

# Quizmica: Jogo educacional de química e biologia envolvendo o sistema de captura de movimento - Kinect for Windows.

*Quizmica: Chemistry and biology educational game involving the motion capture system – Kinect for Windows.*

Luis Fernando Soares<sup>1</sup>, Stênio Nunes Alves<sup>1</sup>, Eduardo Henrique de Matos Lima<sup>1</sup>, Heitor Antônio Gonçalves<sup>2</sup>, Rafael Cesar Russo Chagas<sup>1</sup>, Lucas Fernandes do Carmo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Federal de São João del-Rei, Divinópolis, Minas Gerais (MG), Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, Minas Gerais (MG), Brasil.

## Resumo

**Introdução:** Os games podem ser vistos como base de engajamento de alunos e professores na escola, criando um ambiente imersivo de aprendizagem. Os conteúdos e tópicos podem ser tratados de forma lúdica, com grandes possibilidades para um melhor desempenho de estudantes no atual contexto cibercultural. **Objetivo:** Desenvolvimento de um jogo em ambiente virtual para o ensino de ciências da natureza com sistema de captura de movimento *Kinect for Windows*. **Metodologia:** Realizou-se atividades de palestras sobre Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) para professores e cursos sobre jogos educacionais para alunos e professores. Foi desenvolvido um jogo no formato de Quiz com o sistema de captura de movimento *Kinect* como ferramenta pedagógica em aulas de Química e Biologia. No jogo, foram adicionadas 50 questões de Química e 10 de Biologia. O software foi apresentado na escola de Ensino Médio, onde o jogo e seus conteúdos foram avaliados pelos estudantes e professores por meio de um questionário. **Resultados:** Segundo a avaliação dos alunos o jogo foi considerado como ótimo para o layout (70%), imagens (80%) e interação (70%) e os professores perceberam um aumento no número de acertos das questões em uma avaliação dos alunos participantes do projeto referentes ao jogo. **Conclusão:** Os resultados apontam para uma eficácia do jogo considerando uma das possibilidades de utilização das TDIC na educação.

**Palavras-chaves:** *Quiz; Jogo; Kinect*

*Autor correspondente:*

*Luis Fernando Soares*

*Endereço: Av. Sebastião Gonçalves Coelho, 400 - Chanadour  
CEP 35501 296 – Divinópolis (MG), Brasil.*

*E-mail: lfsoares@ufsj.edu.br*

Recebido em: 12/07/2018

Revisado em: 16/12/2018

Aceito em: 29/11/2019

Publicado em: 13/12/2019

## **Abstract**

**Introduction:** Games can be seen as the basis of engaging students and teachers in school, creating an immersive learning environment. The contents and topics can be treated in a playful way, with great possibilities for a better performance of students in the current cyber-cultural context. **Objective:** Development of a virtual environment game for teaching science of nature with Kinect for Windows motion capture system. **Methodology:** Lectures on Digital Information and Communication Technologies (DICT) were held for teachers and courses on educational games for students and teachers. A Quiz game was developed with the Kinect motion capture system as a teaching tool in Chemistry and Biology classes. In the game were added 50 questions of Chemistry and 10 of Biology. The software was presented in high school, where students and teachers through a questionnaire evaluated the game and its contents. **Results:** According to the evaluation of the students, the game was considered as great for the layout (70%), images (80%) and interaction (70%) and the teachers perceived an increase in the number of correct answers in an evaluation of the students participating in the project referring to the game. **Conclusion:** The results point to an efficacy of the game considering one of the possibilities of the use of TDIC in education.

**Keywords:** Quiz; Game; Kinect

## **Introdução**

Nas últimas décadas, foi possível perceber que é inevitável uma maior discussão sobre as relações e influências das tecnologias digitais na educação e no trabalho docente, sobre o posicionamento e as condições das instituições de ensino e dos professores frente a essa nova conjuntura sociocultural, especialmente a partir de perspectivas apontadas por estudos da cibercultura<sup>1,2</sup>.

