UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRÓ-REITORIA ADJUNTA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
E MATEMÁTICA – DOUTORADO

TANIA ELISA SEIBERT

APRENDIZAGEM MATEMÁTICA DE UM JOVEM COM ESPINHA BÍFIDA E SÍNDROME DE ARNOLD CHIARI

CANOAS
2014

TANIA ELISA SEIBERT

APRENDIZAGEM MATEMÁTICA DE UM JOVEM COM ESPINHA BÍFIDA E SÍNDROME DE ARNOLD CHIARI

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Luterana do Brasil, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profª. Drª. Claudia Lisete Oliveira Groenwald

Coorientadora: Profª. Drª. Maria Aurelia Noda Herrera

Linha de pesquisa: Inclusão em Ensino de Ciências e Matemática

CANOAS
2014

TANIA ELISA SEIBERT

APRENDIZAGEM MATEMÁTICA DE UM JOVEM COM ESPINHA BÍFIDA E SÍNDROME DE ARNOLD CHIARI

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Luterana do Brasil, como requisito para obtenção do título de Doutor em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profª. Drª. Claudia Lisete Oliveira Groenwald

Coorientadora: Profª. Drª. Maria Aurelia Noda Herrera

APROVADA EM 25/03/2014.

Profa. Dra. Claudia Lisete Oliveira Groenwald – Orientadora – ULBRA

Profa. Dra. Maria Aurelia Noda Herrera – Coorientadora – Universidad de La Laguna

---

Profa. Dra. Maria Cristina Kessler – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

---

Profa. Dra. Siobhan Victoria Healy – Universidade Bandeirante de São Paulo

---

Prof. Dr. Arno Bayer – ULBRA

Profa. Dra. Carmen Teresa Kaiber – ULBRA

Profa. Dra. Jutta Cornelia Reuwsat Justo – ULBRA

CANOAS
2014

Este trabalho é dedicado a ti G, por tudo que representas na minha vida.

Pelo teu exemplo de luta, de luz e de perseverança.

Foi uma longa jornada ...

Mas em momento nenhum estive sozinha.

Por isso agradeço:

- a G pela dedicação, pela motivação e pelo amor que irradia;

- a mãe de G pela cumplicidade;

- as minhas orientadoras Claudia Lisete Oliveira Groenwald e Maria Aurelia Noda Herrera por dividirem comigo os seus saberes;

- ao professor Lorenzo Ruiz Moreno, da Universidad de La Laguna, Tenerife, Espanha, por seu apoio e por ter possibilitado o intercâmbio com esta universidade;

- aos meus colegas e professores do PPGECIM/ULBRA;

- ao Alexandre Branco Monteiro, Andrielly Lemos, Ilisandro Pesente, Bruno Grilo Honorio e Neide Alves Schaeffer por serem o que são;

- a Laís Marina Bays e Deisi Mônica Seibert por me auxiliarem nas traduções;

- ao Dr. Fernando Gustavo Stelzer, neurologista, por todos os auxílios prestados no estudo da Neurociências;

- as pessoas fundamentais na minha vida: Henry, Lisli e Lucas. Amo muito vocês;

- ao meu pai, Adílio Müller, que enquanto esteve comigo foi o meu maior incentivador. Queria muito poder dividir este momento contigo.

"Incluir significa promover e reconhecer o potencial inerente a todo ser humano em sua maior expressão: a diferença".

Francisco Gonçalves, Lara Gonçalves, Paulo Santos, 2010.

RESUMO

A partir da Lei de Diretrizes e Base, LDB 9394, (Brasil, 1996), alunos com Necessidades Educativas Especiais, passam, preferencialmente, a estudar em escolas regulares. Em função dessa proposta instala-se, na educação, um novo paradigma, o da acessibilidade. Diante dessa nova perspectiva educacional, optou-se por desenvolver uma investigação que possa contribuir nesse processo. A pesquisa buscou responder a seguinte questão: Um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari pode expandir suas competências e habilidades relacionadas à compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas, com a aplicação de uma sequência didática individualizada? A partir do problema foram determinadas as questões de investigação: (1) As dificuldades próprias do jovem investigado interferem no desenvolvimento da compreensão de conceitos matemáticos? (2) A aplicação de uma sequência didática individualizada, que respeita o tempo de aprendizagem do jovem e utiliza diferentes recursos didáticos, especialmente as Tecnologias de Informação e Comunicação, pode auxiliá-lo a superar obstáculos de aprendizagem na compreensão desses conceitos? (3) O jovem investigado transfere os conceitos matemáticos trabalhados na sequência didática para outros contextos? O objetivo geral foi investigar a evolução cognitiva do jovem em relação aos conceitos matemáticos já citados. Os objetivos específicos: (a) investigar as dificuldades apresentadas pelo jovem nesses conceitos e suas potencialidades; (b) investigar como implementar a sequência didática individualizada e os resultados apresentados pelo jovem frente a uma intervenção pedagógica que utiliza essa sequência; (c) analisar e confrontar as habilidades matemáticas trabalhadas na sequência didática e a sua transferência para outras situações; (d) investigar a evolução do jovem em relação à resolução de problemas aditivos, através da aplicação de pré-teste e pós-teste com problemas aditivos. Fundamentou-se teoricamente a investigação em diferentes autores que tratam da história da educação escolar de pessoas com Necessidades Educativas Especiais, da Neurociências, da cognição de pessoas com Espinha Bífida e dos conceitos matemáticos trabalhados na sequência didática. Para alcançar os objetivos optou-se por realizar uma investigação de cunho qualitativo (exploratório e descritivo), do tipo estudo de caso, com a finalidade de responder perguntas do tipo "como" e "por que". O estudo de caso caracterizou-se como um estudo de uma entidade bem definida, evidenciando o que há de mais essencial e característico, isto é, um olhar holístico sobre o jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari, aqui chamado de G. Os dados foram coletados através de documentos médicos e escolares, questionários, filmagens e diário de bordo, durante a aplicação de uma intervenção pedagógica, com sessões semanais de estudo entre o jovem investigado e a pesquisadora. A intervenção foi dividida em três fases: a sondagem, o projeto piloto e a aplicação da sequência, totalizando 77 sessões (118 horas), de março de 2010 a outubro de 2012. Os resultados apontam uma evolução cognitiva de G nos conceitos matemáticos abordados na intervenção pedagógica, a necessidade de reforço permanente desses conceitos, a qualificação de sua autonomia social e a transferência desses conceitos para outros contextos. A sequência didática criada para atender as necessidades de G será disponibilizada para escolas e núcleos de apoio a aprendizagem, pois se acredita na potencialidade que a mesma tem para atender diferentes sujeitos com necessidades semelhantes às apresentadas pelo jovem investigado.

Palavras chave: Necessidades Educativas Especiais. Inclusão Cognitiva em Matemática. Autonomia Social em Matemática. Espinha Bífida. Síndrome de Arnold Chiari.

ABSTRACT

After the Law for Educational Guidelines and Framework, LDB 9394, (Brazil, 1996), students with Special Educational Needs were preferably enrolled in regular schools. Due to this proposal, a new accessibility paradigm was in place in education. Given this new educational perspective, we chose to develop a research that may contribute to this process. The research sought to answer the following question: Can a young subject with Spina Bifida and Arnold Chiari Syndrome expand his/her skills and abilities related to the understanding of mathematical logical concepts, decimal numbers, addition and subtraction operations with natural numbers, units of time and the Brazilian monetary system, in the context of problem solving, with the application of an individualized instructional sequence? From that problem, research questions were developed: (1) Which are the difficulties faced by the young subject that interfere with the development of understanding of mathematical concepts? (2) Can the implementation of an individualized instructional sequence that respects the learning time of the young subject and uses different learning resources, especially Information and Communication Technologies, help him/her overcome learning obstacles in understanding these concepts? (3) Can the young subject apply the mathematical concepts worked in the instructional sequence to other contexts? The overall objective was to investigate the cognitive development of the young subject in relation to the aforementioned mathematical concepts. Specific objectives: (a) investigate the difficulties reported by the young subject regarding these concepts and their potentials; (b) investigate how to implement individualized instructional sequence and the results presented by the young subject against an educational intervention that applied that sequence; (c) examine and confront the mathematical skills worked in the instructional sequence and its application to other situations; (d) investigate the evolution of the young subject in relation to solving additive problems through the application of pre-test and post-test problems with addition. The research was theoretically grounded on different sources on the history of education of people with Special Educational Needs, neurosciences, cognition of people with Spina Bifida and mathematical concepts used in the instructional sequence. In order to achieve these objectives, we decided to conduct a qualitative investigation (exploratory and descriptive) of a case study, in order to answer questions such as "how" and "why". The case study was characterized as a study of a well-defined entity, evidencing what is most essential and characteristic, that is, a holistic look at the young subject with Spina Bifida and Arnold Chiari Syndrome, herein called G. Data were collected through medical and school documents, questionnaires, filming and a diary, during the implementation of an educational intervention with weekly study sessions between the young subject and the researcher. The intervention was divided into three phases: a survey, the pilot project and the application of the sequence, totaling 77 sessions (118 hours), from March 2010 to October 2012. The results indicate the cognitive evolution of G in the mathematical concepts covered by the educational intervention, the need for continued strengthening of these concepts, a qualified social autonomy and the transfer of these concepts to other contexts. The instructional sequence designed to meet G's needs will be available for schools and centers for learning support, because we believe in the potential that it has to help different individuals with similar needs to those of the young subject.

Key words: Special Educational Needs. Cognitive Inclusion in Mathematics. S
Autonomy in Mathematics. Spina Bifida. Arnold Chiari Syndrome.

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

Crianças são como borboletas ao vento...
algumas voam rápido ...
algumas voam pausadamente...
mas todas voam do seu melhor jeito.
Autor desconhecido.

O desenvolvimento desta tese baseia-se na necessidade de pesquisas sobre a inclusão de alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE), já que a partir da Declaração de Salamanca (1994) e da Lei de Diretrizes e Bases 9394 (Brasil, 1996), inicia-se uma nova fase no processo escolar: a inclusão de alunos com NEE nas classes de ensino regular.

Marques (2001) denomina essa proposta de "paradigma da acessibilidade", que objetiva oportunizar a aprendizagem escolar para todos os alunos, enfatizando o respeito e a aceitação da diferença como condições constitutivas de uma sociedade plural. Segundo o autor, é urgente a mobilização dos grupos envolvidos, isto é, família, professores, especialistas e pesquisadores, para que o projeto não se restrinja à visão de alguns ou à retórica da lei.

Acreditando que a inclusão deve embasar-se no reconhecimento das diferenças e no desenvolvimento de práticas pedagógicas inclusivas que respeitem e se sustentem no reconhecimento do conhecimento prévio e das potencialidades dos alunos com NEE, que identifiquem os obstáculos que dificultam a sua aprendizagem, e no conteúdo realmente necessário para sua inclusão na sociedade, surgiu a proposta deste trabalho que buscou responder a seguinte pergunta: **Um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari pode expandir suas competências e habilidades relacionadas à compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas, com a aplicação de uma sequência didática individualizada?**

Nesse sentido optou-se por uma pesquisa cujo foco está na aprendizagem de conceitos matemáticos essenciais na busca da autonomia de pessoas com NEE, mais especificamente de pessoas com Necessidades Educativas Especiais Intelectivas (NEEI), buscando fornecer subsídios para escolas, núcleos de apoio de aprendizagem e para os professores das escolas que possuem em suas salas alunos de inclusão.

Para tal foi implementada uma intervenção pedagógica, com um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari, aqui chamado de G, visando ampliar a sua compreensão nos conceitos matemáticos necessários para sua vida em sociedade. A intervenção pedagógica aplicada nessa investigação foi realizada através de sessões de estudos, entre a pesquisadora e G. Foi dividida em três fases: a sondagem, o projeto piloto e a aplicação da sequência individualizada com conceitos matemáticos, totalizando 77 sessões de estudo, em torno de 118 horas, com início em março de 2010 e término em outubro de 2012.

Este trabalho está dividido em nove capítulos. O primeiro tem como objetivo contextualizar a investigação, situando o leitor desde o início, trazendo o problema de pesquisa, a justificativa e os objetivos da investigação. O segundo apresenta uma revisão teórica sobre a inclusão de pessoas com NEE na sociedade e no sistema educacional, desde a idade antiga até a atualidade. O enfoque do terceiro capítulo é a contribuição dos estudos da Neurociências nos processos de aprendizagem, enfatizando a sinaptogênese e a plasticidade cerebral, considerados importantes no desenvolvimento cognitivo de pessoas com NEEI.

O capítulo quatro, traz a abordagem teórica dos conceitos matemáticos utilizados na construção da sequência didática implementada na intervenção pedagógica e, o conceito que, nesse trabalho, denomina-se como **Autonomia Social em Matemática**.

Os pressupostos metodológicos e as ações da pesquisa, de enfoque qualitativo, do tipo estudo de caso, as características do jovem investigado, a descrição da Espinha Bífida e da Síndrome de Arnold Chiari e o cronograma da intervenção pedagógica, juntamente com os seus objetivos, são o foco do quinto capítulo.

Uma das fases da investigação, a fase de sondagem, que teve como objetivo averiguar o conhecimento matemático do jovem investigado está descrita no capítulo seis da tese, com as atividades, os objetivos e os resultados encontrados. A partir do reconhecimento do conhecimento prévio e das potencialidades de G, determinaram-se os conceitos matemáticos que foram desenvolvidos na sequência didática. No capítulo sete apresenta-se, de forma sucinta, a sequência didática implementada na intervenção pedagógica. A sequência didática na íntegra está no apêndice 4 deste trabalho.

A análise dos resultados, dividida em quatro categorias, é discutida no oitavo capítulo. Por fim, apresentam-se as considerações finais com as reflexões e conclusões obtidas ao longo da pesquisa realizada.

1 CONTEXTUALIZANDO A INVESTIGAÇÃO

"Inclusão *é sair das escolas dos diferentes*
e promover a escola *das diferenças"*
Mantoan

Apresenta-se nesse capítulo o tema da pesquisa, a justificativa dessa escolha e os objetivos traçados desde a fase do projeto, para que se torne compreensível à opção pelo referencial teórico e as ações desenvolvidas.

1.1 TRAJETÓRIA PESSOAL[1]

Minha trajetória acadêmica foi marcada por mudanças de cursos de graduação no Ensino Superior, que tinham em comum as Ciências Exatas. No Ensino Médio, cursei Técnico em Química e no Ensino Superior, iniciei pelo curso de Engenharia Civil, passando para Física Licenciatura e, por fim, Matemática Licenciatura, que conclui em 1999.

Em 2000, ingressei no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECIM) da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), na qual cursei a Especialização em Educação Matemática e o Mestrado, ingressando no doutorado em 2010.

Minha carreira profissional como docente de Matemática iniciou em 1995, na escola chamada, então, de supletivo, no município de São Leopoldo, Rio Grande do Sul. De 1997 a 2007 trabalhei no Ensino Fundamental e no Ensino Médio em uma escola regular da rede privada também no município de São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

Junto com a minha prática docente, iniciaram-se as angústias profissionais ao perceber a dificuldade de alguns alunos na compreensão dos conceitos matemáticos e a minha falta de preparo frente a essa situação. Outro aspecto que sempre me inquietou foram os questionamentos dos alunos sobre a necessidade de compreenderem os conceitos matemáticos, onde usariam e quando seriam utilizados nas futuras opções profissionais. Percebo agora, que essas inquietações foram decisivas no momento de escolha dos meus temas de pesquisa, na graduação, na especialização, no mestrado e agora no doutorado.

Na graduação, no trabalho de conclusão do curso, optei pelo tema Trigonometria e História, que teve como objetivo central evidenciar aos alunos que a Matemática surgiu na

[1] Diante do caráter subjetivo desta apresentação, optou-se pelo uso do verbo na primeira pessoa do singular. Após a apresentação, utiliza-se o verbo na forma impessoal.

história da humanidade, para resolver problemas da sociedade. Na especialização e no mestrado, desenvolvi pesquisas com os processos de ensino e aprendizagem em Educação Matemática, utilizando a metodologia de Projetos de Trabalho, com o intuito de investigar e evidenciar a importância da Matemática, buscando contextualizar os conceitos matemáticos.

Em 2005, ingressei na ULBRA como professora do curso de Matemática Licenciatura e passei a fazer parte do Grupo de Estudos Curriculares em Educação Matemática (GECEM). Em 2006, a ULBRA firmou um convênio de colaboração científica entre o GECEM e o grupo de Tecnologias Educativas da Universidade de La Laguna (ULL), Tenerife, na Espanha. Em 2007, acompanhei duas alunas do mestrado do PPGECIM, coorientadas pelo professor Dr. Lorenzo Moreno Ruiz, professor da ULL, em um período de estudos nessa universidade. Envolvi-me na tradução do *software* ITS, que contempla conceitos lógicos matemáticos, operações de adição e subtração e resolução de problemas, desenvolvido para ser aplicado em pessoas com Síndrome de Down. Em uma das reuniões das quais participamos com o grupo de pesquisa da ULL, o assunto em pauta era a ampliação das pesquisas com o *software* ITS em pessoas com outras síndromes ou problemas neurológicos, como Paralisia Cerebral, Autismo e Espinha Bífida. Como conhecia uma pessoa com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari, após permissão dos seus pais, me responsabilizaram pela aplicação desta pesquisa. Inicialmente, faria meu doutorado na ULL, porém, durante o período de trâmite da documentação, o PPGECIM ampliou o programa iniciando o doutorado.

Ingressei, assim, em 2010, no doutorado do PPGECIM e minha tese, “A aprendizagem matemática de um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari”, me trouxe a possibilidade de realizar uma pesquisa com um tema que foi uma constante em minha prática escolar, a preocupação com pessoas que apresentavam dificuldades de aprendizagem em Matemática.

1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA DE PESQUISA

Ciente das exigências atuais de adaptação e reformulação das escolas regulares para incluir alunos com NEE, além dos motivos pessoais já descritos anteriormente, a pesquisa proposta buscou investigar e implementar[2] recursos didáticos que desenvolvessem situações positivas de aprendizagem dos conceitos matemáticos essenciais na busca da autonomia. Nesse trabalho salienta-se a necessidade das escolas ampliarem estudos e ações, a partir da

---

[2] Implementar no sentido de desenvolver, aplicar e avaliar.

Declaração de Salamanca (1994), da Lei de Diretrizes e Bases nº 9394/96 (BRASIL, 1996), e do parecer nº 441/2002 (Rio Grande do Sul, 2002) que inclui alunos com NEE nas classes regulares de ensino, em detrimento das escolas especiais.

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, já que, a partir da promulgação dessas leis, crianças, jovens e adultos com necessidades especiais, tanto físicas como cognitivas, passaram a fazer parte do quadro de alunos das escolas regulares.

Percebe-se que as escolas têm dado prioridade à adaptação de seus espaços físicos, em função das diferentes necessidades dos alunos com NEE, em detrimento da adequação pedagógica. Assim, elas ainda encontram-se inaptas a exercer sua função no âmbito da cognição, pois persistem em planos de estudo que visam a uma aprendizagem igual para todos, transformando a inclusão em um espaço que favorece o desenvolvimento social, mas que, em muitas situações, não atende às necessidades no campo da cognição, isto é, está longe de alcançar os ideais de uma escola inclusiva (CARVALHO, 1997, 2008).

A opção de investigar a cognição matemática em um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari se justifica pela escassa literatura sobre esse tema, pois sujeitos com essas enfermidades tinham pouca expectativa de vida, o que atualmente, em função dos avanços da medicina, não ocorre mais. Estudos apontam que sujeitos com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari apresentam dificuldades com raciocínio lógico e compreensão (fundamentais na área da Matemática), motricidade (fina e grossa), aquisição de algoritmos, raciocínio abstrato e resolução de problemas. Outras características presentes são problemas de atenção, memória, concentração, passividade, apatia e falta de autonomia (LLORCA, 2003; ORTIZ, 2009; LOLLAR, 2009; BARNES; CHANT; LANDRY, 2005; BARNES; FLETCHER, 2007; DENNIS; BARNES, 2002).

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema que moveu esta pesquisa foi: **Um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari pode expandir suas competências e habilidades relacionadas à compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas, com a aplicação de uma sequência didática individualizada?**

1.3.1 Questões de investigação

A partir desse problema, foram determinadas as questões de investigação descritas a seguir.

a) As dificuldades próprias do jovem investigado com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari interferem no desenvolvimento da compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas?

b) A aplicação de uma sequência didática individualizada, que respeita o tempo de aprendizagem do jovem e utiliza diferentes recursos didáticos, especialmente as TIC, pode auxiliar o jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari a superar obstáculos de aprendizagem da compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas?

c) O jovem investigado transfere os conceitos matemáticos trabalhados na sequência didática para outros contextos?

1.4 OBJETIVOS DA INVESTIGAÇÃO

Descreve-se a seguir, os objetivos que nortearam essa investigação.

1.4.1 Objetivo geral

Esta pesquisa tem como objetivo geral investigar a evolução cognitiva de um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari em relação aos conceitos matemáticos envolvidos no processo de aprendizagem dos conceitos lógico matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas, frente a uma sequência didática individualizada.

1.4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos traçados a partir do objetivo geral e do problema de pesquisa são:

a) investigar as dificuldades apresentadas pelo jovem na compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro em um contexto de resolução de problemas;

b) investigar como implementar uma sequência didática individualizada que aborde os conceitos relacionados à compreensão de conceitos lógico matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro em um contexto de resolução de problemas e os resultados apresentados pelo jovem frente a uma intervenção pedagógica que utiliza essa sequência;

c) analisar e confrontar as habilidades matemáticas trabalhadas na sequência didática e a sua transferência para outras situações, em especial às relacionadas ao cotidiano do jovem investigado.

d) investigar a evolução do jovem investigado em relação à resolução de problemas aditivos, através da aplicação de pré-teste e pós-teste com problemas aditivos.

Os capítulos 2, 3 e 4 apresentam o referencial teórico que fundamentam a investigação proposta.

2 UM OLHAR SOBRE A TRAJETÓRIA DA EXCLUSÃO À INCLUSÃO DE PESSOAS COM NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS

"Todos os seres humanos nascem livres e iguais em dignidade e direitos".
(Art. 1º - Declaração Universal do Direitos Humanos, 1948)

O sistema educacional brasileiro, a partir a Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996, (BRASIL, 1996), deve atender pessoas com Necessidades Educacionais Especiais ou Necessidades Educativas Especiais (NEE)[3], em classes de ensino regular, ampliando o direito de educação para todos, conforme proclamado na Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988). O processo de inclusão de pessoas com NEE, na sociedade e no processo educacional, é tema deste capítulo da tese.

Beyer (2010) destaca que o estudo da história da educação formal ou escolar comprova que essa instituição, desde os tempos mais remotos, é excludente, mesmo para pessoas ditas "normais". Segundo o autor, na Antiguidade a escola era privilégio dos ricos e, na Idade Média, dos mosteiros e dos filhos da nobreza. Salienta que, atualmente essa prática ainda está enraizada e aponta os processos seletivos das escolas como comprovação dessa afirmação.

A inserção de pessoas portadoras de alguma deficiência, no processo educacional, e a sua aceitação pela sociedade é marcada por fatos ainda mais contundentes. A história mostra, segundo Correia (1997), que, desde a Idade Antiga[4], as políticas eram extremas em relação à exclusão de crianças deficientes. Exemplos dessas situações são relatados por historiadores, como o de Esparta, na antiga Grécia, onde crianças com deficiência eram abandonadas nas montanhas ou o de Roma, onde eram atiradas nos rios, comprovando a rejeição da sociedade em relação aos diferentes.

Na Idade Média[5], os deficientes eram associados à imagem do diabo ou à bruxaria e, por isso, eram perseguidos e executados (CARDOSO, 2007). Segundo Misés havia, nessa época, uma posição ambígua. Por um lado, a marca da punição divina, por outro, a expressão do poder sobrenatural, o privilégio de ter acesso às verdades inatingíveis para a maioria. Sobre aquele tempo (romanos no início da era cristã), o autor destaca a citação:

> Nós matamos os cães danados e touros ferozes, degolamos ovelhas doentes, asfixiamos recém-nascidos mal constituídos; mesmo as crianças se forem débeis ou

---

[3] O termo Necessidades Educativas Especiais (NEE) foi substituído, em 2012, pelo termo portador de deficiência. Porém, neste trabalho, optamos por continuar a utilizar o termo NEE.
[4] Até cerca de 476 d.C.
[5] Entre 476 e 1453.

> anormais, nós as afogamos, não se trata de ódio, mas da razão que nos convida a separar das partes sãs aquelas que podem corrompê-las (MISÉS, 1977, p.14).

A partir do século XVI, segundo Ferreira (1994), as deficiências passaram a ser tratadas como problema médico, deixando de serem questões examinadas pela Igreja ou pelos inquisidores. Essas foram excluídas da sociedade, sem direito à educação, mas a sua vida foi preservada.

No final do século XVIII e início do século XIX, nos países escandinavos e na América do Norte, surgiram os primeiros movimentos da chamada Educação Especial, mais com caráter assistencial que educativo, criando centros especiais que se caracterizaram pela segregação, pois tinham o objetivo de separar e isolar as crianças com NEE, assim protegendo a sociedade do contato com os anormais, como forma de resolver esse problema (JIMÉNEZ, 1993; CORREIA, 1997).

A Educação Especial, mundialmente, no final do século XX, passou a ser um subsistema educacional com a criação e ampliação de instituições públicas e privadas de atendimento aos deficientes e a criação de órgãos normativos federais e estaduais. Essa fase é marcada pela presença de escolas especiais, com categorização e classificação dos deficientes mentais a partir dos resultados obtidos na aplicação dos testes criados por Binet e Simon, em 1905, de quociente intelectual (QI). Esse sistema de ensino especial paralelo, criado para educar os possuidores de uma diferença, contribuiu, também, para que os indivíduos fossem segregados e excluídos da sociedade que continuava negando pessoas “diferentes” (CARDOSO, 2007).

Tomasini (1998) relata que no Brasil a criação das normativas federais e estaduais da Escola Especial reforçou a segregação dessas pessoas, já que as escolas regulares de ensino conseguiam se “livrar” com mais eficácia daqueles que consideravam inaptos para usufruir dos seus serviços.

A Educação Especial apropriou-se de práticas segundo as quais a pessoa com deficiência deveria frequentar escolas e classes especiais, contribuindo para que esses sujeitos fossem facilmente identificados como diferentes e se mantivessem afastados do convívio com as demais pessoas, quer na escola, na rua ou no trabalho. O discurso de que, ao serem educados, deveriam ser separados dos normais, em virtude de certas especificidades, na prática não contribuiu para uma mudança de postura por parte da sociedade no que diz respeito aos seus direitos de cidadania (MARQUES, 1994).

Nos anos 80, segundo Bueno (1993), surgiu, em âmbito mundial, uma filosofia de integração educativa, a qual defendia que o ensino de crianças e jovens com dificuldades especiais deveria ser feito, pelo menos, tanto quanto possível, no âmbito da escola regular. A chamada educação inclusiva tornou-se, a partir de então, um modelo mundial emergente, que lançou a educação especial em uma profunda crise.

No final do século XX e início do século XXI, programas escolares e a abertura das instituições começaram a se ampliar, trazendo às escolas crianças chamadas, nessa época, de excepcionais. A partir do século XX, descortinou-se um novo paradigma na educação das pessoas com NEE, pois diversos movimentos internacionais e nacionais apontaram em direção da inclusão em escolas regulares (CARDOSO, 2007).

Segundo a UNESCO, mudanças importantes na sociedade, que prima pela democracia e por direitos iguais para todos, geram um novo enfoque educativo para pessoas com necessidades especiais:

> Falar de necessidades especiais implica enfatizar aquilo que a escola pode fazer para compensar as dificuldades do/a aluno/a, já que, neste enfoque, entende-se que as dificuldades para aprender têm um caráter interativo e dependem não apenas das limitações dos/as alunos/as, mas, também, da condição educacional que lhe é oferecida (UNESCO, 1994).

Sem dúvida, essa nova concepção não nega que os alunos tenham problemas vinculados ao seu desenvolvimento, porém, a ênfase deve residir em oferecer uma mediação a suas demandas. A finalidade primordial é analisar a potencialidade de aprendizagem do sujeito com NEE, avaliando, ao mesmo tempo, quais são os recursos que esse aluno necessita, para que sua evolução seja satisfatória. À medida que os conceitos de igualdade e justiça foram expandindo-se, as crianças e suas famílias evoluíram de uma situação de passividade para um progressivo descontentamento com os procedimentos escolares que conduziam à segregação e exclusão das crianças ditas deficientes. Nos últimos 100 anos, verificou-se um processo dolorosamente lento de integração e participação das crianças com deficiência nas diferentes faces da sociedade, inclusive, na educacional (CARDOSO, 2007).

A chamada educação inclusiva teve início, nos Estados Unidos, em 1975, com a Lei 94.412. Várias são as manifestações em encontros, conferências e documentos que comprovam a vontade política de inserir crianças com NEE nas escolas regulares, como a conferência Mundial sobre Educação para Todos, ocorrida na Tailândia, em 1990, que concluiu que a Educação Inclusiva considera a criança com deficiência como mais uma que deve frequentar a escola regular (CARDOSO, 2007). Isso pressupõe que é o sistema educacional como um todo que deve assumir a responsabilidade pela educação e não uma parte dele, a Educação Especial.

Em virtude da inquietação que a exclusão do sujeito portador de deficiência causava nos países da Europa e para reafirmar o direito de educação para todos, foi que, entre 7 e 10 de junho de 1994, representantes de 92 países e 25 organizações internacionais participaram da Conferência Mundial de Educação, que se tornou conhecida na história da educação como a Declaração de Salamanca, a qual reafirmou o compromisso com a educação para todos, através do documento "Regras Padrões sobre Equalização de Oportunidades para Pessoas com Deficiências", o qual demanda que os Estados assegurem que a educação de pessoas com NEE seja parte integrante do sistema educacional, o qual tende a excluir os alunos diferentes, privilegiando os considerados normais (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994; BRASIL, 1994; CARDOSO, 2007).

A Declaração de Salamanca parte do seguinte pressuposto:

> As escolas regulares com orientação para a educação inclusiva são o meio mais eficaz no combate às atitudes discriminatórias, propiciando condições para o desenvolvimento de comunidades integradas, base da construção da sociedade inclusiva e obtenção de uma real educação para todos (1994, p.9).

O documento reconhece a necessidade e a urgência de providenciar educação para crianças, jovens e adultos com NEE dentro do sistema regular de ensino e proclama que:

> - toda criança tem direito fundamental à educação e deve ser dada a oportunidade de atingir e manter o nível adequado de aprendizagem;
> - toda criança possui características, interesses, habilidades e necessidades de aprendizagem, que são únicas;
> - aqueles com NEE devem ter acesso à escola regular, que deveria acomodá-los dentro de uma Pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer a tais necessidades;
> - escolas regulares que possuam tal orientação inclusiva constituem os meios mais eficazes de combater atitudes discriminatórias, criando-se comunidades acolhedoras, construindo uma sociedade inclusiva e alcançando educação para todos; além disso, tais escolas proveem uma educação efetiva à maioria das crianças e aprimoram a eficiência e, em última instância, o custo da eficácia de todo o sistema educacional (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994, p. 8).

A escola regular deve, portanto, adaptar-se a essa mudança. Seus planos de estudo devem favorecer a Pedagogia centrada na criança, capaz de satisfazer as suas necessidades físicas, intelectuais, sociais, emocionais, linguísticas, entre outras. Uma pedagogia centrada na criança pode impedir o desperdício de recursos e o enfraquecimento de esperanças, consequência de uma instrução de baixa qualidade e de uma mentalidade educacional baseada na ideia de que “um tamanho único serve para todos”. Assume que as diferenças humanas são normais e que, em consonância, a aprendizagem deve ser adaptada às necessidades da criança, garantindo, assim, a superação de certas dificuldades (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994, BRASIL, 1999, BRASIL, 2002).

O documento deixa claro que qualquer pessoa portadora de deficiência tem o direito de expressar seus desejos em relação à sua educação e que os pais possuem o direito inerente de serem consultados sobre a forma de educação mais apropriada às necessidades, circunstâncias e aspirações de seus filhos. Nessa estrutura, o termo NEE refere-se a toda criança ou jovem cujas necessidades educacionais especiais se originam em função de deficiências, de dificuldades de aprendizagem ou de superdotação (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994).

A essa escola que promove a genuína equalização de oportunidades, que reconhece e responde às necessidades diversas de seus alunos, acomodando diferentes estilos e ritmos de aprendizagem e assegurando uma educação de qualidade, através de um currículo apropriado, arranjos educacionais, estratégias de ensino, uso de recursos e parceria com as comunidades, o documento Regras Padrões sobre Equalização de Oportunidades para Pessoas com Deficiências chama de Escola Inclusiva (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994).

Cabe aos governos o aprimoramento de seus sistemas educacionais, no sentido de se tornarem aptos a incluírem todas as crianças, garantir programas de treinamento aos professores, tanto em serviço como durante a formação e a provisão de verbas para essa adaptação (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994).

Na Declaração de Salamanca (1994), também fica ressaltado que os alunos com NEE devem receber apoio suplementar de que precisam para assegurar uma educação eficaz, apostando que a educação inclusiva é a melhor forma de promover a solidariedade entre os alunos especiais e aqueles considerados normais.

A Convenção de Guatemala, de 28 de maio de 1999, da qual o Brasil é signatário, e, portanto, tem o mesmo valor de uma lei ordinária, prevê a eliminação de todas as formas de discriminação contra portadores de deficiência e o favorecimento da sua integração na sociedade, define a discriminação e dá outras providências. Nessa convenção fica definido que o termo "deficiência" significa uma restrição física, mental ou sensorial, de natureza permanente ou transitória, que limita a capacidade de exercer uma ou mais atividades essenciais da vida diária, causada ou agravada pelo ambiente econômico e social. Quanto ao termo "discriminação contra as pessoas portadoras de deficiência", fica definido que significa toda diferenciação, exclusão ou restrição baseada em deficiência, antecedente de deficiência, consequência de deficiência anterior ou percepção de deficiência presente ou passada, que tenha o efeito ou propósito de impedir ou anular o reconhecimento, gozo ou exercício por parte das pessoas portadoras de deficiência de seus direitos humanos e suas liberdades fundamentais (CONVENÇÃO DE GUATEMALA, 2011).

No Brasil, o caminho da exclusão à inclusão, como em outros países, é modificado em função de leis e necessidades da sociedade. A Constituição Federal (1988) elegeu como fundamentos da República a cidadania e a dignidade da pessoa humana (art. 1º, inc. II e III) e como um dos seus objetos centrais a promoção do bem de todos, sem preconceitos de raça, origem, sexo, cor, idade e quaisquer formas de discriminação (art. 3º, inc. IV). Garante, ainda, expressamente, o direito à igualdade (art. 5º) e trata, nos artigos 205 e seguintes, do direito de todos à educação, que deve visar o "pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho" (BRASIL, 1988).

No artigo 206, inciso I da Constituição Federal (1988), que diz respeito ao direito à educação, o documento elege como um dos princípios para o ensino, a "igualdade de condições de acesso e permanência na escola" (art. 206, inc. I), acrescentando que o "dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de acesso aos níveis mais elevados do ensino, da pesquisa e da criação artística, segundo a capacidade de cada um" (art. 208, V). Portanto, a Constituição garante o direito à educação e ao acesso à escola para todos, não podendo excluir nenhuma pessoa em função de qualquer diferença que ela tenha (BRASIL, 1988).

O Governo Federal do Brasil, após a Declaração de Salamanca (1994), reformulou as leis que dizem respeito à educação e promulgou, em 1996, a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB)[6]. Essa lei, pela primeira vez, apresentou um capítulo[7] exclusivo com as diretrizes e bases para a Educação Especial, no qual aponta as mudanças que devem ser adotadas, no que diz respeito à educação de crianças, jovens e adultos com NEE, embora com determinadas imprecisões e indefinições (BUENO, 1993).

Assume que a educação especial, para efeitos dessa Lei, passa a ser uma modalidade de educação escolar, que deve ser oferecida, preferencialmente, na rede regular de ensino. Destaca que, quando necessário, a escola deve oferecer serviços de apoio especializado. Porém, frisa que essa modalidade deve ser uma exceção, apenas recorrendo a ela quando, em função das condições específicas de um aluno, não for possível a sua integração nas classes comuns do ensino regular. O documento deixa claro que a Educação Especial é um dever

[6] Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996.
[7] Capítulo V: Da Educação Especial, do Título V: Dos Níveis e das Modalidades de Educação e Ensino.

constitucional do Estado e que sua oferta deve ter início na Educação Infantil. O artigo 59 afirma que os sistemas de ensino devem assegurar aos educandos com NEE currículos, métodos, técnicas, recursos educativos e organização específica para atender as suas necessidades. Quanto à avaliação, para aqueles que não puderem atingir o nível cognitivo exigido para conclusão do Ensino Fundamental, o documento indica a terminalidade específica[8]. Já para os superdotados, existe a aceleração, que possibilita completar em menos tempo o programa escolar (BRASIL, 1996, BRASIL, 2007, BRASIL, 2005).

Para alcançar esses objetivos, a LDB deixa claro que, em nível médio e superior, os professores devem ter especialização adequada e, no ensino regular, devem estar capacitados para a tarefa de integrar esses educandos nas classes comuns. Assegura, ainda, aos educandos com NEE, acesso igualitário aos benefícios sociais suplementares disponíveis para o respectivo nível de ensino regular. Finaliza o capítulo, afirmando que o Poder Público adotará, como alternativa preferencial, a ampliação do atendimento aos educandos com NEE, na própria rede pública regular de ensino, independentemente do apoio às instituições.

A Resolução 2/2001, do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Básica, instituiu as diretrizes para a educação especial na educação básica. Apresenta, de forma mais precisa e detalhada, orientações para o atendimento de alunos com necessidades especiais, na educação básica, nas classes comuns do ensino regular (BRASIL, 2001).

A grande mudança, a partir desse documento, no sistema de ensino no Brasil, foi a decisão do Poder Público de integrar os educandos com NEE, nas classes de ensino regular, em detrimento das classes especiais, apontando para a Escola Inclusiva em substituição à Escola Especial. Falar de inclusão, no Brasil, é falar da inclusão social, do direito de cidadania de todas as crianças. Para que as escolas possam estar absorvendo crianças com NEE em classes regulares, é importante que os profissionais acreditem que é possível, percebendo possibilidades de ampliação no campo da educação (CARDOSO, 2007).

No Rio Grande do Sul (RS), o Conselho Estadual de Educação (CEE), através da Comissão Especial de Educação Especial, promulgou um parecer[9], que trata dos parâmetros para oferta da Educação Especial no Sistema Estadual de Ensino, após analisar a Lei[10] e a

---

[8] É prevista a terminalidade específica para aqueles que não puderem atingir o nível exigido para a conclusão do Ensino Fundamental, em virtude de suas deficiências. A terminalidade específica prevê viabilizar ao aluno com grave deficiência intelectual ou múltipla, que não apresentar resultados de escolarização previstos no Inciso I do Artigo 32 da LDBN, terminalidade específica do ensino fundamental, por meio da certificação de conclusão de escolaridade, com histórico escolar que apresente, de forma descritiva, as competências desenvolvidas pelo educando (BRASIL, 1996).

[9] Parecer nº 441/2002.

[10] Lei nº 9394/96.

Resolução[11], que instituíram as Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica.

O parecer destaca que a edição dessas normas se dá no momento de um grande debate sobre o que se passou a denominar de "inclusão" na escola regular dos alunos com NEE. Dá ênfase à Escola Inclusiva, pois admite que somente dessa forma haverá uma verdadeira inclusão desses alunos nas escolas regulares. Portanto, há necessidade de profundas mudanças de organização, de currículos e de formação de professores, pois, caso contrário, corre-se o risco de que a pretensa inclusão se torne apenas uma integração[12].

Para Beyer (2010), em países como a Alemanha e os Estados Unidos, a inclusão de crianças com NEE, em escolas regulares, surgiu em função de reivindicações de diferentes setores da sociedade, o que não aconteceu no Brasil. A experiência brasileira de inclusão escolar é particular, pois a sua história não se assenta sobre a iniciativa de pais, familiares e escola. Aqui o processo de inclusão foi articulado por estudiosos da área e técnicos de secretarias que definiram decisões imediatas de implementação. Portanto, o modelo brasileiro difere dos demais, por não ser um movimento gradativo de decisões conjuntas entre pais e educadores.

O processo inclusivo pode significar uma verdadeira revolução educacional e envolve o descortinar de uma escola eficiente, diferente, aberta, comunitária, solidária e democrática, onde a multiplicidade leva a ultrapassar o limite da integração e alcançar a inclusão, isto é, inserir pessoas com NEE, não somente para o cumprimento da atual legislação, e sim, para promover a mesma variedade de oportunidades que uma pessoa sem deficiência possa ter.

2.1 PARADIGMAS NO PROCESSO DE EXCLUSÃO À INCLUSÃO DE PESSOAS COM NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS

Sucintamente, paradigma, para Kuhn (1962), é o conjunto de ideias compartilhadas e defendidas por uma comunidade científica, enquanto que para Popper (1978), não há premissa ou corpo teórico na ciência que não possa ou não deva ser contestado (BEYER, 2010).

---

[11] Resolução CNE/CEB nº2, de 11 de setembro de 2001, do Conselho Nacional de Educação.

[12] Ver CNE/CEB nº 02/2001:

"b) Integração Escolar - processo gradual e dinâmico que pode tomar distintas formas, de acordo com as necessidades e habilidades dos alunos. A integração educativo-escolar refere-se ao processo de educar-ensinar, no mesmo grupo, alunos com e sem necessidades educacionais especiais, durante uma parte ou na totalidade do tempo de permanência na escola (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

c) Inclusão - reestruturação do sistema educacional, ou seja, proposta de mudança estrutural no ensino regular, cujo objetivo é fazer com que a escola se torne um espaço democrático e competente para trabalhar com todos os educandos, sem distinção de raça, classe, gênero ou características pessoais (RIO GRANDE DO SUL, 2001).

