

Brinquedos Numéricos: um jogo para o ensino dos conjuntos numéricos¹

Lívia M. Pierini, Maiara A. C. Valentim, Andréa Cardoso

Instituto de Ciências Exatas – Universidade Federal de Alfenas - MG
37.130-000 – Alfenas – MG – Brasil

livia_recnac@hotmail.com, maicoimbra@hotmail.com, andreac74@uol.com.br

Abstract. *This paper presents the conception and development of an educational computer game for the purpose of assisting in the teaching and learning of numerical sets. This game was motivated by the observed difficulty in assimilating these concepts in elementary school students from a state school and of students in the first period of the undergraduate course in mathematics.*

Resumo. *Este trabalho apresenta a concepção e o desenvolvimento de um jogo educativo computacional com o propósito de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de conjuntos numéricos. Este jogo foi motivado pela dificuldade observada na assimilação desses conceitos em alunos do ensino básico de uma escola estadual e em estudantes do primeiro período do curso de licenciatura em matemática.*

1. Introdução

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), no quarto ciclo do ensino fundamental, o aluno deve aprender os conceitos do número irracional, ampliar e construir novos significados para os números naturais, inteiros e racionais, sabendo identificar, interpretar e utilizar diferentes representações desses números, além de conhecer o conjunto dos números reais (BRASIL, 1998). Desse modo, as primeiras noções de números naturais ocorrem nos primeiros ciclos do ensino fundamental e são aprofundadas nos ciclos finais. Os números inteiros e racionais são conteúdos do terceiro ciclo e os irracionais do quarto ciclo, no qual há a introdução, também, dos números reais, assunto que é retomado no ensino médio.

Os números surgiram junto à humanidade, como uma noção de contagem inerente ao ser humano. Entretanto, somente com o nascimento da agricultura, há cerca de 6000 anos, na Suméria e no Egito, houve o surgimento de sistemas de numeração, devido à necessidade de organização matemática, e a origem dos números fracionários ou racionais, associados ao problema da medida. Já a descoberta do primeiro número que não podia ser escrito como razão entre dois números inteiros, isto é, não podia ser representado por uma fração, aconteceu na Escola Pitagórica, há cerca de 2500 anos. A partir daí, outros números foram identificados e denominados irracionais. Somente na

¹ O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Brasil.

idade média, com o florescimento do comércio, surgiram o zero e a ideia de números negativos.

Como, em geral, se podem expressar as ideias abstratas da matemática de maneira mais clara e concisa em termos de notação e dos conceitos da teoria dos conjuntos e como esta é, reconhecidamente, um dos fundamentos da matemática, compreende-se porque a matemática moderna se inicia com uma introdução elementar à teoria dos conjuntos [...] (Eves, 2008, p. 691).

Assim, em meados do século XX, com o movimento de modernização da matemática escolar, os conjuntos numéricos passaram a compor o currículo de matemática, como uma tentativa de estruturar os conceitos e estabelecer relações com o cotidiano dos alunos. Entretanto, muitas vezes, esses passam por todo o ensino básico sem o conhecimento necessário sobre o assunto.

Durante o acompanhamento de professores de matemática, nas atividades do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), em uma escola da rede estadual de ensino, foi possível diagnosticar grandes dificuldades dos alunos, tanto do ensino fundamental como do ensino médio, na identificação dos conjuntos numéricos e na classificação dos números.

Além dessa dificuldade, é notória, cada vez mais, a introdução dos jogos nas escolas pelo resultado positivo que apresentam, despertando a motivação e a aprendizagem. Esses jogos, cujo objetivo é a aprendizagem, são chamados de “Jogos Sérios”. Em específico nas aulas de Matemática, Barbosa (2008, p. 8) afirma que, “[...] das situações acadêmicas, acredita-se que a mais produtiva é a que envolve os jogos, seja na aprendizagem das noções, seja como meio de favorecer o processo que intervém no ato de aprender.”

