 2002; Pimentel, 2006; Machado, Moraes, Nunes, & Costa, 2011; Diatel, Carvalho, & Hounsell, 2016).

Um jogo virtual sobre o esqueleto foi desenvolvido, utilizando imagens radiográficas, com os seguintes objetivos:

- propor uma metodologia construtivista e lúdica para apoiar o ensino sobre o corpo humano nas disciplinas de ciências do ensino fundamental e de biologia do ensino médio;
- permitir a visualização de estruturas complexas que compõem o sistema esquelético, muitas vezes representado em desacordo com a realidade, e
- contribuir com a criação de *softwares* educativos, indo ao encontro do que é recomendado na atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB) sobre a aplicação das tecnologias de informação no ambiente escolar.

Busca-se atingir como público-alvo: alunos e professores do ensino fundamental e médio, alunos da licenciatura do curso de ciências biológicas e internautas com interesse no assunto.

METODOLOGIA

O modelo piagetiano molda a concepção deste trabalho, uma vez que a interação entre sujeito e objeto compõe a essência do conhecimento e provoca trocas significativas. O sujeito, ao construir uma nova realidade a partir da transformação do objeto, modifica-se, solidifica o pensamento e o aprendizado (Piaget, 1972; Barbosa, 2005, p. 20). Na concepção piagetiana, os jogos têm dupla função: consolidam os esquemas mentais concebidos previamente e dão prazer ou equilíbrio emocional à criança (Faria, 1999). Nesse contexto, o conteúdo foi apresentado em atividades lúdicas, como quebra-cabeças gerados com as imagens radiográficas. Além da interatividade, as informações visuais e sonoras foram referenciais determinantes para desenvolver o recurso digital. Os estilos cognitivos contemplados são, principalmente, o visual e o sinestésico (Bandler & Grinder, 1982). Ao unir diferentes estímulos, busca-se desenvolver a atenção, a percepção, a memória e o estado de *flow*, característico dos jogos interativos (Paivio, 1979, 1991; Mayer & Anderson, 1991; Illera, 2010; Diana, Golfetto, Baldessar, & Spanhol, 2014).

A construção deste jogo implicou no estudo de ferramentas interativas, exigindo algum conhecimento prévio dos *softwares Adobe* para elaboração e posterior aprimoramento. O *Quebra-cabeça Raio-X* foi desenvolvido com o programa *Adobe Captivate*. Nele o jogador visualiza o interior do corpo humano através de radiografias de acervo próprio (da coluna vertebral, da caixa torácica e dos membros) e ilustrações de domínio público obtidas na biblioteca *Pixabay* (https://pixabay.com) e adaptadas com os programas *Adobe Illustrator* e *Photoshop*. Para remeter aos *games*, foram adicionados músicas e efeitos sonoros da plataforma *TwinMusicom* (twinmusicom.org), com licença livre. A acessibilidade foi fomentada pela audiodescrição, cujos ícones foram expostos no mesmo local em todas as telas. Interatividade e ludicidade foram proporcionadas pelos exercícios de relacionar colunas e de múltipla escolha e pelas atividades de quebra-cabeça confeccionadas com as radiografias. Em cada módulo, foram inseridos dois quebra-cabeças que diferem no grau de dificuldade, criando desafios ao jogador; foram propostos quebra-cabeças de uma imagem do elemento ósseo, correspondendo a uma primeira fase, e quebra-cabeças da radiografia do constituinte ósseo em duas posições como segunda fase. Cada questão recebeu peso (nota) diferente, baseado no grau de dificuldade, como, por exemplo,1 ponto para o primeiro nível e 2 pontos para o segundo nível, sendo o somatório de todas as questões apresentado ao final do jogo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O corpo humano é abordado na disciplina de ciências no 6º ano do ensino fundamental, na temática sobre "vida e evolução", e na disciplina de biologia do ensino médio, na área de "ciências da natureza e suas tecnologias – competência específica 2", que inclui o sistema locomotor (Brasil, 2018). Procurando

contribuir para o ensino desse conteúdo, foi desenvolvido o *Quebra-cabeça Raio-X*. Ele foi publicado no *Museu virtual do corpo humano* (...) e cadastrado na Agência Brasileira do ISBN da Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro, RJ (...)