Conforme Beyer,

> a história da educação especial mostra uma sucessão de paradigmas, não necessariamente em forma linear, havendo, com frequência, simultaneidade em suas influências. Pode-se, entretanto, demarcar campos distintos de predominância paradigmática. Se fôssemos concentrar esferas de domínio paradigmático, poderíamos apontar, basicamente, para dois campos: por um lado, a predominância secular do pensamento médico e, por outro, o emergente paradigma do resgate pedagógico com a concepção da educação inclusiva (2010, p. 16).

O autor destaca que são quatro os paradigmas que devem ser examinados no processo da exclusão à inclusão de pessoas com NEE na história da humanidade. Beyer (2010) cita Hansle (1982), para elaborar um quadro síntese desses paradigmas (figura 1).

Figura 1 – Quadro comparativo dos quatro paradigmas.

Deficiência é ...	**Deficiência como ...**	**Paradigma ...**
Um fato clinicamente definido	Categoria terapêutica	Clínico-médico
Um produto do sistema escolar	Definição do sistema escolar	Sistêmico
Uma atribuição resultante de expectativas sociais	Estigma social	Sociológico
Um produto da sociedade capitalista	Resultado socioeconômico	Crítico-materialista

Fonte: Beyer, 2010, p.26

O primeiro paradigma (clínico-médico) exerceu o impacto mais profundo e duradouro na história da educação especial. Desde as primeiras tentativas de educar crianças com baixos níveis de inteligência ou com deficiências mentais, predominou o pensamento de que elas dificilmente seriam educáveis e de que somente a medicina poderia “cuidar” desses casos, realçando, assim, as categorias médicas, em detrimento das pedagógicas. Nessa forma de pensar e intervir, o estudo etiológico foi mais valorizado que os limites pessoais ou familiares, subestimando suas potencialidades. As intervenções buscavam, através de medidas terapêuticas, a correção dos desvios, que tinham como objetivo aproximar essas pessoas dos parâmetros da “normalidade”, constituindo-se em um modelo redutor (BEYER, 2010).

O autor ressalta que não se pode afirmar que esse paradigma já esteja extinto, pois a pesquisa das práticas e teorizações sobre a educação especial demonstra, com clareza, a força que esse ainda possui, pois se constata o predomínio de ações terapêuticas, isto é, o delineamento pedagógico mantém-se atrelado à orientação de natureza terapêutica. Reflexo desse pensamento são as turmas homogeneamente organizadas, por comprometimento patológico.

Já o segundo paradigma (sistêmico), segundo Beyer (2010), é definido como a “versão escolar” do clínico-médico. A escola, na busca de turmas homogêneas, ao lidar com as pessoas deficientes, organizou-se em um sistema de categorização, separando as crianças doentes das saudáveis, organizando, assim as escolas especiais, desobrigando as regulares da responsabilidade de organizar o ensino dos alunos “difíceis”, afirmando que a escola regular tinha outras tarefas a resolver não podendo se ocupar com esses alunos. A mesma lógica presente no modelo médico, que separava a pessoa com deficiência da pessoa sem deficiência, foi adotada no sistema educacional, dividindo-as em dois grupos: as que atendiam os pré-requisitos da escola regular e as que deviam ser “educadas” nas escolas especiais.

O paradigma sociológico (terceiro paradigma) assumiu que a deficiência se dava no espaço social, ou seja, a definição da deficiência era um ato social, na sua mais ampla conotação. O estigma era um preconceito social, pelo qual se atribuia a uma pessoa qualidades negativas; era um construto social e culturalmente elaborado (CLOERKES, 1997 apud BEYER, 2010).

A deficiência nesse paradigma não é vista como um estado médico e nem como produto das instituições escolares, mas como um processo de atribuição das expectativas sociais, ligadas às normas, preconceitos e valores. A limitação individual torna-se intensa e implica fracasso diante das demandas da vida social, atrelado a não-correspondência entre o desempenho do indivíduo e os níveis de desempenho socialmente estabelecidos, situação recorrente no ambiente escolar. A culpa do “fracasso” escolar volta-se para o aluno, denotando que ele é ou foi incapaz diante das exigências do currículo escolar, para alívio do professor e da escola. Ocorre, assim, um processo de individualização do fracasso escolar, transferindo-o para a esfera do distúrbio individual (BAYER, 2010).

O quarto, paradigma crítico-materialista, foi inspirado no pensamento marxista. A deficiência, nessa concepção, é interpretada como uma realidade de indivíduos concretos, inseridos num contexto social, que apresenta suas relações e contradições. Reichmann (1984), citado por Beyer (2010), afirma que o estudo crítico das dimensões sociais e materiais da vida da pessoa com deficiência permanecem velados, influenciados pelo paradigma clínico. Essa racionalidade, que torna veladas as contingências sociais, serve aos interesses dos grupos hegemônicos. Por isso, para uma compreensão crítico-materialista, uma visão mais ampla deve se contrapor à perspectiva reducionista do modelo clínico. É necessário averiguar como se formam as relações sociais excludentes, do ponto de vista das possibilidades da inserção dessas pessoas na vida econômica da sociedade.

A partir da década de 70 a sociedade começou a preocupar-se com a integração das pessoas com NEE num sistema escolar menos segregado, adotando uma ideia mais radical de adaptação das escolas regulares, para atender a todos, independente do tipo e grau da deficiência. Nasceu, assim, a concepção da educação inclusiva (BEYER, 2010).

Marques (2001) denomina essa proposta de "paradigma da acessibilidade", já que o mesmo tem como mote oportunizar a aprendizagem escolar para todos os alunos, independentemente de cor, raça, classe social, sexo ou deficiência, enfatizando-se o respeito e a aceitação da diferença como condições constitutivas de uma sociedade plural. O avanço do paradigma da Inclusão tem trazido grandes desafios para a Educação em geral e, sobretudo, à Educação Especial, que passa, atualmente, por um processo de resignificação de seu papel.

Para Beyer,

> estamos certamente diante de um movimento internacional de revisão de pressupostos fundamentais da educação especial. As posições nesse sentido parecem se alinhar por duas tendências: a) uma abordagem de aproximação das áreas, em que se defende a ideia da relevância das funções da educação especial como suporte às propostas da educação inclusiva; b) uma abordagem mais radical de crítica à educação especial. Considerando-se que essa, pela sua tradição clínico-terapêutica, tenderia mais a prejudicar do que a ajudar as propostas da educação inclusiva (2010, p. 6-7).

De acordo com Martins et al (2008), atualmente, os paradigmas de inclusão, integração, direitos humanos, equiparação de oportunidades, autodeterminação e qualidade de vida representam um recurso eficaz para alcançar objetivos que resultem na consideração da pessoa e na garantia de expressão dos seus direitos.

2.2 UMA ESCOLA PARA TODOS

A escola, como instituição de educação formal, pautou-se sempre pelo estabelecimento de uniformidades, como se pode observar na breve revisão histórica da sua trajetória, realizado neste trabalho. Portanto, é possível afirmar que a escola para todos, com exceção de algumas experiências isoladas, existe apenas em documentos e leis. Porém, não é possível negar o surgimento de um movimento que nasce, em alguns países, da reivindicação de pais e educadores, ou, como no Brasil, por leis e decretos, que têm como objetivo comum um espaço educacional democrático, capaz de atender as especificidades individuais. Essa escola, capaz de atender a todos, é chamada de Escola Inclusiva.

> A Escola Inclusiva é o lugar onde todas as crianças devem aprender juntas, sempre que possível, independente de quaisquer dificuldades ou diferenças que elas possam ter, conhecendo e respondendo às necessidades diversas de seus alunos, acomodando ambos os estilos e ritmos de aprendizagem e assegurando uma educação de qualidade a todos, através de um currículo apropriado, arranjos organizacionais, estratégias de ensino, uso de recursos e parceria com as comunidades (DECLARAÇÃO DE SALAMANCA, 1994, p.11).

A Lei 9394/96 definiu como “Escola Inclusiva” aquela que, em seu Projeto Político Pedagógico, assume tarefas adicionais, como a da atitude de pesquisa permanente em todos os setores, podendo, dessa forma, superar os próprios limites. É necessário que essa escola preze pela qualidade educativa em termos de insumos mínimos capazes de dar sustentação ao trabalho (corpo docente qualificado, suficiente disponibilidade de carga horária docente, remuneração condigna, instalações físicas que contemplem todas as necessidades, equipamentos e material didático atualizado), mas, principalmente, a qualidade determinada pelo estabelecimento de relações entre as pessoas capazes de construir um ambiente de interação saudável (BRASIL, 1996).

Quanto aos professores e sua formação, são poucas as instituições que formam professores especializados e praticamente ausentes as que incluem a preocupação com a Educação Especial nos currículos dos cursos de formação inicial de professores para a Escola Básica comum. Com as novas Diretrizes Curriculares, para o curso Normal[13], inclui-se a possibilidade de ênfase na Educação Especial e, para as Licenciaturas, uma necessidade que precisa ser redefinida em consonância com as demandas da Escola Básica. O professor que receber alunos com NEE na classe que rege deverá, no mínimo, estar “capacitado” para tal, nos termos da Resolução CNE/CEB nº 2/2001. Esse educador deverá ser assistido em cada Escola Inclusiva por um “professor especializado em Educação Especial”. Da mesma forma, a avaliação da aprendizagem deve merecer uma adequação, caso a caso, tendo as escolas autoridade suficiente para realizar as adaptações necessárias, conforme as conveniências pedagógicas e as possibilidades dos alunos.

Aos alunos que não puderem apresentar resultados de aprendizagem compatíveis com o previsto no inciso I do art. 32 da LDBEN ("o desenvolvimento da capacidade de aprender, tendo como meios básicos o pleno domínio da leitura, da escrita e do cálculo"), a comprovação da conclusão do Ensino Fundamental dar-se-á mediante a certificação de terminalidade específica, relacionando os conhecimentos adquiridos e as competências alcançadas. Além disso, faz referência à implementação obrigatória da Educação Especial na

---

[13] Curso em nível de Ensino Médio, com ênfase no preparo de professores que podem atuar na Educação Infantil e nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental.

Educação Básica a partir de 2002. Isso não significa que todas as escolas estejam prontas para a inclusão de alunos com NEE, mas que, a partir desse ano, deve ser realizado um esforço sistemático, planejado e persistente, no sentido de tornar cada vez maior o número de escolas capazes de assumir as características de uma Escola Inclusiva.

Para Beyer,

> encontramo-nos numa situação histórica de muita sensibilidade e vulnerabilidade no que tange ao projeto de educação inclusiva. A sensação é de descompasso entre o surgimento e a formalização da política educacional nacional para os alunos ditos com necessidades educacionais especiais e a relatividade educacional brasileira. As escolas, em sua maioria, se encontram, ainda, em situação incipiente diante desse projeto (2010, p. 8).

Segundo o autor, é urgente a mobilização dos grupos envolvidos, isto é, família, professores, especialistas e pesquisadores, para que o projeto não se restrinja à visão de alguns ou à retórica da lei. Aponta a ideia de uma pedagogia diferenciada no projeto inclusivo, isto é, uma pedagogia que atenda as particularidades no aprender, sejam elas de natureza cognitiva, sensorial ou física. O ato avaliativo deve ser cuidadosamente planejado, de forma que a criança não seja reduzida aos aspectos funcionais débeis decorrentes da sua deficiência; pelo contrário, a avaliação deve ocorrer como ato pedagógico que valorize e dimensione devidamente as potencialidades da criança para o crescimento e a superação escolar e na vida em geral.

A escola inclusiva pode ser definida, segundo Stainback & Stainback (1999), como aquela que inclui todos, independentemente de seu talento, deficiência, origem socioeconômica ou cultural, em salas de aula provedoras, onde as necessidades dos alunos sejam atendidas.

Cardoso (2001) sugere procedimentos que devem ser adotados em Escolas Inclusivas, tais como: criar rotinas de aprendizagem; proporcionar ambientes para aprendizagem ativa; observar as ações das crianças; encorajar a resolução de problemas e a reflexão; propiciar interações sociais; reconhecer as múltiplas inteligências; valorizar todo e qualquer aprendizado; adaptar currículos; investir em diferentes estratégias de ensino; (re) organizar os elementos espaciais, temporais e avaliativos; adotar diferentes metodologias e diferentes instrumentos avaliativos (apostar na avaliação formativa, avaliar no contexto); propor diferentes técnicas, procedimentos e estratégias; adotar objetivos gerais que considerem as individualidades; implementar sequências individualizadas de aprendizagem.

Carvalho (2008) ressalta a necessidade de expandir a utilização de recursos tecnológicos e da informática na educação de alunos com NEE, de rever o projeto curricular, identificando possíveis flexibilizações e as propostas de avaliação da aprendizagem, particularmente, no que se refere aos critérios promocionais de uma série para outra, ou o conceito da terminalidade específica. Recomenda, ainda, que se dê atenção especial à educação para o trabalho.

Para Duck,

> em uma escola inclusiva, os estudantes têm voz e são ouvidos, apoiam os colegas e são apoiados no processo de aprendizagem, realizam tarefas na classe através do trabalho colaborativo e, juntos, compartilham o que aprenderam entre si e entre os membros da comunidade escolar (2007, p. 12).

Um desafio grandioso aparece gradualmente quando se tenta educar todos os tipos de mente, ao mesmo tempo em que se faz um esforço para manter padrões educacionais elevados e avaliados através de testes de alto nível em todos os alunos. Segundo Levine (2003), a escola precisa ter planos alternativos claros para crianças que apresentam um rendimento deficiente em um teste, que esses não devem representar um fim em si mesmo, mas sim, uma chamada à ação.

Cardoso (2001) destaca que a Escola Inclusiva deve se constituir alicerçada em pressupostos epistemológicos claros, como a certeza de que o conhecimento é construído pelo indivíduo, que aprender é um processo com diferentes ritmos, que o aluno é o centro da ação educativa e, portanto é necessário e essencial reconhecer as suas possibilidades, os processos metodológicos devem buscar a aprendizagem significativa e o fim maior dessa escola deve ser a da autonomia dos seus alunos. Porém, salienta que o papel da Escola Inclusiva não deve se resumir apenas em desenvolver nos alunos habilidades essenciais para a conquista de uma maior autonomia, mas também em investir na possibilidade de poder contribuir com a sua evolução intelectual. Nessa mesma linha, Serra (2008) destaca que para haver inclusão é necessário que haja aprendizagem e participação social, lembrando que, segundo Santos e Paulino (2008), a igualdade, um dos fundamentos da Educação Inclusiva, não é, de forma alguma, tornar igual, nivelar ou uniformizar o discurso e a prática, mas exatamente o contrário, valorizar as diferenças.

Surge, portanto, um imenso desafio: alcançar os objetivos de uma escola para todos, que atenda individualidades e que tenha como meta maior a busca da valorização das diferenças e a autonomia moral e intelectual, uma escola com qualidade pedagógica.

> Evidentemente, poderíamos afirmar que uma escola com qualidade pedagógica daria conta de qualquer demanda, mas aí estaríamos adentrando o campo do ideal e do utópico. Meu posicionamento é contra posturas que me parecem ingênuas e um tanto reducionistas, quando alguns autores afirmam que a escola para todos é a escola que não realiza qualquer distinção entre as crianças. Sem dúvida, todas elas têm direito a um acesso universal e irrestrito à escola da maioria. Contudo, a condição de acesso e permanência na escola não pode significar a não distinção ou, melhor dito, a não identificação da criança e de suas necessidades de aprendizagem.
> Não há como considerar que uma criança com deficiência mental, com autismo, com paralisia cerebral ou com uma deficiência sensorial (visual ou auditiva) possa ter o devido atendimento pedagógico sem uma suficiente distinção de suas características cognitivas e de aprendizagem. Por mais excelente que seja a atuação do professor, as melhores intenções e esforços pedagógicos não responderão às demandas específicas que determinados alunos apresentam em sua aprendizagem (BEYER, 2010, p. 62).

Os desafios frente a uma educação que atenda as necessidades individuais dos alunos são imensos e, portanto, é necessário que a sociedade como um todo abra espaço para reflexões em torno de experiências e pesquisas sobre a prática de escolas inclusivas, para que, a partir dessas, se fomentem ações que aproximem a situação real da apontada como ideal por teóricos e pesquisadores.

Para compreender os diferentes estilos de aprendizagem e a possibilidade de superar dificuldades de aprendizagem, buscou-se suporte no estudo das Neurociências, descritas no capítulo 3 deste trabalho.

3 NECESSIDADES EDUCATIVAS ESPECIAIS INTELECTIVAS E A NEUROCIÊNCIAS

Quando falamos em educação e aprendizagem, estamos falando em processos neurais, redes que se estabelecem, neurônios que se ligam e fazem novas sinapses. E o que entendemos por aprendizagem? Aprendizagem, nada mais é do que esse maravilhoso e complexo processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente, ativa essas sinapses, tornando-as mais "intensas".

Mietto, 2014.

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. Atualmente, 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).

Do mesmo modo como ocorreu em outros âmbitos do comportamento humano, tudo o que se refere à deficiência mental, à sua realidade e ao seu tratamento sofreu mudanças profundas quanto a conceito, análise e atenção prática. O termo para fazer referência à pessoa com problemas severos de cognição passou por modificações com o passar dos anos. Já foram utilizados os termos débil, mongol, retardo mental, excepcional, idiota, entre outros, para se referir a elas (FIERRO, 2004).

Segundo a Associação Americana de Deficiência Mental (AAMR, 2006) e o Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-IV, 2011), pode-se definir deficiência mental como o estado de redução do funcionamento intelectual inferior à média, associado a limitações em, pelo menos, dois aspectos do funcionamento adaptativo: comunicação, cuidados pessoais, competências domésticas, habilidades sociais, utilização dos recursos comunitários, autonomia, saúde e segurança, aptidões escolares, lazer e trabalho.

Teoricamente, deveriam ficar em segundo plano as questões mensuráveis de QI, já que a unidade de observação indicada pela AAMR é a capacidade de adaptação.

Porém, Ballone (2011) destaca que, para a Organização Mundial de Saúde (OMS), a deficiência mental é caracterizada por um quociente de inteligência (QI) inferior a 70, média apresentada pela população, conforme padronizado em testes psicométricos, ou por uma defasagem cognitiva em relação às respostas esperadas para a idade e realidade sociocultural, segundo provas, roteiros e escalas, baseados nas teorias psicogenéticas, conforme o quadro da figura 2. Carraher (1989) destaca o contraste entre a abordagem psicométrica e a piagetiana, no estudo da inteligência, na mensuração de habilidades mentais, pois as medidas tradicionais pressupõem "quantidades de inteligência", enquanto o que se deve pôr em relevo são as habilidades e as diferenças. As diferenças individuais resultantes da interpretação piagetiana não são tomadas como indicadores da quantidade de inteligência, mas sim, como indicadores do desenvolvimento intelectual dos indivíduos.

Figura 2 - Quadro da OMS em relação à deficiência mental.

QI	DENOMINAÇÃO	NÍVEL COGNITIVO PIAGET	IDADE MENTAL
Menor de 20	Profundo	Sensório-motor[14]	0 - 2 anos
Entre 20 e 35	Agudo grave	Sensório-motor	0 - 2 anos
Entre 36 e 51	Moderado	Pré-operatório[15]	2 – 7 anos
Entre 52 e 67	Leve	Operatório-concreto[16]	7 – 12 anos

Fonte: Ballone, 2011

A OMS caracteriza a denominação "pessoas com deficiência mental profunda" como aquelas que apresentam uma incapacidade total de autonomia, incluindo, nessa classificação, as que vivem em estado vegetativo. Já como "deficiência mental aguda grave", as pessoas que necessitam que se trabalhe para instaurar alguns hábitos de autonomia, já que há probabilidade de adquiri-los, ressaltando, porém, que a capacidade de comunicação dessas é muito primária, que podem aprender alguns fatos, mas de uma forma linear, necessitando revisões constantes do que já foi aprendido, pois a capacidade de memória é muito limitada.

[14] (0-2 anos). A partir de reflexos neurológicos básicos, o bebê começa a construir esquemas de ação para assimilar mentalmente o meio. A inteligência é prática, construída pela ação. O contato com o meio é direto e imediato, sem representação ou pensamento. Surgem os sentimentos primitivos de gostar e não gostar (PIAGET, 1973, 1976, 1978).

[15] (2-7 anos). Caracteriza-se, principalmente, pela interiorização de esquemas de ação construídos no estágio anterior. A criança é egocêntrica, centrada em si mesma, e não consegue se colocar, abstratamente, no lugar do outro. Não aceita a ideia do acaso e tudo deve ter uma explicação. Possui percepção global sem discriminar detalhes (PIAGET, 1973, 1976, 1978).

[16] (7-11 anos). Pensamento adquire reversibilidade. Pode solucionar os problemas de conservação - as operações lógicas são aplicadas na solução de problemas concretos. Não pode resolver problemas verbais e problemas hipotéticos complexos (PIAGET, 1973, 1976, 1978).

Por “deficiência mental moderada”, pessoas que podem alcançar, no máximo, o nível pré-operativo. Podem adquirir hábitos de autonomia e, inclusive, com certas atitudes bem elaboradas. Quando adultos, podem frequentar lugares ocupacionais, mesmo que sempre estejam necessitando de supervisão. Como “deficiência mental leve”, classifica as pessoas que são perfeitamente educáveis e que podem chegar a realizar tarefas mais complexas com supervisão.

Martins et al (2008) ressaltam que a informação quantitativa, por si só, não é capaz de proporcionar todos os elementos essenciais para captar a natureza das necessidades e demandas das pessoas com NEEI, independentemente da qualidade, confiabilidade e atualidade dos dados disponíveis.

Baseado em critérios adaptativos, mais que nos índices numéricos de QI, a classificação atual de Deficiência Mental não aconselha que se classifique a deficiência em leve, moderada, severa ou profunda, mas sim, que seja especificado o grau de comprometimento funcional adaptativo. Por funcionamento adaptativo entende-se o modo como a pessoa enfrenta efetivamente as exigências comuns da vida e o grau em que experimenta certa independência pessoal compatível com sua faixa etária, bem como o grau de bagagem sociocultural do contexto comunitário no qual se insere. Para Ballone (2011), é mais importante identificar em que área a pessoa com deficiência mental necessita de maior apoio, do que enquadrá-las em uma das categorias citadas pela OMS.

Segundo o autor, deve-se avaliar o funcionamento adaptativo da pessoa e não o seu QI, pois esse pode ser influenciado por vários fatores, incluindo educação, treinamento, motivação, características de personalidade, oportunidades sociais e vocacionais, necessidades práticas e condições médicas gerais. Destaca que esses critérios qualitativos (adaptativos) constituem descrições muito mais funcionais e mais relevantes que o sistema quantitativo de QI em uso. Esse novo enfoque centraliza-se mais no indivíduo deficiente, independentemente de seu escore de QI, sob o ponto de vista das oportunidades e autonomias. Trata-se de uma avaliação qualitativa da pessoa.

> O sistema qualitativo de classificação da Deficiência Mental reflete o fato de que muitos deficientes não apresentam limitações em todas as áreas das habilidades adaptativas, portanto, nem todos precisam de apoio nas áreas que não estão afetadas. Não devemos supor, de antemão, que as pessoas mentalmente deficientes não possam aprender a ocupar-se de si mesmos. Felizmente, a maioria das crianças deficientes mentais pode aprender muitas coisas, chegando à vida adulta de uma maneira parcialmente e relativamente independente e, mais importante, desfrutando da vida como todo mundo (BALLONE, 2011).

De acordo com Ferreira, Dias e Santos (2006), os deficientes mentais apresentam como características físicas a falta de equilíbrio, dificuldades de locomoção, de coordenação e de manipulação. Como características pessoais, apresentam alta ansiedade, falta de autocontrole, tendência para evitar situações de fracasso mais do que para procurar o êxito, possível existência de perturbações da personalidade e fraco controle interior. Como características sociais, atraso evolutivo em situações de jogo, de lazer e em situações de atividade sexual.

Segundo Ballone (2011), inúmeras causas e fatores de risco podem levar à deficiência mental, mas é importante ressaltar que, muitas vezes, não se chega a estabelecer com clareza uma causa. Assim, o autor aponta alguns fatores de risco e causas pré-natais, tais como: desnutrição materna, má assistência à gestante; doenças infecciosas (sífilis, rubéola, toxoplasmose, citomegalovírus, AIDS), tóxicos (alcoolismo, consumo de drogas ilícitas e terapêuticas, efeitos teratogênicos de medicamentos, poluição ambiental, tabagismo), genéticos (alterações cromossômicas, tanto as numéricas como as estruturais). Já como fatores de risco e causas periantos a má assistência ao parto e traumas de parto, oxigenação cerebral insuficiente, prematuridade e baixo peso e icterícia grave do recém-nascido. Como fatores de risco e causas pós-natais, desnutrição, desidratação grave, carência de estimulação global, infecções (meningoencefalites, sarampo, etc.), intoxicações exógenas (remédios, inseticidas, produtos químicos, como o chumbo e o mercúrio), acidentes (trânsito, afogamento, choque elétrico, asfixia, quedas) e infestações (neurocisticircose, como a da larva da *Taenia solium).*

Para Relvas (2009a, 2009b), essas pessoas distinguem-se das demais pela incapacidade de generalizar, classificar, abstrair e analisar. Possuem um ritmo, por vezes, muito mais lento para aprender, precisando da repetição de estímulos de maneira intensa. Apresentam, também, dificuldades na discriminação de objetos, já que possuem deficiência dos sentidos, o que prejudica o seu aprendizado.

Segundo Sloan e Birch (1955, citado por Fonseca, 1995), a criança com deficiência apresenta um quadro de comportamentos adaptativos, de acordo com a idade em que se encontra, que poderão auxiliar o professor a adequar seu comportamento e sua prática pedagógica.

Conforme Ferreira, Dias e Santos (2011), é vital compreender o deficiente mental como um ser humano com possibilidades em nível educacional e social e que deve ser estimulado ao nível do desenvolvimento cognitivo e nunca excluído das ações sociais diárias. Afirmam que o currículo escolhido terá de respeitar o nível de aptidão do aluno com NEEI, adequando-se ao seu perfil intraindividual. Destacam que a escola deve contar com a contribuição de diagnósticos e sistemas de apoio educativos, médicos e emocionais. A escola, portanto, deve estar ciente do funcionamento intelectual, das habilidades adaptativas, do psicoemocional, das capacidades físicas, de saúde e etiológicas e dos fatores ambientais. O primeiro passo que a mesma deve dar é o entendimento do diagnóstico de cada um dos alunos com NEEI, pois esse serve para determinar os apoios recomendáveis. Em um segundo momento, identificar os pontos fortes e fracos do aluno, para determinar o perfil e a intensidade dos apoios pedagógicos específicos necessários.

Na década de 20, Vygotsky se dedicou ao estudo da aprendizagem e do desenvolvimento infantil, trabalhando numa área mais abrangente que a psicologia: a chamada pedologia, definida como sendo a ciência da criança que integra os aspectos biológicos, psicológicos e antropológicos, dedicando-se, também, ao estudo de crianças com deficiências auditivas, visuais e mentais, afirmando que o desenvolvimento das crianças normais e anormais depende de um conjunto complexo da estrutura humana, que deriva do processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas relações entre história individual e social (REGO, 1995).

Para Rego (1995), Vygotsky se dedicou ao estudo das chamadas condições psicológicas superiores, que consistem no modo de funcionamento psicológico tipicamente humano, tais como a capacidade de planejamento, memória voluntária, imaginação, etc. Segundo ela, esses processos não são inatos, eles se originam nas relações entre indivíduos e se desenvolvem ao longo do processo de internalização de formas culturais de comportamento, defendendo que o cérebro é o órgão principal da atividade mental, produto de uma longa evolução. No entanto, destaca que esse não é um sistema fixo e imutável, pois a maturação biológica é um fator secundário no desenvolvimento das formas complexas do comportamento humano, pois essas dependem da interação da criança e sua cultura.

Vygotsky (1997), em seu livro Obras Escogidas V**:** Fundamentos de defectologia, escrito em 1922, destaca que a perspectiva quantitativa no estudo da criança deficiente aborda apenas aspectos anatômicos e fisiológicos, reduzindo o problema a um desenvolvimento quantitativamente limitado e de proporções diminuídas, promovendo um sistema de ensino reduzido. Ressalta que uma criança cujo desenvolvimento é prejudicado pela sua deficiência não é simplesmente uma criança menos desenvolvida que seus pares normais, mas sim uma criança que se desenvolveu de outro modo.

Abre-se, portanto, uma perspectiva para o estudo das crianças deficientes, que se pauta nos aspectos qualitativos do desenvolvimento, entendendo que essas apresentam um processo qualitativamente distinto, peculiar. Sua análise, assim, extrapola os aspectos resultantes da simples soma das funções e propriedades pouco desenvolvidas. Por um lado, o defeito é o menos, a limitação, a debilidade, a diminuição do desenvolvimento, por outro, precisamente, porque cria dificuldades, estimula o avanço elevado e intensificado, pois todo defeito cria os estímulos para elaborar uma compensação (VYGOTSKY, 1997).

Vygotsky (1997) entende por processos compensatórios, os processos substitutivos, superestruturados e niveladores no desenvolvimento e na conduta. A compensação pode ter dois desenlaces, a vitória ou a derrota, mas, seja qual for o resultado, em todas as circunstâncias o desenvolvimento, agravado por um defeito, constitui um processo de criação e recriação da personalidade da criança, com base na reorganização das funções de adaptação e da abertura de caminhos paralelos para o desenvolvimento. Para o pedagogo, é importante conhecer a peculiaridade do caminho pelo qual se deve conduzir a criança, pois ela também tem condições de se desenvolver, a seu modo, por um caminho diferente e por outros meios.

Fayol (2012) traz como exemplo de compensação a questão da assimilação de códigos. Pessoas com distúrbios específicos de linguagem (DEL) podem gerar compensação, recorrendo a outro código que mobilize outras representações, por exemplo, visoespaciais e procedimentos.

Vygotsky (1997) não faz distinção quanto ao desenvolvimento ontogenético entre crianças com e sem necessidades especiais e defende que todas elas podem crescer nas funções mentais superiores, criticando as escolas especiais que sempre primaram por desenvolver práticas baseadas em recursos metodológicos concretos ou manuais, acreditando na debilidade dos alunos em representar abstratamente. Defende que o desenvolvimento psicológico da criança se dá na sua vida social, por isso propõe que a educação das crianças com deficiências seja marcada pela promoção variada e rica das suas vivências sociais. Defende o atendimento das mesmas em escola regular e compara a escola especial a um hospital e a um ambiente excludente.

Em relação à criança com deficiência mental, Vygotsky (1997) considera como uma ação danosa inseri-las em grupos homogêneos, pois as privam da possibilidade de beneficiar-se das competências cognitivas de outras crianças, que poderiam desempenhar o papel de mediadoras junto às suas zonas de desenvolvimento proximal (ZDP). O autor afirma que

> as investigações demonstraram que nenhuma das funções psicológicas (nem a memória, nem a atenção) se realizam habitualmente de uma só maneira, e sim que cada uma se realiza de modos diversos. Portanto, ali onde temos uma dificuldade, uma insuficiência, uma limitação ou simplesmente uma tarefa que supera as possibilidades naturais de uma função, essa não fica mecanicamente anulada; emerge, é posta em ação, se realiza graças ao fato de que na te, por exemplo, o

> caráter de memorização direta, e sim que se converte em um processo de combinação, imaginação, pensamento, etc. (VYGOTSKY, 1997, p. 138)[17].

Vygotsky (2007) define como zona de desenvolvimento proximal (ZDP) a distância entre aquilo que a criança pode fazer de forma autônoma (nível de desenvolvimento real) e aquilo que ela realiza em colaboração com os outros elementos do seu grupo social (nível de desenvolvimento potencial). A ZDP define aquelas funções que ainda não amadureceram, as quais estão em processo de maturação. Elas amadurecerão, mas estão presentes em processo embrionário. Através da consideração da ZDP, é possível verificar não somente os ciclos já completados, como também os que estão em via de formação, o que permite o delineamento da competência da criança e de suas futuras conquistas, assim como a elaboração de estratégias pedagógicas que a auxiliem nesse processo.

Nesse aspecto, o papel do educador no processo de desenvolvimento da criança, é de extrema importância, pois ele deve intervir, através da adequação mediada, que propicie as conexões mais importantes para a criança, dentro da ZDP, sempre com leve antecipação, criando os elos de uma rede de aprendizagem (VYGOTSKY, 1984).

Para Beyer (2010), esses elos não devem significar um retrocesso, no sentido de uma abordagem que se situe aquém das condições de aprendizagem do educando, ou uma exigência de aprendizagem e de aquisição de novas competências que esteja além das suas possibilidades de apropriação. A educação deve antecipar-se a tais ritmos e atuar junto às competências emergentes, isto é, junto à ZDP.

Costuma-se pensar na deficiência mental como uma condição em si mesma, um estado patológico bem definido. Entretanto, na grande maioria das vezes, é uma condição mental relativa. A deficiência será sempre relativa em relação aos demais indivíduos de uma mesma cultura, pois a existência de alguma limitação funcional, principalmente nos graus mais leves, não seria suficiente para caracterizar um diagnóstico de deficiência mental, se não existir um mecanismo social que atribua a essa limitação um valor de morbidade. E esse mecanismo social que atribui valores é sempre comparativo, portanto, relativo. Na deficiência mental, como nas demais questões da psiquiatria, a capacidade de adaptação do sujeito ao objeto, ou da pessoa ao mundo, é o elemento mais fortemente ligado à noção de

---

[17] las investigaciones demostraron que ninguna de las funciones psicológicas (ni la memoria, ni la atención) se realiza habitualmente de un solo modo, sino que cada una se realiza de modos diversos. Por consiguiente, allí donde tenemos una dificultad, una insuficiencia, una limitación o simplemente una tarea que supera las posibilidades naturales de una función, ésta no queda mecánicamente anulada; emerge, es puesta en acción, se realiza gracias al hecho de que no tiene, por ejemplo, el carácter de memorización directa, sino que se convierte en un proceso de combinación, imaginación, pensamiento, etc.[17] (VYGOTSKY, 1997, p. 138).

normal. Teoricamente, já que a unidade de observação é a capacidade de adaptação, deveriam ficar em segundo plano as questões mensuráveis de QI (BALLONE, 2011).

É comprovado experimentalmente que as atividades exigidas no meio escolar resultam em benefícios para o desenvolvimento das estruturas lógicas concretas nos portadores de NEEI, pois estas abrem a possibilidade do aluno interagir com o objeto de conhecimento e tirar proveito dessa interação. Esses resultados apontam para a importância da influência do meio escolar no desenvolvimento das operações mentais desses sujeitos (MANTOAN, 1997).

Considerando-se o estudo desses teóricos sobre as possibilidades de pessoas com NEEI modificarem as suas estruturas mentais, optou-se pelo estudo da Neurociências, em especial do Sistema Nervoso (SN), responsável pela coordenação das atividades externas e internas do organismo, produzindo uma integração e a busca em manter a homeostase do indivíduo e do Sistema Nervoso Central (SNC), já que a sua função é relacionar o indivíduo com o meio e consigo mesmo, captando os estímulos (frio, quente, emocional), interpretando-os e decodificando-os, realizando registros deles (formação da memória) e elaborando respostas motoras ou emocionais relativas ao estímulo captado (a conduta) (RELVAS, 2009a).

3. 1 SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Segundo Relvas (2009a), os registros históricos demonstram que vários pesquisadores se perguntavam como o homem aprendia. Os egípcios guardavam em vasos as vísceras e jogavam o cérebro fora, pois acreditavam que ele não tinha serventia. Para os assírios, o centro do pensamento estava no fígado. Aristóteles creditava ao cérebro a função de resfriar o sangue. O primeiro avanço na conceituação do cérebro se deve a Hipócrates, que demonstrou que o cérebro é dividido em dois hemisférios e que neles estão todas as funções biológicas e da mente. Mais tarde, chegou-se ao Paradigma do Cérebro em Ação. O ponto de mutação se encontra no fato de que, antes, os dois - Homem e Cérebro – estariam dissociados e, agora, não mais: integram-se dinamicamente, constituindo o sistema funcional do ser Humano em ação para aprender, interagir e se relacionar com o meio que o cerca.

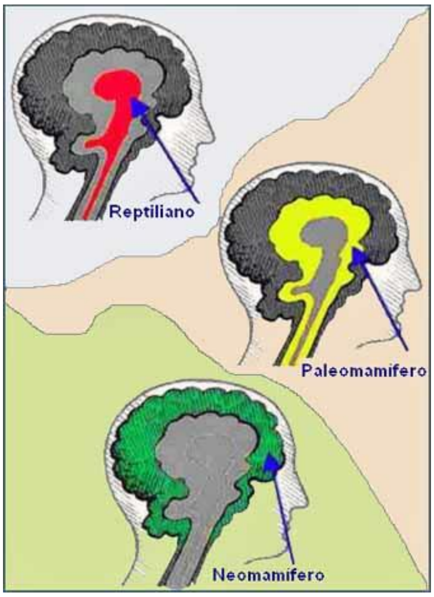
A década de 90, do século XX, foi eleita pela OMS como a Década do Cérebro. O conhecimento do funcionamento cerebral subjacente à cognição, objeto de estudo da neurociência cognitiva, ganhou espaço e pode ser definida como a ciência que investiga a relação sistema nervoso, comportamento e cognição, isto é, das funções mentais superiores (linguagem, atenção, memória, representações mentais, entre outras) (PINHEIRO, 2005/2006; FIORI, 2008).

Entre outros fatores, o século XX foi notável para o estudo do cérebro, em função de novas ferramentas que permitiram avanços no estudo da atividade cerebral *in vivo*, como o eletroencefalograma. Outra técnica, conhecida como *Pósitron Emission Tomography* (tomografia por emissão de pósitrons*)*, possibilita marcar o oxigênio e a glicose, permitindo acompanhar "os passos" do cérebro, discriminando áreas cerebrais com pessoas em diferentes atividades. Existe, também, *o Magnetic Ressonance Imaging* (ressonância nuclear magnética funcional), que mede mudanças de concentração do oxigênio no sangue que irriga o cérebro. Essa imagem é transmitida por uma proteína com teor magnético, a qual é monitorada por ondas de rádio com sinais que revelam regiões mais ativas nessa ou em outra função. Essas e outras técnicas inauguraram nova era da neurociência, trazendo concepções sobre a ação cerebral, explicando características humanas até então incompreendidas em sua importância (RELVAS, 2007, 2008).

3.1.1 Evolução do Sistema Nervoso Central

Filogeneticamente[18], o cérebro humano pode ser dividido em três unidades (figura 3). São três estruturas que, embora interconectadas, conservam, cada uma, as próprias formas peculiares (RELVAS, 2009a).

Figura 3 – Evolução do Sistema Nervoso Central.



Fonte: RELVAS, 2009a

[18] Relativo à gênese, à origem.

O cérebro primitivo ou arquencéfalo (reptiliano) é a unidade cerebral responsável pela autopreservação e agressão. É formado pelas estruturas do tronco encefálico e cerebelo, pelo mais antigo núcleo da base, o globo pálido[19], e pelos bulbos olfatórios[20]. Corresponde ao cérebro dos répteis, também chamado complexo-R ou formação reticular. Está relacionado aos instintos primitivos e agressivos do comportamento humano.

O cérebro intermediário (paleomamífero) é a unidade cerebral responsável pelas emoções dos velhos mamíferos. É formado pelas estruturas do sistema límbico[21] e corresponde ao cérebro dos mamíferos inferiores. É com ele que se aprende a cuidar das crias com relações afetivas.

O cérebro superior ou cérebro racional (neomamífero) é a unidade cerebral responsável pelas tarefas intelectuais dos novos mamíferos e compreende a maior parte dos hemisférios cerebrais. É formado por um tipo de córtex mais recente, denominado de Neocórtex e alguns grupos neuronais, subcorticais. É o cérebro dos mamíferos superiores, incluindo os primatas e, consequentemente, o homem moderno *Homo sapiens*.

Essas três camadas cerebrais vão aparecendo uma após a outra, durante o desenvolvimento do embrião e do feto (ontogenia), representando cronologicamente a evolução (filogenia) das espécies até o *Homo sapiens* (RELVAS, 2009a).

3.1.2 Formação do Sistema Nervoso

O processo embriológico e pós-natal da formação do SN é chamado de neurodesenvolvimento, conforme Domingues (2007), e divide-se nas fases apresentadas a seguir:

a) Neurulação: após a concepção e formação do zigoto, o feto passa para a fase de mórula – um aglomerado celular em forma de amora, formado pelo conjunto de células

---

[19] É uma estrutura sub-cortical do cérebro, que integra o sistema límbico. Junto com o subtálamo, forma o sistema extrapiramidal, parte importante na coordenação motora. É o principal elemento do sistema dos núcleos da base e uma das partes do encéfalo que evoluiu mais cedo. Possuem importante função na aquisição e manutenção de informações (aprendizagem) e no processamento de emoções. Seus neurônios são longos, com muitos dendritos, cobertos com axônios com densa mielina, que lhe dão a cor pálida característica (DOMINGUES, 2007).

[20] É a área olfatória primária do cérebro (DOMINGUES, 2007).

