



AS DIFERENTES REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS ELABORADAS POR CRIANÇAS DO ENSINO FUNDAMENTAL UTILIZANDO JOGOS DIGITAIS

DIFFERENT SEMIOTIC REPRESENTATIONS PRODUCED BY ELEMENTARY SCHOOL CHILDREN FROM DIGITAL GAMES

Valdinei Cezar Cardoso¹

Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil

Leidiane de Mello Esprisigo²

Pré-Escola Sabidinho Supremus, Brasil

Lilian Akemi Kato³

Universidade Estadual de Maringá, UEM, Brasil

Resumo

A Teoria das Representações Semióticas de Duval foi o referencial teórico norteador desta pesquisa, que teve como objetivo principal identificar, por meio de registros obtidos em atividades mediadas por jogos digitais, as possíveis representações mentais elaboradas por crianças do primeiro ano do Ensino Fundamental. A coleta de dados, feita durante o trabalho de conclusão de um curso de Pedagogia, deu-se por meio de gravações em vídeo e de registros escritos produzidos pelos estudantes. A análise dos dados identificou a elaboração e a manifestação de representações de conceitos matemáticos. Os dados foram analisados de acordo com a proposta de Henry (2006) e sob as lentes da teoria de Duval (2003). Os resultados apontam que os diversos registros apresentados pelos estudantes têm uma estreita relação com as competências desenvolvidas durante o jogo e a resolução de atividades escritas na mesma categoria. Dessa forma, esta pesquisa possibilita o estudo de situações nas quais os estudantes precisam interpretar e converter diferentes tipos de representações semióticas, a fim de compreender o complexo processo da construção de conceitos matemáticos pelas crianças.

Palavras-chave: Ensino da Matemática; Jogos Digitais; Representações Semióticas.

Abstract

Duval's Semiotic Representations Theory was the guiding theoretical reference to the present research, which mainly focused on identifying the possible mental representations elaborated by first grade students of Elementary School, by means of records obtained in activities mediated by digital games. The data collection methods, carried out as a research at the Pedagogy undergraduate level as a requirement for graduation were video recordings and written registers produced by students. The data analysis identified the formulation and manifestation of mathematical concepts representations. The data were analyzed according to the methodology proposed by Henry (2006), under Duval's theory (2003), and the results indicated that the registers presented by students had a close relationship with the competencies developed during the game and the resolution of written activities at the same category. Therefore, this research provides the study of situations involving students who must interpret and convert different types of semiotic representations in order to understand the complex process of mathematical concepts by children.

Keywords: Mathematics teaching; Digital Games; Semiotic Representations.

¹ Professor do Departamento de Ciências da UEM. Doutorando em Ensino de Ciências e Matemática na UNICAMP. E-mail: vccardoso@uem.br

² Professora da Educação Infantil e Ensino Fundamental. Graduada em Pedagogia pela Faculdade do Noroeste Paranaense. E-mail: leidiesprisigo@hotmail.com

³ Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da UEM. Doutora em Matemática Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas. E-mail: lakato@uem.br



AS DIFERENTES REPRESENTAÇÕES SEMIÓTICAS ELABORADAS POR CRIANÇAS DO ENSINO FUNDAMENTAL UTILIZANDO JOGOS DIGITAIS

Introdução

O presente trabalho tem por objetivo articular a Teoria das Representações Semióticas de Raymond Duval com a utilização de jogos digitais, considerada aqui como uma possibilidade metodológica para o ensino e a aprendizagem de Matemática. A turma investigada é composta por alunos do primeiro ano do Ensino Fundamental, sendo a segunda autora deste trabalho professora regente dessa turma.

No início da escolarização, a ênfase na formalização dos conceitos matemáticos deve ceder lugar à construção de habilidades que possibilitem a aquisição de tais conceitos. Este trabalho discute a contribuição dos jogos digitais para a construção de modelos mentais relacionados aos conceitos matemáticos, já que tais jogos, como ferramentas de ensino, podem instigar os estudantes a manipular e testar soluções para as situações propostas, oferecendo-lhes possibilidades de manifestarem diferentes atitudes e representações durante o processo de construção dos conceitos.

A teoria das representações semióticas de Duval possibilita que essas construções elaboradas pelas crianças possam ser identificadas, analisando-se as representações mentais exteriorizadas com o auxílio do computador ou com a utilização de lápis e papel. Para esse autor, a aprendizagem em Matemática acontece quando os sujeitos conseguem coordenar diferentes registros, sendo este o foco de análise do trabalho.

O objetivo desta pesquisa é identificar, por meio dos registros obtidos nas atividades mediadas por jogos digitais, as possíveis representações mentais elaboradas pelas crianças, a partir da interação com os jogos digitais.

