

MULTIMODALIDADE DE ESTÍMULOS E A EDUCAÇÃO DE ALUNOS COM NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS INTELECTIVAS

Tania Elisa Seibert
Universidade Luterana do Brasil
taniaseibert@hotmail

Alexandre Branco Monteiro
Universidade Luterana do Brasil
alexandremonteiro29@hotmail.com

Claudia Lisete Oliveira Groenwald
Universidade Luterana do Brasil
claudiag@ulbra.br

Resumo:

Apresenta-se, neste artigo, um recorte da investigação de cunho qualitativo, do tipo estudo de caso, realizada com um aluno com Necessidades Educativas Especiais Intelectivas, desenvolvendo com ele uma sequência didática eletrônica, que tem como objetivo central qualificar a sua autonomia em Matemática. O aluno, em 2012, tinha 12 anos e cursava o 6º ano do Ensino Fundamental. A questão norteadora foi: um sujeito com Necessidades Educativas Especiais Intelectivas pode superar dificuldades cognitivas em Matemática quando tem acompanhamento e apoio de uma sequência didática eletrônica? Ressalta-se a importância da Neurociências e da multimodalidade de estímulos oferecidos pela Tecnologia de Informação e Comunicação. Os resultados apontam um severo comprometimento cognitivo em relação aos conceitos lógicos matemáticos, as operações de adição e subtração nos Números Naturais e na resolução de problemas. Observou-se pequenos avanços nos conhecimentos matemáticos e salienta-se a necessidade de que esse acompanhamento seja realizado ao longo de sua vida escolar.

Palavras-chave: Multimodalidade; Neurociências; Necessidades Educativas Especiais Intelectivas; Educação Matemática.

1. Introdução

A partir da Declaração de Salamanca (1994), que culminou no documento "Regras Padrões sobre Equalização de Oportunidades para Pessoas com Deficiências", o qual demanda que os Estados assegurem que a educação de pessoas com deficiências seja parte integrante do sistema educacional, abriu-se um grande debate sobre formas de inclusão educacional, capazes de suprir necessidades especiais físicas, emocionais e cognitivas. Nesse sentido, considera-se importante e necessário o desenvolvimento de pesquisas com foco na inclusão, que busquem criar subsídios para a capacitação da prática dos professores em todos os níveis educacionais.

Esta pesquisa está associada ao convênio firmado entre a Universidade de La Laguna, Tenerife, Espanha, com o grupo de Tecnologias Educacionais e a Universidade Luterana do Brasil, com o Grupo de Estudos Curriculares em Educação Matemática (GECM), do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM), desde 2005, desenvolvendo ações de pesquisa que objetivam a inclusão cognitiva em Matemática, habilidades sociais, valores e autonomia, utilizando tecnologias e a resolução de problemas. A Matemática insere-se no processo de qualificação da autonomia de pessoas com Necessidades Educativas Especiais (NEE), destacando-se os conceitos de compreensão do sistema monetário, de localização no tempo, das operações com Números Naturais e da resolução de problemas que fazem parte do cotidiano. Ressalta-se que para lidar com essas questões, é necessário que se compreendam conceitos, como o de número, do sistema de numeração decimal e das operações no conjunto dos Números Naturais.

Esse artigo contempla a investigação de uma intervenção pedagógica com um jovem de 12 anos, matriculado em 2012, no 6º ano do Ensino Fundamental, de uma escola regular, que possui severas dificuldades de aprendizagem em Matemática, segundo laudos emitidos pela escola que frequenta e por um grupo de profissionais multidisciplinares da Clínica Espaço Terapêutico do município de Canoas/RS.

2. Fundamentação Teórica

Diversas são as definições dadas ao conceito “Necessidades Educativas Especiais” ou “Necessidades Educacionais Especiais”. Segundo Coll (2004), os alunos que apresentam algum problema de aprendizagem, ao longo de sua escolarização, que exija uma atenção mais específica e maiores recursos educacionais do que os necessários para os colegas de sua idade são alunos com NEE. Para Duck (2007), alunos e alunas que estão constantemente sob o risco de serem excluídos do processo de ensino e aprendizagem são alunos com NEE. Já, para Cardoso (2007), o conceito de NEE remete às dificuldades de aprendizagem e aos recursos educacionais necessários para atender essas necessidades, tanto físicas, incluindo visuais e auditivas, quanto intelectuais.