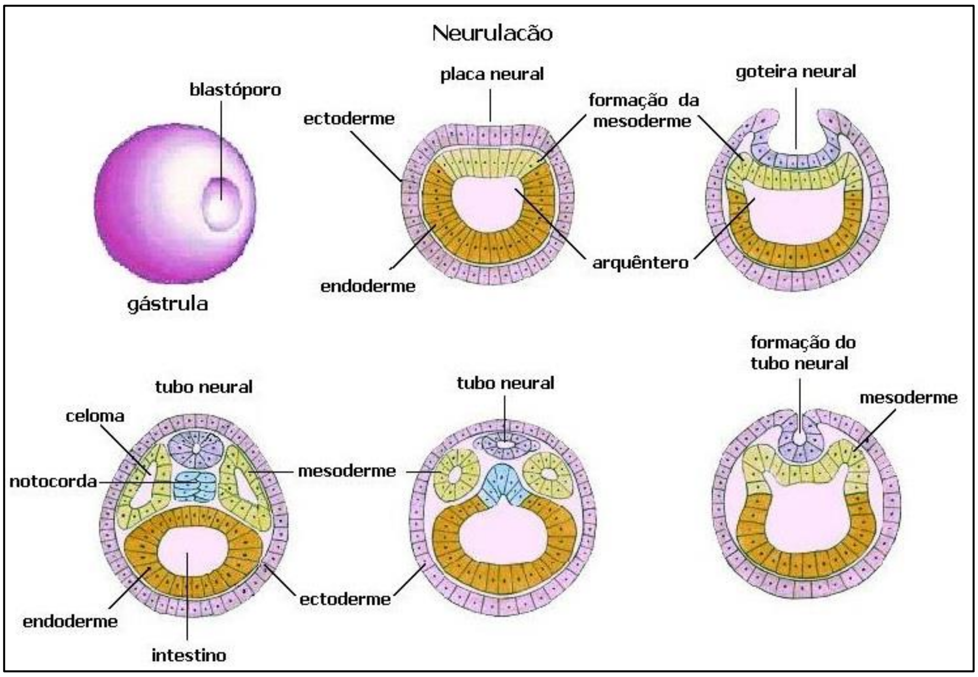
[21] O Sistema Límbico é um grupo de estruturas que inclui hipotálamo, tálamo, amígdala, hipocampo, os corpos mamilares e o giro do cíngulo. Todas estas áreas são muito importantes para a emoção e reações emocionais. O hipocampo também é importante para a memória e o aprendizado (DOMINGUES, 2007).

chamadas blastômeros ou blastócitos. No décimo oitavo dia de gestação, o embrião está constituído por uma única camada de células (ectoderme) com uma cavidade no centro.

Inicia-se, então, em seu dorso, uma diferenciação chamada de placa neural (primeiro indício do SN), que formará o sulco neural, a medula primitiva e o encéfalo primitivo, dando origem ao SNC.

A placa neural cresce progressivamente, espessa-se e adquire um sulco longitudinal, o sulco neural, que se aprofunda para formar a goteira neural. O tubo neural forma-se da fusão dos lábios da goteira neural (figura 4).

Figura 4 – Neurulação.



Fonte: http://profcarlosnunes.blogspot.com

O ectoderma, ainda não diferenciado, fecha-se sobre o tubo neural, isolando-o do meio externo. A crista neural forma-se a partir de células que se desenvolvem de cada lado dos lábios da goteira neural. O SNC origina-se do tubo neural; o Sistema Nervoso Periférico (SNP) e outros elementos originam-se da crista neural. Nas cristas neurais, se diferenciam os neurônios sensitivos, cujos prolongamentos centrais ligam-se ao tubo neural, e os prolongamentos periféricos aos dermátomos dos somitos[22], à medula da glândula suprarrenal,

[22] Os somitos são estruturas epiteliais transitórias que se formam nas primeiras etapas do desenvolvimento embrionário dos vertebrados. A sua formação cuidadosamente controlada no espaço e no tempo é fundamental para a correta formação da coluna vertebral, dos músculos esqueléticos do corpo e da organização segmentar do sistema nervoso periférico (MACHADO, 1993).

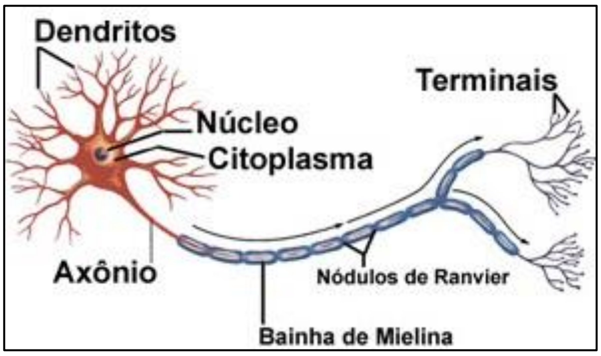
às células de Schwann[23] e a outros elementos. Em determinada idade do embrião, surge o tubo neural no meio, rodeado de goteiras nas extremidades. O crescimento das paredes do tubo neural dá origem a seis lâminas. (MACHADO, 1993).

O tubo neural dará origem ao cérebro e à medula espinhal e a três vesículas: o rombencéfalo, o mesencéfalo e o prosencéfalo. O prosencéfalo dá origem ao telencéfalo, que, por sua vez, está na origem dos hemisférios cerebrais e ao diencéfalo, que dá origem ao tálamo e ao hipotálamo. O mesencéfalo origina os pedúnculos cerebrais e a lâmina quadrigêmea. O rombencéfalo origina o metencéfalo que, por sua vez, origina a protuberância e o cerebelo, e o mielencéfalo, que origina o bulbo raquidiano. Problemas no fechamento da parte rostral provocam anencefalia e, na parte dorsal, causam Espinha Bífida (MACHADO, 1993).

O processo de neurulação inicia-se muito cedo e também é o último a completar sua formação no término da gestação. Isso demonstra sua grande importância e responsabilidade em todo funcionamento orgânico e psíquico do indivíduo (DOMINGUES, 2007).

b) Neurogênese: é a formação dos neurônios com sua estruturação e constituição completa, isto é, com dendritos, corpo celular, axônio, botões sinápticos, módulo de Ranvier[24] e a bainha de mielina (figura 5) (DOMINGUES, 2007).

Figura 5 – Neurogênese.



Fonte: http://www.psiqweb.med.br/site/?area=NO/LerNoticia&idNoticia=290

[23]Célula de Schwann é um tipo de célula glial que produz a mielina que envolve os axônios dos neurônios no SNP, isolando electricamente os nervos e, assim, permitindo a propagação rápida de potenciais de ação (MACHADO, 1993).

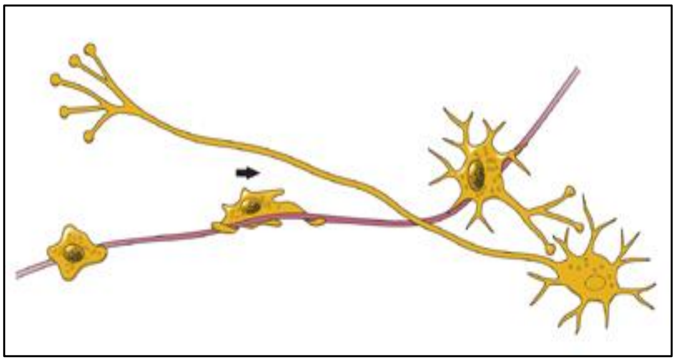
[24] O potencial de ação consiste na inversão da tensão elétrica (potencial de repouso da membrana) entre o interior e o exterior do nervo, provocada por um estímulo. Nos animais superiores, o potencial de ação tem origem na transição entre o corpo celular e o axônio. Os nódulos da Ranvier são os pontos de falha na bainha de mielina, onde ocorre a chamada condução saltatória do potencial de ação, que torna mais rápida a condução neuronal, zonas em que as células de Schwann (isolante) deixam espaço livre (DOMINGUES, 2007).

Inicia-se, aos 30 dias de vida intrauterina, atingindo o máximo de formação aos 3 meses de vida intrauterina. Nessa fase, a intensidade de formação de neurônios é extrema, chegando de 150 a 200 mil neurônios por minuto (DOMINGUES, 2007).

Os neurônios são as células excitáveis do SN que veiculam as informações entre a periferia do SNC e entre diversas regiões do SNC. Eles constituem, assim, as células de base, que permitem retirar a informação do ambiente, agir sobre o ambiente, pensar, memorizar, antecipar e programar uma ação. O neurônio pode transmitir e propagar, ao longo de seu axônio, as informações que recebe sob a forma de impulsos elétricos (designados por influxo nervoso) e acelerados através do isolamento (conhecido como mielina) e liberar, na extremidade de suas terminações axonais, moléculas químicas (ou neurotransmissores), que são captados, no nível dos dendritos do neurônio pós-sináptico, por receptores químicos específicos (FIORI, 2008; HOWARD-JONES, 2012).

c) Migração neuronal: é o caminho percorrido pelos neurônios após a sua formação para os córtices correspondentes a sua função, por exemplo, neurônio auditivo para o córtex auditivo. Ou seja, é o processo pelo qual os neurônios se deslocam de seu local de origem para seu local permanente no cérebro em desenvolvimento. É todo processo de deslocamento dos corpos neuronais, que são gerados próximos aos ventrículos, até porções mais superficiais, dando origem ao córtex cerebral (figura 6) (DOMINGUES, 2007).

Figura 6 – Migração Neuronal.



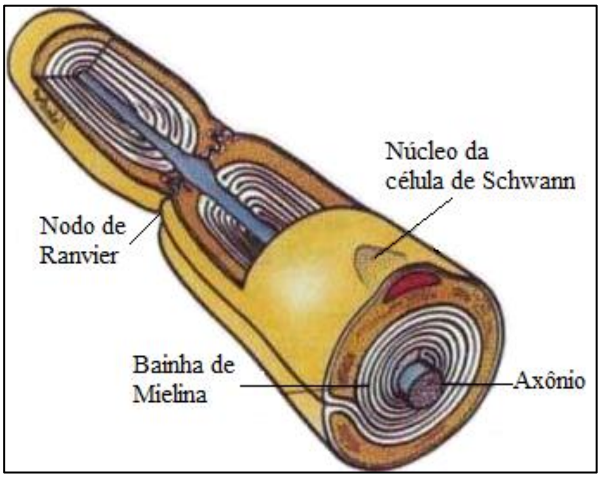
Fonte: http://www.ninds.nih.gov/disorders/brain_basics/ninds_neuron.htm

Segundo Domingues (2007), erros na migração neuronal ocasionam “emaranhados de fios” que levam a alterações da percepção. São interrupções mais precoces da migração dos neurônios, o que acaba gerando localizações anômalas dos mesmos, como, por exemplo, duplo córtex, isto é, uma laminação dupla do córtex. Os erros de migração neuronal levam a vários déficits neurológicos, desde deficiência mental, déficits motores até epilepsia. Inicia-se, no primeiro mês e meio de vida intrauterina, e atinge o máximo no quinto mês de vida intrauterina. O término do processo de migração neural se dá no quarto mês pós-natal.

d) Apoptose ou morte celular programada: é o processo de eliminação de neurônios por um mecanismo de autodestruição, no intuito de seleção e sobrevivência dos mais aptos e saudáveis, sendo importante para eliminar células supérfluas ou defeituosas. Inicia no segundo mês de vida intrauterina, atinge o máximo no sexto mês de vida intrauterina e seu término se dá um ano e meio pós-natal (DOMINGUES, 2007).

e) Mielinização: é o processo de formação da bainha de mielina, que é o envoltório do axônio responsável pela proteção, velocidade de transmissão do impulso nervoso e maturação neural (figura 7). Tem grande influência na atuação das diferentes fases maturativas do indivíduo e consequentes manifestações motoras, emocionais, cognitivas e comportamentais (DOMINGUES, 2007).

Figura 7 – Mielinização.



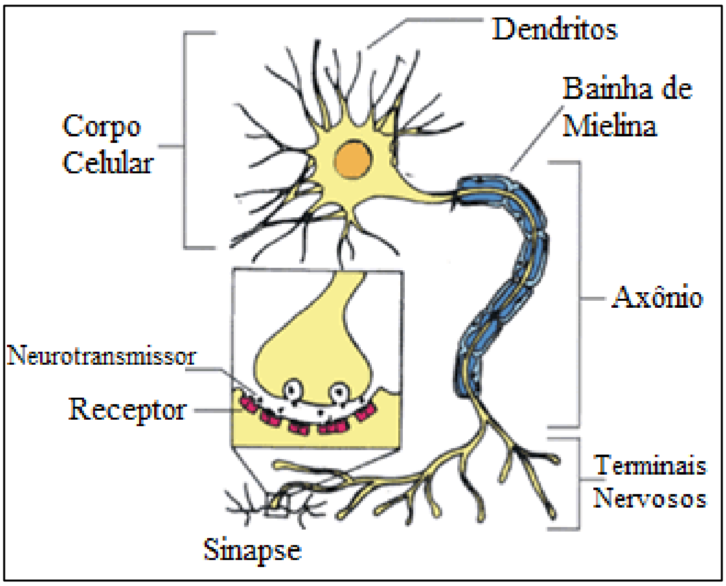
Fonte: http://quartoanoanatomia.blogspot.com

O início do processo de mielinização se dá no terceiro mês de vida intrauterina e atinge o ponto máximo na fase entre o nascimento e o quinto ano. Segue intensa até os 18 anos e começa a declinar, permanecendo com menor intensidade ao longo de toda a vida. Essas são as fases maturativas ou anos formativos (maturação neural) que terão reflexos por toda a vida do indivíduo, pois irão interferir no desenvolvimento da motricidade, habilidades, sentidos, manifestações comportamentais ou de conduta. É importante destacar que a mielinização segue uma “ordem” craniocaudal (da cabeça para os pés). Por isso, por exemplo, é que a criança tem sustento cefálico antes de ficar sentada e senta antes de ficar de pé (DOMINGUES, 2007).

Segundo a autora a mielina é uma capa ‘ou bainha que envolve o axônio, enrolando-se várias vezes sobre ele, como uma fita isolante envolvendo um fio elétrico. É constituída por lipídios (gordura) e proteínas, sendo responsável pela proteção dos neurônios, pelo aumento da velocidade de transmissão do impulso nervoso e pela maturação adequada.

f) Sinaptogênese: é o processo de comunicação que ocorre entre os neurônios, propiciando as intercomunicações e inter-relações dos estímulos captados, isto é, a comunicação dos neurônios entre si, após terem realizado a migração e atingido o córtex correspondente. Eles irão, então, lançar prolongamentos, formando as sinapses, que são os pontos de acoplamento e comunicação entre os neurônios (figura 8) (DOMINGUES, 2007).

Figura 8 – Sinaptogênese.



Fonte: http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Histologia/epitelio29

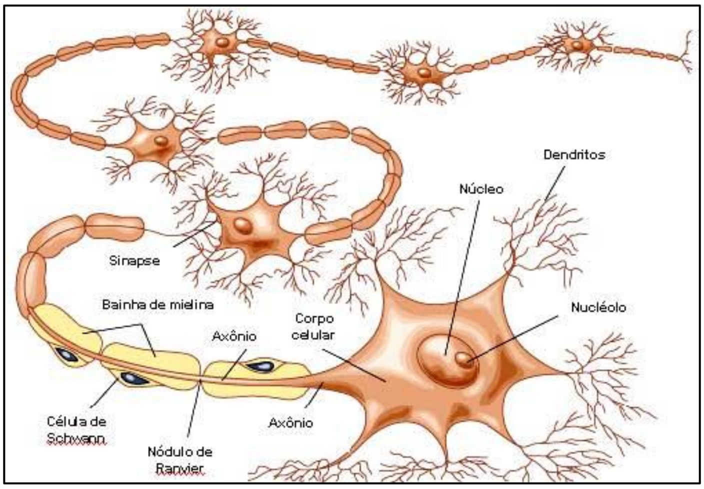
A sinaptogênese inicia no quinto mês de vida intrauterina e atinge o máximo por volta dos seis anos, seguindo intensa até a idade aproximada de 18 anos, porém permanecendo ativa durante toda a vida, dependendo do uso/estímulo (DOMINGUES, 2007).

Os neurônios não possuem uma continuidade, isto é, são células individuais que se comunicam umas com as outras, estabelecendo, dessa forma, relações corretas de acoplamento (por exemplo, neurônio A com o neurônio A’). Não pode haver erro nesse processo, pois, se isso acontecer, a transmissão será anormal e confusa, devido à incapacidade funcional do neurônio, com consequências desastrosas. O processo de sinaptogênese é regulado por substâncias chamadas neutrofinas (adubo cerebral), que funcionam como a sinalização, guiando os axônios.

Os neurônios se comunicam sem se tocarem. Isso se dá através de substâncias chamadas neurotransmissoras, entre as quais a serotonina, dopamina e noradrenalina. Atualmente, a modulação desses transmissores, com o emprego de medicamentos, é uma das bases fundamentais de qualquer tratamento farmacológico em psiquiatria e em neurologia (DOMINGUES, 2007).

g) Arborização dos dendritos e axônios: é a formação dos ramos dos neurônios e axônios (dendritos) e seus colaterais, que servem como atalhos, facilitando a intercomunicação entre os neurônios (figura 9) (DOMINGUES, 2007).

Figura 9 - Arborização dos Dendritos e Axônios.



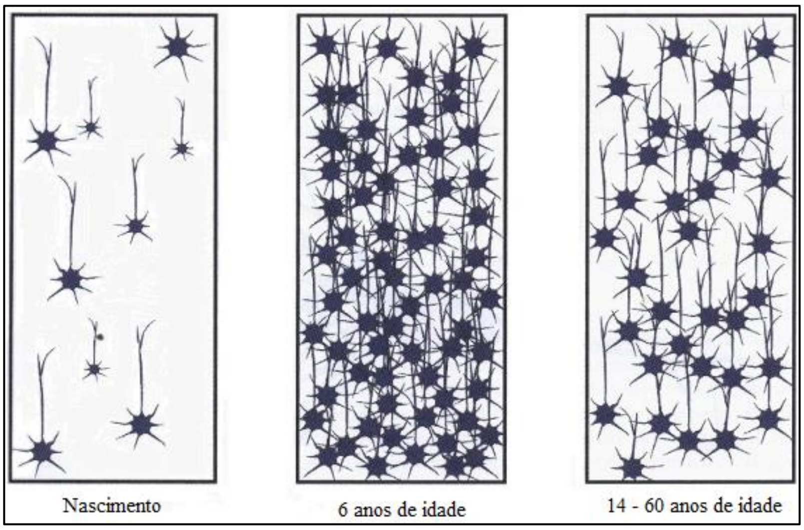
Fonte: http://www.sobiologia.com.br/figuras/Histologia/neuronio.jpg

Os dendritos captam os estímulos recebidos, tornando os neurônios mais aptos e atentos para captar o meio externo e sua atuação. Os colaterais possibilitam aos neurônios estabelecer relações entre os estímulos captados, tornando o impulso nervoso mais rápido e associativo. Os estímulos captados não seguirão de uma forma somente linear como, A → B → C → D, até atingir K. Através dos colaterais, poderão ser rapidamente associados e formar relações diretas como, por exemplo, B → K. Portanto, a formação de colaterais proporciona um pensamento ou uma percepção mais ampla de determinado ensinamento, com conclusões associativas e abrangentes, o que caracteriza a gnosia, isto é, o conhecimento (DOMINGUES, 2007).

A formação dessas estruturas está diretamente relacionada à estimulação adequada, tanto em intensidade quanto em tipo. Esse processo tem início no quinto mês de vida intrauterina e aumenta gradativamente, atingindo o máximo entre o nascimento e o quinto ano. A partir dessa fase, começa a crescer lentamente até os 18 anos, permanecendo lento por toda a vida.

h) Eliminação competitiva e reestruturação das sinapses: é o processo de poda das ramificações não utilizadas, sobrevivendo os neurônios mais aptos e com sinapses mais utilizadas, sendo deixados para a vida adulta cerca de dois terços das sinapses presentes na infância (figura 10) (DOMINGUES, 2007).

Figura 10 – Eliminação competitiva e reestruturação das sinapses.



Fonte: http://www.mentalhealth.com.br/cerebro/neuro3.jpg

Esse processo inicia aos quatro meses pós-natal e atinge o máximo por volta dos 18 anos, permanecendo lento por toda vida.

> A todas essas modificações estruturais, químicas e elétricas que ocorrem no cérebro desde a fase intrauterina, seguindo-se dos anos formativos e à adolescência denominamos de plasticidade neuronal. [...]. O processo de poda possibilita a plasticidade que proporciona novas e importantes aprendizagens. O cérebro permanece plástico por toda a vida, mas com bem menos intensidade do que nas fases citadas (DOMINGUES, 2007, p. 32).

A fase mais dinâmica do cérebro é a intrauterina. A etapa crucial para o desenvolvimento compreende, principalmente, entre zero e seis anos, servindo de base para toda vida orgânica e psíquica. É nessa fase, principalmente, que o neurônio modifica dinamicamente suas conexões, reagindo ao aprendizado, às vivências, às experiências de vida, às emoções, às drogas e às doenças, não desconsiderando, obviamente, o caráter genético (DOMINGUES, 2007).

3.2 ORGANIZAÇÃO DO SISTEMA NERVOSO

Segundo Oliveira (1999, 2005), o SN é formado por um conjunto de órgãos nervosos. Divide-se, de uma forma geral, em SNC, SNP e Sistema Nervoso Autônomo (SNA). O SNC constitui-se de duas partes, o encéfalo e a medula espinhal. O encéfalo é formado por todas as estruturas nervosas contidas na caixa craniana, enquanto a medula espinhal é uma continuidade do encéfalo para dentro do canal medular, que é formado pela superposição das vértebras. O SNP, como a própria denominação sugere, é a parte do SN que fica na "periferia", ou seja, que chega ao SNC, trazendo estímulos externos captados (aferentes) ou que parte do SNC (eferentes), trazendo as respostas elaboradas por esse, servindo, portanto, na transmissão de estímulos. O SNA trabalha sem o comando cerebral, sendo involuntário, respondendo rapidamente a um estímulo externo, sempre na tentativa de estabelecer o equilíbrio (homeostase), tanto orgânico como emocional. As emoções influenciam o funcionamento do SNA, mas esse não regula diretamente as emoções.[25] É responsável pela regulação de funções das quais não se tem controle diretamente, como sudorese, constrição das pupilas, frequência cardíaca, entre outros.

A organização do SN pode ser compreendida do ponto de vista microscópico (célula e tecido nervoso) ou do ponto de vista macroscópico (subdivisões do SN relacionados ao seu funcionamento) (FIORI, 2008).

Do ponto de vista microscópico, o tecido nervoso é constituído por dois grandes tipos de células: as células nervosas ou neurônios, com um número estimado de 100 bilhões, somente no cérebro, e as células gliais, ainda mais numerosas. Os neurônios constituem o substrato de base na transmissão da informação nervosa e as células gliais são necessárias a essa transmissão, mesmo não transmitindo diretamente as informações, pois são responsáveis pela manutenção e nutrição do tecido nervoso. O tecido cerebral organiza-se em unidades funcionais discretas livres e bem separadas, com comunicação química entre elas (neurônios) (FIORI, 2008; HOWARD-JONES, 2012).

Do ponto de vista macroscópico, a primeira grande subdivisão do SN diz respeito ao SNC, que engloba o cérebro propriamente dito, o tronco cerebral, o cerebelo e a medula

---

[25] O sistema límbico, que é composto por uma rede de estruturas e circuitos neuronais, é responsável pela regulação das emoções (OLIVEIRA, 2005).

espinhal, o SNP, que é decomposto em três subsistemas, os nervos raquidianos, os nervos cranianos e o SNA.

O SNC, segundo Fiori (2008) e Lent (2004), comporta sete partes fundamentais que são: a medula espinhal, o bulbo (ou mielencéfalo), a ponte, o cerebelo (que constituem o metencéfalo), o cérebro médio (ou mesencéfalo), o diencéfalo (tálamo e hipotálamo) e os hemisférios cerebrais (ou telencéfalo) (figura 11).

Figura 11 – Quadro da classificação hierárquica das grandes estruturas neuroanatômicas.

SISTEMA NERVOSO CENTRAL								
Encéfalo								**Medula Espinhal**
Cérebro			**Cerebelo**		**Tronco Encefálico**			
Telencéfalo		**Diencéfalo**	**Córtex Cerebelar**	**Núcleos Profundos**	**Mesencéfalo**	**Ponte**	**Bulbo**	
Córtex Cerebral	**Núcleos da Base**	**Diencéfalo**						

Fonte: LENT, 2004, p. 9

Segundo Lent (2004), Relvas (2007, 2009a), Domingues (2007) e Oliveira (2005), apresentam-se as denominações a seguir.

a) Encéfalo: é o centro do SNC, isto é, tudo que fica “dentro do crânio”, como cérebro, cerebelo e o tronco encefálico. Contém cerca de 86 bilhões de neurônios, ligados por mais de 10.000 conexões sinápticas. Está contido no interior da caixa craniana. Anatomicamente, divide-se em lobos cerebrais (frontal, temporal, parietal e occipital), que exercem influência direta nas questões de aprendizagem.

b) Medula Espinhal: é a porção alongada do SNC, a continuação do encéfalo, que se aloja no interior da coluna vertebral em seu canal vertebral, ao longo do seu eixo crânio-caudal. Tem a função de conduzir impulsos nervosos das regiões do corpo até o encéfalo, produzir impulsos e coordenar atividades musculares e reflexos.

c) Cérebro: é a parte mais desenvolvida e a mais volumosa do encéfalo; pesa cerca de 1,3 kg e é uma massa de tecido cinza ou branca. A substância cinzenta é formada pelos corpos dos neurônios e a branca, por seus prolongamentos. É constituído por dois hemisférios justapostos e separados por um sulco profundo.

d) Cerebelo: é a parte do encéfalo responsável pela manutenção do equilíbrio e pelo controle do tônus muscular e dos movimentos voluntários, bem como pela aprendizagem motora. É formado por 2 hemisférios - os hemisférios cerebelosos, e por uma parte central, chamada de vermis. O termo cerebelo deriva do latim e significa "pequeno cérebro".

e) Tronco encefálico: estrutura em forma de haste que se estende a partir da medula espinhal, escondendo-se por baixo do cerebelo e por dentro do cérebro. É dividido em três partes: mesencéfalo, ponte e bulbo. É dele que emergem a maioria dos nervos cranianos. Está relacionado com a consciência, a regulação do ciclo sono-vigília, integração neurossensorial motora, integração tônica e a atenção[26].

f) Córtex cerebral: a palavra córtex vem do latim "casca". É a camada mais externa do cérebro (massa cinzenta) e sua espessura varia de 2 a 6 mm. É a região onde são representadas as funções neurais e psíquicas mais complexas.

g) Núcleos da base: estão localizados no interior dos hemisférios do cérebro. São um grupo de núcleos interconectados com o córtex cerebral, tálamo e tronco cerebral. Estão associados as funções de controle motor, cognição, emoções e aprendizado.

h) Diencéfalo: também está no interior dos hemisférios do cérebro. É formado pelo tálamo e hipotálamo, que estão envolvidos em certos aspectos da memória e da função cognitiva.

i) Córtex cerebelar: encontra-se no interior dos hemisférios do cerebelo. É a matéria cinzenta superficial, constituída por duas camadas principais, os extratos moleculares e o granuloso.

j) Núcleos profundos: encontram-se no interior dos hemisférios do cerebelo.

l) Mesencéfalo: faz parte do tronco encefálico e continua com o diencéfalo, bem no centro do cérebro. É o ponto de junção do cérebro, do cerebelo e da medula espinhal.

m) Ponte: faz parte do tronco encefálico e é uma estrutura intermediária. Origina os pedúnculos cerebrais e a lâmina quadrigémea.

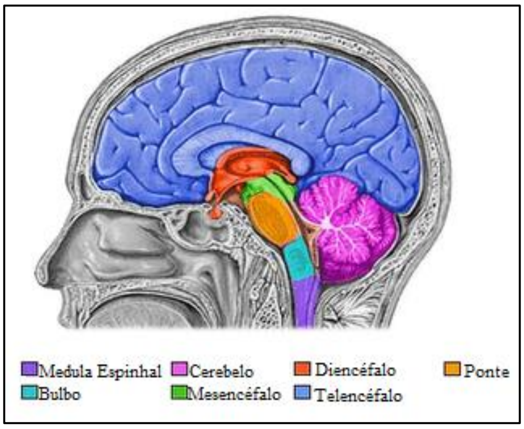
n) Bulbo ou medula oblonga: é a parte mais caudal do tronco encefálico e continua até a medula espinhal.

A figura 12 ilustra a subdivisão do SNC, do ponto de vista anatômico.

---

[26] A atenção, no sentido próprio do termo, é mediada pelo lobo pré-frontal. Porém, o tronco encefálico também atua nas questões de atenção, já que é responsável pela regulação do ciclo sono-vigília.

Figura 12 – Subdivisão do SNC, do ponto de vista anatômico.



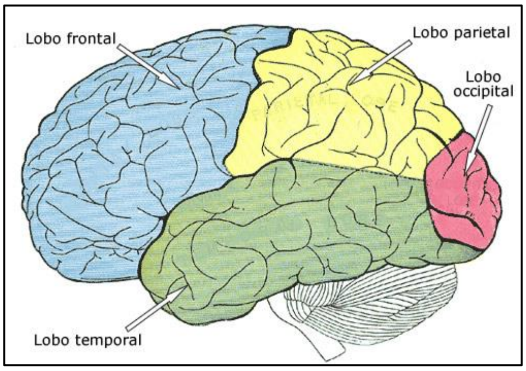
Fonte: http://psicologiaibmr2009.blogspot.com/2009/03/aula-1-funcoes-e-divisao-do-sistema.html

Para entender o mecanismo de aprender, é preciso conhecer o funcionamento do SNC, o organizador dos comportamentos, pois cada tipo de habilidade ou comportamento pode ser bem relacionado a certas áreas particulares do cérebro. Assim, há áreas habilitadas a interpretar estímulos que levam à percepção visual e auditiva, à compreensão e à capacidade linguística, à cognição, ao planejamento de ações futuras, inclusive de movimento, e assim por diante. Ensinar a uma pessoa uma habilidade nova implica maximizar o potencial de funcionamento de seu cérebro, isso porque aprender exige, necessariamente, planejar novas maneiras de solucionar desafios, atividades que estimulam diferentes áreas cerebrais a trabalhar com a capacidade máxima de eficiência. (RELVAS, 2009a; OLIVEIRA, 2005).

O cérebro, propriamente dito, é constituído pelos hemisférios cerebrais e pelo diencéfalo. O tronco cerebral engloba o cérebro posterior e o cérebro médio; o cérebro anterior engloba o córtex, o sistema límbico e os gânglios da base (FIORI, 2008).

O córtex é a camada mais externa dos hemisférios e contém as seis camadas de corpos neuronais ou somas, os dendritos, e uma parte dos axônios e terminações de neurônios. Entretanto, são as somas dos neurônios que predominam e que dão ao córtex uma coloração acinzentada. O córtex ocupa os giros e o espaço situado no interior dos sulcos e das fissuras e constitui 80% do volume do cérebro. A arquitetura das células difere de uma região para outra e, embora o córtex se comunique com a maioria das outras áreas do cérebro, cada área dele dispõe de uma rede de conexões que lhe é própria e adaptada à sua função. Os sulcos e as fissuras repartem cada um dos hemisférios cerebrais em quatro grandes partes ou lobos: o sulco lateral separa o lobo frontal do lobo temporal, o sulco central separa o lobo frontal do lobo parietal, o sulco parieto-occipital separa o lobo parietal do lobo occipital. A fissura inter-hemisférica separa os hemisférios cerebrais direito e esquerdo (figura 13), os quais são conectados pelo corpo caloso (massa de fibras) e a comissura anterior, grande feixe de fibras nervosas mielinizadas que liga cada região de um hemisfério à região equivalente do outro hemisfério (FIORI, 2008; HOWAR-JONES, 2012).

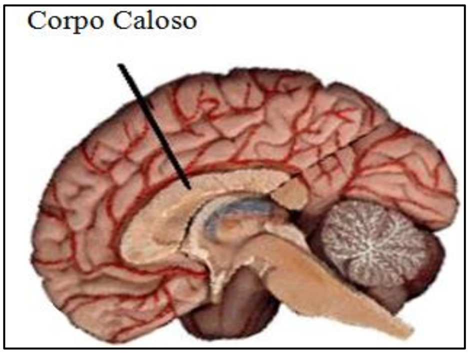
Figura 13 – Lobos cerebrais.



Fonte: http://static.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/01/lobos-cerebrais.jpg

O cérebro é constituído por dois hemisférios, o esquerdo e o direito, que se diferenciam quanto às suas características e funções. O hemisfério esquerdo se caracteriza por ser lógico, direto, linear, convergente, científico, concreto, matemático, jurídico, avaliativo, crítico, entre outras, sempre voltadas para o objetivo e o racional. O hemisfério direito se caracteriza por ser divergente, metafórico, simbólico, artístico, musical, idiossincrático, holístico, ajurídico, acrítico, entre outras características que se relacionam com o não concreto e não racional. A comunicação entre eles ocorre, principalmente, através de duas estruturas comissurais: o corpo caloso e a comissura anterior. O corpo caloso (figura 14) é formado por um feixe de fibras, situadas na região medial do encéfalo, entre os dois hemisférios cerebrais, projetando-se para o interior desses, realizando a integração e a troca de informações entre os hemisférios (OLIVEIRA, 2005; HOWAR-JONES, 2012).

Figura 14 – Corpo Caloso.

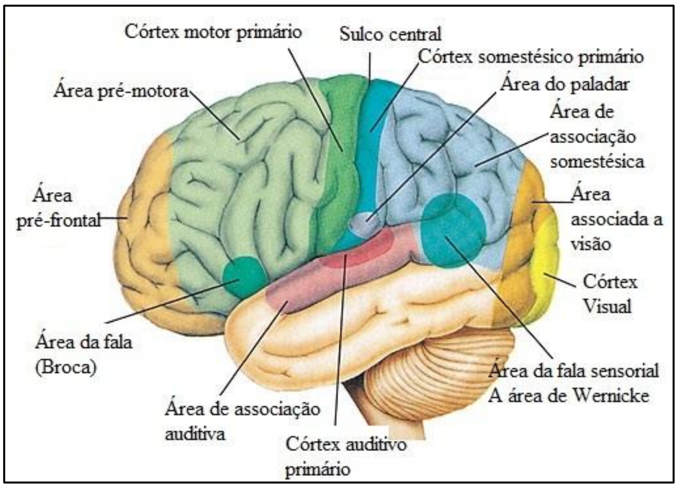


Fonte: http://www.lookfordiagnosis.com

Porém, as vias sensitivas, que trazem os impulsos provenientes do corpo (ascendentes ou aferentes[27]) e as vias motoras, que trazem as ordens elaboradas no córtex (descendentes ou eferentes[28]), não trafegam direto, mas cruzam-se na região posterior do tronco encefálico. Portanto, os estímulos provenientes da parte direita do corpo atingem o hemisfério esquerdo e os provenientes da parte esquerda atingem o hemisfério direito. Somente os estímulos auditivos são captados nos dois hemisférios ao mesmo tempo.

Segundo Fiori (2008), Araújo (2011), Relvas (2009a) e Oliveira (1999, 2005), a cada um dos lobos podem ser associadas certas funções principais. A ativação de uma área cortical, determinada por um estímulo, provoca alterações também em outras áreas, pois o cérebro não funciona como regiões isoladas, isto é, existem conexões entre os hemisférios e intra-hemisférios. As associações recíprocas entre as diversas áreas corticais asseguram a coordenação entre a chegada dos impulsos sensitivos, sua decodificação e associação, bem como a atividade motora de resposta. Esses processos são chamados de funções nervosas superiores, desempenhadas pelo córtex cerebral. As funções principais dos lobos (figura 15) são descritas a seguir.

Figura 15 – Principais funções dos lobos cerebrais.



Fonte: http://neuroenfermagem.blogspot.com/2011/06/estrutura-e-funcoes-do-cortex-cerebral_7247

a) Lobo occipital: está localizado na parte posterior do cérebro e contém as áreas de tratamento visual. Define a capacidade de compreender o que se vê, por isso é denominado de córtex visual. O lobo occipital é subdividido em pequenas áreas especializadas nas suas funções, por exemplo, processar a visão da cor, do movimento, da distância, etc. Divide-se em

[27] Fibras que levam impulsos ao córtex (OLIVEIRA, 2005).

[28] Fibras que trazem respostas elaboradas pelo córtex em direção ao tálamo, hipotálamo, pedúnculo, ponte, bulbo, medula e meio externo (OLIVEIRA, 2005).

área visual primária e secundária. A primária funciona como um receptor de imagens e a secundária é responsável pela sua compreensão, pois compara a imagem recebida com as outras que já se encontram em sua memória.

Na porção mais profunda do lobo occipital, acima do tronco encefálico e do cerebelo, está uma parte do lobo occipital que faz parte da função de reconhecimento de fisionomias. Esses centros visuais são conectados por fibras intra-hemisféricas ao cortex do parietal do mesmo lado, bem como a outras áreas corticais, como ao lobo temporal, para outras atividades integradoras. Além da integração intra-hemisférica, as áreas parietais direita e esquerda e temporais posteriores são conectadas, por meio do corpo caloso, estabelecendo comunicação entre os dois hemisférios pelas fibras comissurais inter-hemisféricas.

b) Lobo parietal: localiza-se na parte superior do cérebro e interpreta os estímulos sensoriais provenientes do corpo, sendo responsável pela combinação das impressões relacionadas à forma, à textura e ao peso e de transformar essas percepções em gerais. Os lobos parietais também ajudam as pessoas a se orientarem no espaço e a perceberem a posição das partes do corpo. Está envolvido na recepção e processamento das informações sensoriais do corpo e contém as áreas somestésicas[29].

É importante na percepção do tato, da dor e da posição dos membros. Integra as experiências sensoriais provenientes do corpo, permitindo perceber o tamanho, a forma e a textura dos objetos, identificando-os sem visualização. Boa parte do lobo parietal é uma grande área de associação de estímulos dos demais lobos: é o lugar em que os lobos "conversam" entre si e trocam informações.

As lesões no lobo parietal resultam em perda do conhecimento geral, inadequação do reconhecimento de impulsos sensoriais e falta de interpretação das relações espaciais (visual, espacial e motora).

c) Lobo temporal: contém as áreas de tratamento auditivo. Está localizado nas partes laterais de cada hemisfério do cérebro. É a estrutura central responsável pelo gerenciamento da memória e a sua principal função é processar os estímulos auditivos. Os sons produzem-se quando a área auditiva primária é estimulada e a secundária tem por função processar os sons captados e compará-los aos conhecidos. Está relacionado com a audição, a memória e as emoções. É extremamente importante para o aprendizado, pois parte do lobo temporal integra

[29] É onde chegam as radiações talâmicas que trazem impulsos nervosos relacionados à temperatura, dor, pressão, tato e propriocepção consciente da metade contralateral do corpo.

o sistema límbico, que é responsável pelas emoções, o hipocampo, que é responsável pela memória, o uncus, pelo olfato, a área de Wernicke (área de expressão sensória ou de interpretação) pelo reconhecimento da palavra, compreensão e produção do discurso, possuindo interconexões com a área frontal da linguagem (Broca), responsável pela articulação da palavra.

d) Lobo frontal: contém as áreas motoras e caracteriza-se por seu papel primordial nas funções executivas, nas habilidades motoras (escrever, tocar instrumentos musicais, nas expressões faciais) e nas funções cognitivas. Pode ser decomposto em três partes das quais a parte pré-frontal é a mais importante no homem, pois recebe os aferentes de quase todo o córtex parietal e do córtex temporal, de certas estruturas do córtex occipital, assim como de numerosas estruturas subcorticais (tálamo, gânglios da base, cerebelo, hipocampo, amígdala, tronco cerebral). O córtex pré-frontal é maior nos humanos do que nos demais mamíferos e nele é desenvolvida a atenção, o controle dos impulsos e o planejamento de atos complexos. É a região que apresenta algum "defeito" em crianças com déficit de atenção e hiperatividade, por carência do neurotransmissor dopamina. A faculdade de planejamento, representação mental do mundo externo, produção da fala, comportamento emocional e personalidade também são atribuídos aos lobos frontais. As funções da parte da frente do lobo frontal (córtex pré-frontal) incluem o pensamento abstrato e criativo, a fluência do pensamento e da linguagem, respostas afetivas e capacidade para ligações emocionais, julgamento social, atenção seletiva, resolução de problemas, emoção e raciocínio. Lesões bilaterais da área pré-frontal determinam perda de concentração, diminuição da habilidade intelectual e déficit de memória e julgamento.

As técnicas de imagem desenvolvidas nos últimos anos tornaram possível a visualização das estruturas cerebrais humanas na pessoa viva. Cada um desses territórios neurais tem capacidade de desempenhar funções específicas. Como resultado, a ideia de que as diferentes regiões são especializadas para diferentes funções é, atualmente, aceita como um dos pilares da ciência do cérebro (ARAÚJO, 2011).

Relvas (2007) destaca que os avanços das neurociências têm contribuído de forma substancial para o entendimento dos processos de cognição. No entanto, salienta que o cérebro necessita de estímulos, pois as células nervosas, quando excitadas, produzem neutrofinas, moléculas que estimulam seu crescimento e reação. O princípio básico desses exercícios é fugir da rotina, pois o cérebro cria hábitos com a rotina e funciona automaticamente. Ao se quebrar sistematicamente esses hábitos, impõem-se desafios geradores de neutrofinas.

3.3 NEUROCIÊNCIAS E OS PROCESSOS DE APRENDIZAGEM

O ser humano é formado por 100 bilhões de neurônios e de 10 milhões de novas conexões neurais e, dessa forma, garante a evolução de sua inteligência. O estudo do desenvolvimento, dos marcos da maturação cerebral, das dificuldades de aprendizagem e da plasticidade cerebral tem se constituído como mola mestra que deve nortear as práticas pedagógicas (RELVAS, 2009a).

Para compreender os processos de aprendizagem,

> é necessário conhecer o cérebro humano, como ele cumpre seus processos e produz modificações mais ou menos permanentes, que se traduzem por uma modificação funcional ou comportamental, permitindo a melhor adaptação do indivíduo ao seu meio, como resposta a uma solicitação interna ou externa. Dito de outra forma, quando um estímulo já é conhecido pelo SNC, desencadeia uma lembrança; quando o estímulo é novo, desencadeia uma mudança. Essa é a maneira de se entender a aprendizagem do ponto de vista neurocientífico (RELVAS, 2009a, p. 17).

A Neurociência objetiva explicar, modelar e descrever os mecanismos neurais que sustentam os atos perceptivos, cognitivos, motores, afetivos e emocionais, disponibilizando os fundamentos necessários à orientação da aprendizagem. O aprendente atual é visto, segundo Relvas (2012), como um “sujeito cerebral”, ou seja, é o estudante que deve argumentar, questionar e ter autonomia para aprender. 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 capaz de sofrer modificações.