A apropriação social de dispositivo como tablets, smartphones e computadores pessoais com diversas aplicações, como jogos em ambientes virtuais, em realidade aumentada e virtual, vem influenciando o processo de ensino e aprendizagem em todos os níveis escolares. Diante disso, os chamados *games* (jogos) educacionais podem ser possibilidades estratégicas voltadas para a construção do conhecimento.

Diferentes estudos<sup>3,4,5</sup> mostram que os jogos são sempre vinculados a um número pequeno de imagens interativas na tela. Acredita-se que a reconfiguração de conteúdos desenvolvidos e disponíveis no contexto educacional em formato digital podem contribuir para a melhoria do processo de ensino e de aprendizagem. A aplicação de jogos em ambientes de realidade aumentada e virtual representam possibilidades significativas dentro

das perspectivas de apropriação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na Educação.

Nesse sentido, há classificações para “Modelos Baseados em Jogos” que consideram aspectos lúdicos, regras e principalmente, o tipo de interação proporcionado aos jogadores por meio da captura de movimentos utilizando o kinect for windows<sup>6,7,8</sup>.

Diante disso, a possibilidade de representar situações problema em uma simulação e testar seus resultados estabelece um tipo de interação entre homem e máquina<sup>9</sup>, que ao entrar em consonância com os jogos de videogames tornarão desafiantes por possuírem objetivos/metasp cujo alcance será incerto. A variação dos níveis de dificuldade, a existência de múltiplos objetivos por nível, a presença de informação oculta e a aleatoriedade do próprio jogo, são algumas das estratégias usadas pelos criadores de jogos para adequar a incerteza dos objetivos/metasp às particularidades de cada jogador<sup>10</sup>.

Nos últimos cinco anos, vários estudos têm-se dedicado a essa temática, e mostram que muitos jogos eletrônicos requerem que o jogador seja capaz de dominar um conjunto de competências que são cada vez mais indispensáveis aos trabalhadores do século XXI, como o pensamento estratégico e analítico, a capacidade de

resolução de problemas, a formulação e execução de um plano de ação e a adaptação a alterações rápidas<sup>10</sup>. Além dessas, tem sido observado, também, o progresso no planejamento, na comunicação, na utilização e aplicação de símbolos numéricos, na capacidade de negociação, na tomada de decisões em grupo e no tratamento de dados<sup>11</sup>.

Para o desenvolvimento dos jogos educacionais, é necessária a utilização dos princípios do designer de games, os elementos dos jogos como os níveis, a interação, a colaboração e a criatividade, dentro de propostas educativas. Além disso, considerando o atual contexto, a presença das tecnologias digitais para as propostas educacionais devem ser mais significativa e coerente no âmbito do ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, o presente estudo apresenta o desenvolvimento de um jogo em realidade em ambiente virtual para o ensino de Ciências da Natureza com sistema de captura de movimento Kinect for Windows, produzido com o software “Visual Studio”, voltado para os conteúdos de química e biologia celular, para alunos do primeiro ano do ensino médio em uma escola do interior de Minas Gerais – Brasil.

### **Metodologia**

#### ***Parceria com a escola***

Foram realizadas palestras em uma escola pública, para turmas do 1º ano do Ensino Médio, na cidade de Divinópolis, sobre TDICs e como poderiam ser utilizadas como apoio pedagógico no cotidiano escolar. Dentro dessas TDICs foram discutidos: os materiais pedagógicos baseados em jogos educacionais e jogos educacionais e suas plataformas de desenvolvimento. Nesse momento, o jogo foi apresentado a um grupo de 20 alunos da escola parceira.

Nos primeiros contatos, numa fase inicial, os alunos se interessaram mais em jogos 3d e um grupo de 4 alunos trabalhou com o coordenador do projeto por algum tempo na escola. Foi realizada, também, uma palestra com todos os professores da escola sobre tecnologias educacionais e jogos. Em seguida, concentrou-se na área de química e biologia. Numa etapa final, realizou-se uma demonstração para os professores interessados.

