

A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA POR MEIO DOS JOGOS DIGITAIS: CONTRIBUIÇÕES DO JOGO D.O.M. PARA O ENSINO DAS FUNÇÕES QUADRÁTICAS

WILLIAM DE SOUZA SANTOS

Senai/Cimatec - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

william_tenor@yahoo.com.br

Resumo

Atualmente, os jogos digitais têm sido adotados na Inglaterra e Estados Unidos como um recurso didático para o ensino e aprendizagem da matemática. Aqui no Brasil, alguns jogos já estão sendo empregados para esses mesmos fins. Para tanto, este trabalho traz uma pesquisa dos jogos disponíveis no mercado brasileiro para o ensino de funções quadráticas, em especial o jogo D.O.M. (Dispositivo Oral Móvel) que foi produzido por uma equipe baiana e faz uma análise das suas contribuições para o ensino da funções quadráticas, assunto que é apontado como de extrema importância para os institutos responsáveis pelas avaliações nacionais e internacionais.

Palavras-chave: Jogos Digitais, Função Quadrática, D.O.M.

Introdução

A arte de explicar (MATEMÁTICA) originada na etimologia das palavras MATHEMA (explicar, aprender, conhecer, lidar) e TICA (modos, estilos, técnicas, artes) esteve sempre ligada, intrinsecamente, à vida humana e sempre fez parte da rotina humana, desde o ato de acordar, até a resolução dos diversos problemas cotidianos das civilizações.

Com o passar dos anos, essa arte ganhou um caráter mais formal, uma natureza hierarquizada, criando um contexto em que poucos seriam capazes de dominá-la, ocasionando um afastamento da visão de que a matemática era fenômeno social e cultural. Tal distanciamento entre a população e a matemática, atrelado ao surgimento de metodologias que não favoreceram o processo de seu ensino, ocasionaram entre outros fatores, um grande déficit no desempenho matemático da população.

Em uma pesquisa desenvolvida pela ONG Todos pela Educação, em 2012, no Brasil foi constatado que o rendimento dos alunos em Matemática entre os anos de 2007

e 2011 caiu cerca de 10% no ensino fundamental 1. Juntamente com esta pesquisa, a última avaliação do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos), ocorrida no ano de 2012, apontou que a performance dos alunos brasileiros para a matemática, está bem abaixo da média (391 pontos) de outros países considerados desenvolvidos.

Dentro do panorama contemporâneo do ensino da matemática, considerando as pesquisas desenvolvidas na Educação Matemática, os jogos - e/ou jogos digitais - considerando as possibilidades das T.I.C. (Tecnologias de Informação e Comunicação), têm sido utilizados como recursos didáticos que propiciam um maior envolvimento por parte dos alunos, despertando o prazer e um melhor aproveitamento, no processo de ensino-aprendizagem da matemática.

Os Jogos e seus contextos

Segundo Huizinga (2000), o jogo é um elemento antecedente à cultura, que possui uma função social, capaz de inventar regras presentes nas leis, nas liturgias, na literatura, nas estratégias militares. O jogo é concebido como uma atividade livre e lúdica, definida por regras e metas e que podem contribuir para a sociedade em diversos aspectos, como culturais, educacionais, etc.

Para Caillois (2001), a interação com os jogos é capaz de promover intensas transformações em todo o desenvolvimento social, cultural, motor e psicológico daqueles que imergem no jogo. Para Vygotsky et al (1998), os jogos proporcionam ambientes desafiadores, capazes de estimular o desenvolvimento intelectual. Considerando essas perspectivas, dentro do contexto educacional, é possível criar um ambiente de aprendizagem, através da interação com os jogos e, desse modo, impulsionar o processo de aprendizagem de diversos conteúdos educacionais.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática - PCN's, Brasil (1998) citam que os jogos, no ensino de matemática, trazem uma forma interessante de propor problemas, permitindo uma transposição de forma mais atrativa e que favorecem a criatividade na elaboração de estratégias de resolução de problemas e busca de soluções.

Pesquisadores como Kammi (1992), Borin (2007) e Macedo et al (2000) compreendem que os jogos são capazes de motivar, desenvolver habilidades, estimular o raciocínio, a capacidade de compreensão dos conteúdos matemáticos, além de ser essencial para a autonomia dos alunos.