Howard-Jones (2012) ressalta que o cérebro não é composto inteiramente pelo córtex, e, portanto, outras estruturas também são cruciais para a aprendizagem. Essas incluem o hipocampo (consolidar novas memórias), a amígdala (sensibilidade emocional), tálamo (entradas sensoriais) e o diencéfalo (memória declarativa).

3.3.1 As sinapses e a plasticidade cerebral

A fisiologia neural ocorre por neurotransmissão[30] e através da sinapse. O termo sinapse (do grego *synapto* = agarrar firmemente) foi proposto por Sherrington no final do século XIX, para se referir à comunicação entre os neurônios, permitindo a transmissão da

[30] É a passagem do impulso nervoso do neurônio pré-sináptico para o pós-sináptico (OLIVEIRA, 2005).

informação (transmissão sináptica). É o microespaço existente entre o neurônio pré-sináptico (que capta o estímulo nas ramificações axonais) e o pós-sináptico (que recebe o impulso nos dendritos), portanto, o polo dendrito-corpo celular é a parte receptora, enquanto que o polo axônio-ramificações axonais é a parte emissora. Sob o ponto de vista funcional é a região de contato entre

> - dois neurônios: interneural = passagem do impulso nervoso entre dois neurônios;
> - nervos e músculos: mioneurais = ordem nervosa para movimento;
> - nervos e glândulas: neuroglandular = ordem nervosa para funcionamento glandular (OLIVEIRA, 2005, p. 186).

O acoplamento entre essas estruturas ocorre através do botão sináptico, que são estruturas arredondadas ou ovais, situadas no final da placa terminal do axônio. Os botões sinápticos realizam o acoplamento entre o neurônio pré-sináptico e o pós-sináptico, o qual ocorre através da fenda sináptica (OLIVEIRA, 2005).

A maioria das sinapses é química, nas quais um neurotransmissor (excitatório ou inibitório) é liberado pelas ramificações axonais – elemento pré-sináptico – na fenda sináptica e fixado pelos receptores (igualmente químicos) na altura dos dendritos – elemento pós-sináptico. Existem cerca de sessenta neurotransmissores identificados até agora. Outra forma de neurotransmissão é a elétrica (sinapses elétricas), que ocorre em função da troca de íons entre o meio intra e extracelular, por ação da bomba de Na^+/K^-. Esses dois tipos de sinapses estão inter-relacionados em sua atuação, sendo que uma não ocorre sem a atuação da outra (FIORI, 2008; OLIVEIRA, 2005).

> Existem cerca de 30 trilhões de sinapses, ou ligações nervosas no cérebro humano. Essa abarrotada rede suporta inúmeras conexões, desconexões e conexões erradas. Uma combinação infindável de possibilidades de neurodesenvolvimento se une para permitir que as crianças adquiram habilidades específicas. Quando um ou mais membros da equipe não comparecem ou não fazem a sua parte, o desempenho é prejudicado (LEVINE, 2003, p.18).

Segundo Lent (2002), a sinapse faz o papel do *"chip"* do SN, capaz não só de transmitir mensagens entre duas células, mas também de bloqueá-las ou modificá-las inteiramente, realizando um verdadeiro processamento de informação. Sabe-se, hoje, que o cérebro armazena fatos separadamente, entre neurônios, e que 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, por isso a importância do educador saber como proporcionar esses estímulos.

Conforme Oliveira (2005), a habituação é uma das características da sinapse e é considerada a mais difundida forma de aprendizado, o primeiro processo de aprendizagem que emerge nas crianças, sendo comumente utilizada para estudar o desenvolvimento de processos atencionais, de percepção e de memória.

Assim, a aprendizagem é o processo pelo qual o cérebro reage aos estímulos do ambiente, ativando sinapses, tornando-as mais "intensas". Como consequência, essas se constituem em circuitos que processam as informações, com capacidade de armazenamento molecular. A formação de padrões de atividade neural corresponde a determinados "estados e representações mentais". O ensino bem sucedido provoca alteração na taxa de conexão sináptica, afetando a função cerebral. Esse ensino depende da natureza do currículo, da capacidade do professor, do método de ensino, do contexto da sala de aula, da família e da comunidade (INÁCIO, 2011).

A cada nova experiência do indivíduo, redes de neurônios são rearranjadas, outras tantas 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 SN (RELVAS, 2007, 2012).

A plasticidade cerebral é a denominação das capacidades adaptativas do SNC – sua habilidade para modificar sua organização estrutural própria e seu funcionamento. É a propriedade do SN que 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, pois os neurônios alteram a sua capacidade de comunicação (RELVAS, 2007, 2009a).

> Os avanços que estudam os aspectos anatômicos, tanto macroscópicos como microscópicos, funcionais, neuroquímicos, de microscopia eletrônica e de neurogenética, muito têm contribuído para o entendimento da plasticidade cerebral, não só no que tange à reorganização do SNC após lesão, mas também à capacidade de permitir a flexibilidade do cérebro normal e, consequentemente, a cognição. Entende-se, dessa forma, que todas as funções corticais superiores envolvidas na cognição, como gnosias, praxias e linguagem são expressões da plasticidade cerebral, considerando as modificações em todos os níveis do molecular ao cognitivo (RELVAS, 2009a, p. 106).

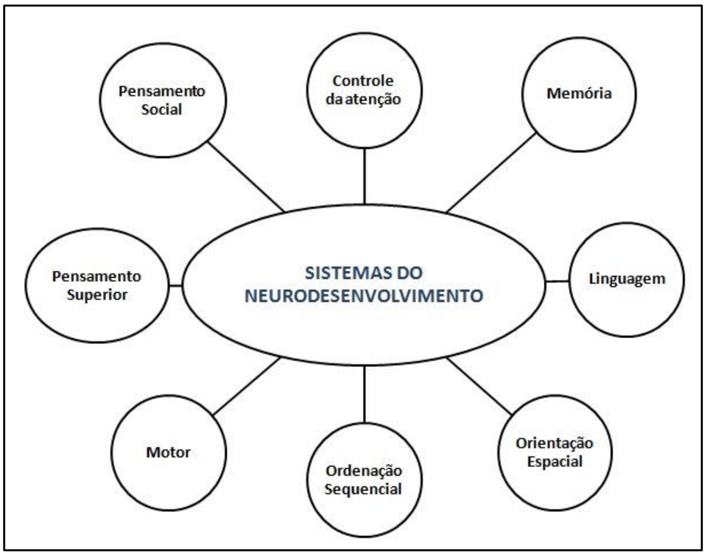
Kandel apud Relvas (2009a) chamou atenção para o fato de a plasticidade cerebral ser dependente dos estímulos ambientais e, por conseguinte, das experiências vividas pelo indivíduo. Fica claro, então, que as mudanças ambientais interferem na plasticidade cerebral e, consequentemente, na aprendizagem. Define a aprendizagem como modificação do SNC, mais ou menos permanentes, quando o indivíduo é submetido a estímulos/experiências de vida, que vão se traduzir em modificações cerebrais, deixando claro que as alterações plásticas são as formas pelas quais se aprende.

Hoje, já se sabe que os neurônios e as células gliais 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 e fundamentais, 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).

Além do aspecto de regeneração das estruturas nervosas, Howard-Jones (2012) faz referência ao fato de que o nascimento de novos neurônios (neurogênese) também acontece na adolescência, particularmente nos lobos frontal e parietal, onde as podas sinápticas não iniciam antes da puberdade. Uma segunda mudança que acontece na puberdade envolve a mielinização, que melhora a eficiência com a qual a informação é comunicada no cérebro. Nos lobos frontal e parietal, a mielinização aumenta consideravelmente nessa faixa de idade e continua, com menor intensidade, na vida adulta, favorecendo um aumento na velocidade com a qual a comunicação neural ocorre nessas áreas.

Levine (2003) afirma que é possível observar o aumento no tecido cerebral quando partes do cérebro são devidamente estimuladas. A qualidade de ensino pode alterar o perfil de uma mente, negativamente ou positivamente. Porém, ressalta que, como a saúde em geral é a soma da saúde de vários sistemas (gástrico, cardiovascular, ...), a saúde da aprendizagem depende de oito sistemas de aprendizado, chamados de neurodesenvolvimento ou constructos do neurodesenvolvimento, que são interdependentes, conforme observa-se na figura 16.

Figura 16 – Os sistemas do neurodesenvolvimento.

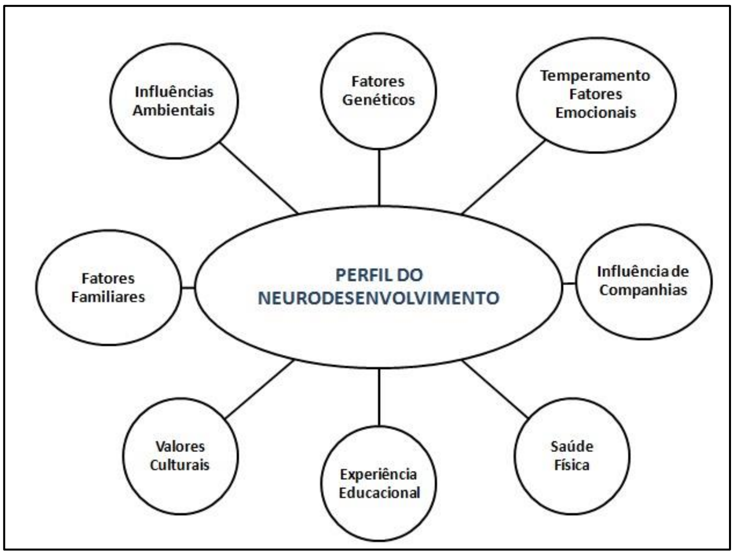


Fonte: LEVINE, 2003, p. 20

Em algumas crianças esses sistemas não conseguem se entrosar com as demandas ou com as exigências de um determinado período. Portanto, nem sempre a criança apresenta um perfil instituído para o sucesso na escola, no período pré-determinado pela escola, o que não quer dizer que esse estado seja permanente (LEVINE, 2003).

O perfil do neurodesenvolvimento de uma criança ou de um adulto, resultante do entrelaçamento dos diferentes sistemas do neurodesenvolvimento, é determinado por um conjunto de múltiplas forças que são descritas na figura 17.

Figura 17 – As múltiplas forças que determinam o perfil do neurodesenvolvimento.



Fonte: LEVINE, 2003, p. 3

Professores, pais e até mesmo as crianças precisam ser capazes de observar, conversar e trabalhar os perfis, localizando aqueles pontos de problemas onde os aspectos do perfil não se entrosam com os aspectos da escola, para entender o que está obstruindo o caminho quando uma criança tem dificuldades ou bloqueios. O papel da escola, no que diz respeito à localização de pontos de problema, é de extrema importância, pois muitas das funções do neurodesenvolvimento só podem ser avaliadas na idade escolar, como os problemas de memória, de administração do tempo, de entendimento da linguagem abstrata, assim como centenas de outras deficiências de aprendizagem (LEVINE, 2003). O autor ressalta a importância de se obter uma fotografia do perfil individual do neurodesenvolvimento e o estado atual das habilidades acadêmicas de cada aluno e seu aproveitamento, chamando atenção que os pontos fortes e fracos específicos devem ser valorizados.

Outro fator relevante é o entendimento de que o SN de uma criança em desenvolvimento é mais plástico que o de um adulto e por isso é importante a atuação correta e eficaz na estimulação da plasticidade para favorecer a máxima função motora/sensitiva do aprendiz, visando facilitar o processo de aprender a aprender no cotidiano escolar. Os primeiros anos de vida da criança são fundamentais no seu desenvolvimento. Cada experiência nova, cada contato realizado na época própria possibilita as conexões sinápticas e cria condições favoráveis para o surgimento de determinadas competências. As etapas de maiores chances de aprendizagem são chamadas nas neurociências de períodos críticos, também conhecido pelos pedagogos por janelas de oportunidades (DOMINGUES, 2007).

Em determinados estágios, as janelas se abrem, expondo a criança ao meio exterior. Essa exposição marca o desenvolvimento cerebral e, na ausência de exposição, ou falta de estímulos, o desenvolvimento é gravemente prejudicado. Porém, o fechamento de uma janela não significa que o cérebro não possa mais sofrer alterações e sim que essas serão bem mais difíceis de serem induzidas. O quadro da figura 18 se refere a um esquema dos períodos críticos (DOMINGUES, 2007).

Figura 18 – Quadro dos períodos críticos[31].

Pré-natal	Nascimento	1 ano	2 anos	3 anos	4 anos	5 anos	6 anos	7 anos	8 anos	9 anos
	Motricidade									
	Sensibilidade Emocional									
	Visão									
	Sociabilidade									
	Vocabulário (língua mãe)									
		Matemática Lógica								
				Música						

Fonte: Domingues, 2007, p. 61

Durante os períodos críticos, ocorrem, também, além da plasticidade mais intensa, duas manifestações fisiológicas cerebrais de grande importância: a sobrevivência e a maturação neuronal. Principalmente nos anos formativos, há uma luta pela sobrevivência dos neurônios (eliminação competitiva). Os neurônios utilizados e bem sucedidos fixam-se (mas sempre sujeitos a alterações) como instrumentos de pensamento, conduta, emoções e todas as demais manifestações. Se não usados, sofrem apoptose, desaparecendo ou sofrendo modificações e perdendo sua potencialidade (DOMINGUES, 2007).

Outro fator de extrema importância, que interfere no processo de aprendizagem é a memória, pois ela é a base de todo saber e da existência humana desde o nascimento. A memória tem sua origem etimológica no latim e significa a faculdade de reter e/ou readquirir ideias, imagens, expressões e conhecimento. É o registro de experiências e fatos vividos e observados, podendo ser resgatados quando preciso (RELVAS, 2009b).

> A memória é uma das funções mais importantes do cérebro, está ligada ao aprendizado e à capacidade de repetir acertos e erros. É a reprodução mental das experiências captadas pelo corpo por meio dos movimentos e dos sentidos. É também a capacidade de planejamento, abstração, julgamento crítico e atenção (RELVAS, 2009b, p. 40).

A memória na neurociência é vista, segundo Domingues (2007), como mudança na estrutura do neurônio, que acontecem em função da estimulação. A captação ou recepção do estímulo é feita pelos sentidos e encaminhada para o córtex específico, onde é interpretado e registrado, havendo o armazenamento, ou seja, o estímulo captado é disseminado em diferentes córtices, pois não existe uma área totalmente específica para a memória. Para

[31] Períodos em verde significam maior intensidade das características; em amarelo, menor intensidade; em branco, ausência.

Howard-Jones (2012), na neurociência cognitiva, há, agora, um reconhecimento de que o ser humano tem múltiplos sistemas de memória, que podem operar tanto independentemente como em paralelo uns com os outros.

Para que ocorra a formação da memória, é de extrema importância que o fato que se deseja memorizar envolva emoção. Por essa razão, são envolvidas, no processo de memorização, as estruturas neuronais que pertencem ao sistema límbico, que é o responsável por gerar emoções. A primeira estrutura a ser acionada é a amígdala límbica (responsável pela emoção). Em seguida, é ativada outra estrutura límbica, o hipocampo. A próxima estrutura límbica a ser ativada é o septo, responsável pela memória de trabalho, ou seja, por organizar a sequência dos fatos memorizados para serem posteriormente expressados em uma ordem lógica e sequencial.

Até esse ponto, ainda é considerada memória de curto prazo, pois, apenas se houver interesse e necessidade, o estímulo será enviado para a memória permanente e de longo prazo, também chamado de engrama, que ocorre em áreas profundas e na rede neurônica do córtex. Para o estímulo atingir o engrama, deve ser realizada a repetição (a facilitação neuronal) ou ocorrer um único estímulo altamente forte e significativo. Por esse motivo, muitos fatos são registrados em função de estímulos punitivos ou gratificantes (DOMINGUES, 2007).

Há basicamente três tipos de memória: de trabalho, a declarativa e a de procedimento. A memória de trabalho, segundo Domingues (2007),

> é um processo inicial, no qual a informação recebida é guardada o tempo suficiente para ser comparada com outra pré-existente e decidido se essa informação deve ser relacionada com outra anterior ou se deve ser descartada. Quando aceita, auxilia na compreensão, no esclarecimento e no discernimento de determinado assunto [...]. Esse tipo de memória é processada basicamente na região pré-frontal, responsável pela atenção, elaboração do pensamento e capacidade de previsão das consequências de um ato. Poderá ser consciente ou inconsciente. Após a informação ser aceita, o hipocampo também é ativado e o conteúdo é passado para a memória de longo prazo (p. 131).

A memória declarativa é também chamada de explicativa, referindo-se, segundo Domingues (2007),

> ao que pode ser declarado. Após a ação da memória de trabalho que selecionou, descartou ou guardou determinado fato, a memória declarativa irá expressá-lo. Auxilia, portanto, na explicação ou declaração. Ela é formada na região pré-frontal (elaboração do pensamento) e envolve praticamente todas as áreas límbicas (a emoção). Cada pessoa relatará o mesmo fato de forma diferente, pois suas emoções serão diferentes [...]. Esse tipo de memória está muito relacionado com o lobo temporal [...]. Essa é a razão da memória explicativa (o relato de um fato) ser muito

> influenciada pelos registros passados (hipocampo/lobo temporal), pelas emoções (sistema límbico) e pelo pré-frontal (p. 131-132).

A memória de procedimento ou procedural

> refere-se aos procedimentos aprendidos automaticamente e, na maioria das vezes, de forma inconsciente como caminhar, escrever, nadar, andar de bicicleta. É processada, basicamente no cerebelo e no sistema límbico, sendo adquirida, principalmente na infância. É a última memória a ser afetada, só ocorrendo sua perda em fases terminais de demência, e mais por alterações motoras do que pela perda desse tipo de memória propriamente dita (DOMINGUES, 2007, p. 132).

Para Lent (2004), a memória é a capacidade que o homem tem de armazenar informações para que possam ser recuperadas e utilizadas posteriormente. Porém, destaca que difere da aprendizagem, pois é apenas o processo de aquisição de informações, de arquivamento seletivo, mas pode ser vista como um conjunto de processos neurobiológicos e neuropsicológicos que permitem a aprendizagem, a qual é definida pelo autor como sendo o processo de aquisição de novas informações que vão ser retidas na memória.

Howard-Jones (2012) destaca os estudos de Csapio (1973) e Beauchamp et al (2004) no que diz respeito à utilização de textos ilustrativos, pois esses melhoram a memória, porque imagens de objetos parecem ser mais memorizáveis que nomes. Esse efeito fornece uma importante justificativa para o tipo de multimodalidade que a tecnologia pode oferecer, pois estímulos multimodais produzem atividade cerebral extra, superior e acima daquela produzida ao experimentar cada modo separadamente.

Outro fator ressaltado por Lent (2004) diz respeito às áreas límbicas, envolvidas com as funções motivacionais. Levine (2003) classifica a motivação em dois tipos: a interna e a externa. A motivação interna diz respeito ao desejo genuíno de enfrentar e realizar algo em interesse próprio, enquanto a externa é a motivação que necessita de algum incentivo externo associado. Destaca que o sucesso alimenta a motivação para aprender, o desejo de absorver e suportar os riscos que acompanham os novos e crescentes desafios ao cérebro, os quais fazem parte do processo de aprendizagem de qualquer ser humano. A motivação faz com que o sucesso provavelmente seja maior. O fracasso abafa a motivação, e a falta dela faz com que o fracasso seja constante.

Em algumas crianças, conforme Levine (2003), a motivação é espontânea. Outras não a vivenciam de jeito nenhum e algumas simplesmente desistem, pois fatores além do seu controle determinam essas situações. Acreditar não ser suficientemente inteligente, ou ter nascido para o fracasso, ou ser uma pessoa infeliz eliminará qualquer motivação e erradicará todo o incentivo escolar. Um indivíduo fica motivado quando considera o objetivo atraente e acredita que possa atingi-lo. Quando uma aptidão acadêmica ainda não é automática e precisa de muito tempo e energia, a motivação pode se extinguir. Chama atenção ao fato de que entre a 5ª e 8ª série as crianças decidem se possuem ou não capacidade intelectual. A confiança sólida na própria capacidade de aprendizagem é chamada de autoestima intelectual.

Sobre o papel exercido pelo professor em relação à motivação dos alunos, Bzuneck (2010) destaca a importância do elogio. Para o autor o elogio é uma forma de *feedback* positivo ampliado, por conter ênfase em aprovação e enaltecimento, demonstrando afeição positiva do professor, com valorização peculiar do que o aluno realizou. O elogio vai, portanto, além do *feedback* positivo simples, que é apenas uma forma neutra de reconhecimento, por indicar somente que o comportamento é adequado ou que a resposta é correta, enquanto o elogio é mais carregado de afetividade. Salienta que o elogio é eficaz, em particular após a verificação de um progresso, dado não apenas ao desempenho, mas, sobretudo, aos comportamentos que levaram aquele desempenho ou as estratégias empregadas, pois esse incrementa o senso de competência e as crenças de autoeficácia. Um elogio que enfatiza o potencial do aluno, que destaca a sua capacidade de superar-se, abre caminhos para o aluno enfrentar com confiança novos desafios.

Para Marchesi (2004), parece razoável admitir que a ausência generalizada de interesse pelo estudo está associada a importantes atrasos no nível de aprendizagem dos alunos e indica que esse fato exige adaptações na metodologia, na organização escolar, na oferta educativa e em recursos complementares, para conseguir um maior envolvimento do aluno em seu progresso educacional. Destaca que as teorias mais atuais sobre a motivação e a aprendizagem mostram que os motivos de um aluno devem ser entendidos a partir de suas experiências prévias, como um produto da sua interação com os diferentes contextos em que está presente o sentido da aprendizagem, isto é, o aluno pode estar motivado ou desmotivado em função do significado que tem para ele o trabalho escolar.

A corrente teórica que integra as ligações entre emoção e atenção, emoção e memória e emoções e atividade cognitiva é recente, mas está em pleno desenvolvimento. Segundo Fiori (2008), a literatura tem tratado, cada vez mais, da relação entre a emoção e a cognição: as emoções estão sob o controle cognitivo, ao mesmo tempo em que influenciam os processamentos cognitivos. Os estudos de neurociências demonstram que a cognição está diretamente relacionada e afetada positiva ou negativamente por processos de emoção. Destaca que, quando os professores não apreciam a importância das emoções nos estudantes, não apreciam um elemento decisivo para a aprendizagem, pois a emoção positiva gera químicas que facilitam a transmissão de impulsos nervosos. O sistema límbico é a área do cérebro mais relacionada com as emoções e os sentimentos. Associa-se, também, diretamente com as funções de formação de memória, aprendizagem e experiências, assumindo um papel importante na recordação de fatos, datas, dados, nomes, ... (BRAVO, 2010).

Para Levine (2003), a recente expansão de pesquisas sobre o funcionamento do cérebro e do aprendizado deve fluir diretamente para as salas de aula. O professor deve compreender as diferentes maneiras de aprender e as formas pessoais de aprendizado de todos os seus alunos. Para acomodar todos os tipos de mentes, as escolas devem ser zonas neutras, onde as crianças se sintam livres para assumir alguns riscos intelectuais. Acrescenta que é papel da escola encontrar os portais através dos quais todas as crianças sintam-se e sejam inteligentes. Para Relvas (2008), o conhecimento da neurociência cognitiva é uma nova competência necessária para o professor do século XXI.

> É preciso que o educador perceba e sinta que, neurofisiologicamente, os aprendentes estão com os sistemas biológicos dos sentidos estimulados e, por conseguinte, existem movimentos de conexões nervosas que nunca estancam, mantendo a ação de promover o desenvolvimento dos diversos estímulos neurais que se expõem, de forma que se compreendam os processos e os princípios das estruturas do cérebro, conhecendo e identificando cada área funcional, visando estabelecer rotas alternativas para aquisição de aprendizagem, utilizando-se de recursos sensoriais como instrumentos do pensar e do fazer (RELVAS, 2012, p.19).

Morales (2005), em função da precariedade dos saberes sobre o funcionamento básico cerebral e da utilização de seus recursos na educação, sugere a inclusão desse tema interdisciplinar na formação científica do professor, com a finalidade de instrumentalizá-lo, pois, na medida em que ele conhecer a inter-relação entre a neuroplasticidade e os processos de aprendizagem, poderá utilizar esses subsídios no incremento de novas conexões neurais, potencializando os ritmos de aprendizado das crianças.

3.4 NEUROCIÊNCIAS E A APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA

Segundo Fayol (2012), a partir de 1980, sob a influência da neuropsicologia e, logo depois, das ciências cognitivas, um duplo movimento, teórico e empírico, evidenciou a diversidade e a complexidade das atividades mentais associadas à Matemática.

A Neurociência Cognitiva utiliza vários métodos de investigação, a fim de estabelecer relações cérebro e cognição em áreas relevantes para a educação. Essa abordagem permite o diagnóstico precoce de transtornos de aprendizagem, fato que exigirá métodos de educação especial, de identificação de estilos individuais de aprendizagem e a descoberta da melhor maneira de introduzir informação nova no contexto escolar. Investigações focalizadas no cérebro, averiguando aspectos de atenção, memória, linguagem, leitura, matemática, sono, emoção e cognição estão trazendo valiosas contribuições para a educação (INÁCIO, 2011).

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 que a região inferior parietal que controla o pensamento matemático e a capacidade cognitiva visual-espacial. Atualmente, acredita-se que as tarefas complexas do processamento matemático se devem à interação 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 (p. 1)[32].

Segundo Alonso e Fuentes (2001) e Fayol (2012), a convergência entre resultados analisados em diferentes experiências com imagens cerebrais permitem afirmar que a parte inferior do lobo parietal, em particular, esquerdo, é evidenciada quando exposta a problemas de compreensão do sentido numérico. Os processos de contar e calcular são suportados por circuitos neurais semelhantes entre si, mas distintos daqueles envolvidos na produção e compreensão da linguagem. O contar começa a ser entendido como um processo de coordenação motora dos atos de localizar e apontar ou marcar os objetos de interesse e um processo neural de quantificação dos objetos assim identificados. Segundo Bravo (2010), exercícios numéricos e operações de cálculo ativam a parte horizontal do sulco intraparietal do cérebro, fato já comprovado em crianças de três meses (ativação dos neurônios desse sulco para distinguir quantidades).

Porém, segundo Seabra e Capovilla (2009), a competência aritmética é baseada, neurologicamente, num conjunto de ações de diferentes partes do cérebro, em um sistema funcional formado pela interação de diversas regiões corticais, as quais incluem o hemisfério direito, que media a organização visual-espacial; os lobos occipitais, os quais mediam a discriminação de números escritos e sinais de operação; o lobo parietal esquerdo, que media

---

[32] Según la teoría del localizacionismo cerebral, la actividad matemática se presenta, en mayor medida, en el lóbulo frontal e parietal del cerebro. Dentro del lóbulo parietal, se registra mayor consumo de energía con la actividad matemática en la región denominada surco intraparietal y en la región inferior. Parece ser que la región inferior parietal controla el pensamiento matemático e y la capacidad cognitiva visual-espacial. Actualmente, se cree que las tareas complejas del procesamiento matemático se deben a la interacción simultánea de varios lóbulos del cerebro. La simple resolución de un problema en el que intervenga una operación aritmética requiere de habilidades verbales, espaciales, conceptuales, aritméticas, razonamiento (p. 1).

habilidades de sequência; o lobo temporal dominante, o qual media a memória de séries de números, fatos numéricos e funções subvocais envolvidas na solução de problema de palavras; áreas de associação mais altas do hemisfério esquerdo, que mediam a compreensão de conceitos numéricos e de operações e a decodificação e compreensão de problemas de palavras; a área frontal, a qual media habilidades de solução de problemas e é crucial para a produção do desempenho aritmético escrito e oral.

Conforme a neuropsicologia cognitiva, segundo Grégorie, 2000; Novick e Arnold, 1998 apud Seabra e Capovilla (2009), a competência aritmética inclui três principais habilidades: a compreensão e a contagem dos números, a habilidade de calcular e a habilidade de resolver problemas aritméticos apresentados verbalmente, articulando conhecimentos matemáticos, linguísticos, factuais, memória e automatização de procedimentos.

Há evidências provenientes de estudos de neuroimagem, revelando que o cálculo está associado à ativação de uma rede de regiões da linguagem do hemisfério esquerdo. As palavras numéricas podem ser importantes na aquisição de conceitos numéricos e em suas representações nas diferentes formas (algébrica, ortográfica e fonológica). A gramática da língua pode, assim, facilitar o uso de outro sistema hierárquico e generativo, como a Matemática. A gramática pode ser vista como um sistema de suporte o qual pode sustentar a expressão do raciocínio matemático. Contudo a posse da gramática não garante a realização bem sucedida de problemas de cálculo, assim como distúrbios gramaticais não necessariamente põem em risco tal realização (SEABRA; CAPOVILLA, 2009).

Corso e Dorneles (2012) destacam os trabalhos de Baddeley e Hitch (1974), Geary (1993), Orrantia et al (2002), para analisar outro aspecto que interfere na aprendizagem de Matemática, a memória de trabalho, a qual é de curto prazo e de capacidade limitada e está envolvida no processamento e armazenamento temporário da informação. Esses estudos, ainda com resultados controversos, apontam que a memória de trabalho é um importante sistema cognitivo que sustenta o desenvolvimento de várias aprendizagens, entre elas a Matemática, pois problemas na memória de trabalho ocasionam falhas na recuperação de fatos numéricos, na sequência de passos de uma operação, ou seja, ocasionam falhas no desenvolvimento de representações de fatos aritméticos básicos.

Bravo (2010) recomenda a utilização de materiais manipulativos, pois as terminações nervosas da ponta dos dedos estimulam o cérebro. A manipulação de materiais gera uma atividade cerebral que facilita a compreensão e

> quando se entende e compreende o que se está aprendendo se ativam várias áreas cerebrais, apesar que, quando se memoriza sem sentido, a atividade neuronal é muito mais pobre [...]. Mediante um estudo computacional, observou-se que a ativação neuronal para o reconhecimento de quantidades é maior quando o estímulo se dá a partir de materiais didáticos que apresentam a quantidade de ponto junto ao número cardinal que corresponde a essa quantidade, do que quando se apresenta somente a quantidade de pontos (p. 6)[33].

Pesquisadores em educação têm uma postura otimista de que as descobertas em neurociências contribuam para a teoria e práticas educacionais. Exemplos incluem empreendimentos para desenvolver currículo sob medida, para atender fraqueza/excelência dos alunos (INÁCIO, 2011).

Relvas (2009b, 2012) chama atenção para o fato de a escola ser um ambiente de aprendizagem coletiva, com um currículo escolar que não atende a aprendizagem neural, porque o tempo dessa é institucional, não respeitando o tempo das sinapses neurais. Para a autora, normalmente os problemas de aprendizagem não são resolvidos, devido às várias situações apresentadas no cotidiano escolar, ficando o estudante com as dúvidas que não são orientadas ou resolvidas. Estas dúvidas provocam hiatos em diferentes processos do saber, promovendo a decadência escolar ou o sentimento de fracasso, prejudicando e bloqueando a aprendizagem, pois ela tem a ver com as sinapses neurais, o interesse do cérebro da recompensa e o desejo do sistema límbico. Esse mecanismo estimulado dentro da ZDP faz com que o cérebro ative centelhas energéticas que provocam a liberação de substâncias naturais, os mensageiros químicos conhecidos como serotonina e dopamina, pois estão relacionados à satisfação, ao prazer e ao humor. Já o estresse, provocado por situações de aprendizagem acima da capacidade de aprendizagem do aluno, provoca a liberação de adrenalina e cortisol, substâncias que agem como bloqueadoras da aprendizagem e alteram a fisiologia do neurônio, interrompendo as transmissões das informações das sinapses. A escola deve, portanto, respeitar as individualidades na pluralidade do saber, isto é, promover a chamada educação inclusiva.

As pesquisas em Neurociências, com resultados aportados por diferentes autores, apontam aspectos que se consideram de extrema importância: os conceitos de sinapse e de

---

[33] cuando se entiende y comprende lo que se está aprendiendo, se activan varias áreas cerebrales, mientras que cuando se memoriza sin sentido, la actividad neuronal es mucho más pobre [...]. Mediante un estudio computacional se ha observado que la activación neuronal para el reconocimiento de cantidades es mayor si se estimula a partir de materiales didácticos que presentan la cantidad de puntos junto al número cardinal con el que se corresponde esa cantidad, que si se presenta sola la cantidad de puntos (p. 6)

plasticidade cerebral, os quais estão diretamente ligados ao uso/estímulo do cérebro, podendo ser potencializados por diferentes recursos que atuem dentro da ZDP.

Um dos objetivos desse trabalho é ampliar o conhecimento matemático do jovem investigado, por isso, fez-se necessário um estudo teórico que fundamenta o desenvolvimento de uma sequência didática com conceitos matemáticos, implementada durante esta investigação. Esses conceitos estão descritos no capítulo 4 deste trabalho.

4 AUTONOMIA SOCIAL E O CONHECIMENTO MATEMÁTICO

Um dos objetivos dessa pesquisa foi investigar as possibilidades de qualificar a autonomia de pessoas com Necessidades Educativas Especiais Intelectivas em Matemática, em particular, um sujeito com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari. Para tanto, foram utilizadas, no processo de ensino e aprendizagem, uma sequência didática individualizada, com diferentes recursos didáticos e midiáticos.

4.1 AUTONOMIA SOCIAL

Entende-se que a educação de pessoas deve ter por objetivo o desenvolvimento da autonomia, que, segundo o dicionário Aurélio (Ferreira, 2008), é a faculdade de se governar por si mesmo. Para Kamii (1990) e Kamii e Declark (1992), é a capacidade que as crianças devem ter de tomar decisões por si próprias, isto é, serem capazes de reconhecer os fatos relevantes que devem determinar as suas ações.

De acordo com Piaget (1994), o fim maior da escola deve ser a busca da autonomia – ao mesmo tempo moral e intelectual – visto que, se o ser humano for passivo intelectualmente, ele não será moralmente livre. O autor define a autonomia moral, como a capacidade de tomar decisões próprias, agir de acordo com a verdade e lidar com questões de certo e errado. Defende que o juízo moral não é inato, mas sim determinado por quatro fatores do desenvolvimento mental: maturação, experiência, interação social e regulação. A participação da escola no processo da autonomia moral dos seus alunos deve alicerçar-se nesses fatores, priorizando a relação entre os sujeitos, baseando-se no respeito entre adultos e crianças, pois ser autônomo, moralmente, perante a lei e as normas escolares, significa entendê-las como sendo resultados de acordos.

A autonomia intelectual, segundo Piaget (1994), é identificada no momento em que o indivíduo demonstra ter interesse por ideias e pensamentos, quando utiliza a mente para pensar e consegue lidar com questões de verdadeiro ou falso. Caracteriza-se pela articulação de três conceitos: estrutura, gênese e equilibração. Uma estrutura, para o autor, é um sistema de transformação, o qual comporta leis e que se conserva e enriquece por suas transformações. A gênese é considerada pelo autor, como princípio ativo de transformação do conhecimento, sendo que ela não existe sem estrutura, pois toda gênese consiste na transformação progressiva de uma estrutura anterior sob a influência de situações novas, que se transforma na construção de uma nova estrutura. Quanto à equilibração, ele afirma que a inteligência é uma forma de adaptação equilibrada em relação ao meio onde o organismo se encontra. Destaca que o processo de crescimento das possibilidades cognitivas influencia diretamente na autonomia intelectual.

Portanto, na teoria de Piaget,

> autonomia significa a capacidade de tomar decisões por conta própria, sobre o certo e o errado, no campo moral, e sobre o verdadeiro e falso, no campo intelectual, levando em consideração fatores relevantes, independentemente de recompensa e castigo (KAMII, JOSEPH, 2005, p. 53 – 54).

De acordo com Kamii (1990), no âmbito intelectual, a escola deve partir dos esquemas de assimilação da criança e propor desafios que provoquem desequilíbrios e reequilíbrios, promovendo, dessa forma, a construção do conhecimento, pois esse não pode ser concebido apenas como descobertas espontâneas, nem transmitido mecanicamente do exterior ou por adultos, mas sim, como resultado da interação, na qual o sujeito de aprendizagem é sempre ativo. Já, para Goldim (2012), uma pessoa autônoma é um indivíduo capaz de deliberar sobre seus objetivos pessoais e agir na direção dessa deliberação, isto é, ter capacidade de ação intencional.

Segundo Milheiro (2012), os domínios da vida dizem respeito à forma como as pessoas se organizam e incluem, entre outros, o lugar e a família, a profissão e a educação, o tempo livre e a relação com a comunidade. Para a autora, os domínios de suporte se referem aos aspectos individuais que estão relacionados com as responsabilidades e atividades de vida adulta e abrangem a saúde física e emocional, assim como o desenvolvimento pessoal. A preparação e a orientação para a vida adulta passam pela inter-relação desses dois domínios, possibilitando, assim, uma maior qualidade de vida, de forma a manter uma maior independência, associada a condições materiais de vida, respeito, reconhecimento social e inserção no mundo do trabalho. Salienta que é necessário que os jovens com NEE construam um projeto pessoal de vida, que contribua, tanto quanto possível, para a sua autonomia como sujeitos.

A escola deve, portanto, proporcionar para alunos com NEE um ensino que favoreça o desenvolvimento das competências necessárias para viver socialmente, como, por exemplo, fazer compras e resolver problemas de seu cotidiano, assim como, aprimorar a linguagem matemática e a interpretação. A educação desses alunos deve ter como objetivo central a capacidade de agirem independentemente quando adultos, abrangendo diversas áreas que estão ligadas à vida familiar, às relações com a comunidade, à ocupação do tempo livre e ao mundo do trabalho (MILHEIRO, 2012).

Essa busca do desenvolvimento de competências nos diferentes domínios da vida em pessoas com NEE chama-se, neste trabalho, de autonomia social. A Matemática insere-se nesse processo com a necessidade do desenvolvimento de conceitos fundamentais na construção da autonomia social de pessoas com NEE, destacando a compreensão do sistema monetário, das questões de localização no tempo e no espaço e da resolução de problemas matemáticos que fazem parte do cotidiano das pessoas. Porém, para lidar com esses pontos, é necessário que se compreendam conceitos matemáticos fundamentais, como o do número, do sistema de numeração decimal, das operações no conjunto dos Números Naturais e de atividades de resolução de problema envolvendo conceitos elementares sobre números negativos e números decimais.

Para Delvin (2004), a capacidade de lidar com a Matemática está ligada a atributos mentais. Destaca como atributos matemáticos: senso numérico, capacidade numérica, capacidade algorítmica, capacidade de lidar com abstrações, senso de causa e efeito, capacidade de elaborar uma sequência causal de fatos ou eventos, capacidade de raciocínio lógico, de raciocínio relacional e de raciocínio espacial.

A Educação Matemática de pessoas com NEE deve acontecer de forma individualizada e com a utilização de recursos didáticos que se adaptem a esses alunos. Com o entendimento de tal afirmativa, atrelado aos pressupostos referidos, buscaram-se aportes nos estudos de diferentes teóricos, descritos na sequência desse trabalho.

4.2 CONCEITOS MATEMÁTICOS

Para desenvolver a sequência didática, aplicada no jovem investigado, buscou-se, em Cardoso (2009), o encadeamento dos conceitos trabalhados conforme os requisitos necessários para a evolução da estrutura cognitiva em Matemática.

4.2.1 Conceitos lógicos matemáticos e o conceito do número – Teoria Piagetiana

Piaget (1973, 1976, 1978) estabeleceu uma distinção entre três tipos de conhecimentos, considerando suas fontes básicas e sua estruturação: o conhecimento físico, o social e o lógico matemático. Classifica como físico o conhecimento dos objetos da realidade externa que podem ser conhecidos pela observação. O social, também como conhecimento externo à pessoa, tem sua origem no meio sociocultural. Já o conhecimento lógico matemático difere dos demais, pois este se origina da percepção das diferenças entre objetos, de uma construção e da ação mental da criança sobre o mundo. Não é inerente ao objeto, pois é construído a partir das relações que a criança elabora na sua atividade de pensar o mundo. Consiste de relações que não podem ser observáveis, que ocorrem por diversos estados de abstração. É uma pertença biológica que, apesar de ser interno não nasce pronto e precisa ser desenvolvido nos indivíduos.

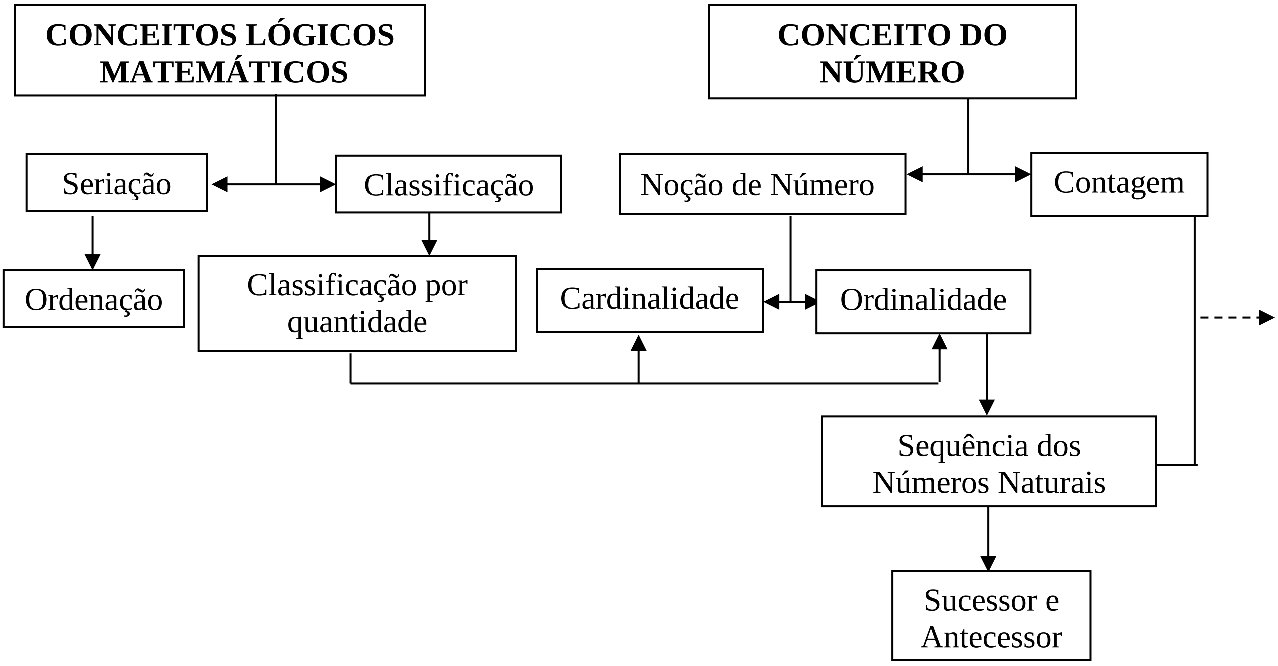
Segundo Piaget (ibdem) a construção do conhecimento lógico matemático se faz a partir da vivência da criança, especialmente nas situações de desafio que lhe são apresentadas na escola e em casa, já que ela constrói ativamente esse conhecimento nas relações com o meio ambiente e com os outros. Para Piaget (2002), o conhecimento físico e o conhecimento social nascem do conhecimento da realidade e se formam por meio da ação do sujeito sobre os objetos, enquanto as estruturas lógicas matemáticas nascem da coordenação das ações do sujeito, formando instrumentos indispensáveis para a assimilação da realidade. Um exemplo de conhecimento lógico matemático se dá quando, ao se apresentar um mesmo objeto, um vermelho e o outro azul, nota-se a diferença, que não está nem em um objeto nem em outro, mas sim na relação entre os dois. Se a pessoa não os colocasse dentro dessa relação, para ela essa diferença não existiria.

