

PRODUÇÃO DE JOGO DIGITAL EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

Helio Fernando Gomes Maziviero
PPG em Educação para Ciência – UNESP – FC – Bauru
heliomaziviero@gmail.com

Wilson Massashiro Yonezawa
Depto. Computação – UNESP – FC - Bauru
wilson.yonezawa@gmail.com

Resumo:

Este trabalho apresenta um jogo digital construído como ferramenta de apoio para alunos e professores no ensino de matemática. O conteúdo do jogo trata os conjuntos numéricos, onde o aluno deve organizar em ordem crescente os números apresentados. O contexto do jogo envolve a organização de uma barreira de jogadores em uma partida de futebol. O jogo permite que informações associadas com cada ação do aluno no jogo seja registrada para análise pedagógica do professor. Testes de funcionalidade foram realizados junto aos alunos e professores. Os dados coletados mostraram que o jogo foi compreendido e utilizado adequadamente pelos discentes e pelo docente entrevistado.

Palavras-chave: ensino de matemática; diagnóstico, jogo digital

1. Introdução

As relações vinculares entre alunos e professores são importantes durante todo o processo escolar, pois tanto favorecem quanto inibem o interesse pela aprendizagem e pela adaptação escolar. (LADD apud OSTI & BRENELLI, 2002).

Dentro da sala de aula, nem sempre o professor consegue identificar as características de todos os seus alunos, seja pela falta de uma ferramenta diagnóstica contínua ou em função da quantidade excessiva de alunos em sala de aula. Tais dificuldades levam o professor a traçar uma média de sua turma e ministrar um conteúdo único para todos os alunos, como mostrou a pesquisa de Pimentel, França e Omar (2003)

É difícil para os professores trabalhar com turmas numerosas de alunos e tentar conhecê-los individualmente. Nestas situações, o computador pode ser utilizado como uma ferramenta útil. Um exemplo de uso são os jogos digitais (JD) ou eletrônicos. O jogo digital é um recurso que permite explorar conteúdos diversos que agradam a nova geração, conforme pesquisas de Gee (2004), Shaffer (2006), e Krüger e Cruz (2001).

Para Williamson (2009), ao invés de acreditar que jogos digitais são divertidos e motivadores por si, e por isso devem ser utilizados para educar, deve-se verificar se os jogos quando educativos mantêm a característica motivadora para os alunos.

2. Objetivos

Este artigo descreve a produção e utilização de um jogo digital para o ensino de matemática como ferramenta de diagnóstico para o professor. Analisando se o jogo proposto é de fácil inserção nas escolas e agradável para os alunos. Gerando uma sugestão de métodos para a criação de outros jogos digitais educacionais.

3. Tecnologias e a sala de aula

Groff e Mouza (2008) apontam os desafios para integração da tecnologia em sala de aula (Figura 1).