O presente jogo possui uma interface leve e intuitiva.

Confeccionado com radiografias da coluna vertebral, da caixa torácica e dos membros, há *menus* interativos com o nome dos ossos (itens) ao lado das imagens. Assim, sobre a coluna vertebral, os itens são as vértebras cervicais, torácicas e lombares, o sacro e o cóccix; sobre a pelve, o ílio e o ísquio, e sobre a caixa torácica, as costelas e o esterno. Ao passar o *mouse* sobre determinado item, o correspondente ganha destaque na radiografia (Figura 1).

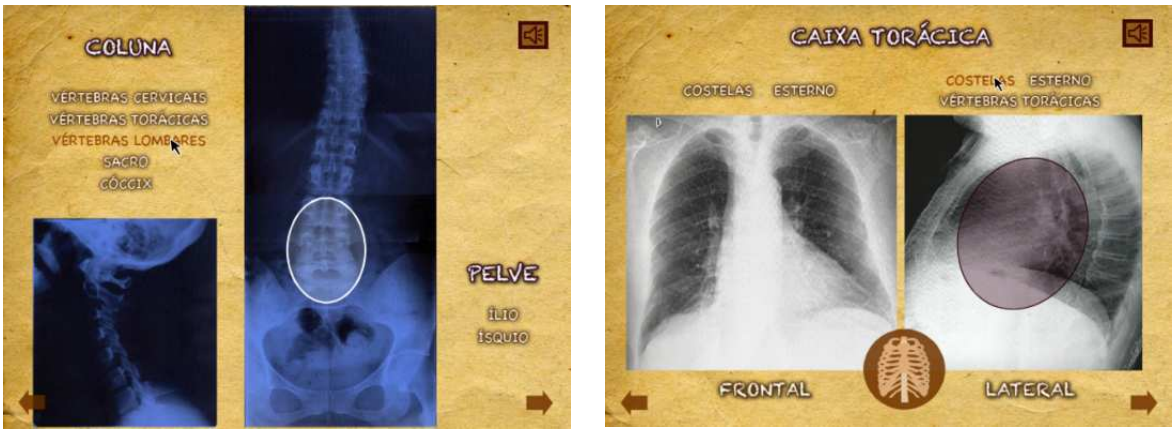

Figura 1: Telas do *Quebra-cabeça Raio-X*: coluna, pelve e caixa torácica.

A nomenclatura das patologias da coluna (cifose, escoliose e lordose) é apresentada com ilustrações e com imagem radiográfica em exercício de múltipla escolha (Figura 2). A má postura e o uso de mochila pesada são fatores de risco para desencadear alterações na coluna vertebral (Sedrez, Rosa, Noll, Medeiros, & Candotti, 2015; Noll, Fraga, Rosa, & Candotti, 2016), e esta problemática é trazida, com o intuito de gerar debate e consequentemente reflexão e pensamento crítico, contribuindo para mudança comportamental.