Sobre o processo de aprendizagem, Piaget (1973, 1976, 1978) enfatiza que esse remete aos processos de ajustamento ao meio, e se compõe por dois mecanismos: a assimilação e a acomodação, reguladas pelo processo de equilibração. A assimilação surge da necessidade primeira de incorporar as pessoas e as coisas nas atividades próprias do sujeito, isto é "assimilar" o mundo exterior às estruturas já construídas e a acomodação surge da necessidade de reajustar as transformações sofridas, isto é, acomodá-las aos objetos externos.

Na teoria piagetiana, a aquisição dos conceitos lógicos matemáticos, que serão descritos a seguir, são fundamentais para a aquisição do conceito de número, já que existe uma forte correlação entre eles. Por esse motivo, optou-se por iniciar o desenvolvimento da sequência didática com atividades que contemplassem os conceitos lógicos matemáticos e o conceito do número.

Os conceitos lógicos matemáticos e o conceito do número (figura 19), segundo Cardoso (2009), baseada na Teoria de Piaget, são classificados como:

Figura 19 – Conceitos lógicos matemáticos e o conceito do número.



Fonte: adaptado de Cardoso, 2009

Para Piaget e Inhelder (1983), dois conceitos lógicos matemáticos são de extrema importância no processo de construção do conceito do número: o conceito de classificação e o conceito de seriação.

Classificam-se objetos quando esses são aproximados de outros por algum atributo comum a ambos, separando-os de outros que deles diferem. A estrutura lógica de classificação para Piaget e Inhelder (1983) se desenvolve de forma gradual, em etapas sucessivas da infância até a adolescência, e em diferentes níveis. De início, a criança constrói seu primeiro conceito classificatório em contato direto com objetos, através de coleções que serão a base para a formação do conceito de classe. Os autores dividem a construção do conceito de classificação em três diferentes níveis: coleções figurais, coleções não figurais e classificação operatória.

No nível das coleções figurais, dá-se o início da coordenação entre as ligações da parte com o todo, fornecidas pela percepção e por relações espaciais (PIAGET; INHELDER, 1983). Como exemplo de coleção figural, Ramos (2009) aponta que uma criança, ao receber diferentes figuras ou formas, separa em grupos as peças que achar parecidas. Utiliza um triângulo para representar um chapéu de palhaço, pois nesse nível é o aspecto figurativo que predomina.

O nível das coleções não figurais, segundo Piaget e Inhelder (1983), se encontra entre a fase das coleções figurais e a das operações básicas constitutivas das classificações hierárquicas. Destacam que, por ausência da percepção da criança da existência de uma hierarquia inclusiva na sua coleção, ainda não é possível falar em classes, embora elas sejam básicas para a formação do conceito de classes. Nesse nível, as coleções são constituídas em função das semelhanças, ou seja, a criança aproxima os elementos por atributos ou características comuns a todos. A relação entre os elementos já é elemento-classe, pois a criança consegue nomear o atributo comum entre cada elemento e a coleção que está formando. Cada elemento pertence à determinada classe e a criança é capaz de identificar quando um elemento não faz parte da sua coleção.

No nível lógico da classe ou nível de classificação operatória, segundo Piaget e Inhelder (1983), uma característica ou atributo só é considerado como constitutivo se for aplicado a todos os elementos por extensão[34] e compreensão[35]. Esse nível é atingido com a aquisição da reversibilidade e da capacidade de perceber inclusões hierárquicas. É quando a criança consegue identificar classes e subclasses nelas contidas. Isso implica a habilidade de utilizar corretamente os quantificadores "todos" e "alguns".

Quando se tem uma classe com todas as frutas, uma subclasse dela são as laranjas e uma subclasse das laranjas são as laranjas-lima. Assim, a classificação operatória implica compreender que "todos" os elementos de uma subclasse podem ser "alguns" de uma classe em que estão incluídos. Isso pressupõe que a criança seja capaz de realizar inclusões hierárquicas, ou seja, reconhecer classes encaixadas sucessivamente umas nas outras. Nesse nível, as relações acontecem entre classes e subclasses (RAMOS, 2009).

Uma criança avança no conceito de classificação quando uma coleção de objetos diferentes é apreendida como sendo constituída por elementos equivalentes e, por conseguinte, permutáveis sob x, isto é, quando uma coleção se transforma em classe. No plano formal, a classe é necessária, pois reúne os elementos e delimita o todo, assegura a equivalência entre os elementos que se tornam unidades iguais e não atribui qualquer lugar no espaço e no tempo aos seus elementos, que são, portanto, totalmente permutáveis. (CHALON-BLANC, 2008).

Quanto à reunião de elementos em uma coleção ou em uma classe, Piaget e Inhelder (1983) destacam que na coleção, a reunião delimita o todo, enquanto que na classe, dá origem ao cardinal, pois a classe partilha com a quantidade a sua independência perante atributos figurativos e é totalmente isenta da ordem de seus elementos.

---

[34] Extensão: relação da parte com o todo (dependência, pertença e inclusão) (PIAGET; INHELDER, 1983).
[35] Compreensão: qualidades comuns e diferenças entre os membros da mesma classe, possibilitando distinguir seus elementos das demais classes (PIAGET; INHELDER, 1983).

Já a seriação, segundo Piaget (2002), é o processo pelo qual se comparam e se ordenam os objetos, de forma ascendente ou descendente, e se estabelecem as diferenças entre eles. Destaca que a seriação pertence às relações chamadas assimétricas, ou seja, aquelas utilizadas ao seriar objetos considerando a ordem linear de grandeza desses elementos.

Segundo Rangel (1992), as relações são chamadas de assimétricas porque o que nos leva a aproximar um objeto "b" de um objeto "a" colocado, por exemplo, numa série que vai do menor ao maior, é que "b" é maior do que "a" e este não é o mesmo motivo de aproximar "a" de "b", já que "a" é menor que "b".

Tal como a classificação, a seriação é estruturada nos sujeitos de forma progressiva. Piaget e Inhelder (1983) identificaram níveis relacionados à formação da estrutura da seriação: o nível pré-operatório, o nível da série intuitiva e o nível da série operatória.

No nível pré-operatório, segundo os autores, a criança não consegue relacionar um objeto como sendo, ao mesmo tempo, maior que um e menor que outro. Para Ramos (2009), quando a criança se encontra frente a, por exemplo, palitos de diferentes tamanhos, ela provavelmente irá organizá-los de dois em dois ou de três em três e dirá: pequeno e grande, ou pequeno, médio e grande. Isso ocorre porque, nessa fase, a criança não consegue lidar com o conflito de um objeto poder ser ao mesmo tempo, maior que um e menor que outro.

No nível da série intuitiva, segundo Piaget e Inhelder (1983), a criança começa a dar passos maiores em relação à constituição da estrutura da seriação. Sua estrutura mental ainda não está constituída, por isso ela resolve problemas quando o erro é evidente (um elemento é muito maior que outro). Segundo os autores, nesse nível, a criança já ordena um número maior de palitos, mas o fará por tentativa e erro, ou seja, ela não antecipa ações, vai colocando as peças, inicialmente, de forma perceptiva e, depois, se for preciso encaixar alguma outra entre os objetos já colocados, ela os reorganiza. Isso demonstra que ela está no nível da série intuitiva, sentindo dificuldade em selecionar qual peça é maior ou menor que todas as já colocadas. Seu raciocínio não é reversível o suficiente para considerar a relação em dois sentidos contrários: um objeto ser simultaneamente maior que um e menor que outro.

Segundo Piaget e Inhelder (1983), a série operatória é marcada pela consolidação da estrutura da seriação, isto é, pela reversibilidade do pensamento: o ir e vir mentalmente. A criança ordena a partir de critérios lógicos, sendo capaz de selecionar e antecipar o lugar de cada elemento. A criança lida facilmente com a ideia de que um objeto possa ser, ao mesmo tempo, maior que um e menor que outro. Um dos aspectos importantes nesse nível é sua habilidade de transitar com as ideias, a chamada transitividade, que é a capacidade de transferir informações dentro de uma relação de ordem. Por exemplo: se Flávia é mais alta que André e André é mais alto que João, então Flávia é mais alta que João. Ou seja, se $F \rightarrow A \wedge A \rightarrow J$, então $F \rightarrow J$.

Para Piaget (2002), na série operatória a criança passa a considerar os dois sentidos na construção de uma sequência ordenada. Um elemento, por exemplo, B é ao mesmo tempo maior que A e menor que C, sendo assim, a antecipação e a retroação trabalham de modo integrado para garantir a reversibilidade do sistema.

A ordem atribui momentaneamente um lugar, e um só, no tempo e no espaço, aos elementos de uma classe. Chalon-Blane (2008) salienta que o conceito de ordem é necessário na construção do número, pois liberta o número de qualquer dependência relativa a uma ordem estável. De dois elementos, um pode ser o primeiro ou o segundo, ou vice-versa, desde que haja um primeiro e um segundo.

Para Piaget (1976, 1978, 2002), a aquisição do número se dá de forma paralela ao desenvolvimento do raciocínio lógico matemático, isto é, o número é adquirido etapa por etapa, como síntese das estruturas lógicas matemáticas elementares. Nesta perspectiva, as crianças comparam, ordenam no espaço e no tempo, e através destas ações constroem o conhecimento matemático.

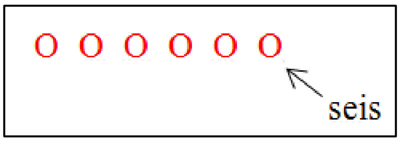
Para Piaget (1976, 1978, 2002), a construção de um verdadeiro número é a capacidade de abstrair uma mesma quantidade a partir de objetos com formas diferentes, isto é, que conserve a quantidade apesar da forma e da ordem dos elementos. O processo de conservação de quantidades discretas ou contínuas, para Piaget e Inhelder (1983), se dá em diferentes níveis progressivos. No primeiro nível, ausência de correspondência termo a termo, a criança leva em conta a configuração global e estática, não utilizando a correspondência termo a termo para, por exemplo, perfilar objetos conforme uma quantidade dada.

No segundo nível, correspondência termo a termo sem conservação, as crianças conseguem estabelecer a correspondência termo a termo entre objetos, porém ao mudar o arranjo espacial, renunciam a equivalência numérica, argumentado, por exemplo, que a fila “mais comprida” corresponde à maior quantidade. No terceiro nível, conservação não duradoura, a criança se mostra conservadora frente a algumas transformações e não conservadora frente a outras. No quarto nível, o de conservação, a criança conserva a quantidade frente às transformações, construindo, desse modo, a permanência do um para um, resultado de um pensamento reversível (aproximar ou afastar) (PIAGET; INHELDER, 1983).

Conforme Piaget e Smeminska (1975), o conceito do número está diretamente ligado com a inclusão de classes e a ordenação serial. A síntese do número ocorre quando a criança associa os resultados de inclusão de classes com os de seriação das relações, desconsiderando o aspecto de qualidade. Para os autores, o número é classe e relação assimétrica ao mesmo tempo, ele não deriva de uma ou de outra, mas sim da reunião entre elas. Salientam que para afirmar que a criança conhece o número não basta ela saber contar verbalmente, pois essa criança pode ser capaz de enumerar uma fila de seis fichas, mas não compreender que, ao dividir as seis fichas em dois grupos de três, equivalem, em sua reunião, à quantidade inicial de fichas.

Para os autores, se a ordenação fosse a única operação mental da criança sobre os objetos, eles não poderiam ser quantificados, uma vez que a criança os consideraria apenas um de cada vez, em vez de um grupo de muitos ao mesmo tempo. A criança, ao contar, por exemplo, seis objetos ordenados, pode ter dois comportamentos, que dependem de ter ou não se apropriado da inclusão de classes. Na figura 20, ao contar objetos ordenados ela conta seis, mas aponta para o último objeto como sendo o seis.

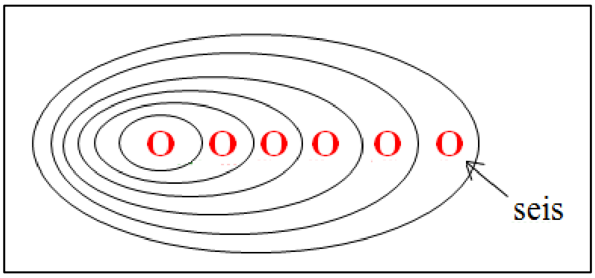
Figura 20 – Sem inclusão hierárquica.



Fonte: Adaptado de Piaget e Smeminska (1975).

Para Piaget e Smeminska (1975), esse comportamento indica que, para a criança, as palavras um, dois, três, etc., são nomes de elementos de uma série qualquer. A quantificação de objetos como um grupo ocorre quando a criança os coloca numa relação de inclusão hierárquica, conforme figura 21.

Figura 21 – Com inclusão hierárquica.



Fonte: Adaptado de Piaget e Smeminska (1975).

Uma das fortes críticas à teoria piagetiana é a pouca importância que o autor deu aos processos de contagem, já que Piaget os considerou como sendo uma habilidade social, sem relação a um conteúdo lógico matemático. Já estudos pós-piagetianos, como os de Gelman e

Gallistel (1978) e Fuson e Hall (1983), destacam que o processo de contagem não é aleatório, ao contrário, apresenta uma organização.

Para Gelman e Gallistel (1978), o processo de contagem está ligado ao desenvolvimento cognitivo. Destacam que saber contar facilita ações posteriores mais complexas com os números. Esse processo, segundo os autores, se alicerça em cinco princípios.

O primeiro princípio, o da biunivocidade ou princípio da correspondência um a um, diz respeito ao fato de que se designa um, e somente um, nome de número para cada item que deve ser contado, isto é, cada objeto deve receber um e somente um nome. No segundo princípio, o da ordem estável, os autores chamam atenção para o fato de que as palavras utilizadas para contar devem produzir uma ordem estabelecida entre termo e termo. O terceiro, o princípio da cardinalidade, se refere ao fato de que o último nome do número pronunciado na contagem denota o total de itens contados, isto é, o último termo contado da coleção indica o cardinal do conjunto, relacionando, dessa maneira, o último ordinal com o cardinal da coleção. No quarto princípio, o da abstração, os autores fazem referência ao fato de que qualquer tipo de elemento pode ser contado, isto é, qualquer coleção de objetos é um conjunto que pode ser contado. No quinto, o princípio da irrelevância da ordem, os autores chamam atenção ao fato de que a ordem em que os objetos são enumerados não importa, isto é, a ordem de contagem é irrelevante.

Esses princípios não são aplicados quando utilizamos os números em um contexto ordinal, pois o princípio da irrelevância da ordem não é satisfeito. Além disso, quando a uma coleção de objetos se adiciona um novo elemento, o seu cardinal se modifica, mas o ordinal só é modificado se for colocado “na frente” do elemento considerado (CHALON-BLANE, 2008).

Já o modelo de contagem apresentado por Fuson e Hall (1983) apresenta princípios que são subjacentes à contagem e que são progressivamente abstraídos a partir dos contatos das crianças em contextos culturais de natureza diversificada. Os resultados das suas pesquisas mostraram que o processo de integração entre a sequência dos numerais, a contagem e o seu significado é bastante complexo. Os autores fazem referência à existência de cinco níveis de desenvolvimento na elaboração da sequência de numerais. No primeiro nível, o nível de cordão *(string level)*, os numerais são emitidos como sendo uma globalidade, não sendo, portanto, considerados como instrumentos de raciocínio, já que não são compreendidos como distintos um do outro. Não pode ser atribuída, nesse nível, uma intencionalidade de correspondência termo a termo. A sucessão dos termos é reproduzida iniciando em 1, e esses não estão bem diferenciados.

No nível da cadeia inquebrável (*unbreakable chain*), segundo nível, a criança refere, separadamente, cada um dos numerais, sendo capaz de contar no sentido crescente a partir da primeira unidade. Já consegue realizar operações simples de adição e subtração, o que representa a conversão dos numerais em instrumentos de pensamento. A sucessão dos termos ainda inicia pelo um, mas os termos já estão bem diferenciados.

No terceiro nível, o nível da cadeia quebrável (*breakable chain),* a criança já se encontra apta a reproduzir partes da sequência de numerais a partir de um numeral qualquer. Por exemplo, pode contar a partir do cinco até o dez. Além disso, ela pode contar para frente e também para trás, a partir de um determinado ponto a.

No nível quatro, nível da cadeia numerável *(numerable chain)*, os numerais tornam-se verdadeiras unidades matemáticas, pois a contagem, a cardinalidade e a ordem já estão fortemente interligadas. O conjunto dos numerais passa a ser utilizado para representar situações específicas e ser manipulado através de operações aritméticas, de forma cada vez mais eficiente e consistente. A criança percebe que ao contar n termos a partir de a, o resultado é outro número, por exemplo, b.

No último nível, o da cadeia bidirecional *(bidirectional chain)*, a criança percebe que os numerais podem ser produzidos de maneira flexível, tanto no sentido crescente, quanto no decrescente. Outra característica é que a criança não necessita mais de apoio concreto (objetos) para contar, já que o valor cardinal passa a substituí-los.

Do estudo realizado por Fuson e Hall (1989) destaca-se que a contagem tem um papel importante no desenvolvimento das noções numéricas e na compreensão de problemas da estrutura aditiva, que serão foco no próximo subcapítulo desse trabalho.

Outro aspecto considerado na elaboração da sequência didática diz respeito ao número e a sua notação. Para Golbert, (2002), refletir sobre o número e comunicar-se através de símbolos sugere um processo no qual o número se torna objeto de pensamento. Os símbolos possibilitam compartilhar pensamentos e informações com os outros, sendo uma ferramenta importante para o fazer matemático, pois são uma linguagem comum para construir significados compartilhados, permitindo que os estudantes registrem suas estratégias. Golbert destaca que alguns problemas quanto à notação do número dizem respeito à língua portuguesa, já que

> no português, as palavras que descrevem os valores das centenas ainda são irregulares. Apenas com os milhares surge a regularidade. No entanto, as irregularidades nos nomes dos números de 10 a 20 e nas dezenas criam barreiras também na adição e subtração de dois dígitos. Por isso, é necessário que os padrões

> sequenciais verbais sejam conectados à cardinalidade das dezenas, centenas e milhares (2002, p. 72-73).

O erro cometido na transcodificação do número verbal para sua notação (por exemplo, duzentos e quarenta e um: 200401) resulta da lexicalização de elementos, em uma estrita colocação, em correspondência, de um item verbal por um algarismo. Essas perturbações resultam em erros que se qualificam de sintáticos, pois envolvem a posição dos números. O léxico da numeração se organiza em conjuntos ordenados: nas unidades de um a nove, os particulares de onze a quinze (na língua portuguesa) e as dezenas de dez a noventa. Os erros mais frequentes na transcodificação acontecem com os números que requerem o uso de zeros. Manifestam-se com maior frequência por meio de acréscimos ou ausência de zeros. Assim, três mil quatrocentos e nove pode ser transcodificado como 30004009 ou também 3004009 ou ainda 349 (FAYOL, 1996, 2012).

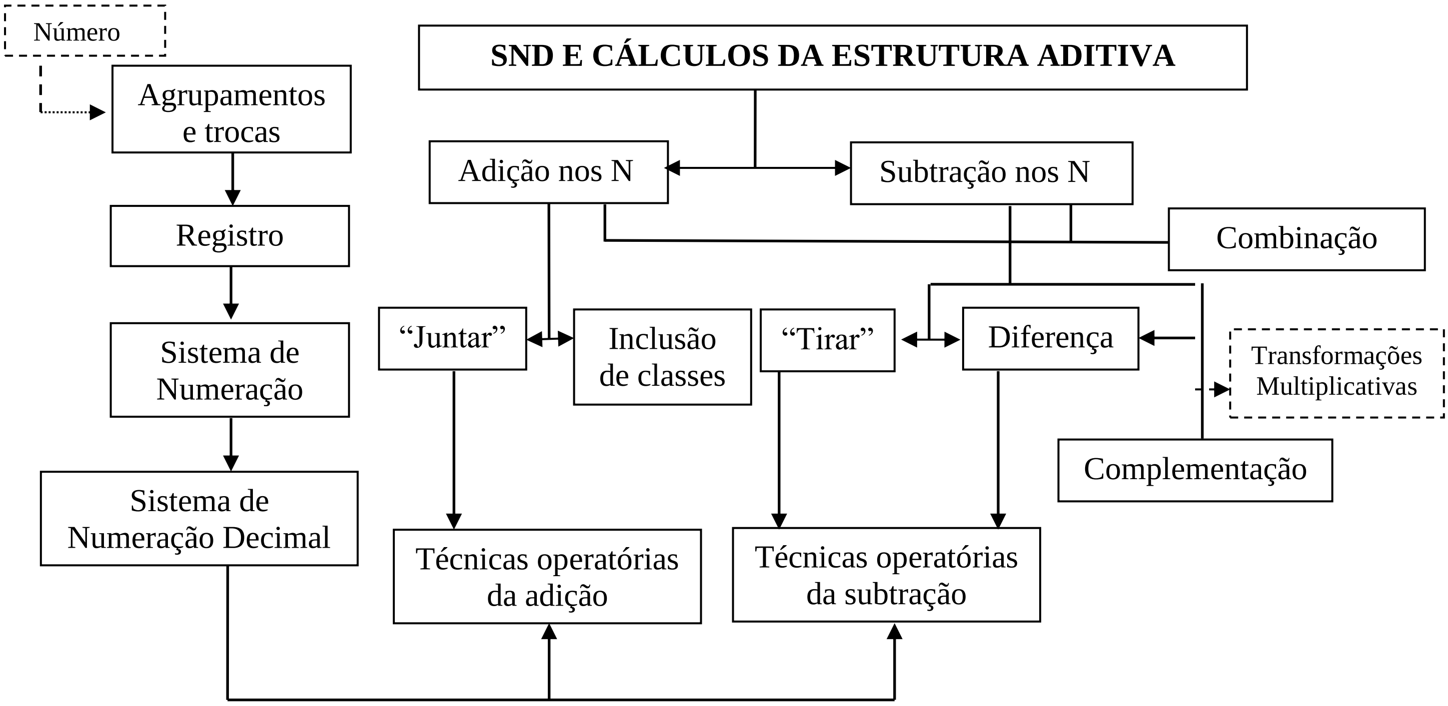
> A organização linguística do sistema de denominação verbal faz surgir um léxico finito e uma sintaxe que traduzem, por meio da ordem dos itens, relações primeiro aditivas (vinte e quatro, cinquenta e seis) e, em seguida, multiplicativas (quatrocentos, quinze mil). [...] O sistema do português apresenta particularidades que o tornam especialmente difícil de adquirir [...]. A base dez não aparece imediatamente com a primeira dezena (dizemos “onze” e não “dez um”). Por conseguinte, os jovens falantes de português têm de aprender de cor a sequência das denominações, pelo menos até 15 (FAYOL, 2012, p.29).

A construção da sequência numérica e da sua representação é construída progressivamente, na estrutura “igual mais um”, isto é, o número dois é formado por “1 + 1”, o três por “2 + 1”. Na sequência numérica dos Números Naturais cada número tem um antecessor (exceto o zero) e um sucessor e cada número representa uma quantidade e ocupa um único lugar na sequência numérica (RAMOS, 2009).

4.2.2 Sistema de numeração decimal e cálculos da estrutura aditiva

O termo transformações aditivas, segundo Cardoso (2009), denomina a inter-relação entre a adição e a subtração e a aprendizagem dessas transformações envolve uma série de conceitos matemáticos, esquematizados na figura 22.

Figura 22 – Transformações aditivas.



Fonte: adaptado de Cardoso, 2009

O Sistema de Numeração Decimal (SND) é uma linguagem matemática estruturada, organizada e formalizada para expressar quantidades, posições, medidas, espaços, formas, relações, etc. É um sistema posicional, no qual cada algarismo representa um valor, dependendo do lugar que ocupa no número (RAMOS, 2009).

Segundo Golbert

> [...] a falta de compreensão do sistema numérico de base decimal, muitas vezes, se dá em função de dígitos únicos concatenados, ou seja, a de números colocados lado a lado, como, por exemplo, na identificação do valor posicional do algarismo 4 nos números 314, 341 ou 431, que, para muitas crianças, representa 4 unidades em qualquer posição (2002, p. 74).

Golbert (2002) aponta como causas da incompreensão do valor posicional dos números, dentro do SND, diferentes fatores, entre eles o fato de que, quando se misturam objetos dentro de uma coleção, as quantidades não sofrerão alterações, porém, se misturados os dígitos, modifica-se a quantidade, uma vez que os valores das multiunidades dependem da posição entre eles e não dos dígitos isoladamente.

Outro aspecto ressaltado por Golbert (2002) e Fayol (2012) é que os números multidígitos são formados por coleção de unidades distintas, como as dezenas, centenas e milhares e assim por diante, sendo expressos através de palavras e símbolos numéricos. Mil, quinhentos e oitenta e três ou 1583 são representações equivalentes de um mesmo número multidígito. A coordenação desses dois sistemas diferentes – os nomes dos números e o sistema posicional da escrita numérica – requer uma complexa coordenação de sistemas conceituais. Isso porque a coordenação de conceitos demanda experiência e esforço cognitivo, pois os significados não estão, nem nas palavras, nem nos símbolos numéricos, mas sim, na mente das pessoas. A relação entre os nomes dos números e as quantidades que representam é de grande complexidade, uma vez que os nomes são ordenados em valor decrescente, a partir da esquerda, e os símbolos numéricos representam ordens de valor crescente da direita para a esquerda. O uso da notação escrita exige a manipulação de estruturas pluriunitárias e sua correlação com denominações orais e sequências escritas ao mesmo tempo.

Outro sistema conceitual envolvido no processo de aprendizagem SND é a troca de um para dez e dez para um resultante das relações quantitativas entre as multiunidades contíguas. A utilização de coleções de multiunidades auxilia as crianças a constatarem que a mesma relação de dez para um vale para todas as coleções de base 10. Golbert (2002) chama atenção ao fato de que são necessárias muitas experiências com trocas de dez para um, pois, por meio delas, os alunos poderão generalizar uma propriedade que os habilite a ir além dos objetos físicos e fazer relações entre os nomes, quantidades e símbolos numéricos. Para compreender que os números grandes são construídos a partir de multiunidades de várias magnitudes, as crianças precisam ver, experimentar e refletir sobre o modo como as multiunidades tornam-se cada vez maiores.

Para embasar teórica e metodologicamente as atividades da sequência didática implementada que objetivaram a compreensão dos conceitos envolvidos no SND, buscou-se aportes nos resultados das pesquisas de Graham, Thornton e Putti (1994) e Graham et al (1996) que basearam-se em pesquisas anteriores e nos resultados de dois anos de trabalho em um programa de ensino com crianças das séries iniciais do Ensino Básico. A partir dessas análises, os autores desenvolveram, aperfeiçoaram e validaram uma estrutura para o processo de aprendizagem do número multidígito. As principais construções incorporadas nessa estrutura foram os conceitos de contagem, decomposição, agrupamento e relações numéricas. Para cada um deles, cinco diferentes níveis de pensamento foram estabelecidos, os quais, em essência, refletem sobre a “aprendizagem do aprendizado” (cada nível da estrutura serve como conhecimento prévio para a aprendizagem do seguinte nível) para o sentido do número multidígito. Esse estudo foi realizado em função de um número significativo de crianças que não compreendem os conceitos envolvidos no SND.

O primeiro nível (N1) é associado com o pensamento do valor pré-posicional e abrange apenas as unidades simples. O nível 2 (N2) inicia o estudo do valor posicional, introduzindo o conceito da dezena. Já o nível 3 (N3), estende o estudo das dezenas e unidades (números de dois dígitos) e introduz as operações mentais. O nível 4 (N4) trabalha os conceitos de centena, dezena e unidade e o nível 5 (N5) amplia esses conceitos e as operações mentais. Em todos esses níveis, são abordadas atividades de contagem, decomposição, agrupamento e relações numéricas (GRAHAM et al, 1994).

Graham, Thornton e Putti (1994) destacam que as pesquisas de Fuson (1990), Kamii e DeClark (1985), Steffe, Cobb e Von Glasersfeld (1988) e Gray (1991) já salientaram a importância do processo de contagem no aprendizado do conceito de valor posicional, identificando a complexidade criada pelas irregularidades no sistema inglês de nomeação de números multidígitos (que são semelhantes as da língua portuguesa) e as pesquisas de Steffe, Cobb e Von Glasersfeld (1988) dos tipos de contagem que progridem através do perceptivo, figurativo, motor e verbal para a unidade abstrata. Em todos os trabalhos acima citados, os pesquisadores mencionaram a necessidade de a criança contar unidades e dezenas, separadamente, seguindo para a contagem que utiliza a abordagem coordenada das unidades e dezenas.

Na estrutura de investigação criada por Graham, Thornton e Putti (1994) e Graham et al (1996), a contagem é vista como o componente essencial. É incorporada em diferentes fases: contagem de unidades, contagem a partir de uma unidade, contagem por dezenas e unidades, contagem a partir de dezenas e unidades, sempre contextualizada em situações problemas. O N(4) envolve contagem a partir de ou contagem retroativa por centenas, dezenas e unidades em ambientes de problemas, particularmente aqueles que envolvem operações de adição e subtração.

A noção de decomposição, segundo Graham et al (1996), é incorporada aos diferentes níveis, pois decompor números de diferentes maneiras ajuda a criança a desenvolver flexibilidade na representação e compreensão de números multidígitos. Para qualquer número multidígito, o aspecto mais importante para o entendimento é que cada um dos números é representado tanto como uma composição de valor de dezena e um valor unitário, quanto como na sua forma padrão ou canônica. Em estágio posterior, devem ser trabalhadas decomposições múltiplas de números multidígitos, que ocorrem quando se decompõem, por exemplo, 63 = 5 dezenas e 13 unidades ou 4 dezenas e 23 unidades.

O agrupamento é considerado base para o reconhecimento e a construção de números multidígitos, embora muitas crianças só utilizem agrupamentos para contar coleções de objetos e poucas crianças percebam a validade de fazer ou desfazer agrupamentos para resolver um problema de número multidígito. Enquanto a contagem é vista como o componente fundamental, o agrupamento é o conceito chave para reconhecer e construir significados para os números multidígitos. Na estrutura criada, esse conceito é compreendido ao longo do tempo e inicia com grupos de 5 e 10 elementos para obter soluções exatas ou estimadas e tornar a contagem mais rápida e eficiente (GRAHAM; THORNTON; PUTTI, 1994; GRAHAM et al, 1996).

Segundo esses autores, as relações numéricas dizem respeito à compreensão dos termos "mais do que", "menos do que" ou "o mesmo que", conceitos básicos na construção da noção de número, e a comparação de dois números com um terceiro, identificando qual de dois números é mais próximo do terceiro. Inicialmente, as relações numéricas são apresentadas para determinar números maiores ou menores entre 5 e 10, números muito maiores ou muito menores que 10 e números entre 0 e 10. Nos estágios posteriores, o processo envolve ordenação de números multidígitos, incluindo números formados pela inversão dos dígitos.

No quadro da figura 23, encontra-se a síntese do processo de construção do SND e a incorporação das operações de adição e subtração nesse processo, de acordo com Graham, Thornton e Putti (1994) e Graham et al (1996).

Figura 23 – Quadro das etapas de desenvolvimento da construção de conceitos do SND.

Nível	Contagem	Decomposição	Agrupamento	Relações numéricas
Nível 1 Pré-valor posicional dos algarismos. - Contar, adicionar e subtrair sem levar em conta dezena ou unidade. - Algoritmo horizontal.	- Contar um por um. - Contar informalmente até dez. - Contar a partir da maior parcela.	- Formar os números de diferentes formas, principalmente o 5 e o 10.	- Estimar os números de objetos em um grupo, usando 5 e 10 como referência. - Contar de cinco em cinco e dez em dez, para contar de forma mais fácil e rápida.	- Determinar números maiores ou menores que 10. - Muito maior ou muito menor.
Nível 2 Início do valor posicional dos algoritmos. - Contar, adicionar e subtrair (dezena com dezena e unidade com dezena). - Algoritmo vertical.	- Contar grupos de dez como se fossem artigos únicos. - Formar e contar grupos de dez e unidades extras. - Contar de dez em dez e de um em um.	- Formar números com mais dígitos de diferentes maneiras (especialmente com dezenas e unidades) com números até 99.	- Estimar o número de objetos em um grupo, utilizando uma propriedade de unidade, por exemplo, uma dezena. - Contar para conferir. - Encontrar formas rápidas e seguras de conferir.	- Ordenar números com até dois dígitos, utilizando dezenas.
Nível 3 Desenvolvimento do valor posicional dos algarismos (dezena e unidade). - Cálculo mental. - Cálculo por estimativa.	- Contar, subtrair e adicionar mentalmente (dezena com dezena; unidade com unidade).	- Formar números de dois dígitos de diferentes maneiras.	- Determinar em que dezena se encontra a soma de dois números.	- Ordenar números de dois dígitos, especialmente formados pela inversão dos dígitos.
Nível 4 Estender o valor posicional dos algarismos até centena.	- Contar de 100 em 100 e de 10 em 10, para adicionar mentalmente.	- Formar números de três dígitos de diferentes maneiras. - Dado um número, encontrar quanto falta para formar outro número.	- Determinar se a soma de dois números de três algarismos é maior ou menor que 250.	- Ordenar números de três dígitos, formados pelo intercâmbio de dígitos.
Nível 5 Estender o valor posicional dos algarismos até 9999.	- Contar de 100, 10 e 1 em 1, para adicionar e subtrair mentalmente.	- Formar números, especialmente maiores que 1000, de diferentes maneiras.	- Determinar se a soma ou diferença de dois números de 2 e 3 algarismos é maior ou menor que 3500.	- Ordenar números maiores que 1000. - Determinar entre dois números qual está mais próximo de um terceiro.

Fonte: Graham et al, 1996

Na figura 24, encontram-se exemplos de atividades propostas nos diferentes níveis e conceitos do processo de construção do SND e da noção do número multidígito, de acordo com Graham et al (1996).

Figura 24 – Quadro de exemplos de atividades.

Nível	Contagem	Decomposição	Agrupamento	Relações numéricas
NÍVEL 1	George olhou para fora da janela. Ele viu 8 flores azuis e 3 amarelas. Quantas flores ele viu?	Um homem disse a George: "Eu tenho 10 balas nas mãos. Vou colocar algumas em um saco e o resto em outro". Quantas balas poderiam estar em cada saco?	"Há cinco lápis de cor aqui", disse o homem da loja de brinquedos para George. Ele disse para George pegar um punhado de lápis de cor da caixa. Imagine o que George fez. Quantos lápis você acha que George conseguiu pegar? Como George poderia fazer para contar os lápis?	George vai para uma feira e pode ganhar um prêmio se disser quanto maior ou menor que 5 são os números que estão marcados na roleta. Tente acertar. Os números na roleta são os números 6, 7, 8, 2, 3, 4.
NÍVEL 2	George olhou as flores do jardim. Cada flor tinha 10 pétalas. Ele encontrou 6 flores vermelhas e duas pétalas soltas no chão. Quantas pétalas ele encontrou?	George disse a um menino: Nós podemos comprar balas soltas ou em pacotes com 10. Nós precisamos comprar 68 balas. Você pode me dizer de quantas maneiras podemos comprar as 68 balas?	Pegue dois punhados de feijão. Diga quantos feijões você conseguiu pegar, sem contá-los. Agora conte os feijões. Como você poderia colocá-los para tornar mais fácil e rápida a contagem?	George também poderia ganhar um prêmio, circulando os números entre 60 e 69, que são "maiores" quando os dígitos são invertidos. Que números George deve circular para ganhar o prêmio?
NÍVEL 3	Na segunda-feira, George contou 33 pétalas. Na terça-feira, 30 a mais. Quantas pétalas ele contou ao todo?	George ouviu uma senhora dizer que ela tinha 64 balões, mas que precisava de 87 balões, para organizar uma festa. Quantos balões a mais a senhora necessitava comprar?	George viu dois brinquedos que ele queria comprar na loja. Eles custavam 34 reais e 25 reais. Ele queria saber se o custo total ficava na dezena 40, dezena 50 ou na dezena 60. O que você diria George? Explique.	Em um jogo na feira, cada bola foi marcada com um número de 11 a 99. George pegou duas bolas e adicionou os números. Depois ele inverteu os algarismos dos números e adicionou novamente. Faça o que George fez. Diga que soma é maior.
NÍVEL 4	Até o final da semana, George contou 172 pétalas. No fim da outra semana, contou outras 210. Quantas pétalas ele contou no total?	George conversou com um homem que tinha embalado, pela manhã, 134 pirulitos, para distribuir. Ele queria embalar 260. Quantos pirulitos o homem ainda teria que embalar?	George tem 270 selos. Ele comprou dois álbuns de selos. Em um deles pode guardar 132 selos, e no outro álbum, 145 selos. Será que os álbuns de selos são suficientes para guardar toda a sua coleção de selos?	Outro jogo na feira dava um prêmio a quem escrevesse um número de modo que quando você invertesse os dígitos e adicionasse esse número formado ao primeiro número, a soma dos dois estaria entre 100 e 125. Qual você deveria escolher para ganhar o prêmio?
NÍVEL 5	George tinha recolhido 582 pétalas. Ele contou 168 e deu-as a um homem. Quantas ele tem agora?	O homem disse a George, que ele poderia comprar balas soltas, rolos de 10, ou em caixas de 100. George queria comprar 804 balas. De quantas maneiras ele poderia comprá-las?	George tinha que contar pirulitos. Havia pirulitos soltos, em pacotes com dez e caixas com 100. George contou duas caixas, 23 pacotes e 9 pirulitos soltos. Quantos pirulitos George contou?	George viu um jogo de computador na feira. Ele mostrava casas em uma longa fila, com os números a partir de 325. Ele apertou um botão que o levou para casa 418. George estava mais perto de casa 372 ou da casa 485? Conte como você sabe.

Fonte: Graham et al, 1996

Os resultados encontrados nas pesquisas enfatizam a necessidade de construir a compreensão do número nas crianças, salientando a significância das unidades, das dezenas, das centenas e da importância desses conceitos para a compreensão das técnicas operatórias de adição e subtração de números multidígitos, incluindo sentimentos intuitivos para números e suas utilizações. Também, a habilidade para efetuar julgamentos sobre a razoabilidade de números multidígitos em diversas situações-problema é relevante em tal processo (GRAHAM et al, 1996).

Sobre as operações matemáticas, Martínez, Romero e Martínez (1992) chamam atenção ao caráter operatório do número, já que o interesse por expressar numericamente distintas situações ou contextos não se esgota com a simbolização de quantidades mediante números, mas também com ações, relações e transformações quantitativas que podem ser realizadas sobre objetos. Por uma parte, o número expressa simbolicamente determinadas características do mundo real, em particular, a quantidade, a ordem e a medida. Enquanto que por outra, sobre os objetos, podem ser realizadas ações (agregar, separar, repartir, etc.) ou estabelecidas relações (comparar, igualar, etc.). Essas ações sobre o mundo real tem sua expressão simbólica correspondente nas operações numéricas básicas: adição, subtração, multiplicação e divisão.

Outro aspecto sobre as operações é que, mediante alguns princípios, se estabelece uma rede de conexões entre distintos números, convertendo o conceito de número para conceito de número operatório, conferindo um dublo caráter às operações: expressão de ações com objetos e quantidades (sentido real de cada operação) e sistema de relações interno dentro do conjunto dos números (aspecto formal de cada operação) (MARTÍNEZ; ROMERO; MARTÍNEZ, 1992).

No processo de aprendizagem de cada operação, particularmente nesse trabalho, da adição e da subtração, podem se identificar diferentes fases ou etapas. As ações que servem de fundamento básico para a adição e subtração, segundo Martínez, Romero e Martínez (1992), iniciam com a união ou combinação de coleções e por separação de alguns objetos de um conjunto e tornam-se progressivamente mais abstratas, até o momento em que já não é mais necessário mover fisicamente os objetos. De acordo com Piaget (2002), operar matematicamente, é realizar uma transformação reversível, isto é, quando existe a capacidade de ir e vir do pensamento, ou seja, a partir de uma ação realizada, ser capaz de desfazer os passos de volta ao início, desfazendo a ação.

Para Fayol (2012), a gênese e a ativação das operações aritméticas necessitam que se leve em consideração três dimensões: compreender que cada uma das operações se aplica em condições particulares, mobilizar conhecimentos conceituais para analisar as situações e decidir as estratégias e gerir sua implementação e conhecimentos dos procedimentos, às vezes muito sofisticados (algoritmos).