A pesquisa tem caráter qualitativo, já que os dados descritivos para o problema investigado foram obtidos mediante o contato direto e interativo dos pesquisadores com a situação objeto de estudo – em nosso caso, a inter-relação dos estudantes com os jogos digitais. A partir disso, procuramos compreender alguns dos elementos facilitadores do processo de aprendizagem de conceitos matemáticos, subsidiados pela interação dos estudantes com jogos digitais, sob a luz da Teoria das Representações Semióticas de Raymond Duval.

Os jogos digitais e a aprendizagem em Matemática

Em meio à era digital, em que somos bombardeados a todo o momento por informações, faz-se necessário refletir sobre o espaço escolar como um ambiente especializado em formar cidadãos inseridos em uma sociedade tecnológica.

É nessa perspectiva que se faz necessária uma reflexão sobre a importância da incorporação dos jogos digitais na escola, tratando-os como ferramentas de ensino ou mediadores culturais, na concepção de que a aprendizagem se dá na relação entre o sujeito e o conteúdo a ser aprendido.



Assim, o aluno não é mais um agente passivo que tem no professor a sua única fonte de saberes, mas um indivíduo que pode se tornar autônomo na busca de informações. Dessa forma, o papel do professor não é mais o de transmissor de conhecimentos científicos, mas o de instigador da curiosidade dos alunos, ao propor situações conflituosas que levem o aluno a elaborar estratégias de resolução inovadoras.

Nesse viés, a inserção da informática como suporte para o ensino na Educação Básica deveria se configurar de forma natural, como consequência do avanço da ciência e por ser um elemento presente no cotidiano dos estudantes, mas mesmo com o uso da informática em diversos setores do cotidiano, no ambiente educacional sua incorporação ainda não se consolidou (BORBA e PENTEADO, 2001; CLARK e MAYER, 2011). Para que isso aconteça, Gonçalves (2001, p. 72) defende que

(...) explorar as possibilidades tecnológicas no âmbito do contexto dos processos ensino/aprendizagem deveria constituir necessariamente uma obrigação para a política educacional, um desafio para os professores e, por conseguinte, um incentivo para os alunos descobrirem, senão todo o universo que permeia a Educação, pelo menos o necessário, nesse processo, para sua formação básica, como ser integrante de uma sociedade que se transforma a cada dia.

No caso do ensino de Matemática, os jogos digitais trazem para o ambiente escolar a possibilidade de tornar as aulas mais atrativas, contemplando as necessidades de aprendizagem do aluno, de modo a contribuir para a melhor aceitação dessa disciplina pelos cidadãos (CARDOSO, 2010).

Para cumprir esse papel, os jogos devem ser interessantes e desafiadores, permitir a autoavaliação dos estudantes e possibilitar a participação ativa no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, é preciso que o professor esteja atento à qualidade pedagógica desses jogos, visto que há enorme dificuldade em encontrar exemplares que priorizem a aprendizagem, o desenvolvimento do raciocínio lógico e contribuam para uma aprendizagem significativa⁴.

A maioria desses jogos é elaborada por profissionais da área da Informática, sem o acompanhamento de um profissional da Educação. De acordo com Aranha (2006, *apud* Cardoso, 2010, p. 31),

(...) não se pode pensar no ensino por meio dos jogos digitais sem a condição prévia de que esses jogos proporcionem aos seus praticantes trocas reflexivas, interativas e argumentativas. Para que tais trocas ocorram é necessário saber que um bom jogo eletrônico não é aquele que se apresenta como um banco de dados com várias questões meramente informativas, mas sim o que proporciona aos seus praticantes a oportunidade de construir seus conhecimentos.

⁴ Neste trabalho, consideramos aprendizagem significativa como aquela que tem significado para o estudante.



Entendemos que os jogos digitais devem possibilitar a construção do conhecimento e não apenas a memorização e a reprodução de técnicas. É preciso estimular a capacidade de associação de ideias, desenvolver a agilidade do cálculo mental, o raciocínio abstrato, a capacidade de concentração e a capacidade de associação de conceitos.

As representações semióticas no contexto do Ensino de Matemática

Há três tipos de representações: as mentais – compostas pelo conjunto de concepções de um indivíduo; as semióticas – que exteriorizam as representações mentais do indivíduo; são externas, conscientes e seriam percepções externas que foram interiorizadas; por fim, as representações internas ou computacionais – são aquelas cuja execução é automática quando o indivíduo realiza determinada tarefa (DUVAL, 2006).

O acesso aos objetos matemáticos se dá por meio das representações, daí a importância de estudar as representações utilizadas pelos sujeitos durante a construção do saber matemático, pois diferentes representações semióticas podem influenciar na atividade cognitiva do indivíduo de maneiras distintas (DUVAL, 2006).