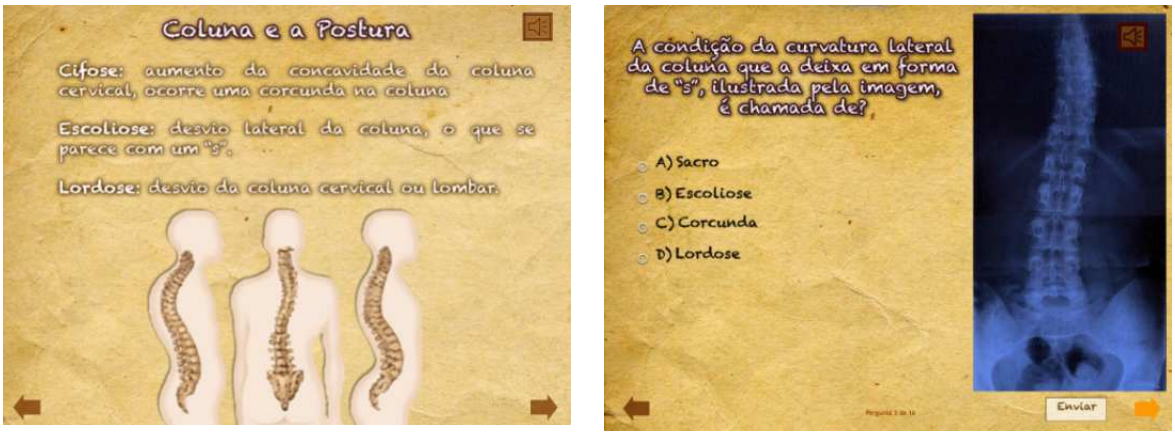

Figura 2: Telas do *Quebra-cabeça Raio*-X sobre as patologias da coluna.

No jogo, os membros são apresentados com imagens radiográficas da mão, do joelho (com parte da coxa e da perna) e do pé. Há duas possibilidades de navegação: aquela anteriormente descrita, onde o constituinte ósseo é destacado com o *mouseover* no item do *menu*, e outra onde o *mouse* sobre o elemento ósseo da radiografia apresenta a legenda. Há duas telas referentes à mão: na primeira, são destacados as falanges, os metacarpos e o carpo, e, na segunda, aparece a legenda de cada osso: as falanges distal, média e proximal; os metacarpos, e os ossículos do punho hamato, capitato, trapezoide, trapézio, piramidal, semilunar e escafoide. Na imagem do joelho, com parte da coxa e da perna, os itens são: fêmur, tíbia, fíbula e patela. Duas telas também exibem os ossos do pé: uma divide-o em falanges, metatarsos e tarso, e a outra

indica as falanges distal, média e proximal; os metatarsos, e os ossos cuneiforme 1, 2 e 3, navicular, cuboide, tálus e calcâneo. A falange média não existe no dedo polegar da mão e no hálux do pé, e isso é evidenciado pelas radiografias (Figura 3).