Utiliza-se a denominação pessoas com Necessidades Educacionais Especiais Intelectivas (NEEI) quando as necessidades educacionais se referem ao processo de construção do conhecimento, à cognição (FIERRO, 2004). Para Relvas (2009a, 2009b),

essas pessoas distinguem-se das demais por apresentarem dificuldades de generalizar, classificar, abstrair e analisar, possuindo um ritmo mais lento para aprender.

Estudos na área das Neurociências apontam para as possibilidades de pessoas com NEEI modificarem as suas estruturas mentais. Destacam-se desses estudos os conceitos de sinaptogênese, sinapse e plasticidade cerebral.

A sinaptogênese é processo de comunicação que ocorre entre os neurônios, propiciando as intercomunicações e inter-relações dos estímulos captados, formando as sinapses, que são os pontos de acoplamento e comunicação entre os neurônios. (FIORI, 2008). Para Lent (2002) o cérebro armazena fatos separadamente, entre neurônios, e a aprendizagem se dá quando os mesmos são associados através das sinapses. Essa associação ocorre quando novos estímulos provenientes do meio, através dos sentidos, são propagados.

A plasticidade cerebral é a denominação das capacidades adaptativas do Sistema Nervoso Central (SNC), isto é, a habilidade para modificar sua organização estrutural própria e seu funcionamento. Permite o desenvolvimento de alterações estruturais em resposta à experiência e a estímulos repetidos. Existem vários mecanismos de plasticidade, sendo a sináptica a mais importante (RELVAS, 2007, 2009a).

Relvas (2007, 2012) destaca que os avanços das Neurociências têm contribuído para o entendimento dos processos de cognição. No entanto, a autora salienta que o cérebro necessita de estímulos, pois as células nervosas, quando excitadas, produzem neurofinas, moléculas que estimulam seu crescimento e sua reação. Destaca que as aprendizagens perpassam pelas sinapses, pelas conexões neurais e pelo envolvimento e interação no ambiente social, salientando que o cérebro é plástico e, por isso, capaz de sofrer modificações.

A cada nova experiência do indivíduo, redes de neurônios são rearranjadas, outras sinapses são reforçadas e múltiplas possibilidades de respostas ao ambiente tornam-se possíveis. O número e a qualidade das sinapses em um neurônio podem variar, entre outros fatores, pela experiência e aprendizagem, demonstrando a capacidade plástica do Sistema Nervoso (SN) (RELVAS, 2007, 2012).

Os neurônios têm capacidade de regeneração até de estruturas nervosas adultas. A relação entre experiência e estímulo constitui o principal pilar para a regeneração dessas células, por isso os exercícios, cuja cognição seja bem estimulada, são importantes, tanto na repaginação do movimento cerebral de aprender, quanto na recuperação de alunos

aparentemente desestimulados. Utilizando-se estratégias didáticas diferenciadas, estabelece-se a recontextualização dos indivíduos, mesmo que vagarosamente. Portanto, o conceito de plasticidade cerebral deve ser aplicado à educação, considerando a tendência do SN em se ajustar diante das influências ambientais que se dão durante o desenvolvimento infantil ou na fase adulta, restabelecendo e restaurando funções desorganizadas por condições patológicas, através da capacidade de criar respostas compensatórias (RELVAS, 2009a, 2012).