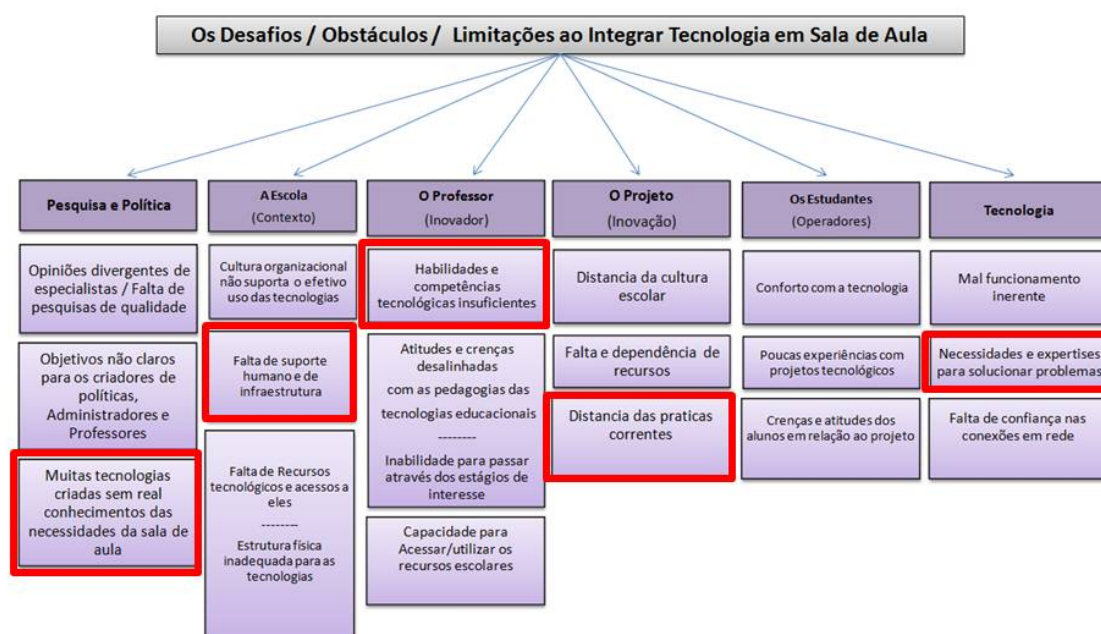


Figura 1 - Desafios da integração de tecnologias em sala de aula baseados na literatura existente

Fonte: GROFF e MOUZA (2008)

4. Jogos, Jogos Digitais e Jogos Educacionais

Araújo, Ribeiro e Santos (2012) enfatizaram que os jogos, brincadeiras e ferramentas lúdicas trazem benefícios ao indivíduo, principalmente porque fazem com que a percepção do assunto estudado ocorra de forma mais aberta.

Gee (2004) citou algumas características que os jogos educacionais deveriam contemplar para que fossem aproveitados no ensino. Gee constatou que quando jogos digitais são aplicados com estudantes há um ganho de aprendizado, visto que os jogos permeiam melhor o mundo dos alunos que estão a todo momento rodeados de tecnologias e em constante aprendizado.

Gee (2004) caracteriza os bons jogos de acordo com alguns fatores que devem ser considerados para que se tornem atrativos e, ao mesmo tempo, transmitam conhecimentos. Vale ressaltar que esses conceitos aparecem de formas variadas dentro de diferentes estilos de jogos, porém, para análise, foi utilizada a proposta de Thompson (2007, p.108) pela qual são citados alguns elementos básicos que devem ser considerados no *level design*¹. Os elementos básicos propostos por Thompson trazem características para manter os jogadores interessados em jogar (Quadro 1), ou seja, são os elementos que tornamos jogos digitais atraentes aos jovens. Os jogos digitais educacionais, por sua vez, parecem deixar de lado algumas dessas características.

Quadro 1 – Análise dos elementos do *level design*

Fatores considerados	Descrição
Diversão	Pessoas jogam por diversão de diferentes maneiras, porém quando o jogo deixa de ser divertido, elas param de jogar.
Recompensa	Quando o jogador enfrenta uma tarefa, espera subconscientemente uma recompensa, que pode ser apresentada de diferentes formas no jogo.
Risco	A recompensa deve sempre ser acompanhada de um risco, e os dois devem ser proporcionais.
Desafio	Normalmente, espera-se que o jogo traga elementos de aprendizagem no início, mas que ao longo do tempo aumente cada vez mais rapidamente o desafio.
Consistência	Espera-se que elementos semelhantes encontrados durante o jogo sejam tratados da mesma forma ou pelo menos de forma semelhante.
Justiça	Não se espera encontrar tarefas impossíveis para as habilidades do jogador, o jogo deve conter desafios exequíveis.
Interesse	Deve haver um conjunto de elementos diferentes, como história, tarefas, entre outros, para manter o jogador interessado.

Fonte: Thompson (2007, p.108)

¹De acordo com Oxland, Kevin (2004) *Level Design*, é uma disciplina de desenvolvimento de jogos que envolve a criação de níveis de *videogame*, estágios ou missões. *Level design* é um processo tanto artístico como técnico.

Esta análise visa minimizar a utilização de jogos educacionais com características maçantes aos alunos, equilibrando as habilidades e desafios propostos nos jogos.

5. Procedimentos metodológicos

Em função da natureza do jogo, conceitos relacionados às áreas de ensino de matemática e *Game Design* são necessários. A proposta de Gee para construção de “bons jogos” e o *game level design* proposta por Thompson foram seguidas. Na construção do jogo foram considerados os aspectos portabilidade e usabilidade.