Sobre compreender que cada uma das operações se aplica em condições particulares, busca-se em Ramos (2009) e Cardoso (2009), as diferentes ações envolvidas nas operações de adição e subtração. Na adição, as ações de somar ou ideias da adição, são ações de acrescentar e reunir, que são totalmente diferentes. A ação de acrescentar se apresenta em três tempos: um estado inicial, o fato ou ação que transformou a quantidade inicial e um estado final. Nas ações de acrescentar, o verbo (ganhar, receber, juntar,...) declara a ação que acrescenta outros objetos da espécie em questão, ou seja, são reunidas duas coleções de elementos semelhantes. São situações claras e mais elementares, como no problema Mário "tinha" 12 carrinhos e "ganhou" 7 de sua tia. Com quantos carrinhos ele ficou?

Nas situações que envolvem a ação de reunir, não há temporalidade, as quantidades são explícitas e apenas necessitam ser reunidas, fazendo referência à inclusão de classes. O verbo não é explícito e, na quantidade final, ocorre a reunião de diferentes objetos, que podem ser incluídos numa classe mais abrangente, como no exemplo: Em uma bandeja estão 12 brigadeiros e 24 cocadas. Ao todo, quantos doces estão na bandeja? No estado final, formam um grupo chamado de "doces" que inclui os brigadeiros e as cocadas (CARDOSO, 2009; RAMOS, 2009).

Da mesma forma que na adição, para Ramos (2009) e Cardoso (2009), diferentes ações são resolvidas por subtrações, isto é, existem diferentes ações de subtrair ou ideias da subtração. Nas ações de retirar, há um todo do qual se retira uma parte e que a parte que permanece fica menor. Isto é, existe um estado inicial, a ação que transformou a quantidade inicial e um estado final. A ação é explícita e o verbo a declara. A ação de retirar constitui o inverso da ação de acrescentar. A ideia de "retirar" está presente no problema: No parque, havia 29 crianças e saíram 17. Quantas crianças ficaram no parque?

Nas ações de completar, há um todo que inclui as partes consideradas, ou há um todo que pode ser completado. O verbo não é explícito e o todo é sempre inclusivo. Suas partes são suas subclasses. A ação de completar é o inverso da ação de reunir, pois ambas lidam com ideias inclusivas. O seguinte problema é um exemplo dessa situação: Preparei 50 bandeirinhas de 2 cores, amarelas e verdes. Se 35 são amarelas, quantas são verdes? (RAMOS, 2009; CARDOSO, 2009).

Na ação de comparar ou achar a diferença, há dois todos, dois universos a considerar. É necessário compará-los, fazendo uma correspondência um a um, para encontrar a diferença.

Pode-se, também, fazer perguntas do tipo “quantos a mais” ou “quantos a menos”. Paulo tem 10 carrinhos e Pedro tem 6. Quantos carrinhos Paulo tem a mais que Pedro? é um exemplo de situação problema envolvendo a ideia de comparação (RAMOS, 2009; CARDOSO, 2009).

Porém, o processo que culmina na compreensão dos conceitos envolvidos nas operações de adição e subtração é longo, pois depende de conhecimentos anteriores. Segundo Fuson e Hall (1989) a possibilidade de resolução de problemas de adição e subtração parece intimamente ligada aos procedimentos mobilizáveis com a cadeia verbal, do conhecimento factual (declarativo) e processual, além de uma progressiva mudança durante o processo evolutivo das proporções relativas de recurso a um ou a outro desses conhecimentos. É o progresso nessa estruturação que torna possível a passagem do “contar tudo” ao “contar a partir de”, “contar de x a y” ou contar a partir do maior.

Em situações simples, que envolvem quantidades pequenas, as crianças, no início de sua escolaridade, fazem contagens para realizar cálculos. No entanto, quando as situações matemáticas lidam com números maiores, são necessários outros procedimentos para resolver as operações fundamentais. Dois aspectos se mostram fundamentais nesse processo: o conhecimento da estrutura lógica do SND e o significado das operações. As técnicas operatórias devem ser vistas como registros escritos das ações matemáticas, porém conhecer as técnicas operatórias não garante a compreensão das operações matemáticas. Por isso, é fundamental estimular as crianças a utilizarem materiais que lhes permitam visualizar as ações matemáticas por elas realizadas e criar, então, formas e estratégias pessoais de representar por escrito essas ações (RAMOS, 2009).

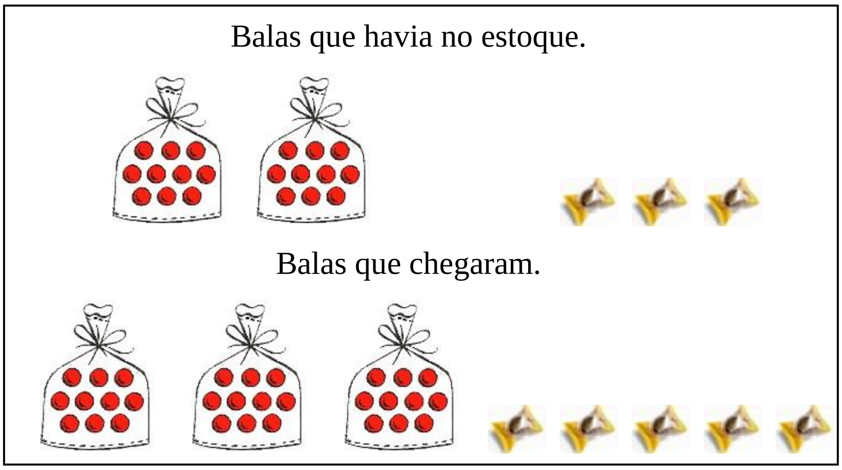
Sobre os algoritmos, Golbert (2002) destaca que devem ser estudados porque revelam a estrutura dos sistemas matemáticos. Ao refletir sobre como eles funcionam, como foram montados, os estudantes fazem uma análise reflexiva de padrões e relações matemáticas. O enfoque da aprendizagem do algoritmo é que deve mudar. A prioridade deve estar no porquê fazer em detrimento do que fazer ou como fazer. Para compreender e operar com números multidígitos, é preciso desenvolver os conceitos relativos às quantidades multiunitárias, ou seja, o significado dos nomes das multiunidades e os valores de acordo com a ordem da posição dos símbolos e sua relação com a ordem das palavras. Para Ramos (2009), os cálculos numéricos escritos, ou seja, as contas são formas de representar as ações que envolvem quantidades. Quando os cálculos são solução de uma ação que envolve quantidades, cada número ganha significado dentro do contexto.

Ramos (2009) aponta vários tipos de procedimentos que têm como objetivo dar significado às técnicas operatórias, como, por exemplo, para as adições sem troca, os descritos a seguir.

- Trabalhar problemas com objetos soltos e em pacotes de 10 unidades, ou seja, em unidades e dezenas, pois esses pedem uma organização, uma estrutura, que está relacionada com a classificação (soltos e em pacotes), conforme exemplo da figura 25.

Por exemplo: Uma loja fez uma compra de 35 balas. A fábrica enviou 3 sacos com 10 balas e mais 5 soltas. No estoque, havia 23 balas, ou seja, 2 pacotes com 10 balas e 3 soltas. Quantas balas há no estoque depois que a mercadoria chegou?

Figura 25 – Procedimento de resolução da adição com objetos.

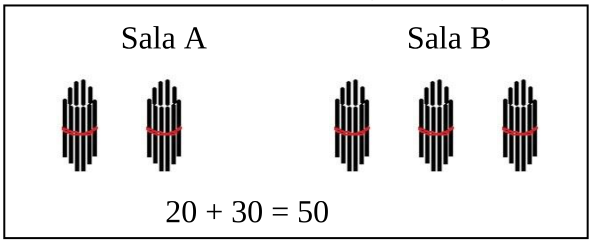


Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com material não estruturado, como, por exemplo, feixe de palitos para agrupar de 10 em 10, conforme figura 26.

Por exemplo: Na sala A, há 20 alunos e, na sala B, há 30 alunos. Qual o total de alunos?

Figura 26 – Procedimento de resolução da adição com palitos.

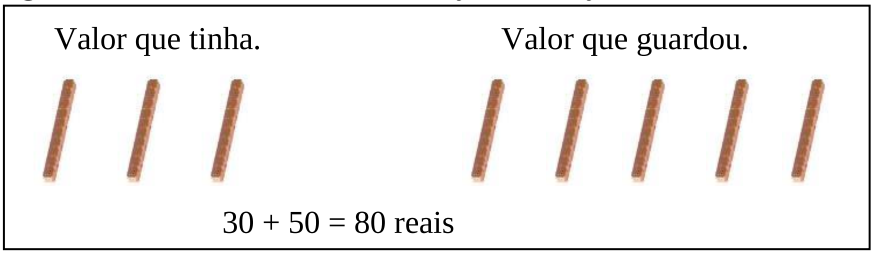


Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com o material dourado, conforme exemplo da figura 27.

Por exemplo: Márcia tinha R$ 30,00 guardados e agora conseguiu guardar R$ 50,00. Quanto dinheiro ela tem guardado?

Figura 27 – Procedimento de resolução da adição com material dourado.

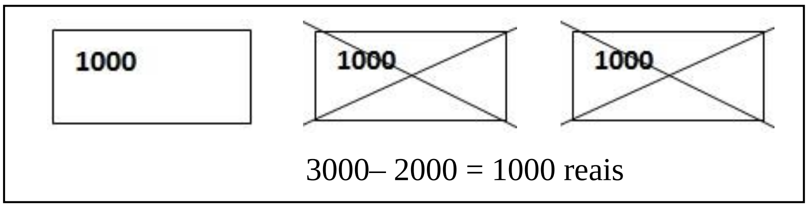


Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com material simbólico (figura 28).

Por exemplo: João tinha R$ 3000,00 e gastou R$ 2000,00. Com quanto dinheiro ficou?

Figura 28 – Procedimento de resolução da adição com material simbólico.

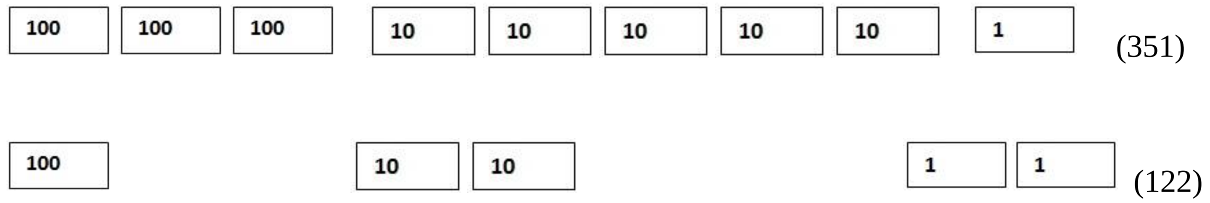


Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com técnicas operatórias expandidas – algoritmo por decomposição (figura 29).

Por exemplo: Uma escola tem 351 alunos e 122 novos alunos já fizeram matrícula. Descubra quantos serão os alunos no próximo ano letivo.

Figura 29 – Procedimento de resolução da adição por decomposição.



351 + 122 = 473 alunos

$$\begin{array}{r} 300 + 50 + 1 \\ \underline{+\ 100 + 20 + 2} \\ 400 + 70 + 3 \end{array} \longrightarrow 473 \text{ alunos}$$

Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com quadro valor lugar, conforme figura 30.

Figura 30 – Procedimento de resolução da adição com o quadro valor lugar.

	C	**D**	**U**
	3	5	1
+	1	2	2
	4	7	3

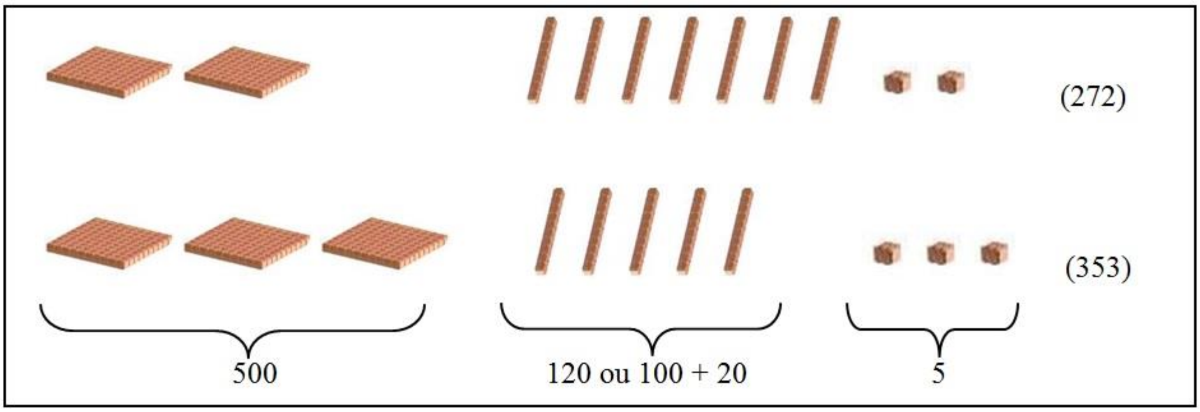
Fonte: adaptado de Ramos, 2009

Nas adições com agrupamentos e trocas, Ramos (2009) sugere os procedimentos a seguir.

- Trabalhar com material dourado (figura 31).

Por exemplo: Uma empresa tem 272 canetas e 353 chaveiros. Descubra quantas peças há no estoque dessa empresa.

Figura 31 – Procedimento de resolução da adição com material dourado com agrupamentos.



Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com algoritmo expandido ou por decomposição (figura 32).

Figura 32 – Procedimento de resolução da adição por decomposição com agrupamento.

200 + 70 + 2	
+ 300 + 50 + 3	Reescrita
500 + 120 + 5	500 + 100 + 20 + 5 = 625 brindes

Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com o algoritmo longo (figura 33).

Figura 33 – Procedimento de resolução da adição por algoritmo longo.

	C	**D**	**U**
	2	7	2
+	3	5	3
	1 5	2 0	5 0 0
	6	2	5

Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com o algoritmo abreviado (figura 34).

Figura 34 – Procedimento de resolução da adição por algoritmo abreviado.

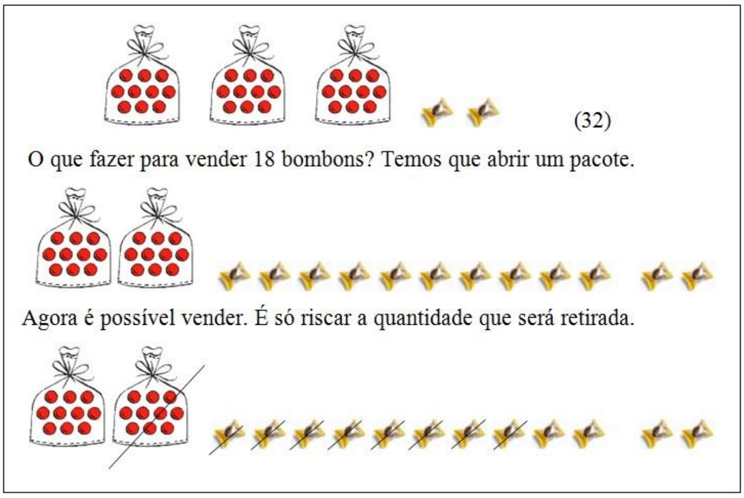
	C	**D**	**U**
	1		
	2	7	2
+	3	5	3
	6	2	5

Fonte: adaptado de Ramos, 2009

Nas subtrações com agrupamentos e trocas, Ramos (2009) indica os procedimentos a seguir. Por exemplo: Uma confeitaria empacota bombons de 10 em 10 e, conforme os doces vão sendo vendidos, os pacotes vão sendo abertos. No balcão, estão 32 bombons, ou seja, 3 pacotes de 10, além de 2 bombons fora dos pacotes. Então, chega uma pessoa que quer comprar 18 bombons. Quantos bombons sobrarão?

- Trabalhar com representação do material solto e empacotado, conforme figura 35.

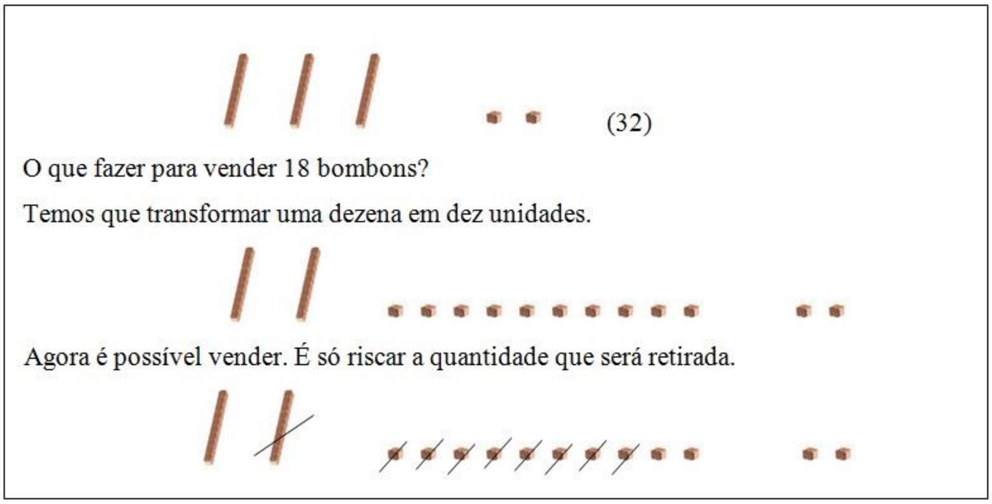
Figura 35 - Procedimento de resolução da subtração com objetos.



Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com material dourado (figura 36)

Figura 36 - Procedimento de resolução da subtração com material dourado.



Fonte: adaptado de Ramos, 2009.

- Trabalhar com o algoritmo expandido, como exemplo da figura 37.

Figura 37 - Procedimento de resolução da subtração com algoritmo expandido.

Reescrita depois de abrir o pacote

3 0	2		2 0	1 2
- 1 0	8		- 1 0	8
			1 0	4 → sobraram 14

Fonte: adaptado de Ramos, 2009

- Trabalhar com o algoritmo abreviado (figura 38).

Figura 38 - Procedimento de resolução da subtração com algoritmo abreviado.

	D	U
	2	10 + 2 = 12
	~~3~~	2
-	1	8
	1	4

Fonte: adaptado de Ramos, 2009

Justo (2009) destaca que

> as operações matemáticas, como resultados da aprendizagem, envolvem conteúdos conceituais e procedimentais. Conceituais, porque a compreensão de conceitos matemáticos permite atribuir significados às operações. Procedimentais, porque as diferentes situações em que uma mesma operação serve como uma estratégia de solução são informações que precisam relacionar-se entre si, a fim de que o aluno ative as estruturas de conhecimentos que já possui e as adapte à nova informação e, dessa forma, realize diferenciações e/ou generalizações que traduzam quando a operação é ou não uma estratégia adequada de solução ao problema apresentado (p. 20).

A compreensão dos conceitos matemáticos e das operações matemáticas são importantes na resolução de problemas considerados essenciais para o desenvolvimento da autonomia social. Por isso, buscou-se fundamentação teórica para embasar problemas do campo aditivo.

4.2.3 Resolução de problemas no campo aditivo

Para Justo (2009), problemas são situações que oferecem a possibilidade de estudar a resolução de problemas matemáticos na escola, favorecendo a aprendizagem de conceitos e estratégias. Por isso, devem ter aspectos em comum com os problemas que surgem fora da escola, para possibilitar que os alunos estabeleçam relações entre eles, utilizando estratégias aprendidas no colégio para resolver os problemas da vida. Para a autora, problemas matemáticos são as formulações de questões, em linguagem oral ou escrita, ligadas a um contexto significativo para as crianças, que exijam delas um raciocínio matemático para encontrar uma resposta à determinada questão. Para que a questão seja realmente considerada um problema, deve ser desafiadora ao aluno, fazendo com que ele sinta necessidade ou desejo de solucioná-la.

Vergnaud (1991) define como problemas do tipo aditivo aqueles que exigem, na solução, operações de adição ou subtração e, como estruturas aditivas, as estruturas ou relações que são formadas de adições ou subtrações ou uma combinação das duas. Segundo o autor, as relações aditivas são relações ternárias, que podem encadear-se de diferentes maneiras, formando uma grande variedade de estruturas aditivas.

Outro aspecto destacado por Vergnaud (1991) e discutido por Fayol (1996) diz respeito à distinção entre o que considera como sendo cálculo numérico (operações aritméticas no sentido trivial) e cálculo relacional (operações do pensamento necessárias para elucidar relações que sustentam os elementos da situação problema). Exemplo dessa diferenciação é dado por Justo (2009, p.21): no problema, “Joana tem 8 balas e ganhou de sua avó 5 balas. Quantas balas ela tem agora?”, o cálculo relacional seria aplicar uma transformação aditiva no estado inicial e o cálculo numérico implica a adição de 8 + 5 = 13.

Vergnaud (1991) destaca que, levando em conta apenas o cálculo relacional, é possível isolar seis categorias de relações, em função de três tipos principais de conceitos: a medida, as transformações temporais e as relações estáticas. As seis grandes categorias são definidas como: uma composição de duas medidas, que dá lugar a uma terceira; uma transformação sobre uma medida inicial, a qual dá lugar a uma medida final; uma relação de comparação entre duas medidas; a composição de duas transformações, para dar lugar a uma transformação; a transformação de uma relação; a composição de duas relações. O autor utiliza um código para apresentar essas categorias e simplificar o entendimento do leitor, o qual está descrito no quadro da figura 39 e no quadro da figura 40.

Figura 39 – Quadro do código utilizado para representar esquemas.

Código	Esquema
$\boxed{}$	O retângulo representa um número natural.
$\bigcirc$	O círculo representa um número relativo.
$\}$	A chave vertical representa a composição de elementos de mesma natureza.
$\overbrace{\qquad\qquad}$	A chave horizontal representa a composição de elementos de mesma natureza.
$\longrightarrow$	A flecha horizontal representa uma transformação ou uma relação; composição de elementos de natureza diferente.
$\uparrow$	A flecha vertical representa uma transformação ou uma relação; composição de elementos de natureza diferente.

Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

Figura 40 – Quadro do código utilizado nas equações.

Código	Representação
N	Representa um número natural.
(+n) ou (-n)	Representa um número relativo.
+	Representa a adição de dois números naturais.
+	Representa a adição de um número natural e de um número relativo.
+	Representa a adição de dois números relativos.

Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

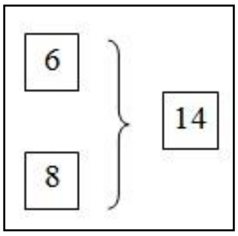
Essa classificação em categorias gera diferentes situações de resolução de problemas do campo aditivo, segundo Vergnaud (1991), Fayol (1996) e Gomez (1999). Na sequência, apresentam-se exemplos e esquemas envolvidos nas diferentes categorias que são trabalhadas na sequência didática aplicada no jovem investigado.

- Categoria 1: composição de duas medidas.

Exemplo: Pablo tem 6 bolinhas de vidro e 8 de metal. No total, tem 14 bolinhas. Os números 6, 8 e 14 são naturais.

Esse tipo de situação (figura 41) pode ser simbolizada na forma mostrada abaixo, onde "+" remete à adição de duas medidas, de dois números naturais.

Figura 41 – Esquema da categoria 1.



Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

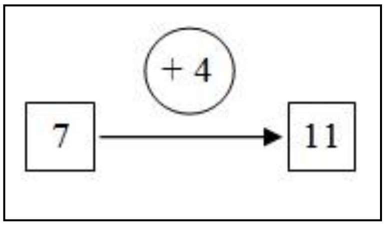
Equação correspondente: 6 + 8 = 14.

O símbolo + é uma lei de composição que corresponde à adição de duas medidas, de dois números naturais.

- Categoria 2: uma transformação opera sobre uma medida para dar lugar a outra medida.

Primeiro exemplo: Pablo tinha 7 bolinhas de vidro antes de começar a jogar. Ganhou 4 bolinhas. Agora tem 11. Os números 7 e 11 são números naturais; + 4 é um número relativo (figura 42).

Figura 42 – Esquema da categoria 2 (1).



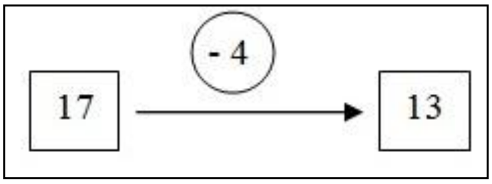
Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

Equação correspondente: 7 + (+4) = 11.

O símbolo + é a lei da composição que corresponde à aplicação de uma transformação sobre uma medida, isto é, a adição de um número natural (7) e de um número relativo (+4).

Segundo exemplo: Pablo tinha 17 bolas antes de jogar. Perdeu 4 bolas. Agora tem 13 bolas (figura 43).

Figura 43 – Esquema da categoria 2 (2).



Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

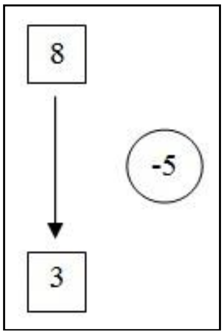
Equação correspondente: 17 + (-4) = 13

Tem-se, nesse exemplo, uma adição de um número natural N com um número relativo (operação externa de Z sobre N). Nesse tipo de problema, uma transformação une duas medidas e resulta no esquema estado-transformação-estado. Seis classes de problemas podem daí derivar, do tipo mudança, nas quais não se observa nenhuma correspondência estrita entre cálculos relacionais e numéricos.

- Categoria 3: uma relação une duas medidas.

Exemplo: Pablo tem oito bolas. Jaime tem cinco a menos; então, tem 3 (figura 44).

Figura 44 – Esquema da categoria 3.



Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

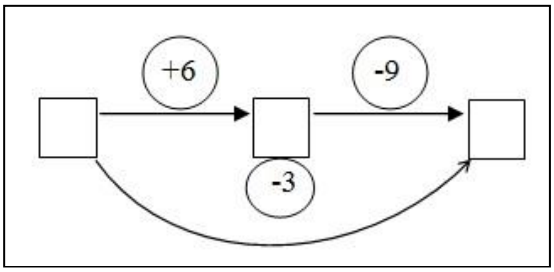
Equação correspondente: 8 + (-5) = 3.

Nota-se que esse exemplo corresponde a uma relação estática, enquanto que os dois anteriores correspondem a transformações.

- Categoria 4: duas transformações se compõem para dar lugar a uma transformação.

Exemplo: Pablo ganhou seis bolas ontem e hoje perdeu 9. No total, perdeu 3. Os números +6, -9, -3, são relativos (figura 45).

Figura 45 – Esquema da categoria 4.



Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

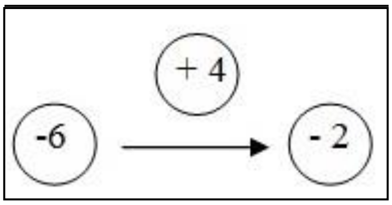
Equação correspondente: (+6) + (-9) = (-3).

O símbolo + é a lei de composição que corresponde à adição de duas transformações, isto é, de dois números relativos.

- Categoria 5: uma transformação opera sobre um estado relativo (uma relação), para dar lugar a um estado relativo.

Exemplo: Pablo devia seis bolinhas a Enrique. Ele devolveu quatro. Agora só lhe deve duas (figura 46).

Figura 46 – Esquema da categoria 5.



Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

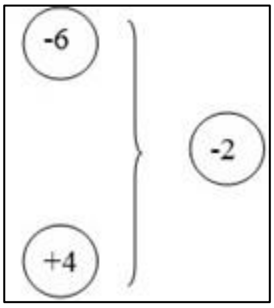
Equação correspondente: (-6) + (+4) = (-2).

O símbolo + é, aqui, a lei de composição que corresponde a uma operação de transformação sobre um estado relativo. É diferente da adição de duas transformações (categoria 4); porém, como, tanto um estado relativo, como uma transformação são representados por números relativos, essa lei de composição corresponde à adição de dois números relativos. Não existe, portanto, razão para utilizar um símbolo diferente.

- Categoria 6: dois estados relativos (relações) se compõem para dar lugar a um estado relativo.

Exemplo 1: Pablo deve 6 bolinhas, porém Enrique lhe deve 4. Pablo, então, deve só 2 bolinhas a Enrique (figura 47).

Figura 47 – Esquema da categoria 6 (1).



Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

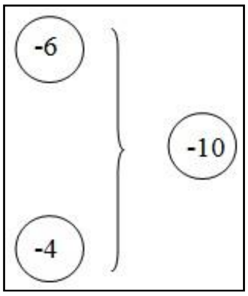
Equação correspondente: (-6) + (+4) = (-2).

Essa categoria se aproxima da quarta, porém, em lugar da transformação, são relações-estado que se compõem entre si.

O símbolo + é aqui a lei de composição que corresponde à adição de dois estados relativos, quer dizer, de dois números relativos.

Exemplo 2: Pablo deve 6 bolinhas a Enrique e 4 bolinhas a Antônio. Deve 10 bolinhas no total (figura 48).

Figura 48 – Esquema da categoria 6 (2).



Fonte: adaptado de Vergnaud, 1991

Equação correspondente: (-6) **+** (-4) = (-10).

Esse exemplo corresponde à composição de relações entre pessoas diferentes: Pablo e Enrique, por um lado, Pablo e Antônio por outro, enquanto o primeiro exemplo corresponde à composição de relações entre as mesmas pessoas.

Para Fayol (1996), Vergnaud (1991) e Gomez (1999), os diversos tipos de problemas apresentados diferem entre si em função não só das diferentes categorias de relações numéricas, mas, também, pelo caráter semântico dos elementos em jogo e pelas relações que entre eles se mantêm.

Essa gama de situações das estruturas aditivas pode acarretar dificuldades na resolução de problemas no campo aditivo, que, segundo Fayol (1996), estão ligados a duas grandes categorias de fatores. A primeira diz respeito aos aspectos semânticos subjacentes (conhecimentos conceituais relativos aos aumentos, diminuições, combinações e comparação do conjunto de elementos) e a segunda, ao impacto das formulações e formas de representação (a maneira como a questão é colocada, a presença de imagens e o vocabulário utilizado).

A complexidade envolvida no estudo da resolução de problemas do campo aditivo gerou uma taxonomia de problemas, em função dos aspectos semânticos, das operações de adição e subtração e da identidade do elemento desconhecido (VERGNAUD, 1991; FAYOL, 1996; JUSTO, 2009). Conforme Fayol (1996), os problemas aditivos podem ser classificados em quatro categorias de situações, definidas a seguir.

- Problemas do tipo mudança ou transformação (reunião ou separação): esse grupo de problemas implica a ocorrência de, pelo menos, uma transformação temporal aplicada a um estado inicial que resulta (ou está tendo resultado) num estado final. Essa categoria possui três tipos, em função da posição da incógnita (no estado final, na transformação ou no estado inicial). Essa transformação pode ser aditiva ou subtrativa.

- Problemas de combinação: diz respeito a situações estáticas e não de transformação. Pode tratar-se, segundo o caso, da busca do total ou de uma das partes.

- Problemas do tipo comparação: comparam quantidades estáticas apresentadas com a ajuda de fórmulas do tipo “mais de/menos de”. Têm relação com uma organização subjacente, que leva a calcular, ora o conjunto de chegada, ora o de partida, ora o operador.

- Problemas de igualamento ou igualação: têm um *status* intermediário entre os problemas do tipo comparação, devido ao caráter estático das situações e os do tipo transformação, em consequência da transformação implicada.

Outro aspecto a ser levado em conta se dá em função da posição da incógnita nos problemas, pois gera diferentes níveis de dificuldade, exigindo diferentes graus de raciocínio, advinda desse fato, a classificação em canônicos ou não canônicos. Os problemas matemáticos verbais canônicos ou consistentes são aqueles em que a quantidade desconhecida é o resultado da operação. Já os não canônicos ou inconsistentes são aqueles em que a quantidade desconhecida é o primeiro ou o segundo termo da operação. São mais difíceis de resolver, pois necessitam de um conhecimento conceitual mais avançado que os canônicos (GARCÍA, JIMÉNEZ, HESS apud JUSTO, 2009; ORRANTIA apud JUSTO, 2009).

Justo (2009), em sua tese, apresenta 20 tipos de problemas aditivos, classificados em função da sua categoria semântica e de serem canônicos ou não canônicos. A tipificação e os códigos adotados pela autora, para cada categoria, serão replicados neste estudo.

4.2.3.1 Problemas de Transformação (T)

Justo define como problemas de transformação aqueles que

> expressam uma ação direta sobre uma quantidade que causa um aumento ou um decréscimo, quer dizer, uma situação inicial sofre uma mudança e transforma-se em uma situação final. A quantidade desconhecida (incógnita) pode ser a situação final, a mudança ou a situação inicial, o que gera, para cada uma das condições de acrescentar ou diminuir, três tipos de problemas, totalizando seis problemas de transformação (2009, p. 28).

Na figura 49, apresenta-se o quadro dos problemas de transformação e exemplos de cada um dos seis tipos de problemas.

Figura 49 – Quadro de problemas de transformação.

Categoria semântica	Tipos	Canônico (C) Não canônico (NC)
Transformação (T)	T1: Acrescentar. Resultado desconhecido. Antônio tinha 12 figurinhas. Ganhou de seu amigo Bruno mais 8 figurinhas. Quantas figurinhas Antônio têm agora?	C
	T2: Diminuir. Resultado desconhecido. Gláucia tinha 14 moedas. Ela deu 3 moedas para Mônica. Com quantas moedas ela ficou?	C
	T3: Acrescentar. Mudança desconhecida. Sara tinha 5 chaveiros. Então ganhou de Cristina mais alguns chaveiros. Agora tem 12 chaveiros. Quantos chaveiros Sara ganhou de Cristina?	NC
	T4: Diminuir. Mudança desconhecida. Janaina tinha 22 lápis de cor. Na escola, ela deu alguns para as suas amigas. Janaína agora tem 8 lápis. Quantos ela deu?	C
	T5: Acrescentar. Início desconhecido. No meu aquário, há alguns peixes. Coloquei mais 4 peixes. Agora eu tenho 12 peixes. Quantos peixes eu tinha antes?	NC
	T6: Diminuir. Início desconhecido. Em uma partida, perdi 12 bolinhas de gude, ficando com 21. Quantas bolinhas de gude eu tinha no início do jogo?	NC

Fonte: Justo, 2009

Segundo Justo (2009), dentre esses problemas, três são canônicos (T1, T2 e T4), pois a operação que resolve o problema é a mesma da situação apresentada: se aditiva, adição; se subtrativa, subtração. Os problemas T3, T5 e T6 são não canônicos, pois a situação do problema exige a operação inversa na resolução e, por isso, apresentam um maior grau de dificuldade na sua resolução.

4.2.3.2 Problemas de Comparação (CP)

Conforme Justo (2009), a semântica encontrada nesse tipo de problemas é a comparação entre duas quantidades. A relação entre os números do problema é estática, ou seja, eles não sofrem mudanças. São subdivididos em seis tipos, apresentados no quadro da figura 50 em função da quantidade desconhecida, que pode ser o conjunto referência (que pode ser o maior ou o menor), o de comparação ou a diferença.

Figura 50 – Quadro de problemas de comparação.

Categoria semântica	Tipos	Canônico (C) Não canônico (NC)
Comparação (CP)	CP1: Mais que. Diferença desconhecida. Alice tinha 12 balas. Irene tinha 5 balas. Quantas balas Alice tinha a mais que Irene?	NC
	CP2: Menos que. Diferença desconhecida. Meu tio tem 48 anos e minha tia, 29. Quantos anos minha tia tem a menos que meu tio?	C
	CP3: Mais que. Quantidade menor desconhecida. Luciana colheu 34 laranjas, 12 a mais que sua irmã Lúcia. Quantas laranjas Lúcia colheu?	NC
	CP4: Menos que. Quantidade menor desconhecida. Minha mãe tem 42 anos e minha tia tem 14 a menos do que ela. Qual a idade da minha tia?	C
	CP5: Mais que. Quantidade maior desconhecida. Roberto comprou uma lapiseira por 12 reais e um caderno que custou 9 reais a mais que a lapiseira. Quanto custou o caderno?	C
	CP6: Menos que. Quantidade maior desconhecida. Joel ganhou, em uma partida, 43 bolinhas de gude. Ele ganhou 18 a menos que o André. Quantas bolinhas André ganhou?	NC

Fonte: Justo, 2009

Justo (2009) apresenta as ideias dos estudos de García, Jiménez e Hess (2006), Jiménez e García (2002), Miranda e Gil-Llario (2001), Orrantia (2006), Pessoa (2002) e Sá (2002), que apontam que os problemas de comparação não canônicos (CP1, CP3, CP6) são mais difíceis de resolver, pois necessitam de um conhecimento conceitual mais avançado que os canônicos.

4.2.3.3 Problemas de Igualação (I)

Para Orrantia (2006) (apud Justo, 2009), os problemas de igualação acarretam a comparação de duas quantidades e uma mudança de uma dessas quantidades para que uma igualdade seja estabelecida. Podem ser considerados como uma mescla entre os problemas de comparação e de transformação (a diferença entre duas quantidades se expressa mediante a ação de acrescentar ou diminuir e não sobre a comparação estática das duas quantidades). Em função da situação de acréscimo ou decréscimo, se o valor conhecido ou desconhecido é o que se deve igualar, ou ainda se o valor desconhecido for o de igualação, subdividem-se em seis tipos, conforme quadro da figura 51.

Figura 51 – Quadro de problemas de igualação.

Categoria semântica	Tipos	Canônico (C) Não canônico (NC)
Igualação (I)	I1: Acréscimo. Valor de igualação desconhecido. Na casa de Adalberto, existem 22 árvores e, na de Roberto, existem 14. Quantas árvores Roberto precisa plantar para ficar com a mesma quantidade de árvores que Adalberto?	NC
	I2: Decréscimo. Valor de igualação desconhecido. Na 4ª série, há 35 cadeiras e 26 crianças. Quantas cadeiras eu preciso retirar da sala, para ficar com a mesma quantidade de cadeiras do que de crianças?	C
	I3: Acréscimo. Fazer o valor conhecido igualar. Marcelo tem 15 reais. Se sua mãe lhe der mais 9, ele terá a mesma quantia que Davi. Quanto dinheiro tem Davi?	C
	I4: Decréscimo. Fazer o valor conhecido igualar. No ônibus que vai para POA, há 17 pessoas; se 6 pessoas descerem do ônibus que vai para Feliz, haverá o mesmo número de pessoas nele, como no ônibus que vai para POA. Quantas pessoas estão no ônibus que vai para Feliz?	NC
	I5: Acréscimo. Fazer o valor desconhecido igualar. Meu vestido tem 12 botões. Se o vestido da minha irmã tivesse 5 botões a mais, ele teria o mesmo número de botões que o meu. Quantos botões tem o vestido de minha irmã?	NC
	I6: Decréscimo. Fazer o valor desconhecido igualar. Neco tem 13 carrinhos. Se ele der 9 dos seus carrinhos, ele terá o mesmo número de carrinho de Zeca. Quantos carrinhos tem Zeca?	C

Fonte: Justo, 2009

Da mesma forma como nos problemas de comparação, os de igualação não canônicos, segundo García, Jiménez e Hess (2006), Jiménez e García (2002), Miranda e Gil-Llario (2001), Orrantia (2006), Pessoa (2002) e Sá (2002), citados por Justo (2009), necessitam um conhecimento conceitual mais avançado que os canônicos, sendo, portanto, mais difíceis de resolver.

4.2.3.4 Problemas de combinação (CB)

Os problemas de combinação implicam

> situações estáticas entre uma quantidade e suas partes. Nesse tipo de situações, pode-se desconhecer uma parte, outra parte ou o todo, no entanto, como são estáticas, podem ser considerados dois tipos de situações de combinação: quando o todo é desconhecido ou uma das partes é desconhecida (JUSTO, 2009, p. 31).

Subdivide-se em dois tipos, que podem ser observados no quadro da figura 52.

Figura 52 – Quadro de problemas de combinação.

Categoria semântica	Tipos	Canônico (C) Não canônico (NC)
Combinação (CB) (definição)	CB1: Todo desconhecido. Alexandre tem 8 bombons e Leandro tem 14. Quantos bombons eles têm ao todo?	C
	CB2: Parte desconhecida. Patrícia e Gabriel colecionam chaveiros. Eles têm, juntos, 22 chaveiros. Gabriel tem 14. Quantos chaveiros Patrícia tem?	NC

Fonte: Justo, 2009

Dentre esses dois tipos de problema de combinação, o mais difícil de ser resolvido é o CB2, pois uma das partes é desconhecida (JUSTO, 2009).

Compreender e construir os conceitos das operações matemáticas é perceber diferentes ações envolvidas. A compreensão desses conceitos ocorre pela experiência das diferentes ações, levando-se em consideração os níveis progressivos do desenvolvimento (RAMOS, 2009). Magina et al (2001) salientam a importância de ficar claro que ensinar o conceito de adição não significa, simplesmente, ficar repetindo problemas cujo raciocínio é o mesmo, pois é preciso ir além, não perdendo como foco o desenvolvimento dos conceitos envolvidos na resolução de problemas.

Os conceitos matemáticos descritos embasam a sequência didática individualizada, que foi desenvolvida nesta tese.

4.3 CONSIDERAÇÕES

Optou-se por utilizar duas teorias de aprendizagem no embasamento das atividades matemáticas desenvolvidas para a sequência didática individualizada e para a análise do desenvolvimento cognição de G na sondagem: a teoria de aprendizagem cognitiva de Piaget e a teoria de aprendizagem interacionista de Vygotsky.

Na teoria de Piaget (1975, 1976, 1978, 2002) buscou-se o embasamento teórico sobre os conceitos de estágios de desenvolvimento, provas operatórias, conceitos de conhecimento lógicos matemáticos e conceito do número. Os estágios de desenvolvimento e as provas operatórias foram utilizados na fase de sondagem da intervenção pedagógica, quando o objetivo foi identificar o conhecimento prévio de G em relação aos conceitos lógicos matemáticos. Os conceitos de conhecimentos lógicos matemáticos e do número fizeram parte das atividades desenvolvidas para a sequência didática individualizada, com o objetivo de qualificar a autonomia social de G.

Em Vygotsky (1984, 1997, 2007) buscou-se os conceitos de signo[36], de instrumento[37], de mediação[38] e de ZDP, e nos seus escritos sobre Defectologia, os conceitos de compensação, de avaliação qualitativa em detrimento da quantitativa e de uma forma singular de aprendizagem. Os conceitos de signo e instrumento são utilizados nas atividades elaboradas na sequência didática e, o conceito de mediação, no papel exercido pelas atividades didáticas e pela pesquisadora durante a intervenção pedagógica aplicada nas sessões de estudos.