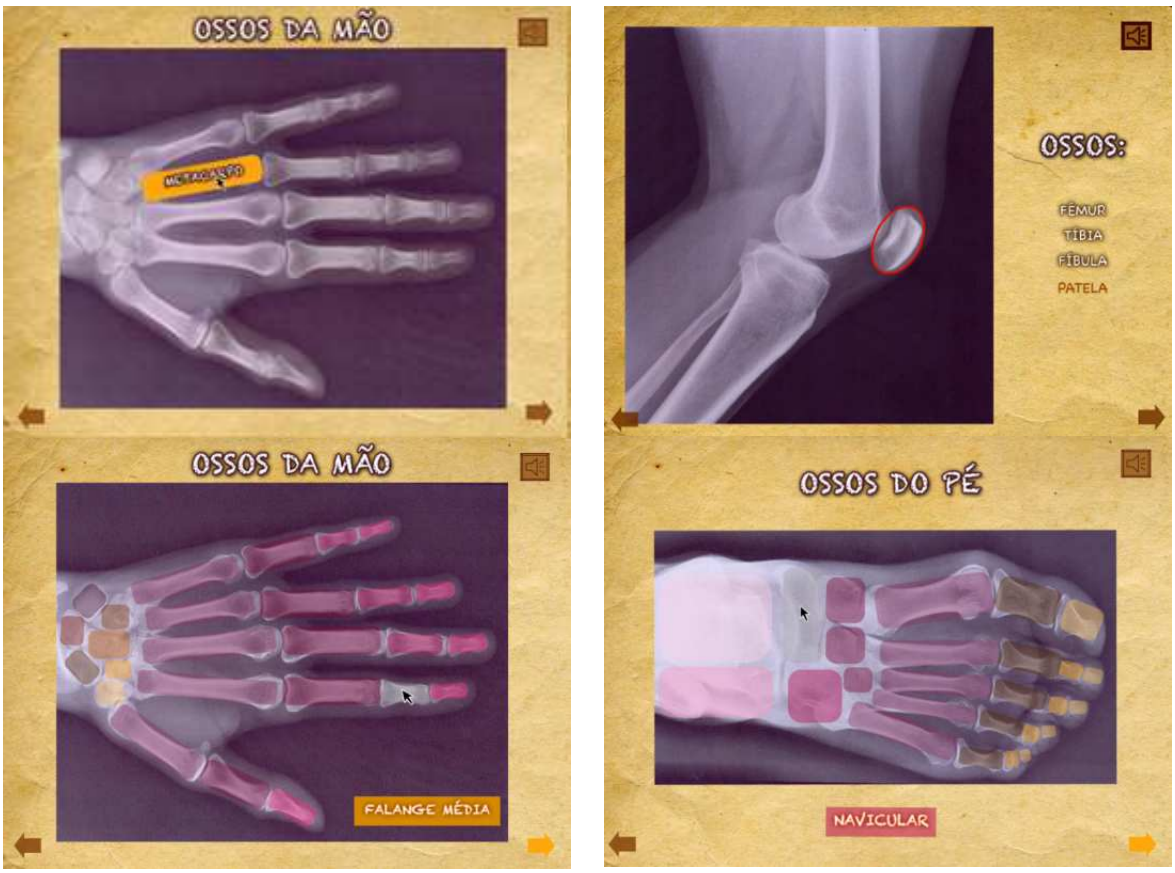

Figura 3: Telas do *Quebra-cabeça Raio-X* sobre os membros.

As imagens radiográficas permitem que os alunos conheçam a forma e a localização dos ossos no organismo, infiram a densidade óssea (a coloração mais clara mostra-se onde o osso é mais compactado, como na sua periferia), possibilitando a distinção do osso cortical (ou compacto) e trabeculado (ou esponjoso) e comprovem a estrutura por vezes irregular das epífises. Usando essas imagens de diagnóstico clínico, os alunos aproximam-se da real constituição do sistema esquelético, distanciando-se das representações gráficas fantasiosas, adotadas em parte dos materiais didáticos.

O conteúdo é sedimentado com quebra-cabeças com uma imagem (primeira fase) ou duas imagens (segunda fase) do constituinte ósseo e exercícios de relacionar colunas e de múltipla escolha. As atividades de quebra-cabeça possibilitam o aprender de forma lúdica e despretensiosa, pois o jogador se diverte enquanto exercita a atenção unindo as regiões do esqueleto (Figura 4).

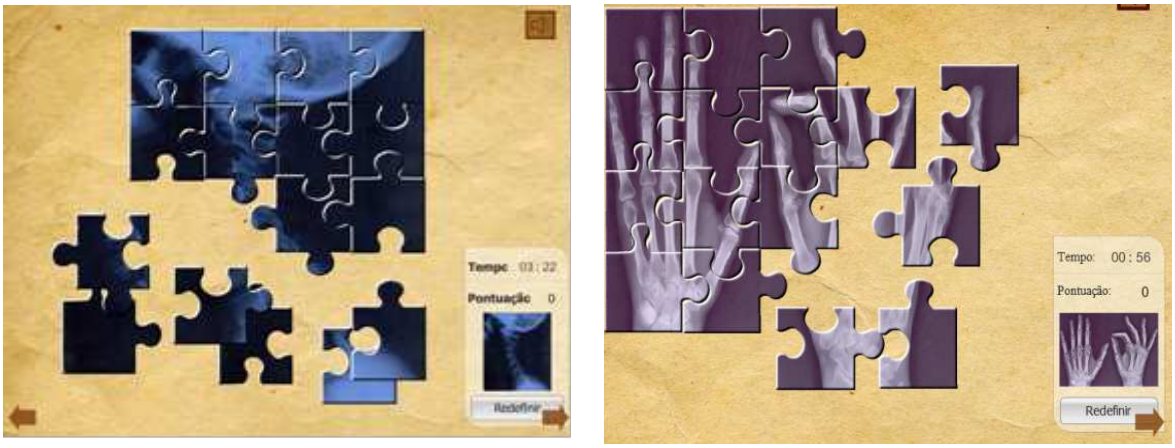

Figura 4: Quebra-cabeças da radiografia da coluna cervical e da radiografia da mão em duas posições.