O jogo narra à história de Janjão, um zagueiro que, em função de sua vontade de vencer comete muitas faltas contra a Seleção Brasileira de futebol para a disputa da Copa do Mundo. Embora o time do Brasil faça gols, Janjão sempre atrapalha o time cometendo infrações que constituem perigo para o goleiro brasileiro. O projeto dos níveis em jogo (*game level design*) deve considerar que o jogo se torne motivador e, ao mesmo tempo, permita algum tipo de experiência ao jogador. Outro aspecto importante, no projeto dos níveis do jogo deve ser a aplicação do conceito de canal de fluxo proposto por Csikszentmihalyi (2009). O jogo dispõe de oito níveis básicos e níveis extras (9+) como mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Conjuntos aplicados nos níveis do jogo.

Nível	Conjunto	Varição
1	N (Naturais)	1 até 5
2	Z (Inteiros)	-10 até 10
3	Z (Inteiros)	-35 até 35
4	Q (Racionais) decimal	Conjunto: 0,7 - 0,66 - 0,4 - 1,48 - 5,1 - 2 - 7,22 - 1,8
5	Q (Racionais) e decimal	-3 até 5
6	Q (Racionais) e fração	Numerador 1 a 10 e denominador 1, 2, 4 e 5
7	Q (Racionais) e fração	Numerador 1 a 10 e denominador 1, 2, 4 e 5
8	Q (Racionais)	Junção dos anteriores
9+	R (Reais)	Conjunto dos Reais

Fonte: Criado pelos autores

O professor acompanha os alunos, colaborando com suas dúvidas, não necessitando anotar erros ou informações ali geradas. O jogo conta com o armazenamento das informações. Conforme discutido anteriormente, o jogo utiliza como tema a Copa do Mundo de Futebol. Cada jogo do campeonato representa um nível no jogo (Figura 3).



Fonte: Autores

No jogo de futebol, apenas o momento da cobrança de uma falta é explorado no jogo. Nesta situação o jogador (aluno) deve organizar a barreira de jogadores (Figura 4). Cada jogador é distribuído aleatoriamente na barreira e o jogador (no papel de goleiro) deve ordenar os jogadores. Os dados podem ser consultados pelo professor em tempo real. Uma aplicação permite que o professor acompanhe individualmente cada aluno (Figura 5).

Figura 5 - Interface gráfica de consulta para o professor

Jogador 1	1	Introdução	
FASE	REST.	TEMPO	TENTATIVA
Jogador 2	3	Aguardando Início 2	
FASE	REST.	TEMPO	TENTATIVA
1	56	60	1 2 3 4 5
2	53	60	-9 1 3 4 5 10
3	14	50	3 -28 -18 8 32 -24 -11
3	33	50	27 -31 26 25 -13 5 -28
jogador 3	5	Aguardando Início 1	
FASE	REST.	TEMPO	TENTATIVA
1	52	60	1 2 3 4 5
2	51	60	-8 0 2 3 6 7
3	41	50	-26 -16 5 7 8 23 24
4	33	70	0.7 7.22 2 0.4 1.8 5.1
4	56	70	0.66 0.7 1.48 1.8 5.1 7.22

Fonte: Autores

Em função das características educacionais e tecnológicas da pesquisa, os dados foram analisados qualitativa e quantitativamente. O questionário utilizado nessa proposta para análise foi elaborado por Savi (2011).

O questionário que continha dezesseis questões sobre motivação, vinte e quatro sobre experiência do usuário e três sobre conhecimento utilizando nas respostas a escala Likert de sete pontos variando de “discordo fortemente” até “concordo fortemente”. Sendo assim, o termo médio da análise é de quatro pontos. Os Quadros 2, 3 e 4 mostram as respostas esperadas para cada questão. A representação "+" significa que o aluno deveria concordar com a afirmação; já a representação "-" significa que o aluno deveria discordar da afirmação.

Quadro 2 - Respostas esperadas sobre motivação																Quadro 4 - Respostas esperadas sobre conhecimento				
	Motivação																	Conhecimento		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		1	2	3
Resp. esperada	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	+	Resp. esperada	+	+	+

Quadro 3 - Respostas esperadas sobre experiência do usuário.

	Experiência do usuário																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Resposta esperada	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-

Fonte: Autores

De acordo com Savi (2011):

"Depois da coleta dos dados pelo questionário, a análise oferece como resultado uma pontuação sobre diferentes aspectos a respeito da avaliação de um jogo educacional. Tal resultado pode trazer diversas contribuições, tais como oportunidades de melhoria em jogos (tanto em jogos finalizados como em jogos ainda em versão de desenvolvimento), subsídios para professores decidirem entre um conjunto de jogos semelhantes àquele que traz melhores resultados para a turma de alunos, ou mesmo argumentos que apontem tendências de aprovação ou não de uma turma sobre o uso de um jogo educacional".