[36] linguagem simbólica desenvolvida pela espécie humana, tem um papel similar ao dos instrumentos.
[37] elementos externos ao homem, com o objetivo de provocar mudanças nos objetos.
[38] é um processo que envolve o potencial das ferramentas para modelar a ação e o uso das mesmas por parte dos indivíduos, mas "*ao ser incluída no processo do comportamento, a ferramenta psicológica altera todo o fluxo e a estrutura das funções mentais*". É uma característica da cognição humana, que se refere à internalização de atividades e comportamentos sócio-históricos e culturais. Inclui o uso de ferramentas e de signos dentro de um contexto social.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo, apresentam-se os aspectos teóricos e metodológicos que orientam a pesquisa, bem como os procedimentos que foram utilizados para aplicar a intervenção pedagógica, coletar os dados e analisá-los, buscando responder ao problema de pesquisa: **Um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari pode expandir suas competências e habilidades relacionadas à compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas, com a aplicação de uma sequência didática individualizada?** Para buscar resposta a essa questão, optou-se por uma pesquisa de cunho qualitativo, do tipo estudo de caso, cujos pressupostos (teóricos e metodológicos) estão descritos neste capítulo.

Esse estudo tem por base o conhecimento matemático de um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari. O foco de investigação foi a implementação de uma sequência didática individualizada, que parte do seu conhecimento prévio em Matemática (investigado na fase de sondagem) e busca ampliar esses conceitos com o objetivo de desenvolver a sua autonomia social em Matemática. A aplicação da intervenção pedagógica e a coleta de dados tiveram início em março de 2010 e término em outubro de 2012.

5.1 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para desenvolver esta pesquisa, optou-se pelo enfoque qualitativo, pois se pretende responder perguntas do tipo “como” e “por que”. Caracteriza-se pela preocupação com a compreensão, explanação e especificação do fenômeno estudado, destacando que, para compreender uma ação em particular, é necessário analisar o contexto em que essa ação se dá, isto é, a visão sobre o caso deve ser holística, sendo necessário, portanto, que o pesquisador se preocupe não somente com a obtenção de dados, como também com a construção de seus significados e como se processa essa construção. Consiste na construção ou generalização de uma teoria a partir de uma série de proposições extraídas de um corpo teórico que servirá de ponto de partida para o investigador, para o qual não é necessário extrair uma amostra representativa, e sim uma amostra teórica, composta por um ou mais casos (SANTOS FILHO, 2001; YIN, 1994; TRIVIÑOS, 1987, 1994; YACUSSI, 2009).

Na abordagem qualitativa, Santos Filho (2001) destaca que o pesquisador não é visto como um elemento neutro, mas sim, como um importante participante do processo investigativo, valorizando a teoria que o sustenta, suas crenças e seus valores, isto é, seu contato é direto e interativo com a situação objeto de estudo, papel assumido nesta pesquisa. Além disso, Araújo e Borba (2012) destacam que, nas pesquisas em Educação (Matemática) a metodologia que embasa o seu desenvolvimento é coerente com as visões de Educação e do conhecimento sustentados pelo pesquisador, incluindo suas concepções de Matemática e de Educação Matemática, influenciando os resultados da pesquisa.

Em concordância com os fundamentos de diferentes autores, considera-se este estudo exploratório e descritivo, tendo em vista as ações realizadas. Exploratório, pois os estudos das teorias incluídas no quadro teórico permitiram uma aproximação entre elas e a realidade do jovem investigado, servindo para obter informações preliminares acerca das suas características. Descritivo, na medida em que se buscou, durante todo o processo de pesquisa, identificar e descrever os distintos fatores que exerceram influência no processo de investigação (GIL, 1994, 1996; YIN, 1994; TRIVIÑOS, 1987, 1994).

Entre as diferentes metodologias qualitativas, optou-se pela realização de um estudo de caso, pois seus pressupostos básicos adaptam-se às finalidades desta pesquisa segundo Ponte (1992), Yin (1994), Yacuzzi (2009), Gill (1994, 1996) e Triviños, (1987, 1994), caracteriza-se, como um estudo de uma entidade bem definida, como um programa, uma instituição, uma pessoa ou uma unidade social, à medida que se busca conhecer com profundidade, os “como” e os “porquês”, evidenciando a sua unidade e a sua identidade própria, além do que há nela de mais essencial e característico.

O estudo de caso realizado, nesta pesquisa, refere-se a um sujeito e a sua validade apoia-se nas afirmações de Yin (1994), Chetty (1996) e Yacuzzi (2009), já que esses afirmam que os resultados dos estudos de um caso podem generalizar-se a outros com condições teóricas similares, pois indicam uma categoria ou propriedade conceitual, ressaltando que mais casos podem corroborar essa indicação.

Yin (1994) e Chetty (1996) consideram o método de estudo de caso apropriado para temas praticamente novos, pois examinam e indagam sobre um fenômeno contemporâneo em seu entorno real, indo ao encontro desta investigação, já que são em pequeno número as pesquisas que relacionam Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari com conceitos matemáticos.

Yin (1994) recomenda que o investigador dedique especial atenção aos procedimentos necessários para atingir a validade e a fidedignidade da investigação. Destaca quatro itens, os quais são descritos a seguir.

O primeiro, a validade da construção, se refere ao cuidado que se deve ter ao estabelecer as variáveis que devem ser estudadas e as medidas operacionais corretas. A técnica que deve ser adotada, em estudos de caso, para alcançar esse objetivo, é o uso de múltiplas fontes de evidência (triangulação dos dados), o estabelecimento de uma cadeia de evidências e a revisão dos aportes teóricos preliminares do estudo de caso. Essas medidas devem ser aplicadas para a obtenção de dados e composição das evidências.

A validade interna, segundo item, estabelece relações fundamentadas em certas condições e suas variações frente a outras condições, para distinguir as relações não genuínas. Para atingir esses objetivos, é necessário estabelecer padrões de comportamento e construir a explicação do fenômeno, na fase da análise dos dados.

O terceiro item, o da validade externa, estabelece o domínio no qual os resultados do estudo podem ser generalizados. Para atingir esse objetivo, é necessário realizar a replicação nos estudos, ainda na fase do desenho da investigação.

A fidedignidade, quarto item, demonstra em que medida as operações do estudo, como os procedimentos de obtenção de dados podem ser repetidos com os mesmos resultados por parte de outros investigadores. Para atingir esse objetivo, é necessário utilizar protocolos de estudo de caso e desenvolver a base de dados dos casos do estudo durante a obtenção dos dados.

Segundo Shaw (1999), o procedimento metodológico da investigação, através de estudo de caso, pode ser resumido nos seguintes passos: apresentação do problema; perguntas de investigação e objetivos; revisão da literatura e formulação de proposições; triangulação de dados: obtenção de dados das mais diversas fontes e formas; transcrição dos dados; transcrição de entrevistas, tabulação de protocolos e de outros eventos; análise global; constante comparação da literatura com os dados obtidos para a codificação dos mesmos; análise profunda; comparação substantiva dos resultados com os conceitos da literatura; conclusões gerais e implicação da investigação.

As indicações de Yin (1994) e Shaw (1999) serviram de aporte durante definição do procedimento metodológico desta investigação e nos procedimentos de coleta dos dados, descritos na continuidade deste capítulo.

5.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para atender aos objetivos da pesquisa, em suas diferentes etapas, a coleta de dados foi efetivada com base nos procedimentos indicados por Roesch (1999) e Yin (1994), que indicam, como instrumentos, a utilização de entrevistas (estruturadas ou não estruturadas), questionários (fechados ou abertos), testes, observações, registros orais e verbais, filmagens[39] e gravações de voz, entre outros. Salientam que os dados criados pelo pesquisador são denominados de dados primários, enquanto os existentes em arquivos, banco dados, relatórios, índices, entre outros, são denominados de dados secundários. Ressalta-se que os pais do jovem investigado deram permissão para as filmagens e divulgação das mesmas (apêndice 1).

Nesta pesquisa, os dados primários foram coletados, através de entrevistas com os familiares e médicos do jovem investigado, da análise de documentos[40] escolares e médicos, das filmagens[41] realizadas nas sessões de estudo (pesquisadora e jovem investigado), do diário do pesquisador, das produções do investigado, dos protocolos dos encontros presenciais, de um pré-teste e pós-teste, enquanto os secundários foram coletados em dados gerados por bancos de diferentes *softwares* que fizeram parte da sequência didática aplicada durante a intervenção pedagógica.

Salienta-se que, além da preocupação com a obtenção dos dados, para atingir a validade e a fidedignidade da investigação, as atividades desenvolvidas na sequência foram replicadas, utilizando diferentes recursos, tais como, a utilização da tecnologia da informação, de material concreto e de atividades no papel.

5.3 JOVEM INVESTIGADO

O jovem investigado, aqui chamado de G, tinha em 2012, 13 anos e estudava em uma escola regular da rede privada, neste trabalho chamada de escola B, no município de São Leopoldo, na 7ª série do Ensino Fundamental. Apresenta Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari, doenças que estão descritas na sequência deste capítulo.

---

[39] As atividades no computador foram registradas através da utilização do *software* Camtasia Studio 5 e nas atividades com material concreto e no papel, com uma filmadora digital.
[40] Para Phillips (apud Lüdke e André, 1986), são considerados documentos quaisquer materiais escritos que possam ser utilizados como fonte de informação sobre o foco da investigação.
[41] Foram utilizadas na transcrição de recortes considerados relevantes e nos anexos digitais.

5.3.1 Características físicas do jovem investigado

Ao nascer, G foi para o Centro de Terapia Intensiva (CTI), em função da gastrosquise[42], da Síndrome de Arnold Chiari e da lipomielomeningocele, um dos tipos de Espinha Bífida. Realizou várias cirurgias, entre elas, aos três anos, a correção de um problema na coluna cervical, ocasionado pela Síndrome de Arnold Chiari. Ficou hospitalizado, ao longo de seus 12 anos, em torno de 650 dias, em função das cirurgias e de outras complicações de ordem infecciosa. Caminhou aos três anos e falou aos cinco anos, o que demonstra atraso no desenvolvimento neuropsicomotor (DNPM). Recebeu atendimentos na Associação de Assistência à Criança Deficiente (AACD), pela fisioterapia e fonoaudiologia até os quatro anos. Apresenta infecções urinárias ocasionais, causadas por contaminação na sonda de coleta de urina, bexiga neurogênica[43], fístula ureteral, colostomia e amputação no membro inferior esquerdo (abaixo do joelho).

5.3.2 Características cognitivas do jovem investigado

Em abril de 2012, a escola B[44] encaminhou à família de G um pedido de avaliação do seu perfil cognitivo, que foi realizado em junho de 2012, por uma equipe multidisciplinar do Hospital Moinhos de Vento. A seguir, serão descritos os resultados desta avaliação.

O teste de avaliação neuropsicológico foi realizado segundo a Escala de Inteligência Wechsler para Crianças (WISC-III). Os resultados, segundo Coelho e Kaefer (2012), apontam sobre a Escala Verbal:

> Compreensão: nível inferior (capacidade de resolução de problemas).
> Informação: nível médio (capacidade em captar e assimilar fatos; conhecimentos gerais).
> Semelhança: nível médio inferior (capacidade para estabelecer generalizações).
> Dígitos: nível deficitário (atenção automática e memória imediata).

---

[42] A gastrosquise (gr. *schisis* = fenda; *gastros* = ventre) é uma anormalidade congênita da parede abdominal anterior, para umbilical direita, de quatro a seis centímetros de diâmetro, por onde se herniam as vísceras abdominais (estômago, intestino delgado, intestino grosso, bexiga) durante o período intrauterino. A cavidade abdominal é pequena e o cordão umbilical está intacto e normalmente inserido na pele. Não há membrana amniótica, nem saco peritoneal, recobrindo as vísceras herniadas, ficando essas em contato direto com o líquido amniótico. Os efeitos irritativos do líquido amniótico (pH = 7.0) sobre as alças acarretam uma peritonite química, e as alças se apresentam, ao nascimento, edemaciadas, espessadas, congestas e aparentemente encurtadas (MIRANDA et al, 2012).

[43] A bexiga neurogênica consiste na perda do funcionamento normal da bexiga, provocada por lesões de uma parte do sistema nervoso. Uma bexiga neurogênica pode ter origem numa doença, numa ferida ou num defeito de nascença que afeta o cérebro, a espinha medular ou os nervos que se dirigem para a bexiga, para o seu orifício de saída ou esfíncter (a abertura da bexiga para o interior da uretra) ou para ambos. Uma bexiga neurogênica pode ser de baixa atividade (hipotônica), sendo incapaz de se contrair e de esvaziar bem, ou pode ser hiperativa, esvaziando-se, então, por reflexos incontrolados (MANUAL MERCK, 2012).

[44] A escola B encaminhou o pedido de laudo em função, principalmente, da adaptação nas avaliações.

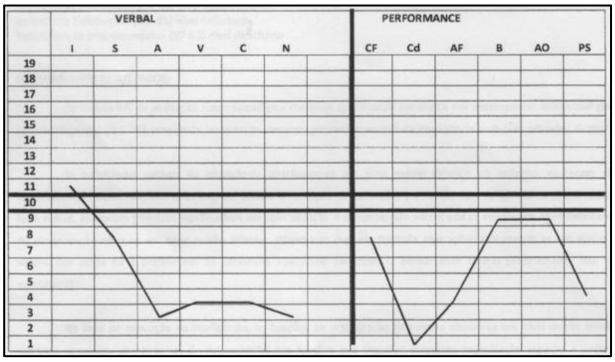
> Vocabulário: nível inferior (capacidade de aprendizagem).
> Aritmética: nível deficitário (capacidade de concentração: raciocínio aritmético) (p.1).

Quanto à escala de execução, os resultados, segundo Coelho e Kaefer (2012). apontam:

> Completar figuras: nível médio inferior (atenção e memória visual para detalhes).
> Código: nível deficitário (concentração, associado ao ritmo de execução viso-motora).
> Armar objetos: nível médio inferior (organização perceptual).
> Arranjo de figuras: nível inferior (capacidade de planejamento, antecipação e interpretação de situações sociais).
> Cubos: nível médio inferior (coordenação viso-motora, orientação espacial, integração e abstração).
> Procurar símbolos: nível inferior (rapidez e atenção concentrada) (p.1).

Na figura 53, estão caracterizados, por gráficos, os resultados dos testes WISC-III.

Figura 53 – Estágio de evolução e organização das funções intelectivas[45].



Fonte: Resultados da avaliação neuropsicológica (Coelho e Kaefer, 2012)

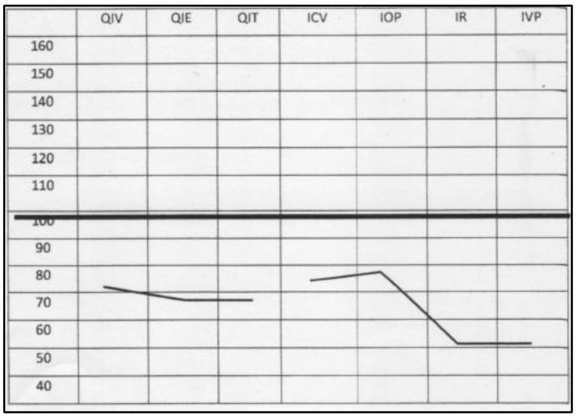
Na figura 54, estão caracterizados, por meio de gráficos, os Escores de QI e os Escores de Índices.

---

45 Legenda utilizada:

I = Informação	C = Compreensão	CF = Completar figuras
AB = Armar objetos	S = Semelhança	N = Números
A = Aritmética	Cd = Códigos	PS = Procurar Símbolos
V = Vocabulário	AF = Arranjo de Figuras	B = Cubos (blocos)

Figura 54 – Escores de QI e escores de índices.



Fonte: Resultados da avaliação neuropsicológica (Coelho e Kaefer, 2012)

Segundo esse teste, Coelho e Kaefer (2012) concluem sobre os escores de G:

> QI Verbal: 80 (nível médio inferior).
> QI Executivo: 77 (nível limítrofe).
> QI Total: 76 (nível limítrofe).
> Compreensão verbal: CV. 85 (nível médio inferior).
> Organização perceptual: OP. 86 (nível médio inferior).
> Resistência à distração: RD. 61 (nível deficitário).
> Velocidade de processamento: VP. 61 (nível deficitário) (p. 2).

Completando o teste, Coelho e Kaefer (2012) apresentam a discussão dos resultados:

> Os resultados da avaliação neuropsicológica mostram que G apresenta um desempenho intelectual global classificado como nível limítrofe[46] (QI 76), possuindo, no entanto, recursos potenciais verbais de inteligência melhores, situados dentro da faixa média.
> As habilidades verbais da inteligência distribuem-se em nível médio inferior, no entanto, aparecem discrepâncias de desempenhos nas funções: enquanto apreensão e retenção de estímulos é a função que se apresenta preservada, situando-se na faixa média, aparecem prejuízos significativos em conceituação e compreensão verbal que se situam em nível deficitário. A capacidade de simbolização situa-se em nível médio inferior. Observa-se que ele formula abstrações amparando-se em dados concretos. Isso sugere que ainda há predomínio do raciocínio operatório concreto. O pensamento formal propriamente dito não se encontra estabelecido.
> Na área de execução da inteligência, as funções de organização perceptiva situam-se em nível médio inferior, no entanto, também aparecem discrepâncias de desempenho nas funções que seguem: enquanto organização espacial e análise e síntese são aquelas que se mantêm preservadas, situando-se em nível médio, aparece um prejuízo significativo em seriação, distribuído em nível deficitário.
> A sua expressão grafo motora encontra-se imatura para a idade. Aparecem falhas espaciais, como se percebe na colisão de figuras, dificuldades na execução de linhas

[46] A Deficiência Mental Limite é uma designação recentemente introduzida, que se refere a um grupo constituído por sujeitos aos quais não se pode dizer que sejam deficientes mentais, uma vez que têm possibilidades, manifestando apenas um atraso nas aprendizagens ou em algumas dificuldades concretas (MILHEIRO, 2012).

> curvas e no controle motor fino e falhas na integração perceptiva de duas figuras. Essas características são sugestivas da presença de um substrato orgânico.
> No Roscharch, aparecem respostas compatíveis com a presença de um componente depressivo associado a características de baixa autoestima. Esse componente parece ser secundário à percepção de suas reais dificuldades. Associam-se, também, aspectos compatíveis com a presença de ansiedade fóbica social.
> Em resumo, os testes indicam que G apresenta um desempenho intelectual atual em nível limítrofe com a normalidade, porém aparecem recursos potenciais verbais de inteligência melhores, dentro da faixa média. Os testes apontam sinais sugestivos da presença de um substrato orgânico[47] na base de suas dificuldades. Na área emocional, aparecem características da presença de um componente depressivo que parece secundário à percepção de suas dificuldades (p 2-3).

Os resultados da avaliação psicopedagógica estão descritos a seguir.

> Linguagem oral: G apresenta dificuldades articulatórias, particularmente relacionadas ao fonema /r/ (em encontro consonantal, intervocálico, em final de sílaba), que comprometem o entendimento da linguagem expressiva.
> Leitura: na prova de decodificação de palavras e pseudopalavras (Moojen e Costa), apresentou 20% de erros (frequência compatível com a série). A velocidade é lenta.
> Na leitura silenciosa de texto (Os mamíferos) não utiliza apoio articulatório, movendo a cabeça ao longo da linha. A velocidade é lenta. Evoca a ideia principal do texto (*mamífero tem em todos os lugares do mundo)* e duas outras sem relação entre elas.
> A leitura oral do mesmo texto é de forma vacilante, palavreada e silabada em palavras menos comuns. A velocidade é lenta. Interpreta poucas ideias, parciais não evocando a estrutura central do texto.
> Sob interrogatório, a interpretação é incipiente.
> Síntese: falhas na decodificação, lentidão e significativas de interpretação (MOOJEN, 2012, p. 1).

Sobre a escrita, os testes apontam para os seguintes resultados:

> Grafia: preensão correta do lápis. A folha é colocada verticalmente em relação ao corpo, determinando inadequada sinergia articular. Realiza o traçado das letras circulares na direção dos ponteiros do relógio. A letra é angulosa, mas legível.
> Ortografia: em ditado balanceado de 50 palavras (Moojen), apresentou 48 erros, frequência compatível com as séries iniciais do 1º grau. Os erros mais significativos são:
> - em conversor fonema grafema: (6) contaminações, como *crabam*/quebram, *arzar*/azar, *arçucar*/açúcar, *ersessito*/exército;
> - em regras contextuais simples: (9) substituições e r/rr, nasalização (2) além de outros em menor número;
> - em regras contextuais complexas: (7) erros de acentuação;
> - em irregularidades da língua: (26) uso da letra S para C, Ç, SS, SC; não reconhece os diversos sons do grafema X (MOOJEN, 2012, p. 1).

Outro teste aplicado em G, chamado teste de Par educativo – Produção textual, consiste em desenhar[48] um professor e um aluno e produzir um texto que descreva essa relação.

[47] Conjunto de estruturas macro e microanatômicas que dão suporte à atenção, e os componentes psíquicos como afetividade, motivação, memória, linguagem e pensamento (NETO, 2012).
[48] O desenho realizado no teste foi feito a lápis e não é legível na fotocópia ou no escaneamento, mas está descrito no teste.

Moojen descreve que, ao “ser solicitado a desenhar a pessoa que ensina e a pessoa que aprende, desenha em primeiro lugar, os cabelos da professora Sônia, que teria 11 anos e, a seguir, desenha a metade do rosto do aluno João de 18 anos” (2012, p. 2).

O texto que escreve sobre o Par educativo é o seguinte: *“João um dia foi da aula para 5ª série. Vio uma menina chamada Sonia e conversou com ela e os dos forão para sa. E foi da aula para turma da menina e no final ele preguntou como é este texto”.* Moojen (2012) aponta como síntese do teste falhas gráficas, ortográficas e produção textual incipiente.

Na Matemática, “no teste de desempenho aritmético de Stein, G. apresentou 15 acertos, frequência compatível com o nível médio da 3ª série. Durante esse teste, G. comenta que *“sabe a tabuada até o 5”.* Como síntese, aponta falhas significativas no desempenho aritmético” (MOOJEN, 2012, p. 2).

Completando a avaliação psicopedagógica, Moojen (2012) se refere às noções espaço-temporais: “Conhece direita e esquerda em si, no outro, copiando posturas adequadamente, mas com apoio consciente. Evoca dias da semana em sequência e os meses, omitindo os meses de maio, agosto e setembro. Falhas no reconhecimento de horas em relógio analógico”. Como síntese, descreve: “Conhecimentos espaciais adequados com falhas na sequenciação e leitura em relógios analógicos”. Sobre a conduta durante a avaliação, afirma que G “participa ativamente de forma motivada e gentil” (p. 3).

Como resultado final da avaliação, Moojen (2012) aponta “dificuldades na área da leitura, escrita e Matemática” e, como hipótese diagnóstica, “dificuldades de aprendizagem secundárias a fatores cognitivos e neurológicos” (p.3).

Segundo Farina (2012), o conjunto de exames realizados (avaliação neuropsicológica, neurofisiológica e psicopedagógica) permite concluir:

> 1. A avaliação neuropsicológica evidencia desempenho cognitivo inferior em relação às potencialidades prévias de inteligência (de nível médio), estando o funcionamento atual em Nível Limítrofe. Estão mais alterados os índices associados à velocidade de processamento e resistência à distração, em nível deficitário. Também encontram-se alteradas a compreensão verbal e a conceituação verbal. O teste de personalidade evidencia sinais de depressão reativa.
> 2. A avaliação neurofisiológica demonstra atraso na velocidade de processamento cerebral da informação, conforme medido pelo P 300[49], associado a sinais sugestivos de presença de menor recrutamento neuronal para a tarefa do teste. São, entretanto, normais as razões alfa-beta e alfa-teta no EEG Quantitativo.
> 3. A avaliação psicopedagógica indica falhas na decodificação e interpretação da escrita. Ocorrem falhas gráficas, de produção textual e no desempenho aritmético.
> Conclusão: exame indicativo de desempenho cognitivo inferior em relação as potencialidades prévias de inteligência. As alterações são globais, comprometendo funções executivas e de área verbal. Os sinais de depressão evidenciados, embora possam acentuar a sintomatologia clínica, não são primariamente causais. A

[49] Potencial evocativo cognitivo – Condições do exame: vigília. Contagem correta de estímulos-alvo.

> dificuldade de aprendizagem é secundária aos fatores neurológicos e emocionais que, nesse momento, afetam à cognição (p.1-2).

Na consulta com o neurologista Dr. Jorge Bizzi, em agosto de 2012, foi prescrito a G o uso de ritalina, em função do déficit de atenção[50] e atendimento psicopedagógico. Porém, o medicamento acarretou falta de apetite e indisposição, o que fez com que a família optasse pela retirada da medicação. O período de utilização do medicamento foi curto, e não foi possível detectar mudanças no grau de atenção de G.

5.3.3 Desempenho escolar em Matemática do jovem investigado

O acompanhamento do desempenho escolar, dos conteúdos e da metodologia utilizadas nas escolas que G frequentou (da pré-escola até a 6ª série escola A) e da escola atual (escola B) foi realizado analisando os pareceres descritivos, as provas de Matemática e os cadernos.

G frequentou, de 2004 a 2011, a escola A, da rede particular de ensino do município de São Leopoldo, Rio Grande do Sul.

A seguir, serão transcritos alguns dos pareceres descritivos sobre a aprendizagem de G em Matemática, enquanto aluno da escola A.

"Acredito que seria muito importante para o desenvolvimento cognitivo de G que ele pudesse ainda construir alguns conceitos que lhe serão muito úteis em uma Primeira Série, como a contagem e seus usos, a quantificação de conjuntos, a identificação de números e letras, o reconhecimento do nome e dos sons das letras. G é uma criança que ainda precisa de tempo e de desafios que o levem a explorar o espaço ao seu redor, permitindo que ele desenvolva ainda mais a sua percepção motora ampla e fina" (Infantil 4 - Educação Infantil, dezembro de 2005).

"No que se refere ao conhecimento lógico-matemático, identificas e nomeias os números até 10, mas apresentas dificuldades na resolução de situações-problema que envolvam a adição e a subtração"(1º trimestre – 1ª série, junho de 2006).

---

[50] Uma pessoa com TDAH tem dificuldade em assistir a uma palestra, ler um livro ou fazer qualquer outra atividade sem se dispersar. Comete erros por falta de atenção aos detalhes e faz várias coisas ao mesmo tempo, deixando várias tarefas pela metade. Esse tipo de transtorno é caracterizado por uma falha na captação do neurotransmissor dopamina pelos neurônios. Em uma pessoa normal, a dopamina é liberada por um neurônio com o intuito de estimular outro. Após esse processo, ela volta ao neurônio original, em um ciclo ininterrupto. No cérebro de quem sofre com o transtorno, esse processo acontece mais rapidamente e, consequentemente, a dopamina tem pouco tempo para ativar os neurônios vizinhos. O tratamento pode ser feito com medicamentos e com terapias, quando os sintomas não são graves e não atrapalham tanto a rotina do paciente. O remédio mais utilizado pelos médicos para tratar o TDAH é o Metilfenidato, uma substância psicoestimulante, princípio ativo do medicamento Ritalina. Esse composto químico bloqueia a recaptação da dopamina e com isso ela fica por mais tempo disponível entre os neurônios, aumentando suas chances de ser absorvida por algum deles e diminuindo os sintomas do transtorno (REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 2012).

"Na Matemática, estabelecemos a relação de ordem entre os números naturais. Trabalhamos a composição e a decomposição dos números até a centena. Identificamos a localização dos números na reta numérica. Exercitamos o raciocínio lógico com atividade de quebra cabeça, minicomputador e resolução de histórias Matemáticas. Construímos, organizamos, descrevemos e interpretamos gráficos na solução de situações-problema. Iniciamos o estudo da multiplicação, construindo a lei do dez, utilizando cestas e ovos de Páscoa [...]. Na Matemática, reconheceste alguns números maiores que 10. Consegues fazer algumas contagens utilizando material concreto e tentas colocar o número correto para representá-la. Precisas da ajuda da professora e dos colegas para realizar as atividades propostas. Apresentaste dificuldades na resolução das histórias matemáticas e nos cálculos por decomposição. Ainda não consegues compreender o valor posicional dos algarismos mesmo dentro do QVL. (1ª avaliação – 2ª série, junho de 2007).

"*Em Matemática, aprendemos a calcular por decomposição, utilizando o Quadro Valor Lugar e o Material Dourado, as operações de adição e subtração com reagrupamento. Utilizamos diversos procedimentos de cálculos mentais e de estimativas. Trabalhamos com histórias e relatório para nos orientarmos na compreensão da multiplicação. Interpretamos tabelas e gráficos. Estudamos e classificamos figuras geométricas bidimensionais e tridimensionais, identificando suas propriedades como forma número de lados. No Projeto Consumo Responsável, realizamos diversas pesquisas sobre preços de produtos e demos continuidade ao gráfico de controle do número de latinhas compradas no bar da escola durante cada mês [...]. Na Matemática, já reconheces os algarismos de 0 a 9 e realizas operações de adição e subtração, com suporte do material concreto dentro do campo numérico de 1 a 10"* (2ª avaliação – 2ª série, setembro de 2007).

"Em Matemática, aprendemos a calcular, utilizando o QVL, o algoritmo da adição e da subtração. Procuramos a solução de diferentes situações-problema, aplicando a adição, a subtração, a multiplicação e a divisão. Utilizamos diversos procedimentos de cálculos mentais e de estimativas. Trabalhamos com histórias matemáticas e relatórios para nos orientarmos na compreensão da lei do quatro. Fizemos uso dos conteúdos da adição, da subtração e da multiplicação em histórias matemáticas. Interpretamos tabelas e gráficos. No Projeto Educação para o Consumo Responsável, demos continuidade ao gráfico de controle do número de refrigerantes compradas no bar da escola, durante cada mês. [...] Na Matemática, já realizas operações de adição e subtração simples dentro do QVL, com suporte de material concreto. Resolveste situações-problema com o meu auxílio e dos colegas" (3ª avaliação – 2ª série, dezembro de 2007).

"Neste trimestre, trabalhamos a ampliação na numeralização, realizando cálculos com numerais até milhares, usando a tabuada. Enfatizamos o algoritmo da adição, subtração e multiplicação decomposta, resolvendo problemas matemáticos envolvendo duas ou mais operações. Em todas as atividades salientamos o traçado correto dos números. Estabelecemos relações entre: dia e semana, hora e dia, dia e mês, mês e ano, ano e década, década e milênio, hora e minuto. [...] Nas atividades matemáticas, proponho operações em que resolves os problemas, interpretando e decidindo qual operação usar, também com ajuda minha. Trocamos ideias para resolver as situações. Após, questiono como chegaste aos resultados e então explicas tuas descobertas" (1º trimestre – 3ª série, junho de 2008).

"Em Matemática, copias as atividades propostas e realizas o que é solicitado. Fazes cálculo de soma observando a posição dos algarismos e o transporte até a centena. Ainda te confundes na subtração. Escreves histórias matemáticas de subtração e adição, observando os processos dos cálculos. Espero que continues sempre assim, dedicado e estudioso (2º trimestre – 4ª série, setembro de 2009).

"Em Matemática, és um aluno atento em aula, preocupado e com muita vontade de aprender. Gostas de desafios, jogos de estratégias e sequência lógica. Nos problemas, tens conseguido fazer a interpretação com mais facilidade, necessitando que sejam lidos pela professora somente quando são muito extensos. Percebe-se que encaras como um desafio a resolução das atividades cada vez mais sem a utilização de material concreto. Contudo, ainda apresentas algumas dificuldades com a tabuada e, consequentemente, com os conteúdos que exigem a sua aplicação. Sugere-se, nas aulas de reforço, que continues trabalhando nesse sentido. Também é importante que realizes as avaliações e devolvas para a professora as tarefas que levas para concluir em casa. Dessa forma, é possível perceber melhor as tuas dificuldades e auxiliar nas tuas dúvidas (2º trimestre – 5ª série, setembro de 2010).

"Em Matemática, foi possível perceber que és dedicado. Realizaste as atividades propostas com empenho e participaste efetivamente dos estudos de recuperação. Atingiste alguns dos objetivos propostos para esse trimestre, como memorizar a tabuada, reconhecer e comparar números inteiros e efetuar cálculos com os mesmos. Sugiro que te dediques mais às operações com números inteiros, observando os sinais em cada uma delas, para que possas, a cada dia, superar tuas dificuldades" (1º trimestre – 6ª série, junho de 2011).

Em 2012, G trocou de escola, indo estudar em outra escola (escola B), na sétima série. A opção de troca se deu em função dos pais perceberem que G não estava acompanhando o ritmo de aprendizagem de seus colegas e em função disso, estava com sua autoestima muito baixa.

A escola B também é da rede particular de ensino do município de São Leopoldo, porém, apresenta em seu plano pedagógico a inclusão de alunos com NEE, principalmente no que diz respeito ao espaço físico. Quanto ao aspecto pedagógico, pequenas ações são tomadas, como fotocópia de atividades que são apresentadas no quadro, evitando, assim, a cópia, já que a escrita de G é lenta. Porém, o conteúdo é apresentado para todos da mesma forma, não respeitando as individualidades e o tempo de aprendizagem. Mesmo assim, no primeiro e no segundo trimestre da 7ª série, não houve indicação, em todas as disciplinas, de estudos de recuperação para G.

As notas de G, em Matemática, foram 7,6 no primeiro semestre e 7,5 no segundo trimestre. Como parecer descritivo a escola B colocou, no segundo semestre *"Tuas atitudes e desempenho contribuem para a boa convivência escolar. Parabéns, continue assim"*.

A continuidade desse capítulo faz referência às características físicas e cognitivas de pessoas com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari, assim como uma breve descrição dessas duas enfermidades.

5.4 ESPINHA BÍFIDA

Espinha Bífida é uma malformação congênita do SNC, que se desenvolve no primeiro mês de gestação, durante a fase chamada de neurulação[51], e engloba uma série de malformações. Caracteriza-se pela formação incompleta da medula espinhal e das estruturas que protegem a medula. Essa doença ocasiona um defeito no fechamento das estruturas que formarão o dorso do embrião e que pode afetar não somente as vértebras, mas também a medula espinhal, meninges, o encéfalo e o corpo caloso (figura 55). Esses defeitos são, geralmente, denominados defeitos do tubo neural (DTN). O nome Espinha Bífida relaciona-se ao fechamento inapropriado de ossos da coluna. Essa malformação congênita atinge 0,5% da população brasileira (AEBH, 2010).

[51] Início do sistema nervoso do embrião (OLIVEIRA, 2005).

Figura 55 – Espinha Bífida.

Fonte: http://www.espinhabifida.com

O quadro da figura 56 diz respeito à classificação dos diferentes tipos de Espinha Bífida e suas principais características.

Figura 56 – Quadro de caracterização dos diferentes tipos de Espinha Bífida.

TIPO	**DESORDEM**	**CARACTERÍSTICAS**
Aberta Protrusão cística com ou sem elementos neurais. Pode haver déficit neurológico progressivo, relacionado com medula presa.	Mielomeningocele	Lesão da linha média contendo líquor, meninges e elementos da medula. Tecido nervoso exposto, não coberto por pele.
	Meningocele	Lesão cística composta por líquor, meninges e pele.
	Lipomielomeningocele[52]	Massa de gordura, geralmente, coberta por pele, que se estende para a medula.
Oculta com envolvimento neural. Alteração da pele na região sacro-coccígea em 80% (tufos pilosos, angiomas ou massas subcutâneas). Possibilidade de déficit neurológico progressivo com o crescimento.	Diastematomielia	A porção caudal da medula é partida. Os segmentos são, muitas vezes, separados por um esporão ósseo ou cartilaginoso.
	Medula presa	Cone medular e *filum* terminal espessados e fixos à estrutura óssea.
	Sinus dérmico	Fístula epitelial que se estende da pele para tecidos mais profundos. Possibilidade de comunicação com o espaço subdural e desenvolvimento de meningite.
Oculta sem Envolvimento Neural.	Espinha bífida oculta	Fechamento incompleto de arcos vertebrais não acompanhado de outras alterações.

Fonte: Rede Sarah de Hospital de Reabilitação, 2007

[52] As lipomielomeningoceles ou lipomas intramedulares estão associados à Espinha Bífida. São também denominadas de lipomas lombo-sacros ou lipomas da cauda equina. São lesões congênitas. Seus sintomas são decorrentes do estiramento da medula, quando essa é impedida de migrar no sentido encefálico, pelo lipoma, durante o desenvolvimento embrionário, nas primeiras semanas de gestação (LYNCH et al, 2012).

As manifestações clínicas mais frequentes, segundo a Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação (2007), são paralisia de membros inferiores, distúrbios da sensibilidade cutânea, úlceras de pele por pressão, ausência de controle urinário e fecal, além de deformidades musculoesqueléticas.

Características comuns do fenótipo físico da Espinha Bífida são defeitos na medula espinhal, incapacidade de coordenação das extremidades inferiores e superiores, frequentemente associadas a uma significativa paraplegia e mobilidade reduzida, causadas por danos no lóbulo parietal[53], hidrocefalia e deficiências visos-espaciais (BARNES, CHANT & LANDRY, 2005).

Já o fenótipo neural aponta para uma interrupção significativa do desenvolvimento cerebral, enquanto o cognitivo, presente em algumas pessoas com Espinha Bífida, ocasiona danos nas habilidades acadêmicas e cognitivas relacionados com aspectos perceptivos, atenção e memória. Estudos comprovam um padrão nas deficiências matemáticas associadas com a Espinha Bífida, observáveis, também, na vida adulta, tendo importantes implicações futuras de emprego e na qualidade de vida dos adultos (BARNES, CHANT & LANDRY, 2005).

Os estudos de Dennis e Barnes (2002) ressaltam que crianças com Espinha Bífida têm dificuldades em Matemática semelhantes às dificuldades comuns a outras síndromes, como problemas com a recuperação de fatos matemáticos, com o desenvolvimento e utilização de procedimentos matemáticos e com a memória de trabalho. Destaca que sua independência funcional é restrita, pois não adquirem a numeracia necessária para fazer compras, manter uma conta bancária e são escassas as suas oportunidades de emprego.

Segundo Fayol (2012), a Espinha Bífida caracteriza-se por malformações no cérebro (hidrocefalia, anomalias no corpo caloso) e da medula espinhal e por uma associação entre distúrbios matemáticos e viso espaciais (confusão na leitura de 6 e 9), processamento invertido (15 e 51), erros de alinhamento, desconsideração de um lado dos problema. Os distúrbios de atenção também são correntes. As análises revelaram relações entre distúrbios matemáticos e habilidades digitais finas.

Pessoas com Espinha Bífida apresentam dificuldades com o raciocínio lógico e compreensão (fundamentais na área da Matemática), motricidade (fina e grossa), aquisição de algoritmos, raciocínio abstrato e resolução de problemas. Outras características presentes são

[53] Parte do cérebro responsável pelo registro dos números e pela mobilidade dos dedos (BARNES, CHANT & LANDRY, 2005).

problemas de atenção, memória de trabalho, concentração, passividade, apatia e autonomia (LLORCA, 2003; ORTIZ, 2009; LOLLAR, 2009; BARNES, CHANT & LANDRY, 2005).

Os estudos de Dennis e Barnes (2002) e Barnes, Chant & Landry (2005) em crianças e adultos com Espinha Bífida em relação ao número e operações aritméticas, destacam que, não obstante seu status de leitura, têm dificuldades com a estimação numérica, a recuperação de fatos que envolvem números, a contagem verbal, visão espacial e em resolver problemas aritméticos.

Estatísticas apontam que 35% das crianças com Espinha Bífida apresentam deficiência cognitiva, a maioria de grau leve, destacando dificuldades de percepção, atenção, concentração, motricidade, memória e de lidar com números (REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO, 2007). Dificuldades na escola são, portanto, frequentes e requerem atenção e orientação adequada.

Segundo Tabaquim (2007), o desenvolvimento motor anormal da criança acometida por essa deficiência proporciona a ausência de experimentação do meio, podendo dificultar as aquisições cognitivas próprias da idade.

Como causas da malformação do tubo neural são apontadas a associação de fatores genéticos e ambientais, a deficiência de folato (forma natural do ácido fólico), diabetes materno, deficiência de zinco e ingestão de álcool durante os primeiros meses de gravidez (REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO, 2007).

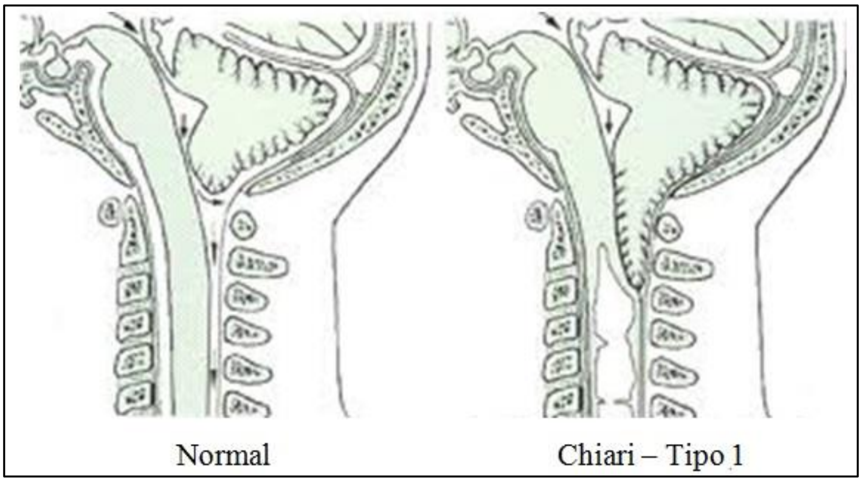
5.5 SÍNDROME DE ARNOLD CHIARI

A Síndrome de Arnold Chiari é uma anomalia presente em alguns portadores de Espinha Bífida. Resulta em herniação de algumas estruturas cerebrais para dentro do canal vertebral. Caracteriza-se por protrusão caudal do vérmis[54] cerebelar e da porção inferior do tronco cerebral no canal espinhal. Nessa malformação, as estruturas que, normalmente, estariam contidas na porção mais inferior do crânio, encontram-se parcialmente acomodadas dentro da coluna cervical e podem interferir na circulação do líquido cefalorraquiano É comumente vista abaixo da segunda vértebra da coluna cervical (C_2) (MORO, 2007), conforme figura 57.