Com o advento das tecnologias digitais, os jogos ganharam uma nova versão, se tornando artefatos digitais, gerando uma maior aceitabilidade por parte dos alunos, já que os jovens desta geração fazem uso de jogos eletrônicos com frequência, ocupando grande parte do seu tempo, em meio aos dispositivos eletrônicos. É justamente considerando esse contexto que os jogos eletrônicos podem auxiliar significativamente o processo de ensino aprendizagem, despertando o interesse, a curiosidade, propiciando o desenvolvimento dos conhecimentos, de habilidades e competências de forma instigante e prazerosa.

Na interação com os jogos eletrônicos, as funções cognitivas são intensificadas a cada dia, o que permite às crianças, adolescentes e adultos a descoberta de novas formas de conhecimento, que hoje também ocorrem por meio da simulação de novos mundos. (ALVES, 2008, p. 21)

A aprendizagem, baseada em jogos digitais, pode atender à complexidade de características presentes na geração atual como estarem sempre conectados, sempre em busca de novas tecnologias e das futuras gerações como tem se apresentado, nesta década, a geração *millennials*¹.

Na última década, principalmente os países da Europa e Estados Unidos têm utilizado games nas escolas. Alguns deles foram desenvolvidos direcionadamente para o propósito educacional e outros vêm sendo utilizados por apresentam características pertinentes ao ensino da Matemática, como cita Mattar (2010).

Tabela 1 - Alguns *games* utilizados no ensino da Matemática

<i>GAMES</i>	ENREDO
<i>Dimension M</i>	é um mundo de jogos imersivos em 3D, que envolve os alunos na aprendizagem e aplicação da matemática.
<i>Brain Age</i>	O jogo contém atividades para estimular o raciocínio, com problemas matemáticos e de lógica.
<i>Dream Box</i>	<i>Game</i> de aventura com dinossauros, piratas onde o <i>gamer</i> precisa resolver problemas de Matemática para progredir de fase.
<i>Lure of the Labyrinth</i>	<i>Game</i> para o ensino fundamental que inclui uma série de puzzles baseados em Matemática onde os alunos trabalham para encontrar um animal perdido e salvar o mundo de monstros.
<i>Math City</i>	<i>Game</i> colaborativo que envolve pais, professores e alunos.
<i>Yu-Gi-Yo</i>	O <i>gamer</i> precisa vencer duelos utilizando cartas que representam monstros cujos poderes são representados de forma numérica.

¹ É uma geração marcada pela liberdade de escolha e criação da sua própria identidade. Possuem elevada criatividade, inovação, auto estima e certeza absoluta de que sabem tudo. Vivem muito virtualmente, não só através dos jogos virtuais como também devido a jogos, não on-line, mas que os miúdos podem programar deste sempre a sua vida social. <http://geracoedomarketing.blogspot.com.br/2010/04/geracao-millennium.html>

Fonte: Mattar (2010)

Desses jogos, o que possui maior destaque é *Dimension M*, desenvolvido com fins educacionais para conteúdos matemáticos. Estudos feitos no ano de 2007 apontaram que a interação dos alunos com esse game fez com que o índice de aprovação de Matemática no exame anual do estado de Nova York se elevasse de 78% para 82%.

Os Jogos Digitais Matemáticos no Brasil

Algumas instituições no Brasil já vêm utilizando os jogos digitais no processo de ensino, uma delas é a escola SESI Rio que oferece diversos conteúdos didáticos para a matemática, por meio dos *games* da plataforma MangaHigh². São cerca de 79 *games* onde é possível acompanhar o desenvolvimento dos alunos, através de gráficos que demonstram a evolução da aprendizagem.

Conclusões preliminares confirmam que ainda há muito espaço para a melhora da matemática nos ensinos fundamental e médio. A média dos estudantes brasileiros na plataforma é 24% inferior à internacional. No entanto, há motivos para sermos otimistas. Percebemos que os estudantes brasileiros tendem a se engajar mais do que estudantes de qualquer outro lugar, com visitas 40% mais longas do que a média internacional. (ROWLAND, 2013, p.1)

Moita (2007) afirma que os *games* possuem de fato um potencial educativo, pois geram nos jogadores uma predisposição para aprender. Os *games* partem de um raciocínio lógico e da resolução de problemas. Com base nesse potencial educacional, alguns *games* de fato podem ser utilizados no ensino da Matemática.