#### ***Desenvolvimento do software***

O software Quizmica foi desenvolvido no Laboratório de Desenvolvimento de Materiais Didáticos (LDMD) no *Campus* Centro-Oeste da Universidade Federal de São João del-Rei e registrado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) sob o número BR 51 2014 000712 0 em 09/07/2014. A linguagem de programação utilizada foi o Visual C#® junto com classes da biblioteca da Microsoft Kinect for Windows® e as imagens criadas e modeladas no Autodesk 3Ds Max®.

O delineamento metodológico do jogo foi baseado no trabalho de Schell<sup>12</sup>. Para esse autor, um jogo é constituído por quatro elementos que integram a tétrede elementar (estética, narrativa, mecânica e tecnologia).

Na estética, elemento mais visível ao jogador onde são representados os sons e a aparências, o jogo Quizmica foi projetado com telas coloridas contendo botões tridimensionais (**FIGURA 1**). No caso desse jogo, não existe uma narrativa porque é um jogo de respostas rápidas no formato de quizz. A mecânica do jogo foi baseada na detecção de movimento do sistema kinect for windows pelo jogador para escolha dos tipos de questões (química ou biologia), a quantidade de questões e o tempo de resposta para cada questão. Depois de todas as questões respondidas, o jogo mostra uma tela com o número de acertos.

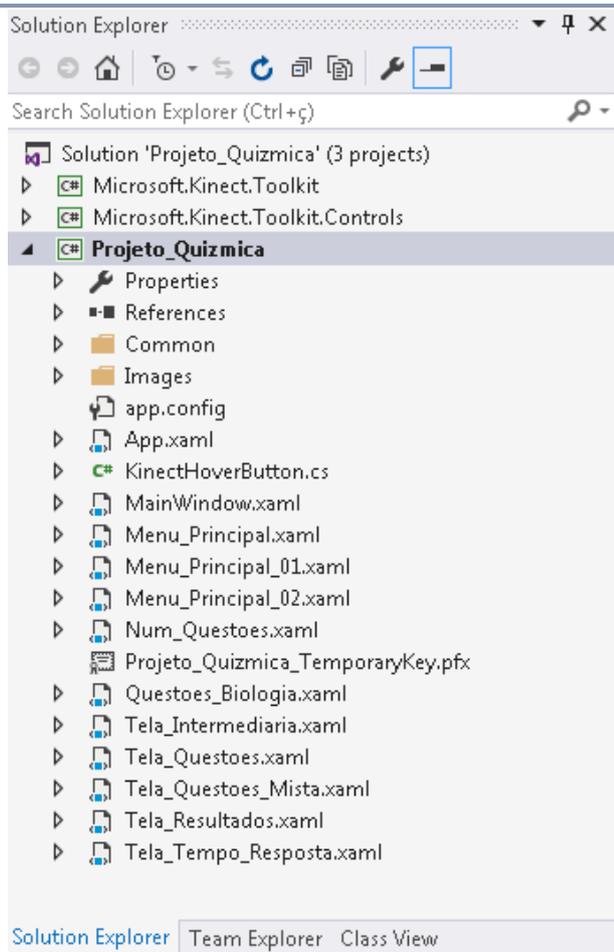


**FIGURA 1** - Exemplos de botões (imagens) utilizados no jogo.

A "solution" do programa (**FIGURA 2**) é composta por 2 projetos disponibilizados pela Microsoft®, Microsoft.Kinect.Toolkit e Microsoft.Kinect.Toolkit.Controls e o Projeto Quizmica em que foram disponibilizadas as funções em Visual C#, e que constituem a parte principal do jogo, com acesso às imagens das questões, banco de dados, temporizador e telas.

O desenvolvimento do jogo iniciou-se com a criação de um banco de dados com as imagens das questões e respostas. Esse banco foi a parte em que houve maior dificuldade.