Sobre a Matemática e a Neurociências, Bravo (2010) escreve que, segundo a teoria de localização cerebral, a atividade Matemática se apresenta, em maior medida, no lobo frontal e parietal do cérebro. Dentro do lobo parietal, registra-se um maior consumo de energia com a atividade Matemática na região denominada sulco intraparietal e na região inferior. Parece ser a região parietal inferior que controla o pensamento matemático e a capacidade cognitiva viso-espacial. Acredita-se que as tarefas complexas do processamento matemático se devem à orientação simultânea de vários lobos do cérebro. A simples resolução de um problema que necessita de uma operação aritmética requer habilidades verbais, espaciais, conceituais, aritméticas e raciocínio.

3. Metodologia da pesquisa

A pesquisa desenvolvida é de cunho qualitativo, do tipo estudo de caso, segundo os preceitos teóricos de Santos Filho (2001), Ponte (1992) e Yin (1994) e no desenvolvimento de sequências didáticas eletrônicas. Este trabalho foi desenvolvido, entre março e dezembro de 2012, com reuniões de estudos entre os pesquisadores e sessões com o aluno investigado. Foi implementada¹ uma intervenção pedagógica, com 33 sessões de estudo (um encontro por semana, num total de 32 horas), com o aluno J, de 12 anos, que estudava, em 2012, no 6º ano do Ensino Fundamental, em uma escola regular do município de Canoas/RS. J. apresenta Necessidades Educativas Especiais Intelectivas, ocasionadas, entre outros fatores, por um QI de execução inferior ao esperado para a sua idade. Apresenta, segundo laudo da avaliação neuropsicológica realizado no Espaço Terapêutico, deficiências à distração, organização perceptual e velocidade de processamento mental, todas alcançando classificações deficientes ou limítrofes.

¹ Implementar nesse trabalho está sendo utilizado no sentido de desenvolver, aplicar e avaliar uma sequência didática eletrônica.

O objetivo central da pesquisa foi o de analisar a evolução cognitiva desse aluno em relação aos conceitos matemáticos presentes na sequência didática eletrônica implementada.

4 Sequência didática eletrônica e as Necessidades Especiais Educativas Intelectivas

Como sequência didática, concorda-se com a definição dada por Zabala (1998), quando esse afirma que uma sequência didática é um conjunto de atividades organizadas, de maneira sistemática, planejadas para o processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo, etapa por etapa. Essas etapas devem ser organizadas de acordo com os objetivos que se deseja alcançar e devem envolver atividades de aprendizagem e atividades avaliativas.

A opção por uma sequência didática eletrônica se deu em função de estudos, como os de Howard-Jones (2012), que apontam como importante o tipo de multimodalidade que a tecnologia oferece, (imagens, sons, escrita) e que em função de utilizar diferentes estímulos ao mesmo tempo, tem a potencialidade de estimular atividades cerebrais extras, superiores e acima daquelas produzidas ao experimentar cada modo separadamente, já que ativa diferentes partes do cérebro simultaneamente.

Para Silva Filho (2007) a incorporação de elementos multimodais incrementa os documentos digitais e melhora a acessibilidade a esses documentos, ressaltando que a tecnologia que oferece múltiplas perspectivas facilita o processo de assimilação de novos conhecimentos, já que, segundo o autor, o processo de aprendizado é altamente dependente da maneira que o indivíduo aprende. Dessa forma, documentos digitais que incorporam múltiplos recursos (multimodais e interativos) auxiliam no processo de ensino e aprendizagem, inclusive de conceitos abstratos, pois apresentam o conceito sob diferentes perspectivas.

Utilizou-se, nas sessões de estudos com J, uma sequência didática eletrônica, que abordou os conceitos de cardinalidade, ordinalidade, compreensão do Sistema de Numeração Decimal (unidade e dezena), operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais e resolução de problemas, segundo a figura 1.



Figura 1 – Nodos da sequência didática eletrônica

O acesso a cada um dos quatro nodos é realizado através de uma “porta de entrada”, composta por “janelas”. Na figura 2 é possível observar o “nodo um” (sistema de numeração decimal). Este nodo é formado por 28 janelas, compostas por diferentes atividades: material de estudo, atividades (resolução de problemas e exercícios) e jogos *online*.

SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL

PARA ESTUDAR SIGA A ORDEM INDICADA PELOS NÚMEROS

CONCEITO DO NÚMERO [3]	JCLIC [2]	CARDINALIDADE ORDINALIDADE [3]	JOGO ONLINE [4]	JCLIC [5]	JOGO ONLINE [6]	SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL [7]	JOGO ONLINE [8]
JCLIC [9]	JOGO ONLINE [1 0]	JCLIC [1 1]	SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL II [1 2]	JCLIC [1 3]	JOGO ONLINE [1 4]	ABACO [1 5]	JOGO ONLINE [1 6]
JCLIC [1 7]	MATERIAL DOURADO [1 8]	JOGO ONLINE [1 9]	JCLIC [2 0]	JOGO ONLINE [2 1]	QVL [2 2]	JCLIC [2 3]	JOGO ONLINE [2 4]
JOGO ONLINE [2 5]	JCLIC [2 6]	JOGO ONLINE [2 7]	JCLIC [2 8]	BOM TRABALHO!			

Figura 2 – Porta de entrada do nodo um

A sequência didática eletrônica foi desenvolvida utilizando diferentes recursos: aplicativo JClíc² (exercícios e problemas), *PowerPoint* salvo em HTML (material de estudo) e jogos *online*. Na figura 3 e 4 exemplos de material de estudo desenvolvidos em *PowerPoint*.

² O JClíc é um programa para a criação, realização e avaliação de atividades educativas multimídia, desenvolvido na plataforma Java. É uma aplicação em *software* livre, baseado em código aberto. É formado por um conjunto de aplicações informáticas que servem para realizar diversos tipos de atividades educativas (NIED, 2010).