As pesquisas da empresa MangaHigh, realizadas aqui no Brasil, mostram que os alunos brasileiros persistem cerca de 8,6 tentativas enquanto os alunos dos demais países tentam apenas 3,1 vezes. Isso permite estabelecer que os estudantes brasileiros são persistentes na resolução de problemas e isso pode gerar uma melhoria no aprendizado da disciplina matemática.

Minhas próprias observações reunidas a partir das visitas a escolas do país nos últimos dois anos sugerem que, comparados com alunos do equivalente ao fundamental 2 em outros países, estudantes brasileiros não gostam muito

² <https://www.mangahigh.com/pt-br/>

de aulas dadas em um estilo seco, em um formato mais tradicional, sobretudo nas disciplinas mais difíceis. E os brasileiros não têm muita noção dos benefícios profissionais que o sucesso em matemática e ciências lhes pode trazer. (ROWLAND, 2013, p.1)

Considerando os dados fornecidos por essa pesquisa, é pertinente a utilização de uma prática que privilegie o uso dos *games* como mediadores do processo de construção do conhecimento matemático. Dentro da perspectiva da educação matemática, o uso das tecnologias, neste estudo específico, o uso dos *games*, podem propiciar um maior contato com as tendências da resolução de problemas, da modelagem matemática, da história da matemática, permitindo assim um maior leque de possibilidades, durante o processo de construção do conhecimento Matemático.

As Funções Quadráticas nos Jogos Digitais

Um dos assuntos que constantemente vem sendo cobrado nas avaliações nacionais e internacionais como a do PISA (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) são as funções. O ensino das funções possibilita aos alunos desenvolver a habilidade de elaborar modelos matemáticos para análise de problemas, através da relação entre expressões algébricas e gráficos, até se obter a resolução desse problema.

Como exemplo disso, a função quadrática é utilizada em diversos modelos matemáticos que validam o movimento uniformemente variado, a queda livre dos corpos, a área de figuras planas, a arquitetura, a engenharia civil e os modelos de receita e lucro das empresas. Os estudos sobre as funções quadráticas demonstram os diversos campos de uso desse conteúdo, como nos faróis de carro, antenas parabólicas, radares, lançamentos de projéteis, etc.

As funções quadráticas são vastamente utilizadas, em diversos campos, como nas física, química, biologia, engenharia, cálculos de áreas de regiões sob curvas, localização de pontos na esfera terrestre, pontos de nivelamento entre despesas e lucros e outras coisas importantes, no contexto social da população.

Assim, considerando a relevância desse conceito para aprendizagem dos estudantes do Ensino Fundamental 2, o Grupo de Pesquisa Comunidades Virtuais - GPCV, desenvolveu o jogo digital D.O.M. que será descrito abaixo. Para realização desse artefato cultural há a necessidade da presença de um especialista na área de matemática e de pedagogia para integrar o universo jogos digitais ao ambiente escolar.

A intenção foi produzir um jogo com fins educacionais que se aproximasse da lógica dos jogos de entretenimento que tem como característica básica ser divertido.

Essa investigação teve como abordagem metodológica a pesquisa qualitativa e pautou-se em cinco etapas descritas abaixo. A primeira etapa envolveu o estudo de similares que se consistiu no levantamento dos jogos comerciais e com fins educacionais que enfatizavam conceitos relacionados com as funções quadráticas. Esses jogos digitais estão descritos abaixo:

Analisando o cenário atual de desenvolvimento de jogos digitais para o ensino de funções quadráticas foram encontrados 3 (três) *games* que contemplam os conceitos deste assunto. Dois deles são da empresa MangaHigh, um deles é o *The Recks Factor*. Nesse jogo você precisa salvar a tripulação de um navio à deriva. Para isso é necessário dar a localização da área de busca para a equipe de salvamento, através de coordenadas fatoradas das funções quadráticas.



Figura 1: Jogo *The Recks Factor*

Analisando esse jogo, os conceitos abordados se referem à forma fatorada das equações quadráticas no tipo $(x + a)(x + b)$. O intuito deste jogo é trabalhar a parte algébrica e aritmética da resolução das equações quadráticas e sua relação com áreas de figuras planas retangulares.