Após a aplicação do jogo professor foi entrevistado. A entrevista utilizou um questionário não estruturado, mas que seguiu um roteiro definido previamente, visto que, de acordo com Ludke e André (2012), a entrevista deve ser estruturada apenas quando se quer conhecer as preferências de um número elevado de pessoas sobre determinados assuntos; porém, quando é necessário conhecer uma visão ou opinião sobre determinado assunto mais aprofundado, então deve-se despender mais tempo, cuidado e a pesquisa deve ser mais

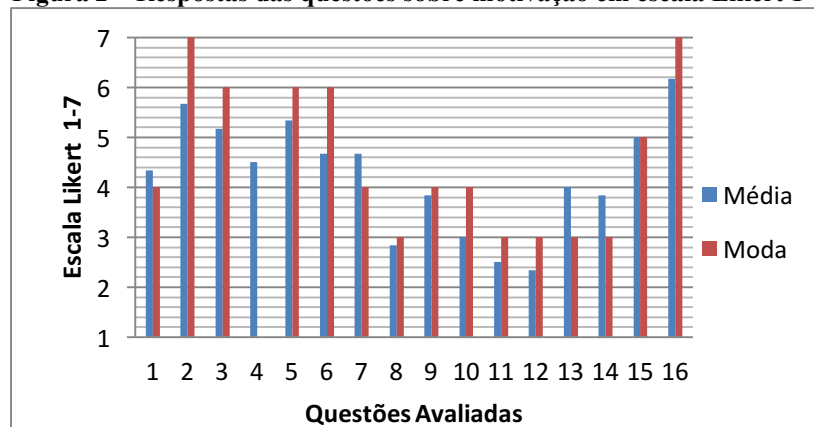
flexível. O roteiro foi elaborado com base nas características do questionário colocadas por Flick (2009, p.144). A entrevista considerou o seguinte roteiro:

- Quais as concepções do professor sobre os jogos digitais aplicados ao ensino de matemática?;
- Quais os pontos positivos e negativos do *software*?;
- A colaboração do *software* para que o professor conhecesse melhor as concepções de seus alunos acerca do tema proposto;
- As dificuldades encontradas para utilizar a metodologia de ensino;
- Como o docente vê a possibilidade da implantação em larga escala do *software*.

6. Análise dos questionários e entrevista

Os questionários foram aplicados logo ao final da aplicação do jogo, com duração para preenchimento de aproximadamente dez minutos. Foram calculadas as médias e modas das questões para verificação de discrepâncias em relação às respostas e as questões foram avaliadas sobre os conceitos de motivação, experiência do usuário e conhecimento. O primeiro item verifica se o jogo consegue motivar os alunos a utilizarem o recurso como material de aprendizagem (SAVI 2011). Os alunos foram questionados sobre a motivação com dezesseis perguntas, gerando as informações apresentadas pelo gráfico da Figura 2.

Figura 2 – Respostas das questões sobre motivação em escala Likert 1-7



Fonte: Savi (2011)

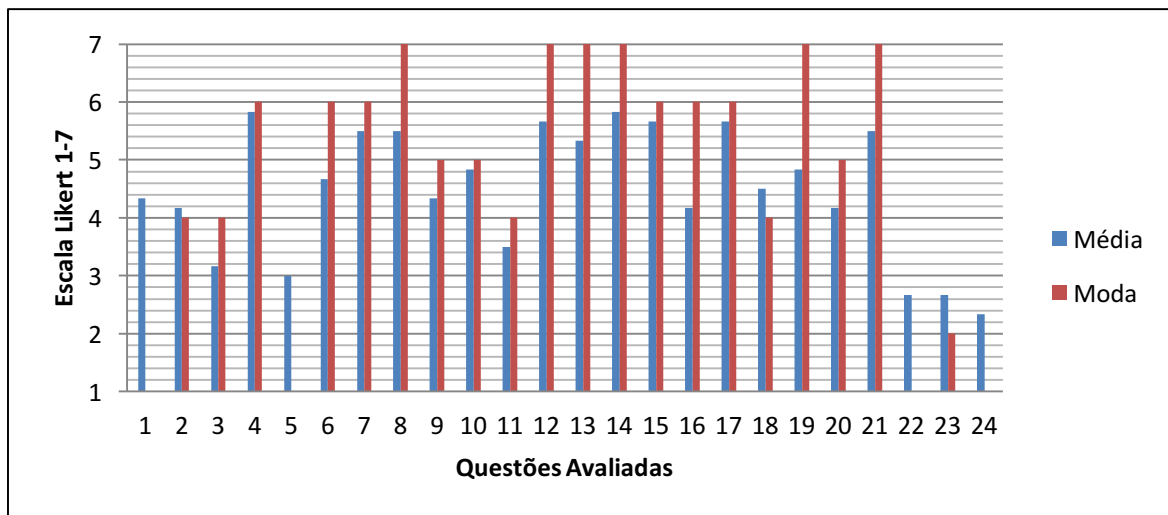
Relacionando o gráfico da Figura 2 com o Quadro 2, observou-se que quase todas as questões em que eram esperadas respostas positivas (1-7 e 13-16), com índices acima da média. Os únicos casos em que os itens estão na média ou abaixo foram as questões treze e quatorze listadas a seguir: Q13 - Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização; Q14 - Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foi surpreendente ou inesperada.