Quando o jogador, utilizando os movimentos da mão esquerda para capturar a ação do sistema *Kinect for Windows*, posicionar-se sobre o botão vermelho, deverá aguardar alguns segundos até aparecer a tela em que escolherá o tema das questões (química, biologia ou mistas). A seguir, o jogador poderá escolher o número de questões (10, 30, 50 e 60) e o tempo de resposta para cada questão (10, 60 ou 120 s).



**FIGURA 2** - "Solution" do programa Quizmica.

### **Teste do software**

Um professor de química e outro de biologia da escola participaram da apresentação do jogo. Ao final, os estudantes responderam a um questionário com questões sobre: a) Acesso a computador domiciliar; b) Hábito de jogos de lazer; c) Horas de jogo; d) Se gostou do jogo; e) Atração pelo jogo; f) Tempo que jogaria; g) Dificuldade do jogo; h) Layout, objetos e interação do jogo; i) Conteúdos e j) Mudanças no jogo. Os resultados das questões foram classificados de acordo com a Escala Likert. Depois de uma avaliação na qual alguns conteúdos do jogo fizeram parte das questões, os professores foram entrevistados sobre as avaliações dos alunos que participaram do processo.

### **Resultados e Discussão**

O jogo Quizmica no formato de questões com conteúdos de química e biologia do primeiro ano do ensino médio foi desenvolvido para o sistema de captura

de movimento *Kinect for Windows*. Durante a avaliação do protótipo, a principal alteração verificada foi o controle do tempo de resposta, o qual deveria ser suficiente para o posicionamento do jogador e reconhecimento das câmeras do *Kinect*, para conseqüente movimento com os braços do participante na escolha da resposta e no tamanho das imagens. A interatividade entre o usuário do software e a estratégia de ensino proporciona a interação com o conteúdo<sup>6,13</sup> possibilitando rapidez e melhora na relação com o envolvimento virtual numa determinada leitura<sup>11</sup>.

Após os ajustes do protótipo, os participantes fizeram uso do jogo Quizmica. A tela inicial (**FIGURA 3**) mostra informações sobre o local onde foi desenvolvido, as instituições financiadoras do projeto e o botão vermelho para iniciar o jogo.



**FIGURA 3** - Tela de apresentação do jogo Quizmica.

A segunda tela mostra o tema das questões (química, biologia ou mistas) e o jogador poderá escolher o número de questões (10, 30, 50 e 60) e o tempo de resposta para cada questão (10, 60 ou 120 s).

Quando o jogo inicia, as telas com as imagens das questões e suas duas possíveis respostas aparecerão (**FIGURA 4**). Após a escolha da resposta, o sistema reconhecerá a opção como a escolha e a resposta será comparada com aquelas do banco de dados e computada

como certa ou errada. Os quadrados enumerados de 1 a 10 na parte inferior das telas (**FIGURAS 4a e 4b**), mostram se as questões correspondentes foram respondidas corretamente. Já o retângulo verde, animado, indica a passagem do tempo para escolha da resposta. Quando o tempo termina ou todas as questões foram respondidas, a tela com o assunto escolhido, o número de acertos e a quantidade de questões são mostrados.



**FIGURA 4** - Exemplo de tela com questões de (a) Química e (b) Biologia.

Para a verificação dessa interação e também da jogabilidade do Quizmica, a apresentação do jogo aos alunos foi importante estratégia na pesquisa, o que pode

ser observado nas respostas aos questionários. Assim, os resultados dos questionários indicaram que, 95% dos entrevistados possuíam acesso a computadores em casa e

75% os utilizavam para jogos. Esse resultado aponta para o processo de reconfiguração que está vivenciado sobre a ampla e intensa utilização das TDIC em estudos da cibercultura<sup>2</sup>.

Nesse sentido, foi questionado aos participantes da pesquisa se eles poderiam utilizar o “Quizmica” para aprenderem e quanto tempo utilizariam o jogo, diariamente. A maioria (55%) afirmou que poderia utilizá-lo e por 2 horas. Diante disso, também indagou-se aos participantes por quanto tempo utilizavam os computadores para entretenimento com jogos convencionais durante o dia. As respostas variaram entre 1 e 6 horas, mas 50% afirmaram utilizarem entre 1 e 2 horas.