O outro jogo da MangaHigh é o *Save Our Dumb Planet*. Nesse jogo é preciso proteger a Terra de meteoros, utilizando conhecimentos de álgebra para calcular a trajetória dos mísseis que são lançados da Terra para destruir esses meteoros no espaço. Esse jogo relaciona as funções quadráticas e os pares ordenados a que pertencem as funções e a construção do gráfico. Nesse jogo é necessário identificar qual função quadrática deve ser utilizada para flexionar a trajetória do míssil que sai da terra rumo ao meteoro sem atingir nenhum dos satélites ou naves que estão na órbita do planeta.

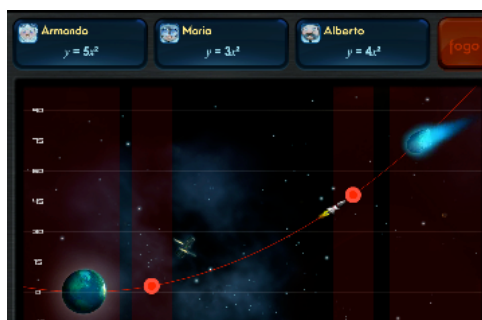


Figura 2: Jogo *Save Our Dumb Planet*

Um *game* de bastante sucesso que tem sido utilizado nas aulas de funções quadráticas, apesar de não ter sido desenvolvido para esses fins é o *Angry*. Seu objetivo é atirar pássaros com um estilingue gigante, matando os porcos que roubaram os ovos. Ao lançar os pássaros, através de um estilingue, é formada uma trajetória parabólica e com tentativas e erros, ajustando força e ângulo do lançamento é possível chegar ao objetivo de acabar com os porcos.

Alguns professores como Moita et al (2012), abordam em seus estudos a interação dos alunos com esse jogo. Observando uma das imagens geradas nesse estudo, é possível identificar as coordenadas do vértice, a altura e a distância máxima.

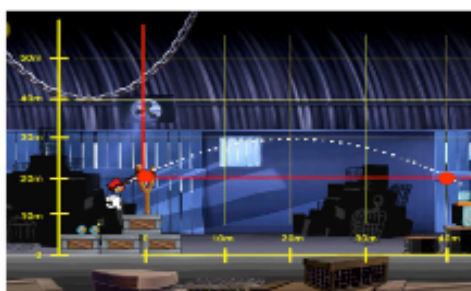


Figura 3: Jogo modelado *Angry Birds*

...elaboramos alguns gráficos a partir da interface visual do jogo, que nos permite relacionar tópicos da matemática sobre: raízes da função do 2º grau, através do lançamento de um pássaro e conceitos de y e x do vértice relacionando com a altura máxima atingida. (MOITA et al, 2012. p.3)

Após a análise desses jogos e considerando as questões relacionadas com a jogabilidade e apresentação dos conceitos, relacionando com funções quadráticas, elaboramos o design pedagógico do jogo que seria desenvolvido pelo GPCV. Essa fase se constituiu na segunda etapa metodológica.

A participação nas reuniões sistematizadas do GPCV foi outra etapa realizada durante o período de doze meses, subsidiando o processo de desenvolvimento que culminou com a finalização do projeto e disponibilização do jogo digital D.O.M. para a comunidade.

O D.O.M. (Dispositivo Oral Móvel) foi desenvolvido pelo GPCV, cadastrado no Diretório do CNPq, desde 2002, e afiliado corporativo da ABRAGAMES. Esse grupo possui, em seu portfólio, onze jogos desenvolvidos para distintos cenários de aprendizagem.



Figura 4: Jogo D.O.M.

O jogo D.O.M. foi criado com o intuito de ser utilizado nos Centros Juvenis de Ciência e Cultura (CJCC) que são uma iniciativa de educação integral que tem por objetivo promover o acesso dos estudantes às temáticas contemporâneas, através de atividades interdisciplinares incentivadas pela Secretaria da Educação do Estado da Bahia, que também foi a agência de fomento para o desenvolvimento desse jogo.

O jogo conta com 4 fases (nave, deserto, floresta e caverna), puzzles ou mini-games entre as fases. O objetivo do *game* é fazer com que o personagem recupere peças de uma nave espacial que caiu em um planeta selvagem e desconhecido, salvando sua família que viajava em férias pelo espaço.