Dentre os diversos tipos de jogos estão os digitais, também denominados de *games*, definidos por Reynolds (2007) como “jogos no qual pelo menos alguns dos processos e interações são realizados por meio de tecnologias da informação e comunicação”. A origem dos jogos eletrônicos ocorreu no século XIX, com a criação do *pinball*. Quase cem anos depois, surge o primeiro jogo de computador, durante a década de 60, e hoje o mercado de *game* é o terceiro do mundo.

Atualmente, as novas tecnologias estão gradativamente sendo inseridas no ensino devido, principalmente, a demanda da geração atual, que nasce em meio a uma imensa gama de produtos tecnológicos, que lhes são muito atrativos. Nesse contexto, os jogos, como uma ferramenta tecnológica, podem possibilitar “a criação de situações de ensino e aprendizagem motivadoras, dinâmicas, envolventes” (MODEL et al., 2010, p.1393), e, com isso, ser capazes de contribuir efetivamente para o aprendizado.

Reconhecendo a importância do tema, as dificuldades dos alunos e a ausência de jogos sérios digitais envolvendo esse conceito, o objetivo deste trabalho é relatar a experiência do desenvolvimento de um *game* educativo cuja proposta é levar o jogador a estabelecer a relação de continência entre os conjuntos numéricos.

2. O jogo

2.1. A história do jogo

O jogo “Brinquedos Numéricos” se passa em uma loja de brinquedos criado a partir de imagens bidimensionais (2D). Quanto à classificação de gênero, o jogo é classificado como híbrido, pois é composto de elementos diferentes por fase, no qual a história se alterna entre ações de reflexos rápidos e elementos de narrativa. O objetivo foi criar algo simples, tanto para quem joga quanto para quem o confecciona, possibilitando entretenimento e aprendizagem.

A história do jogo retrata uma loja de brinquedos informatizada que sofre um erro no servidor. Com isso, o jogador, representado por um técnico de informática chamado Moacyr, deve solucionar o erro, passando por quatro fases, nas quais ele testa seus conhecimentos sobre conjuntos numéricos e classificação. Cada fase corresponde a um dos conjuntos numéricos: naturais, inteiros, racionais e irracionais, nesta ordem.

Na primeira fase, Figura 1, o técnico Moacyr aparece em um ambiente com caixas que caem de uma tubulação e correm sobre uma esteira. Essas caixas são todas numeradas e o objetivo é que o jogador pule sobre as caixas que contenham apenas números naturais. As caixas que percorrem a esteira e não são atingidas com o pulo do jogador caem em um tanque de lixo que fica sob o chão. Se o jogador erra, ele perde uma chance e volta para o começo da fase. Ao pular em 10 caixas certas o jogador tem a liberdade de controlar o personagem até o fim da tela onde adquire uma peça com o símbolo dos números naturais podendo então, passar de fase.

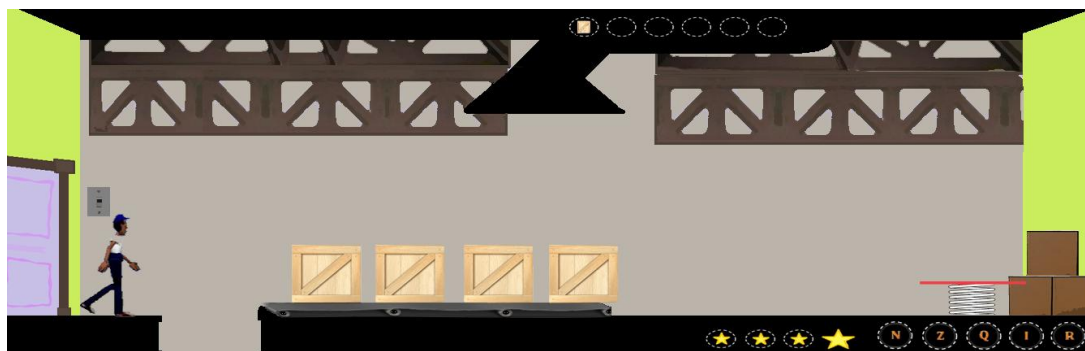


Figura 1. Cenário do jogo.