Ao abordar questões de saúde e do cotidiano, em exercícios de relacionar colunas e de múltipla escolha, como a temática sobre a queda e a fratura (Figura 5), o jogo transpõe a esfera virtual, ampliando o diálogo em sala de aula com repercussão no ambiente familiar, em ações preventivas. As crianças atuam como difusoras do conhecimento, alertando seus familiares da necessidade de medidas de prevenção: 30% dos idosos sofrem quedas uma vez ao ano no Brasil e aproximadamente metade delas provoca fraturas que reduzem a qualidade de vida, incapacitam ou resultam em morbimortalidade (Siqueira et al., 2007; Campos et al., 2017).

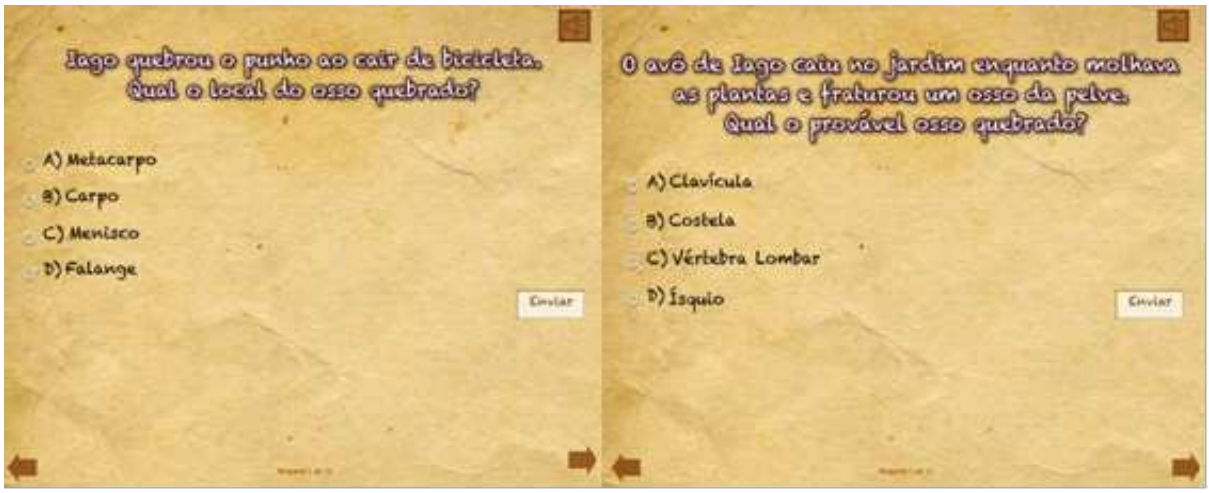

Figura 5: Exercícios de múltipla escolha que atuam como forma de prevenção.

Com os *menus* interativos, os estudantes fazem as atividades no seu próprio tempo, podendo, por exemplo, demorar mais para analisar os ossículos das mãos ou montar um determinado quebra-cabeça. O recurso virtual permite a individualização temporal e a independência espacial, podendo ser acessado remotamente em casa para reforço da aprendizagem.

Passados todos os módulos, ao final do jogo, é verificado o resultado das atividades. Os pontos obtidos ao responder as questões e ao resolver os quebra-cabeças são somados automaticamente, e o número de acertos e erros pode ser observado, bem como a precisão das respostas (porcentagem de acertos). A pontuação obtida ao final do jogo em virtude do desempenho nas atividades permite a autoavaliação da aprendizagem. Nessa etapa de finalização, o professor pode promover e mediar uma discussão sobre as abordagens percebidas no jogo, partindo para uma experiência reflexiva. Cabe ao docente engajar-se, de forma criativa e científica, nesses processos dinâmicos, participativos e interdisciplinares de aprendizagem que a tecnologia proporciona, a fim de facilitar a compreensão e a assimilação dos conteúdos pelos alunos.