O rendimento da questão treze pode ser interpretado de duas formas: a) os *feedbacks* do jogo não estão animando suficientemente o aluno, para que ele se sinta muito incentivado. b) os alunos se sentem frustrados por não conseguirem avançar para as fases finais, sendo assim, não se sentiram realizados. A questão quatorze teve um resultado médio provável devido a própria característica do jogo, pois ele tem o maior foco em o professor aprender sobre o aluno, e não o aluno obter aprendizados no jogo.

Tomando agora as questões em que eram esperadas respostas negativas (8-12), todas estavam abaixo da média. Apenas na questão nove é apresentado um valor próximo à média. Avaliando-se Q9, tem-se: Q9 - O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes.

O jogo proposto contém poucos elementos manipuláveis, mas a matemática envolvida no processo pode ter gerado certa dificuldade nos alunos, fazendo com que eles dissessem que o jogo tem muitas informações. O próximo item verifica os componentes de experiência dos usuários em jogos para avaliação da experiência de utilização do jogo (p.ex. o jogo é divertido?) (SAVI 2011). A Figura 3 mostra os resultados das respostas das vinte e quatro questões sobre a experiência do aluno com o jogo

Figura 3 – Respostas das questões sobre experiência do usuário em escala Likert 1-7



Fonte: Savi (2011)

Relacionando o gráfico da Figura 3 com o Quadro 3, observou-se que quase todas as questões em que eram esperadas respostas positivas (1-4 e 6-21), os índices se encontram acima da média. Os únicos casos em que os itens estão na média ou um pouco abaixo são as questões: Q1, Q2, Q3 e Q11, listadas a seguir: Q1- Eu não percebi o tempo passar enquanto

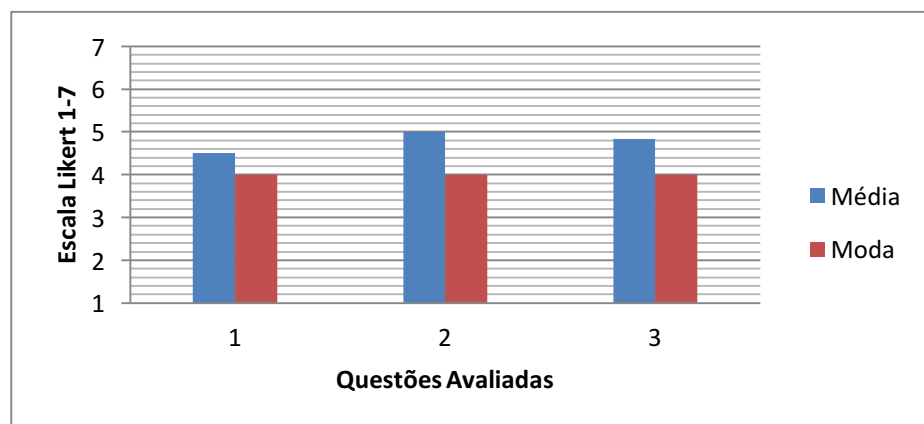
jogava.Q3- Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real.Q11- Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.

As questões Q1 e Q3 estão relacionadas à imersão na atividade de jogar o jogo, quando o jogador realmente se sente mais no ambiente do jogo, do que no mundo real, o que só costuma ocorrer depois de certo tempo imerso no jogo. O fator tempo de utilização do jogo (vinte e cinco minutos) pode ter prejudicado a imersão. Neste caso, caberia uma análise com maior tempo de utilização no ambiente escolar para verificar essas dessas questões.