Um dos grandes entraves para a aprendizagem matemática é que os estudantes confundem a representação com o próprio objeto matemático e uma forma para superar essa dificuldade seria por meio da utilização simultânea de diferentes representações para ensinar conceitos matemáticos. Para isso, é preciso detectar os registros de representação semiótica que os estudantes explicitam durante o estudo da Matemática. Tais registros podem ser expressos na forma tabular, linguística, gráfica, figural ou algébrica.

A principal característica de um registro de representação semiótica é a possibilidade de ser convertido em diferentes representações. Além disso, a conversão precisa ser congruente, ou seja, as unidades significativas nos dois registros devem ter correspondência semântica, univocidade semântica terminal e mesma ordem na composição dos registros de representações apresentados.

Se a conversão é congruente, os estudantes terão mais facilidade em converter um registro em outra representação; caso contrário, terão dificuldades em fazer a conversão e apresentarão uma baixa taxa de êxito na realização dessa tarefa. Só podemos admitir que um determinado estudante domina um objeto matemático, se conseguir trabalhar com, pelo menos, dois registros de representações semióticas simultaneamente. E é por este caminho que vamos seguir na sequência de nosso trabalho.

Procedimentos metodológicos

Este estudo foi realizado com uma turma do primeiro ano, de uma instituição particular de Ensino Fundamental do Estado do Paraná, constituída de sete crianças, com idade média de seis anos. Esses estudantes foram convidados a interagir com dois jogos digitais, *Turtle Geometry*⁵ e *Spinners*⁶,

⁵ Jogo gratuito e disponível em http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_178_g_1_t_3.html?open=activities&from=category_g_1_t_3.html

⁶ Jogo gratuito e disponível em



durante dez aulas de 50 minutos cada uma. Esses dois jogos abordam alguns conceitos matemáticos envolvidos nas noções de linguagem de programação e tratamento de informações.

Durante a interação, os estudantes jogaram várias partidas nos dois jogos, em local previamente testado e agendado, na própria instituição de ensino, cujas imagens e sons foram registrados por meio de uma câmera filmadora. Essa técnica de coleta e análise de dados já é amplamente utilizada em pesquisas no campo da Educação, conforme Bauer e Gaskell (2002), e mostrou-se eficiente na obtenção dos dados utilizados na nossa análise.

Considerando nosso propósito de identificar as possíveis representações mentais elaboradas pelas crianças, a partir da interação com os jogos digitais, na resolução das atividades propostas, após uma sequência de quatro aulas, para cada jogo, aplicamos uma atividade escrita composta por situações que tinham características comuns às situações vivenciadas durante os jogos.

Segundo Duval (2003), não existe conhecimento matemático que possa ser mobilizado sem o auxílio de uma representação. Desse modo, esperava-se conhecer quais e como os elementos dos conceitos matemáticos envolvidos se manifestavam nesses registros.

Nesses moldes, nosso estudo se classifica como quase experimental, sob a ótica de Campbell e Stanley (1979), uma vez que não havia o controle absoluto dos estímulos experimentais proporcionados pelos jogos nem da interação entre estudante-estudante e estudante-professora. Além disso, o estudo foi realizado com um único grupo de estudantes e o efeito dos jogos na aprendizagem dos estudantes não poderia ser compreendido sem a coleta de dados por meio de gravações em áudio e vídeo e das atividades escritas.

A análise dos dados foi feita de acordo com os passos propostos por Henry (2006), que preveem a análise dos saberes envolvidos; a descrição do funcionamento desses saberes durante a atividade; e a busca por inferências sobre as interações estudante-estudante, estudante-jogo e estudante-professor.

Os sujeitos envolvidos na pesquisa estavam iniciando a sua alfabetização em Matemática e também em Língua Portuguesa. Em aulas anteriores, já tinham estudado as noções de ângulo, traçado de formas geométricas simples e interpretação de gráficos, sem o uso de jogos digitais ou mesmo do computador.

Os dois jogos digitais possibilitaram o contato com o tratamento de informações e com algumas noções de linguagem de programação, que, por sua vez, requerem conhecimentos matemáticos, como a construção de ângulos e a localização espacial, bem como o entendimento do que era solicitado.

As aulas foram planejadas para dar liberdade de escolha aos estudantes, quanto às melhores estratégias de jogo, podendo, sempre que necessário, pedir auxílio à professora. Quem determinava o ritmo do jogo eram os estudantes. A professora tinha o papel de orientadora, de questionadora e



de mediadora entre aquilo que os estudantes pretendiam fazer e aquilo que o jogo exigia deles.

Para detalharmos as tarefas propostas, descreveremos, na próxima seção, algumas características dos jogos *Spinners* e *Turtle Geometry*, bem como os procedimentos adotados no decorrer das atividades desenvolvidas.