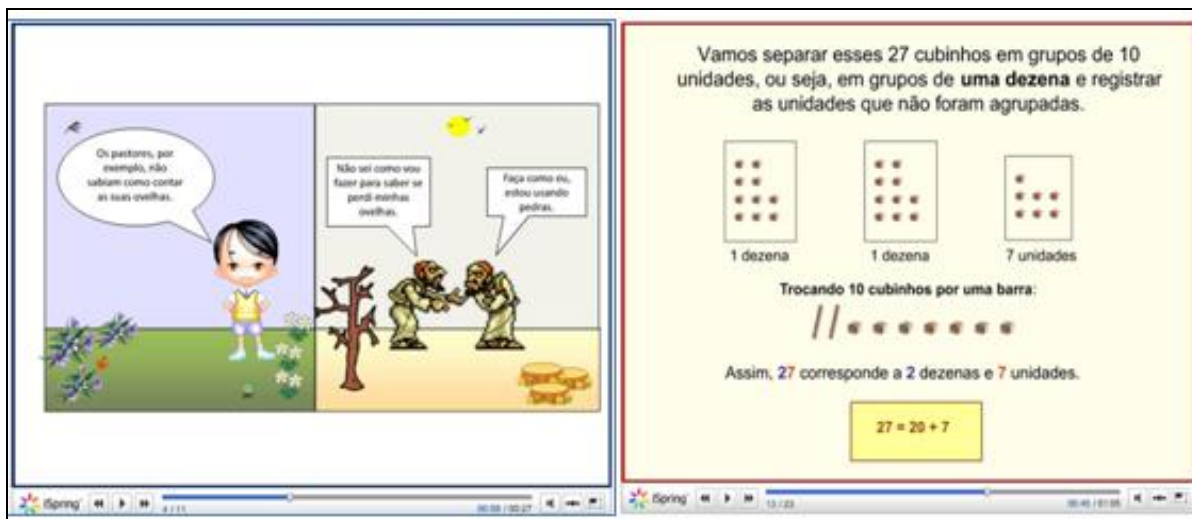


Figura 3 – Material de estud

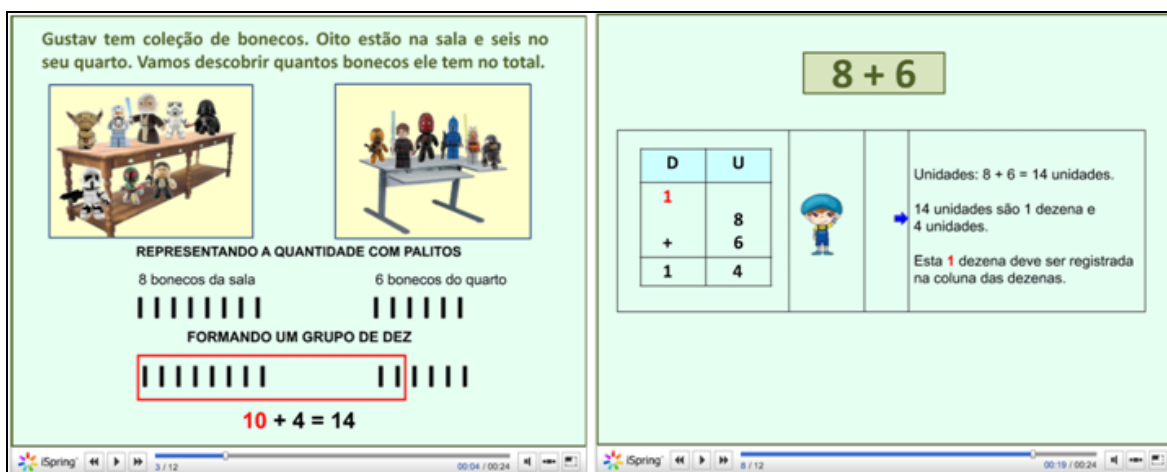


Figura 4 – Material de estudo

Nas figuras 5 e 6 exemplos de atividades desenvolvidas no aplicativo JClic.

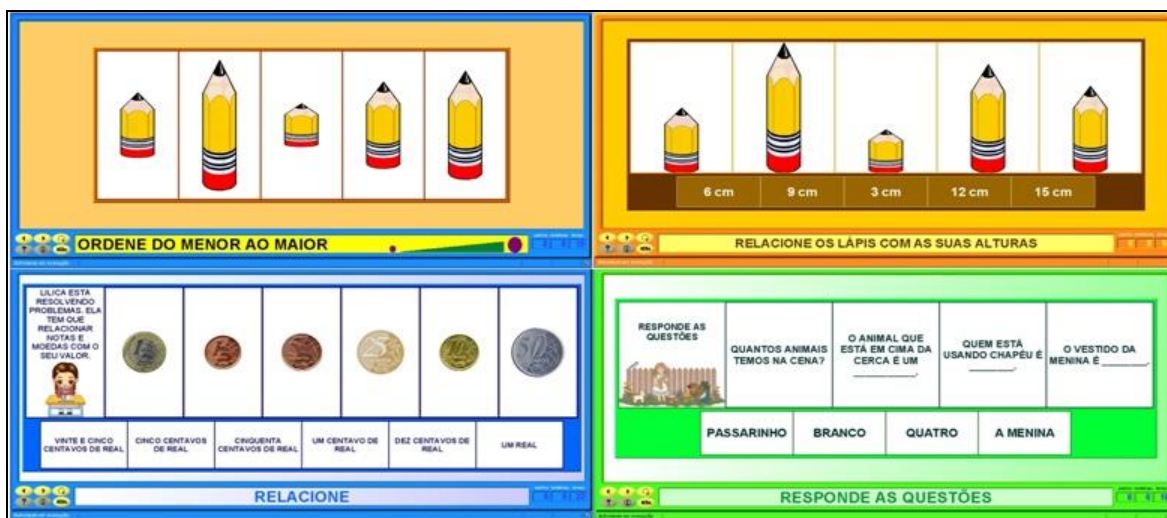


Figura 5 – Atividades da sequência desenvolvidas no aplicativo JClic



Figura 6 – Atividades da sequência desenvolvidas no aplicativo JCLic

Em todo o desenvolvimento da sequência utilizou-se atividades e jogos disponíveis na Internet, selecionados em função do conceito trabalhado no nodo. Na figura 7 e 8 exemplos de atividades *online*.