Para a Q11 alguns alunos apresentaram maior facilidade com os conceitos matemáticos, enquanto outros apresentaram extremas dificuldades, o que leva a resposta da questão para um resultado médio dentro da escala.Tomando agora as questões em que eram esperadas respostas negativas (5 e 22-24), todas se encontram abaixo da média, coincidindo com os resultados esperados. O item “conhecimento” avalia se o jogo gera uma percepção de utilidade educacional entre seus usuários (ou seja, se os alunos têm a percepção de que aprendem com o jogo) (SAVI 2011).

As respostas sobre conhecimento foram avaliadas em três questões, pois apesar da proposta de Savi (2011) não contemplar mais questões, este também não era o foco principal do jogo apresentado. As informações das questões são apresentadas pelo gráfico da Figura 4.

Figura 4 – Respostas das questões sobre conhecimento em escala Likert 1-7



Fonte: Savi (2011)

Todas as três respostas tiveram resultados medianos, entretanto isso é um bom resultado, visto que o objetivo principal do jogo não está em ensinar diretamente e sim diagnosticar as dificuldades e facilidades dos alunos. A entrevista foi no próprio ambiente escolar, logo em seguida da aplicação, para que, não houvesse um esquecimento por parte do professor.

O professor licenciado em matemática, discursou sob uma perspectiva de pouco conhecimento em tecnologias de dispositivos móveis como ele nos diz, "...eu mesmo tenho pouco contato com o *tablet*, eu não tive contato com *tablet* porque eu não tenho *tablet*...", entretanto ele já havia trabalhado com jogos, mas não digitais, apenas de tabuleiro, "Eu já trabalhei com jogo, mas analógico, a parte mesmo de xadrez, dominó" e "...o jogo no computador, ainda não". Com isso demonstra um pensamento em consonância com Araújo, Ribeiro e Santos (2012) que entende os jogos como ferramentas importantes para o ensino.

Quando foi solicitado ao professor para tomar uma posição sobre os jogos digitais na escola, ele demonstrou claramente que é a favor de tais inserções por acreditar que geram relações positivas dos alunos, como citado por Ladd (2002), por exemplo, "...o jogo, ele vai fazer com que os alunos se interessem mais pra determinadas atividades..." e "...os alunos geralmente, jovens, crianças, em geral, já nascem querendo tecnologia, então se você consegue adequar a tecnologia com a informação, que tenha o resultado com a educação, eu acho que só tem pontos positivos". Diante dessas apresentações, por que o professor não se utiliza de tecnologias para auxiliá-lo nas aplicações com jogos?

Retornando à Figura 1 proposta por Groff e Mouza (2008), podem-se entender as razões dessa dificuldade por parte dos professores em aplicações que necessitam de tecnologias computacionais, o item falta de suporte humano e de infra-estrutura. A escola em questão, conta com apenas seis computadores em funcionamento e os responsáveis pela sala de computação, são dois alunos estagiários com idades em média de quatorze anos. Sendo assim uma aplicação para uma turma inteira estaria impossibilitada, sendo que o professor também não teria suporte no caso de instalações complexas ou falhas nos equipamentos.

Quando o jogo aplicado é colocado em questão, o professor coloca muitos elogios na parte motivacional, "...o ponto que eu vi maior, é realmente, a parte de motivação mesmo...", entretanto ele mistura conceitos dizendo que os alunos iriam aprender com o jogo, mas não deixa claro o porquê em suas falas, "...então imagine só se esse jogo, sei lá, um dia ser possível jogar online, esse jogo, vai fazer com que os alunos realmente aprendam...". Apenas com perguntas diretas é que o professor conversa sobre a parte educacional do jogo, e neste ponto aponta que entendeu as funcionalidades do jogo com apenas poucos minutos utilizando o *software*, "você consegue monitorar todo o jogo em tempo real, e com isso você consegue saber aonde que o aluno está errando, para depois você conseguir fazer as correções". Ele entende o erro dos alunos como um aspecto importante para colaborar com eles.