Analisaremos, também, os registros construídos pelos estudantes ao utilizarem o computador ou o lápis e o papel, para inferir sobre possíveis contribuições dos jogos para a conversão de registros de representação semiótica dos conceitos matemáticos (tratamento de informações, noções de linguagem de programação, construção de ângulos e localização espacial), necessários para o sucesso em ambos os jogos.

Discussão e análise dos dados

O jogo *Spinners*

No Laboratório de Informática, orientamos os estudantes sobre as funções do jogo *Spinners*, que aborda o tratamento de informação (probabilidade, contagem oral, classificação de cores e interpretações de gráficos e tabelas) e é composto de um círculo com cinco cores diferentes: vermelho, laranja, roxo, amarelo e verde.

É possível alterar as cores e mostrar os resultados obtidos na forma de porcentagens, utilizando o recurso *Change Spinner*. Para isso, é necessário selecionar a nova cor e a quantidade de espaço que esta deverá ocupar no círculo e clicar na opção *apply*.

No primeiro dia da atividade gravamos tudo o que aconteceu durante a interação dos estudantes com o jogo, registrando em vídeo e anotando no diário de campo os comentários, as dificuldades e soluções propostas pelos estudantes para terem sucesso durante as partidas.

Esse primeiro momento foi importante para verificarmos os conhecimentos prévios que os alunos possuíam acerca de jogos digitais de uma maneira geral e dos conhecimentos matemáticos necessários para interagir com tais mídias.

A possibilidade de modificar as configurações apresentadas no jogo torna-o flexível e dinâmico, motivando os jogadores a criarem e personalizarem o jogo, de acordo com as suas preferências.

O objetivo desse jogo é fazer a contagem do número de vezes em que o ponteiro marcador para em cada uma das cores, o que é feito por meio de uma tabela de cores. Cada vez que o marcador para em uma cor, a tabela contabiliza a parada, preenchendo, com a cor selecionada, uma célula.

Observe, na Figura 01, que os usuários utilizam o gráfico apresentado na tela do computador, e não o disco ou as anotações feitas no papel, a fim de acompanharem os resultados obtidos durante o jogo.

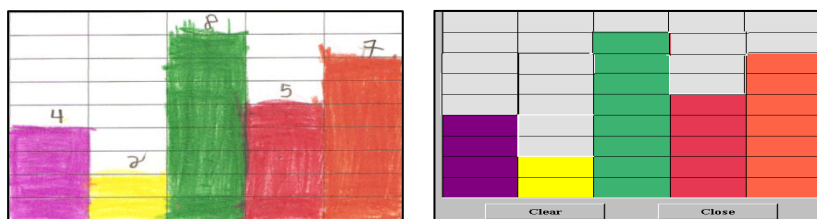
Figura 01: Estudantes interagindo com o jogo *Spinners*



Fonte: Acervo dos pesquisadores

Nesse caso em particular, as crianças identificaram os objetos matemáticos mostrados na tela do computador – números, formas geométricas e tabelas – utilizando códigos similares para representar essas informações no papel. Na Figura 02, é ilustrado um desses casos, em que a criança representou exatamente as mesmas cores apresentadas na tela do computador: roxo, amarelo, verde, vermelho e laranja, obedecendo à mesma sequência.

Figura 02: Representações do resultado do jogo no papel (à esquerda) e na tela do computador (à direita)



Fonte: Acervo dos pesquisadores

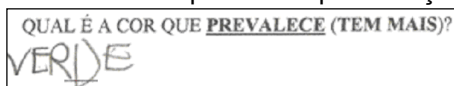
Outra informação relevante refere-se à representação numérica dos resultados obtidos. Cada criança, além de transcrever a quantidade de retângulos equivalente a cada cor, fez a contagem e representou numericamente essa informação, que também aparecia na tela. Nenhuma criança relacionou, de forma incorreta, a quantidade de retângulos com a sua representação numérica.

Esse fato revela que as crianças conseguiram associar as duas representações para o mesmo objeto matemático, independentemente do jogo. Segundo a teoria das representações semióticas de Duval, a originalidade da atividade matemática está na mobilização simultânea de, pelo menos, dois registros de representação semiótica. Em nosso estudo, um dos registros foi gerado pelo computador e o outro foi gerado pelas crianças, utilizando lápis e papel.

As representações semióticas exteriorizam as representações mentais dos estudantes, daí a importância de estudá-las e compreendê-las nas situações de ensino de Matemática. Pensando nisso e considerando a importância de evitar a confusão entre o objeto matemático e sua representação, decidimos incentivar os estudantes a apresentarem suas representações também na linguagem natural.