A segunda fase é um ambiente repleto de bolhas de sabão que saem de uma nova tubulação que simula um sopra-bolhas. Dentro de cada bolha há um número diferente cujo objetivo é que, utilizando o mouse, o jogador clique sobre as bolhas que contenham apenas os números inteiros. Após estourar 10 bolhas corretas, uma nova sai da tubulação com uma peça que contém o símbolo dos números inteiros. Essa bolha estoura e o jogador consegue pegar a peça, adquirindo assim o passaporte para a próxima fase.

Com isso, o jogador pode atravessar a sala e chegar até uma mola, onde salta para a sala acima sendo esta a terceira fase. Porém, da mesma forma que a fase anterior, se ele estoura uma bolha errada, perde uma chance e volta ao início da fase. Este procedimento de errar e retornar ao início da fase se repete em todo jogo, sendo que o jogador tem três chances.

A terceira fase tem como cenário uma sala, que ao fundo simula o céu noturno e contém naves espaciais cujo objetivo do jogador é pular sobre 10 dessas naves em

movimento, que contenham os números racionais. Moacyr deve pular sob a nave certa e, se isso ocorrer, ele permanece sob a nave e pode pular sob outra, que também contenha um número correto. Se ele pula sob uma nave cujo número não pertence ao conjunto dos números racionais, a nave cai, tocando o chão e explodindo, o que faz com que o jogador perca sua chance. Se o jogador conseguir pular sobre as 10 naves corretas, consegue atravessar a sala e chegar ao outro lado onde ele adquirirá mais uma peça, agora com o símbolo dos números racionais, passando, então, por uma porta que o leva diretamente para a última fase.

A última fase é uma sala que contém duas tubulações de onde saem balões com água. Moacyr aparece nesta fase com uma cesta em mãos e precisa ser posicionado no meio dessas tubulações para pegar 10 balões, que contenham os números irracionais. Os balões não recolhidos por ele caem no chão e estouram. Caso o jogador perca as três chances, finaliza-se o jogo e o jogador terá que recomeçar desde o início, se desejar concluir a missão. Mas se o jogador acertar os 10 balões, um balão contendo a última peça com o símbolo dos números irracionais cai fazendo com que a personagem possa atravessar a sala e subir as escadas chegando ao ambiente final.

O jogo termina quando o jogador consegue levar a personagem até este último ambiente, no qual não há nenhuma prova a ser feita. Nele existe apenas um computador. Moacyr ao chegar em frente a esse computador recebe a mensagem de que houve um erro no servidor, por uma falha na identificação do conjunto dos números reais, e, após, o computador mostra os conjuntos adquiridos pelo jogador nas quatro fases. Em seguida, aparece na tela a mensagem: “O conjunto dos números reais é a união de todos estes conjuntos”. Assim, o problema é identificado e solucionado, retornando o jogador a tela inicial. A tela inicial está representada no canto superior direito da Figura 2, do lado dos cenários do jogo e acima de uma das telas do computador que aparecem ao final.



Figura 2. À esquerda, o cenário completo das fases do jogo, à direita acima, a tela de abertura e, abaixo, uma das telas apresentadas ao final do jogo.

2.2. Aspecto de implementação

Sobre a criação do jogo, primeiramente, foi pensado na história, no significado, na aplicação e na personagem do jogo, como definem Bittencourt e Giraffa (2003, p.2) ao

dizer que no intuito de se determinar uma sequência de interações do jogo, deve-se existir um planejamento no qual é pensado o contexto, os objetivos e a forma em que o material será organizado, no que diz respeito aos recursos utilizados.

Em seguida, foi feito um esboço de como seriam os cenários do jogo, no qual foi dada grande importância às cores, para que chamassem a atenção do jogador. Sua criação foi feita através de programas livres e proprietários de edição de imagens. Já a personagem, Figura 3, foi criada no programa *Alice (2.0)*, que é um *software* livre programado em Java e utilizado para criações de animações tridimensionais, o que possibilitou criar a personagem em movimento.



Figura 3. Personagem do jogo. Construção dos passos.