Nesse *game*, os conceitos sobre as funções quadráticas são abordados de uma forma simples de compreender, através de puzzles disponíveis nas fases. O D.O.M. busca abordar conceitos que ainda não tinham sido contemplados nos outros jogos, levando em consideração o que cita os referenciais curriculares do ensino médio.

O estudo da função quadrática pode ser motivado via problemas de aplicação, [...].O estudo dessa função – posição do gráfico, coordenadas do ponto de máximo/mínimo, zeros da função – deve ser realizado de forma que o aluno consiga estabelecer as relações entre o “aspecto” do gráfico e os coeficientes de sua expressão algébrica, evitando-se a memorização de regras.[...] a identificação do gráfico da função quadrática com a curva parábola, entendida esta como o lugar geométrico dos pontos do plano que são

equidistantes de um ponto fixo (o foco) e de uma reta (a diretriz). (Brasil, 2006, p.73)

No primeiro puzzle, o personagem precisa apertar os botões correspondentes aos coeficientes até conseguir encaixar a parábola na posição correta dentro do plano cartesiano. Na interação com este puzzle, o aluno pode identificar a relação entre os coeficientes e a posição da parábola. Apertando o botão que representa o coeficiente A, a parábola ficará com a concavidade voltada para cima ou para baixo. Apertando o botão que representa o coeficiente B, a parábola ficará na direita ou na esquerda e apertando o botão que representa o coeficiente C, a parábola ficará mais acima ou abaixo, considerando o eixo Ox.

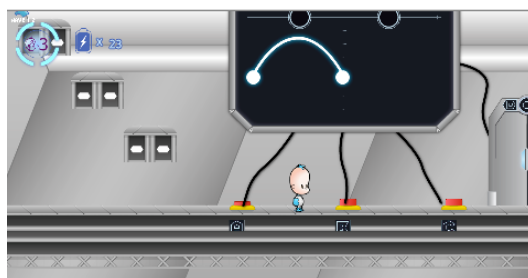


Figura 5: Puzzle 1 do D.O.M

Em um outro puzzle, o jogador precisa fazer com que a parábola se encaixe no formato da cápsula de teletransporte da nave para prosseguir nas novas fases do jogo. Ao alterar os valores dos coeficientes para mais ou para menos, nesse tipo de simulador, a parábola se movimenta, seguindo as propriedades de cada coeficiente. Coeficiente A – quanto maior o valor absoluto deste coeficiente, maior será a taxa de variação $a = \frac{\Delta y}{\Delta x}$, a partir do vértice da parábola. Coeficiente B - determina o posicionamento do vértice da parábola considerando o eixo y do plano cartesiano. Alterando os valores do coeficiente b, a parábola contorna o centro do plano cartesiano. Coeficiente C - determina a distância do vértice da parábola com relação ao eixo Ox.

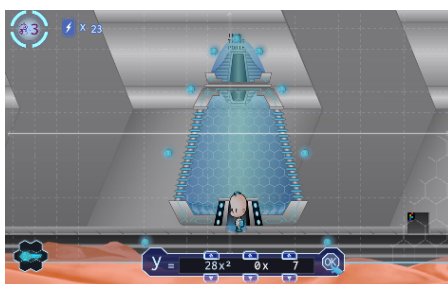


Figura 6: Puzzle 2 do D.O.M

Outro momento em que são utilizados os conhecimentos sobre funções quadráticas e indiretamente a ideia das raízes da função é no Puzzle 3, onde o personagem precisa acertar um ponto específico da pedra, através de um raio em trajeto parabólico que sai do seu capacete, quebrando essa pedra que se movimenta e o possibilita prosseguir no jogo.



Figura 7: Puzzle 3 do D.O.M

A partir da interação com esses puzzles, o jogador pode estabelecer relações entre o “aspecto” do gráfico e os coeficientes de sua expressão algébrica, evitando a memorização de regras, além de fazer com que o aluno identifique o gráfico da função quadrática como uma curva parabólica simétrica a um dos seus eixos. Através dessas explorações matemáticas que o jogo traz, é possível permitir aos jogadores levantar conjecturas, reconhecer padrões e outros conhecimentos sobre as funções quadráticas.