Para representar os dados obtidos na partida, os usuários inicialmente deveriam representar em linguagem natural o resultado do seu jogo, como se pode observar na Figura 03. Dentre os resultados obtidos, o jogador analisa e seleciona aquele que apresentou a maior frequência.

Figura 03: Reposta de um dos sujeitos formulada a partir da representação gráfica do jogo.



Fonte: Atividade escrita referente ao jogo Spinners

Nota-se que o sujeito efetuou uma conversão entre a representação gráfica, que mostrava que a seta do jogo havia parado na cor verde com mais frequência, e a resposta apresentada anteriormente. Esse fato indica que esse estudante relacionou, de forma congruente, a representação gráfica com a representação em linguagem natural, já que compreendeu que a palavra “prevalece”, indicada no enunciado da questão, se relacionava com a representação gráfica, na qual se indicava qual cor havia apresentado a maior frequência na partida.

A próxima tarefa solicitada foi a contagem dos resultados obtidos para cada uma das cores utilizadas na partida (Figura 04). Ao fazer esse levantamento, o usuário se inteira de todos os resultados obtidos e os apresenta, utilizando a representação numérica e a linguagem natural.

Figura 04: Conversão para a linguagem natural da Figura 02.

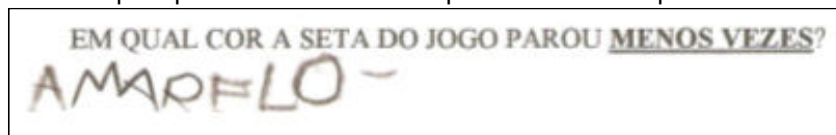
QUANTAS VEZES A SETA DO JOGO PAROU EM CADA COR?	
ROXO	4
AMARELO	2
VERDE	8
VERMELHO	5
ALARANJADO	7

Fonte: Atividade escrita do jogo Spinners.

Todas as crianças conseguiram traduzir, para a linguagem natural, as informações fornecidas na tela final do jogo. Desse modo, a conversão foi congruente e o sujeito manteve a mesma ordem da representação figural para construir a sua representação em linguagem natural; além disso, a conversão manteve a correspondência semântica, a unidade semântica terminal e a ordem da representação. Como afirma Duval (2006), se a conversão é congruente, a taxa de êxito é maior, quando comparada à conversão não congruente.

Ao terminarem o levantamento dos resultados obtidos na partida, inicia-se a comparação entre os resultados obtidos, como se pode notar na Figura 05. O jogador precisa comparar os resultados obtidos e apresentar aquele em que a frequência foi menor.

Figura 05: Cor que apresentou a menor frequência durante a partida.

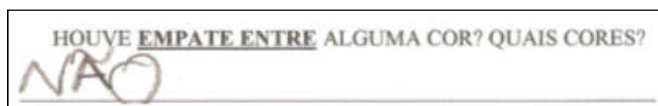


Fonte: Atividade escrita do jogo *Spinners*.

Comparam-se os resultados, a fim de procurar alguma igualdade entre os resultados obtidos na partida, utilizando apenas as informações do próprio jogo, como pode ser observado na Figura 08.

A correspondência semântica detectada aqui é que o usuário compreendeu que uma barra com menor “tamanho” representa menor frequência de paradas da seta do jogo naquela cor e, conseqüentemente, a cor em que a seta parou “menos vezes” é a mesma cor da barra com o menor tamanho.

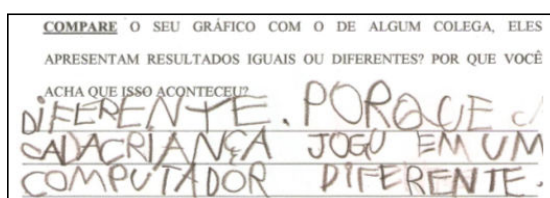
Figura 06: Buscando empate na Figura 02.



Fonte: Atividade escrita do jogo *Spinners*.

Terminada a fase de comparação entre os resultados do próprio jogo, o jogador deveria comparar os seus resultados com os resultados dos demais colegas; tal comparação também deveria ser expressa em linguagem natural (Figura 07).

Figura 07: Comparando os resultados.



Fonte: Atividade escrita do jogo *Spinners*.

Analisando o conteúdo da Figura 07, nota-se que o sujeito acredita que o fato de usar um computador diferente de seus colegas é suficiente para que o gráfico apresentado ao final da partida seja diferente. Mas neste caso, independentemente do computador utilizado, o jogo era o mesmo; sendo assim, era possível que dois usuários obtivessem os mesmos resultados em computadores diferentes.