Para a sonoplastia foram utilizados áudios disponíveis online². A programação do jogo foi realizada no programa *Game Editor*³, por ter uma linguagem fácil, já que os programadores são iniciantes no ramo da programação de jogos.

3. Trabalhos relacionados

No que diz respeito ao planejamento do jogo e do conteúdo a ser abordado, foram feitas pesquisas em *sites* de busca e repositórios, visando obter materiais já produzidos para o ensino dos conjuntos numéricos, em específico, jogos digitais. Foram pesquisados de cinco formas diferentes (alterando-se as palavras e o idioma, sendo realizadas pesquisas em português e inglês).

Na primeira página pesquisada foram apresentados aproximadamente 329.000 resultados e foi visualizada até a décima página, porém em sua maioria haviam apenas definições sobre conjuntos numéricos, artigos, vídeos, páginas com exercícios e referências a outros jogos matemáticos, que não faziam parte do assunto procurado. Nas pesquisas seguintes foram apresentados, respectivamente, cerca de 137.000 e 403.000 resultados.

Já nas duas pesquisas feitas em inglês, foram apresentados, respectivamente, 7.720.000 e 11.300.000 resultados diferentes, também sem sucesso de busca nas dez primeiras páginas. Das cinco pesquisas feitas, foi encontrado apenas um jogo interativo voltado para o ensino dos conjuntos numéricos. Neste jogo, o jogador é informado sobre a formação de cada conjunto numérico e, após, ele classifica, de acordo com seu conjunto pertencente, cada número que aparece na tela, sendo apenas uma resposta

² *Sounds.com* disponível em: <http://www.findsounds.com/typesPortuguese.html> e *freeSFX* disponível em <http://www.freesfx.co.uk/sfx/>

³ O programa *Game Editor* é um pacote de criação de jogos 2D que utiliza uma linguagem de programação de *script* e que tem semelhanças com a linguagem de programação C.

correta, mesmo que um número possa pertencer a mais de um conjunto. Por exemplo, o número 1, que pertence ao conjunto dos números naturais, inteiros e racionais. Logo, o jogo auxilia no ensino do tema em questão, mas apesar de informar a relação de continência entre os conjuntos numéricos, não leva o jogador, na prática, a estabelecer essa relação, o que torna pertinente a criação de um jogo que faça com que o aluno assimile essa relação. Assim, o jogo “Brinquedos Numéricos” vem complementar, de forma lúdica, o ensino dos conjuntos numéricos, através do auxílio de jogos digitais.

Assim como Coelho (2009) já havia demonstrado, as máquinas de busca não oferecem bons resultados para recuperação de OA (Objetos de Aprendizagem), visto que trazem informações sobre trabalhos relacionados ao uso de objetos e não propriamente aos OA. Assim, os Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA) se tornaram uma estratégia para organização dos OA, logo foram realizadas pesquisas em seis repositórios⁴ de objetos de aprendizagem citados por Rocha et al. (2011). Os repositórios pesquisados foram o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), o Repositório de Objetos de Aprendizagem da UFMG, a Rede Internacional Virtual de Educação (Rived), o Guia de Recursos Internet e Educação (CAREO), *Multimedia Educational Resource for learning and Online Teaching* (Merlot) e o Portal do professor.

Os repositórios disponibilizam diversos tipos de arquivos multimídia, como áudios, vídeos, programas de criação e exibição de apresentações, entre outros. Também contém muitos materiais de apoio para estudo, como livros, listas de exercícios, conteúdos de definição e outros jogos não digitais que, em sua maioria, tratam de um determinado conjunto numérico. Foram localizados, nesses repositórios, alguns jogos digitais sobre conjuntos numéricos, porém diferentemente do jogo encontrado anteriormente, tratam de cada conjunto separadamente, auxiliando no ensino de cada conjunto, em específico, não estimulando, mais uma vez, a relação de continência dos diferentes conjuntos numéricos.

4. Questionário diagnóstico

No início do primeiro semestre de 2012, um questionário de avaliação diagnóstica foi aplicado, em papel, a 46 ingressantes do curso de licenciatura em matemática a fim de analisar o grau de conhecimento dos conteúdos matemáticos desses alunos. Esse questionário é composto por 25 questões descritivas, de múltipla escolha e de afirmação ou negação, envolvendo vários assuntos.