Todos os alunos participantes responderam positivamente à ideia do jogo com conteúdo de química e biologia, principalmente pela possibilidade de aprender de forma diferente e divertida (**QUADRO 1**). Para alguns autores<sup>11</sup>, o jogo educacional deve ser divertido, além de passar informações dos conteúdos o que corrobora as respostas dos entrevistados neste estudo.

Além disso, os alunos se sentiram atraídos pelo jogo por usarem tecnologia diferente daquelas utilizadas tradicionalmente (**QUADRO 2**). A liberdade de experimentar novas identidades, o desafio por meio da “tecnologia muito moderna”, o controle na forma de aprender com o “kinect utilizado para o ensino”, são pontos importantes na atração de um jogo educacional.

**QUADRO 1 - Respostas de alunos para a pergunta "Por que você gostou do jogo?"**

Aluno	Respostas
1	“Porque é diferente do modo de estudar e é mais divertido.”
2	"Pois aprendemos a matéria de uma forma diferente."
3	"O jogo pode ampliar os nossos conhecimentos de um modo divertido."
4	"Pois assim podemos fazer todos de maneira mais divertida e interativa assim aprendendo mais sobre as matérias.”

**QUADRO 2 - Respostas de alunos para a pergunta "O que mais te atraiu no jogo?"**

Aluno	Respostas
1	"A praticidade e a tecnologia usada".
2	"Poder aprender de uma forma diferente".
3	"A tecnologia muito moderna".
4	"O kinect utilizado para ensino".

Dessa forma, o layout, a interatividade e os objetos do jogo tornam-se importantes para atrair usuários. Nesse sentido, perguntou-se aos entrevistados

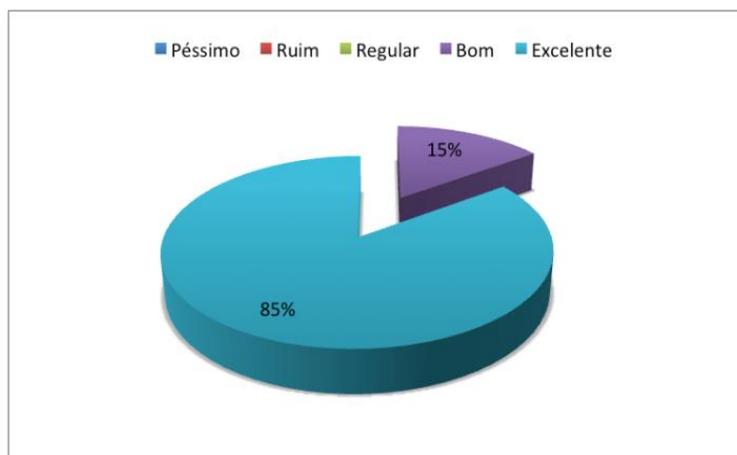
sobre layout do jogo, os quais 80% descreveram como excelente, 15% bom e 5% regular. Sobre a interatividade, 85% julgaram excelente, 10% bom e 5% ruim. Em relação

aos objetos, 95% consideraram excelente e 5% bom. O layout do jogo deve se relacionar com o tema escolhido, mas também conter objetos lúdicos, coloridos e animados<sup>14,15</sup>. A principal motivação para o uso do computador na escola é o apelo visual e a interatividade<sup>16</sup> para o uso das tecnologias da informação, como jogos educacionais. Essa interatividade pode ser entendida como a resposta que o software deve dar a uma entrada por parte do usuário de forma à captura de movimentos do sistema Kinect <sup>17,18</sup> como o demonstrado pelo jogo Quizmica.

A opinião dos entrevistados em relação ao conteúdo de ciências apresentado no jogo é somente

positiva (**FIGURA 5**). Esse resultado se torna muito importante indicando que uma proposta inadequada pode causar uma desmotivação ao conteúdo estudado<sup>19</sup>.