O jogo *Turtle Geometry*

O *Turtle Geometry* foi utilizado, neste trabalho, para explorar conceitos relacionados às noções de programação, utilizando conceitos matemáticos de ângulos, traçado de formas geométricas e localização

espacial. O objetivo principal do jogo é fazer com que a tartaruguinha se locomova para variadas direções, caminhando diferentes distâncias até chegar à posição final indicada no cenário apresentado.

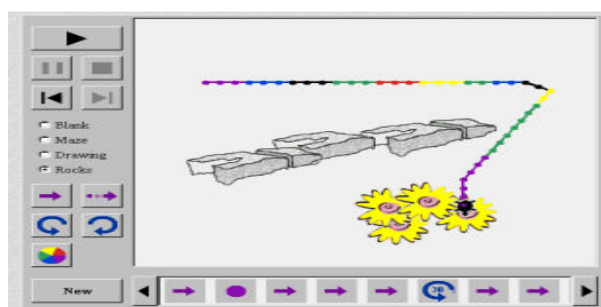
É possível fazer a tartaruga caminhar por diferentes cenários, a saber: *blank*, *maze*, *drawing* e *rocks*. Cada um deles apresenta ao usuário diferentes graus de dificuldade em relação aos possíveis caminhos, constituídos por segmentos de retas, que levam a tartaruga ao seu destino. Para cada novo cenário, mudam-se as possibilidades de passagem da tartaruguinha pelos obstáculos, implicando mais ou menos passos para cumprir a tarefa, sendo que, em cada passo, é escolhido o comprimento do segmento e o ângulo deste com o anterior.

Para criar uma nova estratégia e passar além dos obstáculos, é necessário que o jogador clique na tecla *new*. Em todos os casos, a tartaruguinha precisa chegar a um determinado local, transpondo os obstáculos presentes no decorrer do caminho.

Para interagir com o jogo, é necessário selecionar as coordenadas (direita/esquerda, para cima/para baixo), a quantidade de passos que a tartaruga deverá caminhar e clicar na flecha que aciona o *play*. Também é possível virar a tartaruguinha para a direita ou para a esquerda, de acordo com a quantidade de graus selecionada para o seu movimento (15°, 30°, 45°, 60°, 75° e 90°), recurso que permite aos usuários compreenderem a noção de ângulo.

Na Figura 08, é mostrada uma, entre as várias escolhas possíveis, para que a tartaruguinha chegue até as flores. É importante destacar que a escolha era livre: cada jogador poderia chegar até o destino final (as flores), escolhendo ângulos ou quantidades de passos diferentes ou até construindo caminhos mais longos ou mais curtos. Isso mostra a flexibilidade do jogo, pois em um mesmo cenário, diferentes usuários deparam com os mesmos obstáculos, mas podem criar caminhos personalizados.

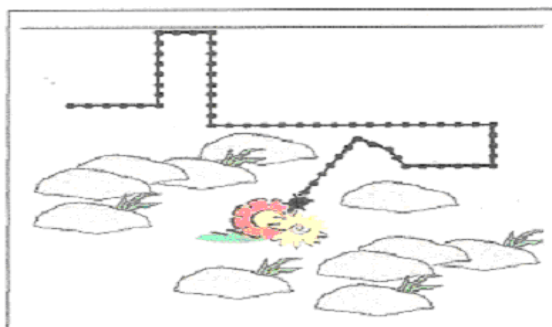
Figura 08: Tela do jogo *Turtle Geometry*



Fonte: <http://nlvm.usu.edu>

Após a interação com o jogo no computador, as crianças retornaram para a sala de aula onde receberam uma figura (Figura 09), com um dos possíveis cenários do jogo *Turtle Geometry*, contendo um caminho que levava a tartaruga ao destino desejado. Os alunos deveriam, nessa atividade, analisar os possíveis procedimentos que deveriam ser executados, no computador, para descrever o caminho indicado na figura.

Figura 09: Caminho percorrido pela tartaruga



Fonte: www.nlv.m.usu.edu

O objetivo dos pesquisadores era identificar se as crianças eram capazes de mentalizar as conversões do caminho apresentado no papel com os comandos necessários para obtê-lo no computador, a partir de suas experiências anteriores com o jogo *Turtle Geometry*.

Por exemplo, as conversões necessárias para descrever o caminho indicado na Figura 10 (a) são descritas pelas seguintes ações: “ande seis passos, gire 60 graus para a esquerda e depois ande 5 passos”, e os comandos necessários para obter esse caminho podem ser diferentes, como sugerido, por exemplo, pelos jogadores A1 e A2, na Figura 10 (b) e (c), respectivamente.

Note-se que o jogador A2 utilizou somente quatro comandos para descrever o mesmo caminho, o que resulta em uma conversão mais econômica em relação ao jogador A1. Esse procedimento aponta que o jogador A2 executou, com maior facilidade, as conversões necessárias para obter o caminho indicado na Figura 10 (a).