Dentre as questões aplicadas, uma em particular, Figura 4, aborda o conhecimento sobre conjuntos numéricos. Por essa razão, neste trabalho, foram analisadas somente as respostas referentes a essa questão, composta por oito subitens, com o objetivo de investigar, em específico, o grau de conhecimento desenvolvido no ensino básico pelos estudantes, verificando, então, a pertinência da criação de um jogo para o auxílio da aprendizagem desse conteúdo. Para uma investigação mais precisa das dificuldades identificadas nos questionários, os subitens foram classificados de A a H e analisados separadamente.

⁴ Esses repositórios estão disponíveis em: <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>; <http://www.lcc.ufmg.br/>; <http://sites.unifra.br/rived/RivedUnifra/tabid/410/language/pt-BR/Default.aspx>; <http://theguide.ntic.org/search.php>; <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>; <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>

16. Considere os seguintes conjuntos numéricos: $\mathbf{N}$, o conjunto dos números naturais;
 $\mathbf{Z}$, o conjunto dos números inteiros;
 $\mathbf{Q}$, o conjunto dos números racionais;
 $\mathbf{R}$, o conjunto dos números reais;
 $\mathbf{I} = \mathbf{R} - \mathbf{Q}$, o conjunto dos números irracionais;
 Indique quais das sentenças abaixo são (V)erdadeiras e quais são (F)alsas?
- (a) () 3 é um número real, ou seja, $3 \in \mathbf{R}$. _____
- (b) () $\sqrt{5} \in \mathbf{Q}$. _____
- (c) () $\sqrt[3]{8} \in \mathbf{N}$. _____
- (d) () $2,444... \in \mathbf{I}$. _____
- (e) () $\sqrt{-3} \in \mathbf{R}$. _____
- (f) () $\frac{1}{\sqrt{7}} \in \mathbf{Q}$. _____
- (g) () $x^2 \geq 0, \forall x \in \mathbf{R}$. _____
- (h) () $\pi = 3,14$. _____

Figura 4. Questão sobre os conjuntos numéricos.

A análise dos dados foi feita graficamente, através da confecção de dois gráficos: um geral, Figura 5, com a contagem de erros, acertos totais e parciais e a porcentagem de questões em branco, e outro, Figura 6, que especifica o subitem com maior porcentagem de acertos, para que fossem visíveis quais conjuntos numéricos geram mais dúvidas entre os estudantes.

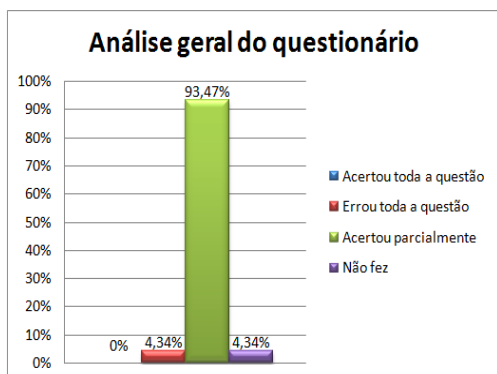


Figura 5. Gráfico geral.

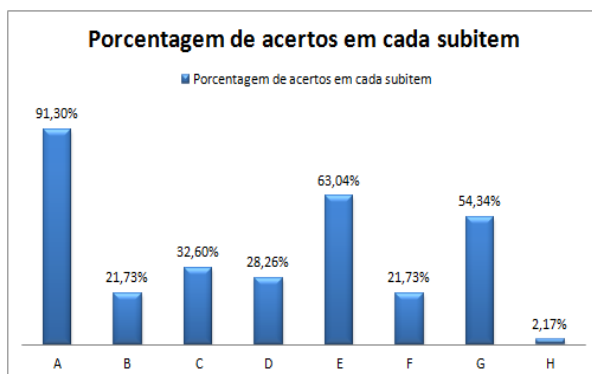


Figura 6. Gráfico específico por subitem.