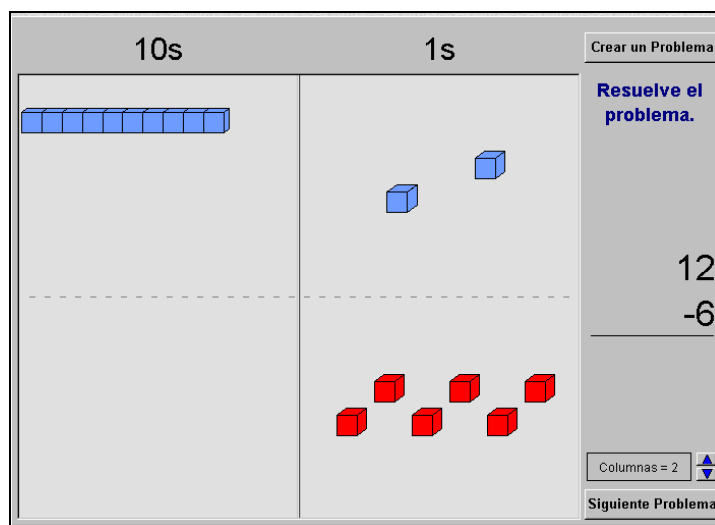


Figura 7 – Atividade *online*

Fonte: http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_155_g_1_t_1.html?from=category_g_1_t_1.html

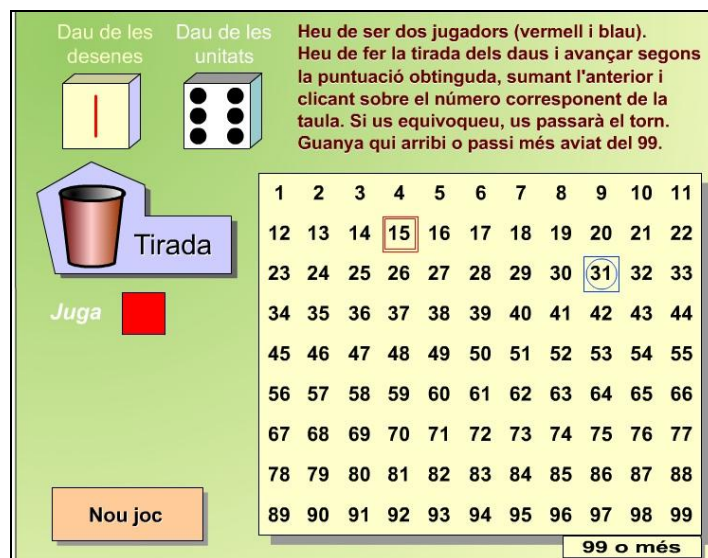


Figura 8 – Jogo online

Fonte: <http://www.genmagic.org/mates3/paissat.swf>

As atividades desenvolvidas, na sequência didática eletrônica foram fundamentadas nos aportes teóricos de Golbert (2002), Graham et al (1996) e Graham, Thornton e Putti (1994).

5. Análise

Na primeira sessão de estudo com J, foram aplicadas as provas operatórias de Piaget. Já nas provas de conservação de quantidade discreta e contínua, foi possível perceber que J não conservava as quantidades frente a mudanças de ordem espacial. O resultado de outros testes aplicados, como de fatos numéricos e compreensão do sistema de numeração decimal, também apontaram um séria defasagem em relação a sua idade e a série que esse frequentava na escola.

Em função dos resultados apresentados na fase de sondagem optou-se por implementar uma sequência didática eletrônica envolvendo conceitos básicos da Matemática, como o conceito de número, compreensão do sistema de numeração decimal e operações com o conjunto dos Números Naturais. Destaca-se que a metodologia utilizada na elaboração da sequência foi a de resolução de problemas, e que o sistema monetário brasileiro e as questões de localização no tempo, fundamentais na aquisição da autonomia social em Matemática, foram contempladas em todas as fases da intervenção pedagógica.