Figura 10: Diferentes comandos que geram o mesmo percurso

<p>(a) Percurso gerado pelos comandos dos dois jogadores</p>	<p>(b) Comandos utilizados pelo jogador A1</p>	<p>(c) Comandos utilizados pelo jogador A2</p>

Fonte: Acervo dos pesquisadores.

Esse fato pôde ser constatado na atividade escrita baseada na Figura 09, em que os alunos deveriam analisar, em termos das conversões necessárias, o caminho percorrido pela tartaruga. As diferentes escolhas, segundo cada criança, dos comandos necessários para obter o caminho indicado na Figura 09 influenciaram diretamente nas respostas das crianças em relação à questão: “O caminho percorrido pela tartaruga foi o mais fácil?”



Por quê?”, conforme é mostrado no Quadro 01.

Quadro 01: Afirmações dos estudantes sobre a dificuldade dos comandos

<p>O CAMINHO PERCORRIDO PELA TARTARUGUINHA FOI O <u>MAIS FÁCIL?</u> POR QUÊ? SIM, PORQUE AS CURVAS SÃO FÁCEIS.</p>	<p>O estudante afirmou que as curvas que descrevem o caminho da tartaruginha são fáceis, em função do seu domínio dos comandos necessários para descrever tal percurso.</p>
<p>O CAMINHO PERCORRIDO PELA TARTARUGUINHA FOI O <u>MAIS FÁCIL?</u> POR QUÊ? NÃO, PORQUE TEN MUITAS CURVAS.</p>	<p>Este aluno respondeu que não seria fácil transpor os obstáculos sugeridos na atividade escrita, já que tal ação acarretaria uma série de comandos no jogo com os quais ele não tinha, ainda, habilidade para realizar.</p>

Fonte: Acervo dos pesquisadores.

Apesar de o percurso da tartaruginha ser o mesmo, há diversas combinações de comandos possíveis para que ela possa percorrer o caminho e para construir as sequências de comandos no decorrer do jogo. Em primeiro lugar, os jogadores precisam criar uma representação mental da consequência do comando e, só depois, escolher a opção desejada e clicar no botão “Play” para verificar se a sua escolha foi ou não correta.

No Quadro 01, mostra-se que os jogadores acreditam que o jogo seja fácil ou difícil, dependendo do grau de dificuldade para realizar as conversões, entre todos os registros de representação semiótica apresentados pela imagem do papel e os comandos correspondentes que precisariam ser acionados para que a tartaruginha percorresse o caminho indicado.

Quanto maior a capacidade de converter a situação descrita no papel em comandos a serem ordenados no computador, menor será a dificuldade do jogador para analisar a imagem do papel e julgar o seu grau de dificuldade.

Atribuimos esse fato ao grau de domínio e habilidade que cada estudante havia apresentado no momento de interação com o jogo. Para aqueles que conseguiram dominar os recursos disponíveis no jogo, mesmo um percurso mais elaborado e com mais curvas pareceu fácil.

Para aqueles que consideraram o caminho difícil, provavelmente com mais algum tempo de interação com esse jogo e novas oportunidades de aprimorar suas estratégias, dominariam as ferramentas e demonstrariam melhor desempenho. Assim, ao obter sucessivos êxitos em sua interação com o jogo, certamente responderiam a questão sob uma ótica mais otimista.

Considerações finais

O caráter dinâmico dos jogos digitais fascina crianças de todas as idades, prendendo sua atenção por horas seguidas, em que diversas habilidades de raciocínio e motoras são treinadas. Em virtude disso, a



utilização dessa ferramenta no ensino vem ganhando espaço nas escolas subsidiadas por pesquisas que apontam diversas vantagens dessa parceria.

Este trabalho vem ao encontro de pesquisas como as de Prensky (2012, 2010, 2005, 2001), Alves (2004) e Cardoso (2010), que defendem a utilização de jogos digitais como mediadores dos processos de ensino e de aprendizagem e concluem que os jogos digitais podem ser utilizados como ferramentas de motivação no ambiente educacional.

Nesse sentido, esta pesquisa complementa tais estudos, apontando algumas contribuições dos jogos para a conversão de registros de representação semiótica dos conceitos matemáticos.

Outra observação relevante deste estudo refere-se à importância da interação do estudante com o jogo digital, no sentido de criar estratégias e/ou identificar possibilidades que influenciam na capacidade de buscar soluções. Tal resultado dialoga com os apontamentos já abordados por Papert (2008) em relação ao uso da linguagem *Logo*, que é a mesma usada no jogo *Turtle Geometry*, para a aprendizagem, e com as ideias de Otero-Garcia (2011) e Reis (2001) sobre a transição do pensamento matemático elementar para o pensamento matemático avançado, que nem sempre é necessariamente a transição de um pensamento intuitivo para um pensamento rigoroso.