CONCLUSÃO

O *Quebra-cabeça Raio-X* é um jogo educativo digital criado com imagens radiográficas, publicado em um ambiente virtual de aprendizagem na página da instituição, com acesso livre (...). Seu desenvolvimento visava: propor uma metodologia construtivista e lúdica para apoiar o ensino sobre o corpo humano nas disciplinas de ciências e de biologia, nos níveis fundamental e médio; permitir a visualização de estruturas complexas que compõem o sistema esquelético, muitas vezes representado no material didático em desacordo com a realidade,e contribuir com a criação de *softwares* educativos, indo ao encontro do que é recomendado na atual LDB sobre a aplicação das tecnologias de informação no ambiente escolar. As radiografias da coluna vertebral, da caixa torácica e dos membros permitem o entendimento da forma e da localização dessas estruturas ósseas no interior do organismo. A sua apresentação com recursos interativos e lúdicos, como quebra-cabeças e exercícios de relacionar colunas e de múltipla escolha, contribui para o processo pedagógico, aumentando o interesse e a adesão dos alunos e facilitando a compreensão e a assimilação do conteúdo. Os diferentes estímulos visuais e sonoros favorecem a retenção da memória de longo prazo e beneficiam a aprendizagem, e a audiodescrição favorece a acessibilidade. Ao abordar questões de saúde pertinentes ao cotidiano e ao ambiente familiar, propõe o debate e ações preventivas. Ao final do jogo, o desempenho nas atividades e exercícios é atestado pela pontuação obtida, como forma de validação da aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria de Educação a Distância (SEAD) pela bolsa para desenvolvimento de objeto de aprendizagem para (...).

REFERÊNCIAS

Bandler, R., & Grinder, J. (1982). PNL: Novo modelo de comunicação. *In Sapos em Príncipes*. São Paulo, SP: Summus Editorial.

Barbosa, R. M. (Org.). (2005). *Ambientes virtuais de aprendizagem*. Porto Alegre, RS: Artmed.

Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*: educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação. Consultado em 18 de julho, 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/ciencias-no-ensino-fundamental-anos-iniciais-unidades-tematicas-objetos-de-conhecimento-e-habilidades; http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#medio/ciencias-da-natueza-e-suas-tecnologias-no-ensino-medio-competencias-especificas-e-habilidades

Campos, K., Santos, M. A., Barros, N. M., Simionato, T. M., Brandão, J. G. P., & Ramos, A. P. M. C. (2017). Capacitação de idosos na prevenção de quedas domiciliares utilizando tecnologias da informação e comunicação. *Revista de Atenção à Saúde*, 15(51), 84-91. http://dx.doi.org/10.13037/ras.vol15n51.4355

Castells, M. (1999). *A sociedade em rede*. São Paulo, SP: Paz e Terra.

Diana, J. B., Golfetto, I. F., Baldessar, M. J., & Spanhol, F. J. (2014). Gamification e teoria do Flow. *In* Fadel, L. M., Ulbricht, V. R., Batista, C. R., & Vanzin, T. (Org.). *Gamificação na educação*. (pp. 38-73). São Paulo, SP: Pimenta Cultural.

Diatel, M., Carvalho, M. F. de, & Hounsell, M. da S. (2016). MoviPensando: um jogo sério para o desenvolvimento cognitivo e motor de crianças com síndrome de Down. *In SBGames - Simpósio Brasileiro de Jogos e Entretenimento Digital*, 15., São Paulo, SP. Anais. Porto Alegre, RS: Sociedade Brasileira de Computação, pp. 1-10. Consultado em 14 de fevereiro, 2021. Disponível em: http://www.sbgames.org/sbgames2016/downloads/anais/157366.pdf

Driscoll, M. (2002). *Web-based training:* creating e-learning experiences. (2nd ed.). San Francisco, CA: Pfeiffer.