Observou-se durante a aplicação da intervenção pedagógica a motivação de J, o seu interesse e responsabilidade, pois se mostrou pontual e assíduo. Sobre os conceitos matemáticos trabalhados na sequência, ressalta-se que esse demonstrou avanços, apesar de

lentos, na compreensão dos mesmos, principalmente quando se sentia capaz de resolvê-los. O que leva a reflexão de que estudos de acompanhamento, para alunos de inclusão, devem ser desenvolvidos a longo prazo, ao longo de sua vida escolar, pois os avanços são lentos e há retrocessos, sendo necessária uma constante retomada dos conceitos já desenvolvidos e, muitas vezes, já compreendidos.

Nesse sentido, as TIC oferecem, através de estímulos multimodais, diferentes recursos didáticos, que devem ser agregados à prática dos professores. A intervenção pedagógica realizada com J evidencia a importância desses, pois se observou que os mesmos propiciaram um ambiente motivador e facilitador do processo de aprendizagem dos conceitos matemáticos.

A figura 9 apresenta J realizando uma atividade, elaborada no aplicativo JClic, com o sistema de numeração decimal (números na forma decomposta e valor posicional). Salienta-se que J, inicialmente, desconhecia os conceitos envolvidos nos estudos desse sistema, e após uma série de sessões de estudo (aproximadamente 4 meses) apresentou avanços na compreensão do sistema de numeração decimal, especialmente no valor posicional. Porém, mesmo assim, foi necessário retomar algumas atividades em outras sessões, sendo essa uma característica marcante de J, a necessidade da retomada de atividades.

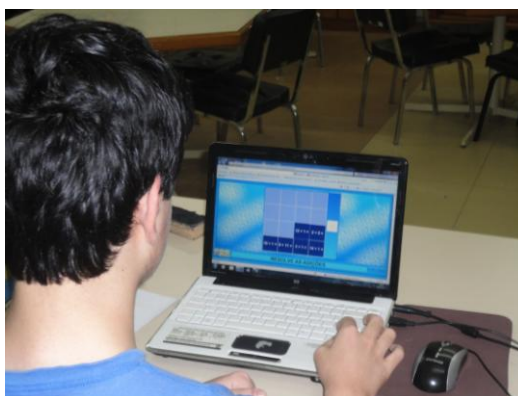


Figura 9: atividade com conceitos sobre o sistema de numeração decimal

O estudante investigado resolveu uma série de problemas, apresentados no aplicativo JClic, principalmente, problemas envolvendo situações cotidianas, com ênfase no sistema monetário brasileiro. Um exemplo de problema, resolvido por J é: O ingresso de um show de rock custa R\$ 10,00. Roberto comprou 3 ingressos e pagou com uma nota de R\$ 50,00. Quanto recebeu de troco?

Na análise das filmagens realizadas nas sessões de estudo com J, foi possível perceber que esse iniciou um processo de busca de estratégias próprias para realizar algumas atividades, principalmente na resolução de problemas aditivos, como por exemplo, quando deixou de realizar traços que representavam as parcelas de uma adição e percebeu que podia partir de uma delas e adicionar a outra, utilizando os dedos como recurso. Na subtração passou a contar, com o auxílio dos dedos, do minuendo até chegar ao subtraendo. Outro aspecto importante diz respeito à compreensão da operação adequada para resolver problemas do campo aditivo, como por exemplo, nas questões de “quanto a mais”.

Esta busca pela compreensão é vista como sendo uma repaginação do movimento cerebral de aprender, que segundo Relvas (2007, 2009a) se dá quando estratégias didáticas diferenciadas, que proporcionam diferentes estímulos, modificam os mecanismos de aprendizagem, isto é, quando o SNC altera a sua estrutura, através da plasticidade cerebral. Destaca-se que a utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação utilizadas na sequência didática, por apresentar diferentes estímulos simultâneos, propiciou a J um ambiente em que este se sentia desafiado frente às novas aprendizagens.