Todas as atividades propostas em nosso trabalho necessitaram da mediação do professor, tanto nos momentos de interação com o jogo, como também nos momentos em que os estudantes resolviam as atividades escritas relacionadas. Em diversas oportunidades, as leituras dos enunciados das atividades foram realizadas pelo professor, porém houve momentos de troca de informações e opiniões entre os alunos e entre estes e o professor, o que possibilitou que cada criança chegasse às próprias considerações e realizasse as atividades propostas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa apontam que o referencial do qual o estudante parte para construir suas representações mentais tem influências diretas sobre aquilo que ele aprende.

Tal afirmação leva em consideração que os diversos registros apresentados pelos estudantes indicam uma estreita relação entre as competências desenvolvidas durante o jogo e a resolução de atividades escritas na mesma categoria.

Isso abre caminhos para o estudo de situações nas quais os estudantes precisam interpretar e converter diferentes tipos de representações semióticas para compreender o complexo processo da construção de conceitos matemáticos pelas crianças.

Nesse sentido, o estudo das representações semióticas contribui com o trabalho docente, possibilitando tanto a compreensão das dificuldades dos estudantes na elaboração de conceitos matemáticos, quanto o melhor planejamento de atividades didático-metodológicas das aulas de Matemática.

Agradecimentos

Aos pareceristas da Revista Eletrônica de Educação (Reveduc), pelas valiosas considerações e sugestões.



Referências

- ALVES, L. **Game Over: Jogos Eletrônicos e Violência**. Salvador: Futura, 2004, 256p.
- ARANHA, G. Jogos digitais como um conceito chave para o desenvolvimento de aplicações imersivas e interativas para o aprendizado. **Ciências & Cognição**, v. 3, n. 7. Rio de Janeiro, 2006.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G.(org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2001.
- CAMPBELL, D. T.; STANLEY, J. C. **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa**. Tradução de R.A.T. Di Dio. São Paulo: EPU-EDUSP, 1979.
- CARDOSO, V. C. Linguagem algébrica: uma proposta de ensino com o uso dos jogos digitais. 430 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2010.
- CLARK, R. C.; MAYER, R. E. **E-Learning and the Science of Instruction: proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning**. San Francisco: Pfeiffer, 2011.
- DUVAL, R. Registros de Representações Semióticas e Funcionamento Cognitivo da Compreensão em Matemática. In: MACHADO, Silvia D. A. **Aprendizagem em Matemática: Registros de Representação Semiótica**. Campinas: Editora Papyrus, p.11-34, 2003.
- DUVAL, R. A cognitive analysis of problems of comprehension in a learning of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**. New York: Springer, 2006.
- GONÇALVES, J. P. Uso de jogos computacionais educativos via Internet na matemática - projeto FORMEL. Brasília/ DF: **Anais do XVII Prêmio Jovem Cientista**, 2001.
- HENRY, M. Analyse Theorique de Situations Didactiques. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA-SIPEMAT, 1., 2006, Recife, **Anais...** Recife: Programa de Pós-Graduação em Educação, Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, 2006, p.1-15. CD ROM.
- OTERO-GARCIA, S. C. **O rigor e a intuição no ensino de cálculo e análise**. Resenha de: REIS, F. S. A tensão entre rigor e intuição no ensino de Cálculo e Análise: a visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos. 2001. 302f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, UNICAMP, Campinas, 2001. Revista Eletrônica de Educação. São Carlos, SP: UFSCar, v.5, no. 2, p. 267-274, nov. 2011. Disponível em <http://www.reveduc.ufscar.br>. Acesso em: 25 ago. 2012.
- PAPERT, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- PRENSKY, M. **Digital Game-Based Learning**. Nova York: McGraw-Hill, 2001.
- PRENSKY, M. **Teaching Digital Natives—Partnering for Real Learning**. Thousand Oaks: Corwin, 2010.
- PRENSKY, M. **Don't Bother Me Mom—I'm Learning!**. Nova York: Paragon House, 2005.
- PRENSKY, M. **From Digital Natives to Digital Wisdom: Hopeful Essays for 21st Century Learning**. Thousand Oaks: Corwin, 2012.
- REIS, F. da S. **A tensão entre rigor e intuição no ensino de cálculo e análise: a visão de professores-pesquisadores e autores de livros didáticos**. 2001. 302f. Tese de Doutorado. (Programa de Pós-graduação em Educação – Universidade Estadual de Campinas). Campinas: Faculdade de Educação, 2001.

Enviado em: 27/10/2012
Aceito em: 15/09/2013