Faria, A. R. (1999). *O desenvolvimento da criança e do adolescente segundo Piaget*. (3rd ed). São Paulo, SP: Ática.

Filipe, A. J. M. E., & Orvalho, J. G. (2004). Blendend Learning e Aprendizagem colaborativa no ensino superior. In *Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*, 7., Monterrey, MX. Anais.Consultado em 14 de fevereiro, 2021. Disponível em: http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/2004/comunicacao/com216-225.pdf

Illera, J. L. R. (2010). Os conteúdos em ambientes virtuais: organização, códigos e formatos de representação. In Coll, C., & Monereo, C. (Orgs.). *Psicologia da educação virtual*: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação. (pp. 136-155). Porto Alegre, RS: Artmed.

Leif, J., & Brunelle, L. (1978). *O jogo pelo jogo*. Rio de Janeiro: Zahar.

Machado, L. S., Moraes, R. M., Nunes, F. L. S., & Costa, R. M. E. M. (2011). Serious Games baseados em realidade virtual para educação médica. *Revista Brasileira Educação Médica*, *32*(2), 254-262. Consultado em 14 de fevereiro, 2021. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbem/v35n2/15.pdf

Mayer, R. E., & Anderson, R. B. (1991). Animations need narrations: an experimental test of a dual-coding hypothesis. *Journal of Educational Psychology*, *83*(4), 484-490. http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.83.4.484

Noll, M., Fraga, R. A., Rosa, B. N., & Candotti, C. T. (2016). Fatores de risco associados à intensidade de dor nas costas em escolares do município de Teutônia (RS). *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 38(2), 124-131. https://doi.org/10.1016/j.rbce.2015.12.014

Paivio, A. (1979). *Imagery and verbal processes.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. Consultado em 04 de maio, 2019. Disponível em: https://www.questia.com/library/7319522/imagery-and-verbal-processes

Paivio, A. (1991). Dual coding theory: retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, *45*(3), 255-287. http://dx.doi.org/10.1037/h0084295

Palfrey, J., & Gasser, U. (2011). *Nascidos na era digital - entendendo a primeira geração de nativos digitais.* Rio de Janeiro: Penso. (...)

Piaget, J. (1972). Desenvolvimento e aprendizagem (tradução de Slomp, P. F.). *In* Lavattelly, C. S., Stendler, F. *Readings in child behavior and development.* New York, NY: Hartcourt Brace Janovich.

Pimentel, N. M. (2006). *Educação a distância.* Florianópolis, SC: Ed. da UFSC/SEAD.

Sedrez, J. A., Rosa, M. I. Z. da, Noll, M., Medeiros, F. da S., & Candotti, C. T. (2015). Fatores de risco associados a alterações posturais estruturais da coluna vertebral em crianças e adolescentes. *Revista Paulista de Pediatria*, 33(1), 72-81. https://doi.org/10.1016/j.rpped.2014.11.012

Siqueira, F. V., Facchini, L. A., Piccini, R. X., Tomasi, E., Thumé, E., Silveira, D. S., Vieira, V., & Hallal, P. C. (2007). Prevalência de quedas em idosos e fatores associados. *Revista de Saúde Pública*, 41(5), 749-756. http://dx.doi.org/10.1590/S0034-89102007000500009

Teperino, A. S., Guelfi, A. C., Kipnis, B., Longo, C., Lopes, C. M. B., de Lima, E. D. B., …, & Nascimento, T. P. C. (2006). Educação a distância em organizações públicas: mesa-redonda de pesquisa-ação. Brasília: ENAP. Consultado em 22 dezembro, 2020. Disponível em: https://repositorio.enap.gov.br/handle/1/376

Vygotsky, L. S. (1998). *A formação social da mente.* São Paulo: Martins Fontes.