É possível concluir que nenhum dos estudantes-participantes conseguiu acertar a questão inteira, sendo predominantes os acertos parciais, e que esses têm mais dificuldades com números racionais e irracionais. Além disso, analisando o segundo gráfico, percebe-se que o subitem A teve a maior quantidade de acertos, indicando que o conjunto numérico cujos estudantes têm maior facilidade em identificar é o dos números naturais.

Com isso, pode-se supor que a defasagem dos estudantes concluintes do ensino médio em relação ao conteúdo dos conjuntos numéricos é ainda maior do que se previa, inferindo indiretamente a situação atual no ensino básico, visto que os sujeitos da pesquisa são estudantes que já possuíam certa facilidade com a matemática.

5. Considerações Finais

Assim, diante da defasagem percebida em relação à aprendizagem dos conjuntos numéricos e da ausência de jogos digitais sobre o assunto, o jogo aqui exposto foi planejado para auxiliar, de forma lúdica, o ensino desse conteúdo matemático, ajudando

na identificação dos conjuntos numéricos, desde o quarto ciclo do ensino fundamental até o ensino médio, contribuindo, então, para o ensino, pois, como afirma Pietruchinski (2011, p.477) “[...] os jogos no processo de ensino e aprendizagem são ferramentas capazes de auxiliar no processo educativo, desde que sejam planejados e trabalhados de uma forma crítica, que possibilite a aprendizagem de uma maneira significativa ao aprendiz”.

Pretende-se fazer a validação do jogo “Brinquedos Numéricos” em aulas de matemática de uma escola pública junto a alunos do ensino fundamental e médio, nos quais se pressupõe que os alunos mostrarão interesse, e, posteriormente, disponibilizá-lo na *internet*, com acesso livre, a fim de cooperar com o ensino dos conjuntos numéricos e possibilitar a melhoria do jogo.

6. Referências

- Barbosa, S. L. P. (2008). *Jogos Matemáticos como Metodologia de Ensino-Aprendizagem das Operações com Números Inteiros*. Universidade Estadual de Londrina. Secretaria de Estado da Educação. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1948-6.pdf>
- Bittencourt, J. R. e Giraffa, L. M. (2003). Modelando Ambientes de Aprendizagem Virtuais utilizando Role-Playing Games. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XIV, 2003, *Anais...* Rio de Janeiro-RJ, p. 1-10. Disponível em: <http://www.nce.ufrj.br/sbie2003/publicacoes/paper71.pdf>
- Brasil. (1998) *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF.
- Coelho, G. O. (2009). *Recuperação de objetos de aprendizagem baseada na web 2.0*. Dissertação de Mestrado. Belo Horizonte: Programa de Pós-Graduação em Informática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Disponível em: http://www.biblioteca.pucminas.br/teses/Informatica_CoelhoGO_1.pdf
- Eves, H. (2008) *Introdução à história da matemática*. Campinas: Unicamp.
- Model, J. C. et al. (2010). Uma Ferramenta para Criação de Jogos Educacionais. In: WORKSHOP SOBRE INFORMÁTICA NA ESCOLA, XVI, 2010, *Anais...* Belo Horizonte-MG, p. 1393-1396. Disponível em: http://www.br-ie.org /WIE2010/pdf/sp01_06.pdf
- Pietruchinski, M. H. (2011). Os jogos educativos no contexto do SBIE: uma revisão sistemática de Literatura. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XXII, 2011, *Anais...* Aracaju-SE, p. 476-495. Disponível em: http://www.br-ie.org/sbie-wie2011/SBIE-Trilha3/93164_1.pdf
- Reynolds, R. (2007) What do we mean by ‘computer game’?, Disponível em: http://terranova.blogs.com/terra_nova/2007/11/what-do-we-mean.html
- Rocha, F. L. et al. (2011). Repositórios de objetos de aprendizagem: um estudo exploratório. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, XXII, 2011, *Anais...* Aracaju-SE, p. 304-312. Disponível em: http://www.br-ie.org/sbie-wie2011/SBIE-Trilha2/92939_1.pdf