As pesquisas sobre o funcionamento do cérebro e do aprendizado apontam os conceitos de sinapse e de plasticidade cerebral como fundamentais no processo de aprendizagem de alunos com NEE. Por esse motivo acredita-se que estas devem fluir diretamente para as salas de aula. A comunidade escolar e a família devem compreender as diferentes maneiras de aprender e as formas pessoais de aprendizado de todos os alunos e acreditar nas suas potencialidades.

A análise dos dados coletados durante a intervenção pedagógica realizada com J no ano de 2012, que terá continuidade em 2013, aponta para a possibilidade de aprendizagem de alunos com defasagem cognitiva, desde que se respeite o seu ritmo, o seu conhecimento prévio e se utilize materiais e atividades motivadoras, que modifiquem principalmente as suas condições de autoestima.

6. Agradecimentos

Agradecimentos especiais a: Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) que financiou estes estudos; a HP Calculadoras que financiou a aquisição dos equipamentos de informática.

7. Referências

BRAVO, J. A. F. Neurociencias y enseñanza de la Matemática: prólogo de algunos retos educativos. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, n. 51/3, p.1-12, 25 jan. 2010.

CARDOSO, M. S. Aspectos históricos da educação especial: da exclusão a inclusão uma longa caminhada. In: MEC. **Abrindo caminhos para a inclusão**. Brasília: MEC-FNDE, 2007. Cap. 1, p. 5 -12.

COLL, C. et al. **Desenvolvimento psicológico e educação: transtornos de desenvolvimento e necessidades educativas especiais**. v. 3. Porto Alegre: Artmed, 2004.

DECLARAÇÃO DE SALAMANCA. Enquadramento da ação: necessidades educativas especiais. In: **Conferência Mundial sobre necessidades educativas especiais**. Salamanca/Espanha: UNESCO, 1994.

DUCK, C. **Educar na diversidade**: material de formação docente. 3. ed. Brasília: MEC, SEESP, 2007.

FIERRO, A. Os alunos com deficiência mental. In: COLL, C. et al. **Desenvolvimento psicológico e educação: transtornos de desenvolvimento e necessidades educativas especiais**. Porto Alegre: Artmed, v. 3, 2004, p. 193 - 214.

FIORI, N. **As neurociências cognitivas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

GOLBERT, C. G. **Novos rumos da aprendizagem da matemática**. Porto Alegre: Mediação, 2002.

GRAHAM A. J.; THORNTON C. A.; PUTT I. J. A model for nurturing and assessing multidigit number sense among First Grade Children. IN: **Educational Studies in Mathematics**, v. 27, nº 2, set. 1994, p. 117 – 143.

GRAHAM A. J. et al. Multidigit number sense: a framework for instruction and assessment. In: **Journal for Research in Mathematics Education**. v. 27, nº.3, mai. 1996, p. 310 – 336.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais**. Atheneu: São Paulo, 2004.

PONTE, J. P. **O estudo de caso na investigação em educação matemática**. Projectos DIC. Lisboa, 1992.

RELVAS, M. P. **Neurociências e transtornos da aprendizagem: as múltiplas eficiências para uma educação inclusiva**. Rio de Janeiro: Wak, 2009a.

_____. **Neurociências e educação: potencialidades dos gêneros humanos na sala de aula**. Rio de Janeiro: Wak, 2009b.

_____. **Fundamentos biológicos da educação.** Rio de Janeiro: Wak, 2007.

_____. **Neurociência na prática pedagógica.** Rio de Janeiro: Wak, 2012.

SANTOS FILHO, F. C.; GAMBOA, Sílvio S. S. (org). **Pesquisa educacional:** quantidade-qualidade. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

SILVA FILHO, A.M. O papel da tecnologia da informação e comunicação na melhoria do processo de ensino e aprendizagem. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 74, julho 2007.
Disponível em: <<http://www.espacoacademico.com.br/074/74amsf.htm>>. Acesso em: 18 nov. 2012.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

YIN, R. **Case study research: design and methods.** New Park: Sage, 1994.