As palavras dos professores - “Achei muito interessante e percebi que os alunos ficaram bem interessados” e “Sem dúvida impressionou muito os alunos” – mostra o reconhecimento do mérito quanto ao uso do jogo na sala de aula como objeto para melhorar o processo de ensino-aprendizagem, acreditando que os jogos digitais motivam os alunos.



**FIGURA 5** - Opinião dos alunos em relação ao conteúdo de ciências.

Ainda segundo os professores da escola básica que testaram o jogo, a sua utilização como ferramenta pedagógica fez com que houvesse melhora na média da turma em comparação às provas anteriores com os mesmos conteúdos de química e biologia. Esses resultados são condizentes com estudos que envolveram a utilização de um jogo educacional<sup>20</sup>, a maioria dos alunos obteve suas dificuldades sanadas em relação ao conteúdo trabalhado, evidenciando que essa prática pedagógica é eficaz e viável de ser implementada em sala de aula. Os professores valorizaram as imagens dizendo que “foram bem produzidas e com os conceitos adequados”. Contudo,

os professores sugeriram que o número de questões poderia ser maior.

Os professores também testaram o jogo e afirmaram que o recomendariam e o utilizariam na escola e não obstante, apontaram para sua utilização em outras escolas com a necessidade de “um aumento de investimentos em computadores e nos laboratórios”. Jogos educacionais de química têm sido utilizados como ferramentas pedagógicas para o ensino médio por alguns autores. Dentre estes cita-se: Grupos funcionais orgânicos<sup>21</sup>; Jogo de cartas de Química<sup>22</sup>; Jogo de cartas

sobre Elementos Químicos<sup>23</sup> e Biologia; Jogo de cartas sobre Nutrição, respiração e circulação<sup>24</sup>.

Dessa forma, os dados apresentados neste estudo destacam que os estudantes conseguem adotar rápida e naturalmente os novos ambientes e propostas sociotecnológicas, e que os professores e instituições educacionais precisam implementar novos modelos para enfrentar essas transformações, promover propostas pedagógicas coerentes com as possibilidades de desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos, em consonância com as demandas da contemporaneidade.

### Conclusão

Foi possível compreender, por meio do desenvolvimento do jogo e da pesquisa realizada, que a aproximação de práticas pedagógicas com as perspectivas apontadas pelo contexto cibercultural, de ampla disponibilização e utilização das tecnologias digitais de informação e comunicação, é possível e fundamental.

Vivencia-se um cenário com muitas possibilidades de integração de novos recursos tecnológicos no ambiente escolar, esses recursos podem representar o compromisso de reconfiguração nos processos de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, pode-se observar que o jogo, como tecnologia de apoio ao professor, pode ser utilizado para o ensino de química e biologia com resultados bastante satisfatórios. O fato da grande maioria dos alunos ter aceitado a proposta do jogo e ter se saído bem ao utilizá-lo, mostrou como um game educativo pode ensinar maiores possibilidades de aprendizado, e trazer consigo motivações e oportunizar aos alunos experiências importantes com uma tecnologia muito próxima a eles e de grande interatividade.

### Declaração de conflitos de interesses

Os autores do artigo afirmam que não houve nenhuma situação de conflito de interesse, tais como propostas de financiamento, emissão de pareceres, promoções ou participação em comitês consultivos ou diretivos, entre outras, que pudessem influenciar no desenvolvimento do trabalho.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (APQ 03522/12).