A quarta etapa consistiu na avaliação do D.O.M desde seu protótipo, até a versão final denominada golden. Essa avaliação foi realizada com três grupos com expertises diferenciadas: o grupo de educação formado pelos especialistas em matemática e pedagogia, responsáveis pelo *design* pedagógico do jogo que avaliavam as questões conceituais; o grupo de desenvolvimento que avaliava o gameplay, interface e usabilidade do jogo; e um grupo de usuários na faixa etária de 14 a 17 anos que frequentavam o Centro Juvenis. Essas avaliações subsidiaram o processo de desenvolvimento do D.O. M., até a sua versão final.

E finalmente, a quinta e última etapa que se encontra em andamento e envolve a interação de alunos do Ensino Fundamental 2 com o jogo, a fim de investigarmos as efetivas contribuições do D.O.M. para a aprendizagem das funções quadráticas.

Conclusão

A Educação Matemática, ao longo dos tempos, tem buscado estratégias para ressignificar o processo de ensino aprendizagem da matemática de forma a atrair o

interesse do aluno para essa disciplina.

Os jogos podem, através do seu poder lúdico, atrair e motivar os alunos facilitando a transposição didática de conteúdos, diminuindo os bloqueios apresentados, principalmente no que diz respeito a conceitos muito formais e abstratos. Com os avanços tecnológicos, os jogos digitais estão potencializando esses processos de ensino, tornando a aprendizagem matemática uma experiência enriquecedora, diferenciada e atrativa e essa interação já vem mostrando melhorias no processo de aprendizagem dos conceitos matemáticos, mesmo que ainda de forma tímida.

No Brasil, ainda há poucas instituições que utilizam jogos digitais como recursos didáticos, mas cremos que, em um futuro próximo, a interação jogos digitais estará consolidada como uma prática educativa que trará grandes contribuições para o ensino. Para tanto, o jogo D.O.M. nasce com esse intuito de contribuir para essa prática, onde através dos jogos digitais é possível relacionar entretenimento e transposição de conteúdos educacionais. A expectativa é que mais jogos possam ser disponibilizados para o cenário educativo brasileiro, contribuindo para o ensino da matemática, conduzindo mudanças nos índices de desempenho e propiciando um maior contato e interesse dos alunos por aprender matemática.

O desenvolvimento do D.O.M. contribui para fortalecer a área de produção de jogos digitais no Brasil e especialmente aqueles voltados para educação matemática. A nossa intenção é fortalecer a discussão em torno do prazer de aprender matemática, mediado pelos jogos digitais.

Referências

ALVES, L. **Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso**, in Educação, Formação & Tecnologias; vol.1(2); 2008.

BORIN, J. **Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para as aulas de matemática**. São Paulo: IME – USP, 1996.

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais : terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília : MEC/SEF, 1998.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Volume 2. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

CAILLOIS, R. **Os jogos e os homens: a máscara e a vertigem**. Lisboa: Cotovia, 2001.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. Tradução de João Paulo Monteiro. 4ª. Ed. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2000.

KAMII, C.; JOSEPH, L.L. **Aritmética: Novas Perspectivas – implicações da teoria de Piaget**. Tradução de Marcelo Cestari T. Lellis, Marta Rabioglio e Jorge José de Oliveira. 8ª ed. Campinas: Papirus, 1992.

MACEDO, L.; PETTY, A. L. S. e PASSOS, N. C. **Aprender com jogos e situações-problema**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MOITA, F. **Game on: jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @**. Campinas: SP: Editora Alínea, 2007.

MOITA, F; BARBOZA, W. **Videogames e o Processo de Ensino Aprendizagem de Funções do 2º Grau**. Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia/ UEPB. Disponível em <http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Comunicacao_695.Pdf>. Acesso em 20 de jun. 2014.

PROGRAMA INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO DE ESTUDANTES – **PISA: Itens Liberados de Leitura**. Instituto nacional de Estatísticas Educacionais – INEP, Brasília, 2012. Disponível em <<http://portal.inep.gov.br/pisa-programa-internacional-de-avaliacao-de-alunos>>. Acesso em 29 Abr. 2014.

ROWLAND, T. **O uso de games na matemática por alunos brasileiros**. Disponível em: <<http://porvir.org/porpensar/uso-de-games-na-matematica-por-alunos-brasileiros/20130905>>. Acesso em 26 abr 2014.

VYGOTSKY, L. S; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ícone: Editora da Universidade de São Paulo, 1998.