Uma característica interessante de ser avaliada é a funcionalidade com que o professor, mesmo não sendo usuário de tecnologias móveis, desenvolveu a aula. Apesar de o professor ter uma rápida aprendizagem para dominar o *tablet*, ele acredita que qualquer um poderia aplicar esta aula, pois o software é de fácil entendimento, como explicitado em sua fala " tem como você acompanhar para uma pessoa leiga mesmo, sem ter (...) muita habilidade com o computador, ou até mesmo com o *tablet*". Analisando essa fala, pode-se dizer que o processo do jogo parece estar colaborando com a prática docente, e não o desgastando ainda mais do que estar em sala de aula.

No término de sua fala o professor destaca que nos poucos minutos que passou com o jogo. Declarou diferentes possibilidades de aplicação, inclusive trazendo propostas tradicionais como "provas". Tais elementos puderam ser observados na fala: "Na medida em que o pessoal foi jogando, foi passando bastante foto na minha mente, do que poderia ser feito com esse jogo..."; "...consegue até fazer uma prova... uma prova mesmo, para aplicar com os alunos, e ele vai ver já, em tempo real já os resultados..."; e "Acho que vai ter aí uma ampla área para esse jogo ser utilizado".

7. Considerações Finais

Os questionários apresentados colocam o jogo de acordo com os aspectos propostos por Savi (2011). Sendo assim, pode ser considerado como uma ferramenta útil dentro do sistema de ensino. Sua estrutura de desenvolvimento consegue assim servir de parâmetro para a criação de novos jogos digitais educacionais. Em relação a entrevista é explícito que o professor entende as possibilidades de aplicação de tais ferramentas para o ensino, em especial como instrumento de diagnóstico, e também é motivado a utilizá-las, porém, deve-se à falta de estrutura e formação mínima na área de tecnologia, o que corrobora as com os apontamentos colocados por Groff e Mouza (2008), sobre as dificuldades dos professores para utilizarem essas ferramentas em seu dia a dia.

8. Referências

ARAÚJO, NukáciaMeyre Silva; RIBEIRO, Fernanda Rodrigues; SANTOS, Suellen Fernandes dos. **Jogos pedagógicos e responsividade: ludicidade, compreensão leitora e aprendizagem.** *Bakhtiniana, Rev. Estud. Discurso* [online]. 2012, vol.7, n.1, pp. 4-23. ISSN 2176-4573.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **Flow The Psychology Of Optimal Experience**. Collins Publishers. Harrer and Row, New York, 2009.

FLICK, Uwe. **Desenho da pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GEE, James. Paul. **What video games have to teach us about learning and literacy**. Nova York: Palgrave Macmillan, 2004.

GROFF, J.; MOUZA, C. **A Framework for Addressing Challenges to Classroom Technology Use**. *AACE Journal*, 2008.

HOFF, Miriam Schifferli; WECHSLER, Solange Muglia. **A prática de jogos computadorizados em um grupo de adolescentes**. *Estud. psicol. (Campinas)* [online]. 2002, vol.19, n.2, pp. 59-77. ISSN 0103-166X.

KRÜGER, Fernando L.; CRUZ, Dulce M. **Os Jogos Eletrônicos De Simulação e a Criança**. INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação – Campo Grande /MS – setembro 2001.

LADD, G. W. et al. **Children’s interpersonal skills and relationship in school settings: adaptative significance and implications for school based prevention and intervention programs**. In: SMITH, Peter; HART, Craig. (Org.). *Childhood social development*. Padstow: Backwell, 2002.

LUDKE, M. E ANDRÉ, M.E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo, SP: E.P.U. 2012.

OXLAND, Kevin (2004). **Gameplay and design**. Addison Wesley. ISBN 0-321-20467-0.

PIMENTEL, E. P.; FRANÇA, V. F.; OMAR, N. (2003). **A identificação de grupos de aprendizes no ensino presencial utilizando técnicas de clusterização**. In: *Workshop de Educação em Computação*, 14. Rio de Janeiro. Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Rio de Janeiro: SBC.

SAVI, Rafael. **AVALIAÇÃO DE JOGOS VOLTADOS PARA A DISSEMINAÇÃO DO CONHECIMENTO**. Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, SC, 2011.

SHAFFER, David Williamson. **How computer games help children learn**. Nova York: Palgrave, 2006.

THOMPSON, Jim; GREEN, Barnaby Berbank; CUSWORTH, Nic. **Game design course: principles, practice, and techniques-the ultimate guide for the aspiring game designer**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2007.

WILLIAMSON, Ben. **Computer games, schools, and young people:A report for educators on using games for learning**. Futurelab, Inglaterra, 2009.