### Referências

1. LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora, 1999.
2. LEMOS, M.; LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço** (4ª ed.). São Paulo: Loyola, 2003.
3. WILLIAMSON, B. M.; LAVIOLA Jr, J. L.; ROBERTS, T.; GARRITY, P. MultiKinect Tracking for Dismounted Soldier Training. **Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference**, 3 a 6 dez. 2012.
4. SOLTANI, F.; ESKANDARI, F.; GOLESTAN, S. Developing a gesturebased game for deaf/mute people Using microsoft kinect. **International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems**, Palermo, 4 a 6 jul. 2012.
5. ALVES, R. S.; de ARAUJO, J. O. A.; MADEIRO, F. AlfabetoKinect: Um aplicativo para auxiliar na alfabetização de crianças com o uso do Kinect. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, Rio de Janeiro, 26 a 30 nov. 2012.
6. HSU, H. J. The potencial of Kinect in education. **International Journal of Information and Education Technology**, v. 1, n. 5, p. 365-370, 2011.
7. ALTAMIS, G.; BOLOUDAKIS, M.; RETALIS, S.; NIKOU, N. Children with Motor Impairments Play a Kinect Learning Game: First Findings from a Pilot Case in an Authentic Classroom Environment. **Interaction Design and Architecture(s) Journal**, v. 19, p. 91-104, 2013.
8. AUVINET, E.; MULTON, F.; AUBIN, C-E; MEUNIER, J.; RAISON, M. Detection of gait cycles in treadmill walking using a Kinect. **Gait and Posture**, v. 41, p. 722-725, 2015.
9. GREIS, L. K.; REATEGUI, E; MARQUES, T. B. I. Um Simulador de Fenômenos Físicos para Mundos Virtuais. **Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa**, v. 12, n. 1, p. 51-62, 2013.

10. LOPES, N., OLIVEIRA, I. Videojogos, Serious Games e Simuladores na Educação: usar, criar e modificar. **Educação, Formação & Tecnologias**, v. 6, n. 1, p. 04-20, 2013.
11. MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson, 2010.
12. SCHELL, Jesse. **A Arte do Game Design**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
13. BEAUCHAMP, G.; KENNEWELL S. Interactivity in the classroom and its impact on learning, **Computers and Education**, v. 54, p. 759-766, 2010.
14. VAN ECK, R. **Gaming and Cognition: Theories and Practice from the Learning Sciences**. Hershey: IGI Global, 2010.
15. ESERYEL, D.; GUO, Y.; LAW, V. Interactivity design and assessment framework for educational games to promote motivation and complex problem-solving skills. In: IFENTHALER, D.; ESERYEL, D.; GE, X. (Eds.). **Assessment in game-based learning: Foundations, innovations, and perspectives**. New York: Springer, 2012, p. 257-285.
16. JANA, A. **Kinect for windows SDK programming guide**. Birmingham: Packt Publishing, 2012.
17. BOUTSIKA, E. Kinect in Education: A Proposal for Children with Autism. **Procedia Computer Science**, v. 27, p. 123-129, 2014.
18. IBÁÑEZ, R.; SORIA, A.; TEYSEYRE, A.; CAMPO, M. Easy gesture recognition for Kinect. **Advances in Engineering Software**, v. 76, p. 171-180, 2014.
19. FARIA, A. P.; TORTELLA, J. C. Afetividade e dificuldades de aprendizagem: Compreendendo conceitos e sua inter-relação no dia a dia da sala de aula. **Cadernos da Pedagogia**, v. 8, n. 16, p. 15-17, 2015.
20. STRAPASON, L. P. R.; BISOGNIN, E. Jogos Pedagógicos para o Ensino de Funções no Primeiro Ano do Ensino Médio. **Bolema**, v. 27, n. 46, p. 579-595, 2013.
21. AKKUZU, N.; ARZU, M. How to improve students comprehension concerning the major terms of functional groups? **International Journal of Higher Education**, v. 5, n. 2, p. 196-212, 2016.
22. KNUDTSON, C. A. ChemKarta: A Card Game for Teaching Functional Groups in Undergraduate Organic Chemistry. **Journal of Chemical Education**, v. 92, n. 9, p. 1514–1517, 2015.
23. FATOKUN K. V. F.; EGYA S. O.; UZOECHI B. C. Effect of game instructional approach on chemistry students' achievement and retention in periodicity. **European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences**, v. 4, n. 7, p. 29-40, 2016.
24. GUTIERREZ, A. F. Development and Effectiveness of an Educational Card Game as Supplementary Material in Understanding Selected Topics in Biology. **Life Sciences Education**, v. 13, p. 76–82, 2014.