---

[54] Parte mediana, alongada e transversalmente sulcada do cerebelo.

Figura 57 – Síndrome de Arnold Chiari[55].



Fonte: http://www.neuros.net/es/malformaciones_chiari.php

É um defeito na formação do cerebelo (na parte inferior do cérebro) e no tronco cerebral, que pode interferir na passagem de sangue entre o cerebelo e o canal espinhal. Ocorre durante o desenvolvimento do cérebro na fase uterina. O osso inferior da parte de trás do crânio é menor do que o normal, fazendo com que, tanto o cerebelo quanto o tronco cerebral sejam puxados para baixo (MCCOY, 2012).

Conforme Moro (2007), a malformação de Chiari pode provocar disfunção da medula espinhal com quadro clínico de disestesia[56] de tronco e extremidade, paresia[57] de membros superiores, com hipo/atrofia da musculatura das mãos, espaticidade[58] nos membros inferiores, perdas sensitivas dissociadas[59] no tronco e membros superiores. Por isso, ocasiona sensação anormal dos sentidos da sensibilidade nos braços, mãos, pernas, pés e dedos. Além disso, portadores dessa síndrome têm dificuldade para focar a imagem ao ler, perda de memória, estados de confusão mental e desorientação.

Outros sintomas presentes são estrabismo, respiração ruidosa, alteração da respiração, distúrbios de sono e dificuldade para alimentação (REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO, 2007).

---

[55] Legendas: A = tronco cerebral. B = medula espinhal dentro do canal vertebral. C = cerebelo. D = porção do cerebelo que está dentro do canal vertebral. E = Líquor (líquido cefalorraquidiano)
[56] Perturbação (aumento ou diminuição) da ação dos sentidos.
[57] Paralisia incompleta de um nervo ou músculo, como consequência de uma lesão nervosa; paralisia ligeira ou temporária.
[58] Rigidez ou espasmos musculares. Aumento do tônus muscular, no momento da contração, causado por uma condição neurológica anormal.
[59] Dor/temperatura.

5.6 AÇÕES DE PESQUISA: INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

A intervenção pedagógica aplicada foi realizada através de sessões de estudo, entre a pesquisadora e G, e foi dividida em três fases: a sondagem, o projeto piloto e a aplicação da sequência didática individualizada.

A primeira fase (sondagem) teve como objetivo averiguar os conceitos matemáticos de G. Foram dez sessões de estudo de sondagem, com início em vinte e quatro de março de 2010 e término em onze de agosto de 2010, num total de 1070 minutos. As atividades e os conceitos trabalhados em cada sessão de estudo estão descritos no quadro da figura 58 e a análise dos dados coletados nessa fase estão descritos no capítulo 6 deste trabalho.

Figura 58 – Quadro do cronograma da intervenção pedagógica no período de sondagem.

Sessão	Data	Duração (min)	Atividades
1	24/03/2010	95	- Entrevista com G. - Conceitos de tamanho e espacialidade. - Nomenclatura de formas geométricas planas.
2	31/03/2010	125	- Provas de diagnóstico clínico de Piaget.
3	14/04/2010	85	- Conceitos de seriação e quantificação.
4	21/04/2010	90	- Conceitos de associação e classificação. - Ordenação lógica de histórias.
5	05/05/2010	100	- Quantificação, contagem, adição e subtração com números de um dígito *(software ITS).*
6	19/05/2010	85	- Resolução de problemas de adição e subtração com números de um dígito *(software ITS).*
7	26/05/2010	110	- Conceitos de maior e menor. - Conceito de cardinalidade (numeral e escrita). - Resolução de problemas.
8	09/06/2010	100	- Conceito de adição e subtração.
9	23/06/2010	95	Conceito do número (cardinal e ordinal).
10	11/08/2010	90	Relógio e sistema monetário brasileiro.
Total		975	

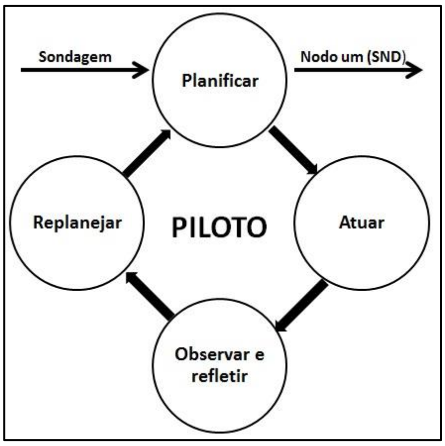
Fonte: a pesquisa

Na segunda fase da investigação, projeto piloto, as sessões de estudo foram dedicadas à verificação das habilidades de G em relação ao computador, à disposição de leitura em atividades propostas em forma de histórias em quadrinhos, em pequenos textos apresentados com animação em *PowerPoint*, à realização de exercícios apresentados no aplicativo *JClic*[60] e jogos *online*, atendendo a um dos objetivos específicos do trabalho, que é investigar como

[60] O *JClic* 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, que funciona em diferentes sistemas operativos: Windows, Linux e Mac OS. É formado por um conjunto de aplicações informáticas que servem para realizar diversos tipos de atividades educativas, como quebra-cabeças, associações, exercícios com texto, palavras cruzadas, etc. O conteúdo de todas essas atividades pode ser textual ou gráfico e pode incorporar, também, sons, animações ou sequências de vídeo digital (NIED, 2010).

implementar uma sequência didática individualizada que aborde os conceitos relacionados com a compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro em um contexto de resolução de problemas. Além das atividades nas TIC, nessas sessões foram utilizados materiais concretos e atividades no papel. No esquema da figura 59, podem-se observar as ações realizadas na fase piloto.

Figura 59 – Esquema das ações da fase piloto.



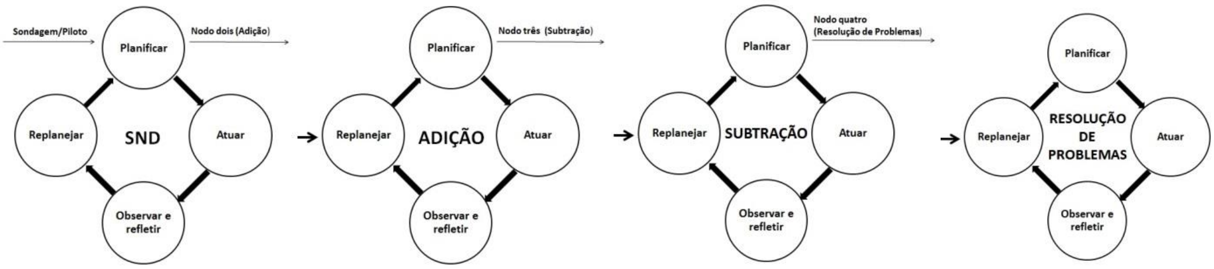
Fonte: a pesquisa

Foram realizadas três sessões de estudo, entre o final de agosto e início de setembro de 2010, totalizando 300 minutos.

A aplicação da sequência didática com a utilização das TIC, no papel e com material concreto, iniciou em setembro de 2010, com a aplicação de um pré-teste, e foi concluída em outubro de 2012 com a aplicação do pós-teste. Salienta-se que o pré-teste e o pós-teste são iguais (apêndice 2). Ao todo, foram 64 sessões de estudo, totalizando 5790 minutos.

Todas as atividades que compõem a sequência aplicada nesta investigação foram criadas levando em conta os conhecimentos matemáticos prévios de G, seus avanços e o objetivo a ser alcançado, com questões norteadoras, tais como: quais os conteúdos que necessitam de revisão; quais os conceitos que serão abordados; como desenvolver esses conceitos; em que momento da sequência os conceitos devem ser apresentados; como avaliar a evolução de G; que vínculos podem ser criados entre esses conceitos e a questão da autonomia; quais os recursos didáticos que serão utilizados; qual o suporte teórico que será utilizado, seguindo o esquema da figura 60.

Figura 60 – Esquema das ações da fase três da intervenção pedagógica.



Fonte: a pesquisa

No quadro da figura 61, encontra-se o cronograma das sessões de aplicação da sequência (fase três), o número de sessões e o total em minutos. A coluna "Janelas" diz respeito à divisão da sequência didática em quatro nodos.

Figura 61 – Cronograma da intervenção pedagógica da fase três.

APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA			
APLICAÇÃO DO PRÉ-TESTE: setembro de 2010 (45 minutos)			
NODO UM: SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL (TIC)			
PERÍODO	**Nº DE SESSÕES**	DURAÇÃO (min)	JANELAS
Setembro – 2010	3	285	1, 2, 3, 4
Outubro – 2010	2	175	5 ,6, 7
Novembro – 2010	3	290	8,9, 10
Dezembro – 2010	2	185	11, 12, 13
Março – 2011	2	165	Revisão e janelas 14, 15
Abril – 2011	3	305	16, 17, 18, 19
Maio – 2011	3	265	20, 21, 22, 23
Junho – 2011	4	400	24, 25, 26, 27, 28
Agosto – 2011	1	95	Revisão de alguns conceitos
NODO DOIS: ADIÇÃO (TIC)			
Agosto – 2011	2	195	1, 2, 3, 4
Setembro – 2011	4	380	5, 6,7, 8,9, 10, 11, 12, 13, 14
Outubro – 2011	4	405	15, 16, 17, 18, 19, 20
NODO TRÊS: SUBTRAÇÃO (TIC)			
Novembro – 2011	4	390	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Dezembro – 2011	2	170	11, 12, 13
NODO QUATRO: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS (TIC)			
Março – 2012	3	260	Revisão dos nodos anteriores
Abril – 2012	3	285	1, 2, 3, 4
Maio – 2012	4	335	5, 6, 7, 8, 9, 10,11
Junho – 2012	4	345	12, 13, 14, 15
Julho – 2012	1	95	15, 17
SEQUÊNCIA NO PAPEL			
Julho/Agosto – 2012	2	150	Sistema de Numeração Decimal
Agosto 2012	2	165	Adição
Agosto/Setembro – 2012	2	190	Subtração
Setembro – 2012	2	175	Resolução de problemas
APLICAÇÃO DO PÓS-TESTE: outubro de 2012 (40 minutos)			
Total	64	5790	

Fonte: a pesquisa

A sequência didática individualizada está exemplificada no capítulo 7 desse trabalho e a análise dos dados coletados, no capítulo 8. A aplicação da intervenção pedagógica (as três fases) foi realizada no período de março de 2010 a outubro de 2012, totalizando 77 sessões de estudo (118h) entre a pesquisadora e G.

6 CONHECENDO COGNITIVAMENTE O JOVEM INVESTIGADO EM RELAÇÃO AOS CONCEITOS MATEMÁTICOS

Neste capítulo, apresentam-se as atividades aplicadas e a análise dos dados coletados ao longo do período de sondagem, já que um dos objetivos específicos desta pesquisa foi o de investigar as dificuldades apresentadas por G na compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro em um contexto de resolução de problemas, que serviram de subsídio para a elaboração da sequência didática que fez parte da terceira fase da intervenção pedagógica.

Para atingir esse objetivo, foram realizadas, entre março e agosto de 2010, dez sessões de estudos entre a pesquisadora e G, com duração total de 17h50min, com a aplicação de entrevistas semiestruturadas[61], com auxílio de questionários, das provas operatórias de Piaget e de atividades envolvendo o conceito do número, cardinalidade, ordinalidade, quantificadores, sistema de numeração decimal, operações de adição e subtração, espacialidade, unidades de medida de tempo, sistema monetário, problemas lógicos e a sua competência para resolução de problemas matemáticos.

Os dados para análise foram extraídos dos registros das sessões em loco, das transcrições de gravações de áudio e vídeo, dos protocolos adotados durantes as sessões realizadas com G pela pesquisadora, do diário de registros da pesquisadora e dos bancos de dados do *software* ITS[62] e do aplicativo *JClic*.

A seguir, descrevem-se as atividades de sondagem aplicadas nesses encontros, transcrições de recortes de diálogos entre a pesquisadora e G e anexos digitais considerados relevantes, assim como os protocolos. Busca-se com estes procedimentos, a validade e a fidedignidade desta investigação, que seguem os pressupostos teóricos apontados pelos autores Shaw (1999), Yin (1994), Carazo (2006), Chetty (1996), Yacuzzi (2009), Ponte (1992), Gil (1994, 1996), Trivinõs (1987, 1994), Araújo e Borba (2012) e Yus (1994),

---

[61] As entrevistas semiestruturadas combinam perguntas abertas e fechadas, nas quais o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto. O pesquisador deve seguir um conjunto de questões previamente definidas, mas ele o faz em um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal. O entrevistador deve ficar atento para dirigir, no momento que achar oportuno, a discussão para o assunto que o interessa, fazendo perguntas adicionais para elucidar questões que não ficaram claras ou ajudar a recompor o contexto da entrevista, caso o informante tenha "fugido" ao tema ou tenha dificuldades com ele (BONI e QUARESMA, 2005).

[62] Definido como um *software* capaz de mediar a aprendizagem e que, por incorporar técnicas de inteligência artificial, é capaz de se adaptar, tanto no conteúdo, como na estratégia de ensino, às características de cada aluno. É um tutorial e, como tal, segue o processo de ensino individualizado (CRUZ, 2007).

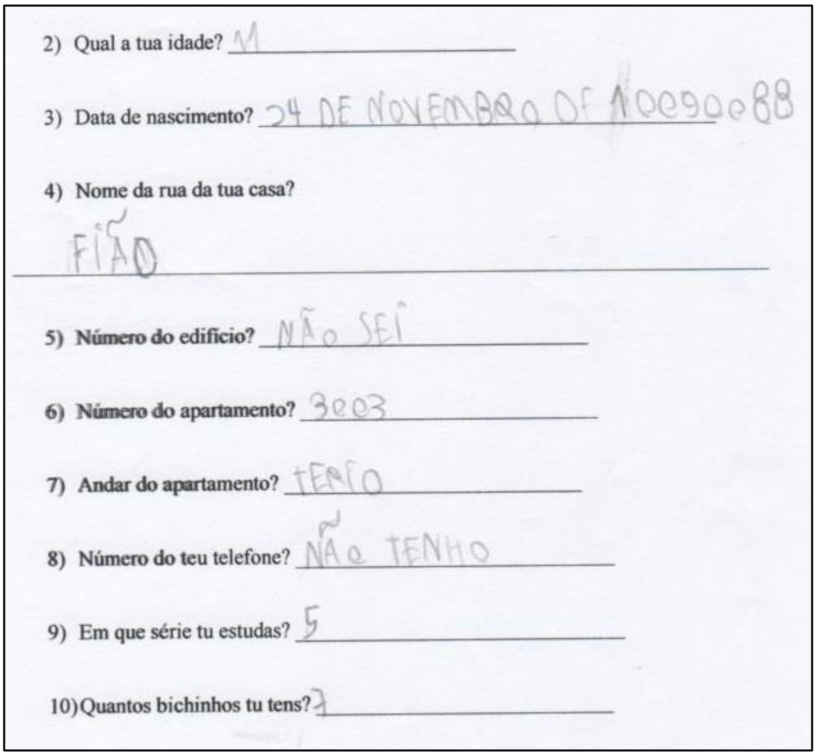
considerados essenciais em uma pesquisa qualitativa do tipo estudo de caso, descritos no capítulo 5 deste trabalho.

6.1 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS COLETADOS NO PERÍODO DE SONDAGEM

O foco da primeira sessão (24/03/2010, 95 min) foi obter dados pessoais de G, por meio de entrevistas (apêndice 3) com questionários abertos que exigiam respostas com e sem fatos numéricos e atividades com material concreto, buscando averiguar relações a partir de um ponto de referência.

A entrevista de G (questionário escrito e questões orais) foi dividida em duas etapas. Na primeira, para responder as questões, G utilizou lápis e papel, conforme figura 62.

Figura 62 – Protocolo 1: questionário respondido no papel.



2) Qual a tua idade? M

3) Data de nascimento? 24 DE NOVEMBRO DE 1000900 88

4) Nome da rua da tua casa?

FĨÃO

5) Número do edifício? NÃO SEÎ

6) Número do apartamento? 3003

7) Andar do apartamento? TERÇO

8) Número do teu telefone? NÃO TENHO

9) Em que série tu estudas? 5

10) Quantos bichinhos tu tens? 3

Fonte: a pesquisa

Na tabela 1, apresentam-se os resultados do protocolo 1, da entrevista de G no papel[63].

[63] Nos protocolos do período de sondagem, foram utilizadas as seguintes legendas: S para sim, N para não, - para quando a pergunta não se identifica com a resposta e NS para a resposta não sei.

Tabela 1 – Resultados do protocolo 1.

Questão	Compreensão	Responde corretamente	Pede ajuda	Erros Ortográficos	Escrita/ Compreensão	Erros Matemáticos
1	S	S	N	N	S	-
2	S	S	N	-	S	N
3	S	S	N	N	S	S
4	S	S	N	N	S	-
5	S	NS	N	N	S	NS
6	S	S	N	-	S	S
7	S	S	N	S	S	-
8	S	N	N	-	S	-
9	S	S	N	-	S	S
10	S	N	N	-	S	-

Fonte: a pesquisa

Desse questionário, ressaltam-se dois aspectos, um diz respeito à leitura e outro às questões numéricas. Sobre a leitura, apesar de G estar cursando, em 2010, a 5ª série do Ensino Fundamental, destaca-se que era lenta, silábica e sem pontuação. Relia as questões, buscando compreender os enunciados, fato que levou a pesquisadora, durante toda a investigação, a lê-las em voz alta, buscando amenizar a interferência das dificuldades de leitura nas atividades que envolviam conceitos matemáticos.

Quanto às questões com respostas numéricas, G cometia erros na notação dos números, pois predominavam, em seus registros, a resposta da escrita dos números na forma decomposta, tanto quando o número era formado por centenas, dezenas e unidade, quanto por milhar, centena, dezena e unidade. O número 11, que representava a sua idade, e o número 24, dia da sua data de nascimento, foram representados de forma correta (notação correta das dezenas). Porém, destacam-se os seguintes registros a seguir.

O número 1988 = 10090088 (1998 é o ano correto do seu nascimento) foi escrito na forma decomposta, porém o algarismo 1 (milhar) e o algarismo 9 (centena), foram registrados como se ocupassem a posição das centenas (representação de duas centenas no mesmo número). No número 303 = 3003 (número correto do seu apartamento é 103), G escreveu a decomposição de forma correta. Problemas desse tipo, na notação de números, são apontados por Golbert (2002), Fayol (1996, 2012) e Ramos (2009) como resultantes de um processo no qual o número se transforma em objeto de pensamento. Apontam como causas, na transcodificação verbal de um número para a sua notação, a língua portuguesa (irregularidades e particularidades) e a sintaxe (posição dos números).

Na questão 9, "em que série estudas", a resposta oral foi quinta, mas a resposta escrita foi 5, apontando indícios de expressão oral diferente da expressão escrita, quando se refere a números ordinais. Na figura 63, são descritas as questões e, em itálico, as respostas de G, ao questionário que foi respondido utilizando o computador.

Figura 63 – Protocolo 2: questionário com respostas escritas no computador.

1) Qual o nome da tua mãe?*terezinha*

2) Qual o nome do teu pai?*rubes*

3) O que tu gostas de fazer?*ver star wars*

4) Quanto custa um refrigerante?*acd custa 2:90*

5) Quantos dias têm uma semana?*30*

6) Em que mês do ano estamos?*20010*

7) Qual o dia do mês que estamos?*3*

8) Qual o dia da semana que estamos?*QUARTA]*

9) Que hora começa a tua aula no colégio?*6E.*

10) Que horas tu vais dormir?*8E.*

Fonte: a pesquisa

Apresenta-se na tabela 2 os dados do protocolo 2, referentes a este questionário.

Tabela 2 – Resultados do protocolo 2.

Questão	Compreensão	Responde corretamente	Pede ajuda	Erros ortográficos	Escrita/ Compreensão	Erros Matemáticos
1	S	S	N	N	S	-
2	S	S	N	S	S	-
3	S	S	N	N	S	-
4	S	S	N	-	S	N
5	S	N	N	-	S	S
6	S	S	N	-	S	S
7	S	N	N	-	S	S
8	S	S	N	N	S	N
9	S	N	N	-	S	S
10	S	N	N	-	S	S

Fonte: a pesquisa

A resposta dada à questão 6 reforça os problemas apontados anteriormente na notação do número. As questões 5 a 10 fornecem indícios de dificuldade nas unidades de tempo. Ressalta-se que G (questão nove e dez) não conhecia os horários que faziam parte da sua rotina diária (horário de início da aula e horário de dormir). Por esse motivo, esses conceitos foram incorporados na sequência didática individualizada implementada na fase três da intervenção pedagógica.

As peças dos blocos lógicos foram utilizadas para averiguar as relações que G estabelecia entre pontos de referência. A seguir, descreve-se um recorte do diálogo entre a pesquisadora (P) e G durante a aplicação dessa atividade[64].

P: Vamos lá! (coloca um círculo, um quadrado e um hexágono entre eles e pergunta o nome dessas peças).

G: A bolinha, um quadrado (apontando para o hexágono) e (pensa)...

P: Não é um quadrado. Sabe como é o nome disso? (Conta os lados em voz alta). *É um hexágono. O quadrado é este.*

P: Quem está na frente do hexágono?

G: A bolinha.

P: O nome dessa peça é círculo.

G: Aprendi isso na aula de artes. Não lembrava mais.

P: Quem está atrás?

G: Quadrado.

P: Agora nós vamos fazer assim: vou te mostrar uma coisa (coloca um hexágono vermelho sobre a mesa, um obstáculo e um hexágono azul acima dele). *Quem está em cima?*

G: Hexágono azul.

P: Isso. Quem está embaixo?

G: Hexágono vermelho.

P: Ótimo! Agora, G, me diz uma coisa (coloca um círculo amarelo à esquerda de G e um vermelho à direita de G). *Quem está a tua direita?*

G: (Mexe as mãos, toca o coração[65], pensa). *Este aqui* (círculo amarelo).

P: (Coloca um retângulo e um círculo sobre a mesa e pergunta). *Quem está mais perto de ti?*

G: Como é o nome disso?

P: Retângulo.

G: Retângulo.

P: Isso. Quem está mais longe de ti?

G: Círculo.

P: Isso. Ótimo!

A tabela 3 refere-se ao resultado das atividades aplicadas, utilizado para registrar os resultados das atividades descritas anteriormente.

---

[64] Em todas as transcrições de recortes de diálogos ocorridos ao longo da aplicação das sessões de estudo, entre a pesquisadora e G, utiliza-se a mesma formatação.

[65] Referência utilizada por G para “lado esquerdo”.

Tabela 3 - Resultados das atividades de relação entre pontos de referência.

	Correto	Incorreto	Não respondeu
Frente	X		
Atrás	X		
Em cima	X		
Embaixo	X		
Esquerda		X	
Direita		X	
Mais perto	X		
Mais longe	X		

Fonte: a pesquisa

G apresentou problemas de reconhecimento quanto à "esquerda ou direita". Nos outros conceitos as respostas foram corretas.

A atividade descrita a seguir refere-se à relação de tamanho entre objetos, tais como "maior" ou "menor", "largo" ou "estreito".

P: (Coloca na mesa dois círculos de diâmetros diferentes). *Quem é o maior?*

G: (Aponta para o correto).

P: Quem é o menor?

G: (Aponta para o correto).

P: (Coloca sobre a mesa dois círculos de mesmo diâmetro e mesma cor, mas com espessuras diferentes). *Qual é o mais fino?*

G: Este (aponta de forma correta).

P: Qual é o mais grosso?

G: Este (aponta de forma correta).

P: Muito bom, G.

P: (Coloca na mesa dois retângulos de mesmo comprimento, mesma cor, mas com larguras diferentes). *Quem é o mais largo?*

G: (Aponta de forma correta).

P: Quem é o mais estreito?

G: (Aponta de forma correta).

Todas as questões foram respondidas imediatamente e de forma correta. Em nenhum momento G se mostrou relutante.

No segundo encontro, (31/3/2013, 125 minutos), foram aplicadas as provas de diagnóstico clínico de Piaget, tendo-se como guia para aplicá-las e avaliá-las o livro "Manual de Provas de Diagnóstico Operatório", do autor Juan José Conte Mac Donnel (MAC DONNEL, 1979).

As provas têm como objetivo determinar o grau de aquisição de noções chaves do desenvolvimento cognitivo. Para Mac Donnel “pode-se afirmar que, mediante as provas de diagnóstico operatório, é possível detectar o nível de pensamento alcançado pela criança ou, o que seria o mesmo, o nível de estrutura cognitiva com que o sujeito é capaz de operar na situação presente” (1979, p. 4).

A opção por aplicar as provas operatórias de Piaget com G se deu ao fato de que se buscou, na fase de sondagem, detectar as suas limitações e as potencialidades, no que diz respeito a sua estrutura cognitiva.

Essas provas foram criadas por Piaget, para detectar problemas de conservação ocorridos nos estágios pré-operatórios, de operações concretas e de formação do pensamento formal. Estão divididas em: provas de conservação de quantidade de matéria, de quantidade de líquidos, de pequenos conjuntos discretos de elementos, de superfície, de volume, de peso e de comprimento; provas de classificação com mudanças de critérios (dicotomia), de quantificação, de inclusão de classes, de intersecção de classes; provas de seriação de palitos; provas operatórias para o pensamento formal de combinação de fichas, de permutação de fichas e de predição (MAC DONNEL, 1979; VISCA, 1995).

Mac Donnel (1979) e Visca (1995) ressaltam a importância das provas para o entendimento da qualidade do pensamento, da argumentação dos sujeitos frente às questões colocadas pelo aplicador das provas, na tentativa de compreender as transformações realizadas no decorrer da aplicação das mesmas. Destacam, ainda, que durante o processo de aplicação das provas deve haver momentos de confronto, por isso, é necessário que o aplicador realize transformações na frente da criança, a fim de observar o que ela realmente entendeu do processo.

Em cada prova, é possível avaliar o grau de construção que a criança alcança a respeito da noção que se está estudando. Basicamente, podem ser determinados três níveis dessa construção: nível 1 (ausência do conceito), nível 2 (etapa ou nível intermediário; pensamento intuitivo articulado) e nível 3 (êxito).

> O primeiro nível está constituído por todas aquelas condutas que dão a entender uma clara ausência da noção. No segundo nível, são incluídas todas aquelas manifestações que revelam uma etapa intermediária de aquisição: são condutas ou respostas vacilantes, instáveis, incompletas, etc., que não demonstram a aquisição estável da noção, como acontece no nível 3 (MAC DONNEL, 1979, p.8).

As provas aplicadas, as indagações da pesquisadora, as respostas de G, a avaliação e os aportes teóricos sobre os conceitos avaliados são descritas a seguir.

As provas de classificação, segundo Mac Donnel (1979), indagam o domínio do sujeito a respeito dessa noção. As três provas de classificação estão sustentadas sobre uma estrutura de coordenação da compreensão e extensão das classes e do manejo das relações de inclusão. Na primeira delas (mudança de critério-dicotomia), foram utilizadas figuras geométricas, formadas por círculos pequenos e grandes, nas cores azuis e vermelhas, bem como quadrados grandes e pequenos, também nas cores azuis e vermelhas, além de uma caixa com divisória interna.

P: (Coloca as figuras sobre a mesa e pergunta). *O que tu estás vendo?*

G: Monte de quadrado e círculo.

P: Mais alguma coisa?

G: Não. (Pensa). *Vermelho e azul.*

P: Tu podes juntar em grupos as fichas que podem ficar juntas por algum motivo?

G: (Separou por cor e arranjou internamente por figura geométrica). (Figura 64).

Figura 64 – Classificação realizada por G.

Fonte: a pesquisa

P: Por que colocaste dessa maneira?

G: Bolinha com bolinha, quadrado com quadrado, separado por cor.

P: (Pesquisadora colocou a tampa divisória na mesa). Agora tu podes fazer só dois montes e colocá-los neste espaço separado?

G: Sim. (Figura 65).

Figura 65 – Segunda classificação realizada por G.

Fonte: a pesquisa

P: (Mais uma vez, separou por cores e por figuras, mas colocou no mesmo grupo). *Por que colocaste todas essas juntas? E aquelas? Como poderias chamar esse monte? E aquele?*

G: Vermelho e azulão. Separei assim por cor.

Primeira mudança de critério:

P: (Tira as figuras da caixa). *Poderias colocar agora de outra maneira em dois montes?*

G: (Separou mais uma vez por cor, mudando a posição das figuras). *Assim, por cor.*

Segunda mudança de critério:

P: Poderias colocar de outra maneira em dois montes? Tem que ser diferente da primeira e da segunda vez.

G: Não tem outra forma.

P: Tem certeza?

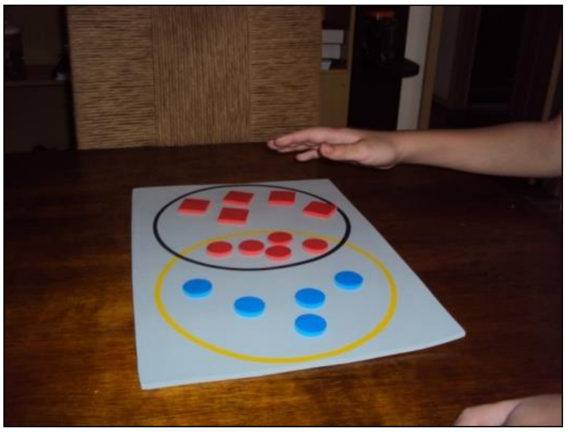
G: Sim.

Nesse tipo de operação lógica, a criança deve fazer a classificação utilizando dois atributos ao mesmo tempo (forma e cor). Os estudos de Piaget e Inhelder (1983) apontam que, por volta dois oito anos, a maioria das crianças responde corretamente à classificação multiplicativa. Segundo os autores as respostas de G correspondiam ao nível de coleções não figurais, pois este não percebeu a existência de uma hierarquia inclusiva na sua coleção, aproximando os elementos apenas por um atributo (cor), estabelecendo uma relação entre eles (elemento-classe). Porém, em nenhum momento G separou por quadrados ou círculos (deixando de lado o critério cor) e não incluiu as peças em uma classe mais geral (figuras geométricas) ou subclasses pela forma geométrica. Essas respostas se enquadram, segundo Piaget e Inhelder (1983) e Mac Donnel (1979), no nível dois, estágio intermediário do pensamento intuitivo articulado.

Na segunda prova de classificação, prova de intersecção de classes, o material utilizado foi composto por três classes de fichas (5 redondas e vermelhas, 5 redondas e azuis, 5 quadradas e vermelhas) e um cartão, onde estão desenhadas duas circunferências que se interseccionam.

P: (Coloca o cartão na mesa e distribui as fichas. Na intersecção, coloca as fichas redondas e vermelhas e as outras nos espaços restantes) (Figura 66).

Figura 66 – Prova de intersecção de classes.



Fonte: a pesquisa

P: G podes dar um nome para essas fichas?

G: Quadrado meia lua (disposição dos quadrados semelhantes à meia lua) *e bolas espalhadas.*

P: Por que tu achas que eu coloquei essas fichas vermelhas aqui no meio?

G: Para dividir. Bolinha azul, bolinha vermelha, quadrado vermelho. Para dividir as cores e formas.

P: Existem mais fichas vermelhas ou mais fichas azuis, ou existe número igual?

G: (Entendeu apenas as redondas como fichas e respondeu igual número. Contou peça por peça, pois não percebeu visualmente a quantidade).

P: G, todas as figuras são chamadas de ficha, inclusive as quadradas.

G: Tá bom.

P: Existem mais fichas vermelhas ou mais fichas azuis, ou existe número igual?

G: (Contou outra vez). *Mais vermelha.*

P: Existem, aqui, mais fichas quadradas ou mais fichas redondas, ou existe igual número?

G: Mais redonda.

P: Tu achas que tem mais, menos ou o mesmo tanto de fichas quadradas ou de fichas azuis?

G: Mesmo tanto (contou).

P: Tu achas que tem mais, menos ou o mesmo tanto de fichas redondas ou azuis?

G: Redondas, porque as duas têm o mesmo formato.

P: Por que tu achas que eu coloquei estas fichas vermelhas no meio?

G: Para dividir.

As respostas dadas por G se enquadraram, mais uma vez, no nível dois (intuitivo articulado), já que respondeu corretamente a algumas questões de inclusão, mas ainda não percebeu a intersecção, isto é, não percebeu que as fichas colocadas na intersecção das circunferências tinham características comuns aos dois grupos formados, isto é, na intersecção estavam colocadas as fichas redondas e vermelhas, que tinham em comum com um conjunto a cor e com o outro, a forma.

Outro aspecto que se ressalta na aplicação dessa prova diz respeito à cardinalidade. No primeiro momento, G identificou como fichas apenas as redondas. Na figura 66 pode-se observar que essas estavam separadas em conjuntos de cardinalidade 5, próximos um do outro. Mesmo assim, G não percebeu essa igualdade visualmente e utilizou a contagem para determinar a cardinalidade e afirmar que eram iguais (em quantidade).

Em um segundo momento, a pesquisadora esclareceu que as peças quadradas vermelhas também eram fichas e voltou a perguntar se havia mais fichas azuis ou mais fichas vermelhas. Percebe-se que G, apesar de ter afirmado que a quantidade de fichas azuis e vermelhas era a mesma, antes de incluir como fichas as quadradas vermelhas, recorreu novamente à contagem para identificar o número de fichas de cada cor, não percebendo o "aumento" de fichas da cor vermelha apenas visualmente, já que a pergunta não fazia respeito à cardinalidade e sim ao fato de "ter mais, menos, ou igual" número de fichas em relação à cor.

Na terceira prova, a de classificação operatória, foram utilizados 10 ramos de margaridas e 3 de rosas. As questões de controle apresentadas nessa prova, segundo Carraher (1989), envolvem a comparação do número de elementos em A[66] e A'[67] ($A = A'$ ou $A > A'$ ou $A < A'$) e a verificação de que o sujeito compreende que os elementos de A e os de A' são, sempre, elementos de B[68], isto é a inclusão de classe, a hierarquia e a reversibilidade.

Para Piaget e Inhelder (1983), a inclusão de classes é um tipo de classificação, na qual a criança demonstra ou não a compreensão das relações entre um conjunto e seus subconjuntos e é indispensável para a compreensão do número. Para os autores, o nível de classificação operatório é atingido com a aquisição da reversibilidade e da inclusão hierárquica, quando

[66]A é o subconjunto formado pelas rosas.
[67] A' é o subconjunto formado pelas margaridas.
[68] B é o conjunto formado pelas rosas e margaridas (flores).

consegue utilizar, de forma correta, os quantificadores “todos” ou “alguns”, o que implica entender que “todos” os elementos de uma subclasse podem ser “alguns” de uma classe na qual estão incluídos.

P: (Coloca as flores na mesa e pergunta). *O que são flores?* (Figura 67).

Figura 67 – Prova de quantificação da inclusão de classes.

Fonte: a pesquisa

G: Brotam com botão e crescem na terra.

P: Margaridas são flores?

G: Sim.

P: Rosas são flores?

G: Sim.

P: Tu conheces outras flores?

G: Sim.

P: Quais?

G: Orquídea, bromélia, cactos, girassol.

P: Aqui tem mais margaridas ou mais flores?

G: Flor.

P: Como tu sabes?

G: Porque todas são flor.

P: Tem duas crianças que querem fazer um buquê. Uma faz com as margaridas e a outra faz com as flores. Qual o buquê é maior?

G: Flores.

P: Por quê?

G: Porque tudo é flor.

P: Se te dou as margaridas o que sobra no teu buquê?

G: Sobra rosas.

P: Se te dou as flores, o que sobra no meu ramo?

G: Nada.

As respostas de G a essa prova se enquadraram no nível 3 (êxito), pois foram corretas e não se modificaram frente as diferentes perguntas. Portanto, G solucionou a questão de inclusão quantificativa, de forma correta e segura.

Além das provas de classificação, foram aplicadas as de conservação. A conservação é o equivalente comportamental da igualdade lógica e permite assumir a identidade de um objeto, apesar das transformações a que seja submetido e que não comprometam a integridade ou quantidade em questão, porque mostram, claramente, as invariantes dos sistemas de operações, que são a culminância de processos reguladores das atividades do sujeito em sua adaptação ao real (MAC DONNEL, 1979).

O exame de conservação de quantidades (discretas e contínuas) parte do estabelecimento de uma relação entre duas quantidades dadas (A = B) e espacialmente organizadas, de modo tal que a relação conceitual e perceptual coincidem, isto é, A e B são iguais e parecem iguais. Em seguida, segue-se uma fase em que a igualdade das quantidades não pode ser constatada, simplesmente, com base na percepção, pois a disposição espacial das quantidades é modificada por transformações. Em cada uma das fases, pede-se à criança que julgue a relação quantitativa que existe entre A e B (A = B, A > B, B > A) e justifique sua resposta (CARRAHER, 1989).

Na aplicação da primeira prova de conservação, de pequenos conjuntos discretos de elementos, foram utilizadas 10 fichas vermelhas e 10 azuis.

P: (Colocou as fichas na mesa e alinhou 7 fichas azuis em fila). *G coloca a mesma quantidade de fichas vermelhas e forma uma fila embaixo da minha. Tu achas que temos a mesma quantidade de fichas, ou um de nós tem mais?*

G: Empatado.

P: (Espaça as fichas e pergunta). *Agora quem tem mais?*

G: Empatado. Tá mais espalhada.

P: Eu e tu temos a mesma quantidade de fichas?

G: Sim.

P: Mas olha bem, esta linha é mais comprida. Não te parece que a maior tem mais fichas porque ocupam mais lugar que as tuas?

G: Não.

P: Então nós dois continuamos tendo a mesma quantidade de fichas?

G: Sim.

P: (Arruma uma das filas em formato de uma circunferência e pergunta). *Eu e tu temos a mesma quantidade de fichas?*

G: Empatado.

P: Olha como a tua linha tá maior. Não te parece que a maior tem mais?

G: Sim.

P: Então, será que temos a mesma quantidade?

G: Sim. Linha reta e montinho contando.

P: (Esconde as suas fichas e pergunta). *Tu podes me dizer quantas fichas eu tenho aqui escondidas?*

G: (Conta às fichas dele e responde). *7.*

P: Como tu sabes?

G: Peguei. Contei o mesmo número.

P: (Coloca as fichas, formando uma circunferência e pede que G arrume as dele). (Figura 68).

Figura 68 – Prova de conservação de pequenos conjuntos discretos de elementos.

Fonte: a pesquisa

P: Eu e tu ainda temos a mesma quantidade?

G: Sim.

G, nessa prova, fez a correspondência e a conservação de forma correta. Considerou, ao mesmo tempo, as relações de longitude (espaço ocupado) e de densidade (espaço entre as fichas), mantendo uma equivalência durável, isto é, ele fez juízos estáveis de conservação, justificados por argumentos (identidade, compensação e reversibilidade).

Na segunda prova de conservação das quantidades de líquido (transvasamento), foram utilizados 8 copos cilíndricos com alturas e diâmetros diferentes e água colorida.

P: (Pega dois copos iguais, coloca água em um). *G enche o outro copo até ficarem com a mesma quantidade de líquido.*

G: (Enche o copo com cuidado. Certifica-se que está na mesma altura).

P: Se tu fores escolher um copo para tomar suco, qual tem mais e qual tem menos suco?

G: Tá empatado.

P: (Pega um dos copos e coloca o líquido em outro de menor diâmetro e maior altura), conforme figura 69.

Figura 69 - Prova de conservação das quantidades de líquido (transvasamento).

Fonte: a pesquisa

P: Se tu fosses escolher um dos copos para tomar o suco, qual dos dois tu irias escolher?

G: Fino. Não. Está empatado, esta parte é "mais grande", porque o copo é alto e fino.

P: Muito bem. Mas olha aqui, aqui subiu mais. Tem certeza?

G: Tenho.

P: Mas outra criança tinha me dito que aqui tem mais. Quem tá certo, tu ou a outra criança?

G: Eu.

P: (Faz outro transvasamento. Retoma a forma inicial e depois coloca o líquido de um dos copos em um com diâmetro maior e menor altura). *E agora onde tem mais?*

G: Está empatado.

P: Tu podias me explicar?

G: Porque o grosso é mais largo e baixinho.

P: Então continua empatado?

G: Sim.

P: (Coloca o líquido nos dois copos iniciais). *Agora, olha esses de novo. Tem a mesma quantidade de líquido?*

G: Sim.

P: (Derrama o líquido de um dos copos em outros 4 menores de mesmo tamanho, dividindo o líquido em partes iguais). *Agora, onde tem mais? Nesse ou nesses quatro juntos?*

G: Nesse aqui (no grande).

P: Então nesse aqui tem mais?

G: Sim. Porque dividiu.

P: Tem certeza? Se juntar os quatro não fica igual?

G: Não.

P: Se tu fosses escolher para tomar, ias escolher o copo maior ou os quatro juntos?

G: Este (aponta para o maior). *Tem mais.*

Nesta prova, G não percebeu apenas um dos transvasamentos, quando a quantidade inicial de líquidos foi dividida em quatro partes iguais, portanto, se encontrava, nessa prova, no nível 2.

Na terceira prova de conservação, da quantidade da matéria, foram utilizadas duas massas de modelar, iguais, mas de cores diferentes.

P: (Colocou as duas massas de modelar em "forma de salsicha" sobre a mesa). *G, faz duas bolinhas iguais a essas.*

G: (Enrola a massinha). (Figura 70).

Figura 70 - Prova de conservação da quantidade da matéria.

Fonte: a pesquisa

P: Se fosse docinho, qual tu ias escolher? Em qual tem mais?

G: Igual.

P: (Pega uma delas e transforma em "salsicha" e a outra deixa em forma de bolinha). *E agora, qual teria mais ou menos?*

G: Está igual, porque é um pouquinho mais fina e a outra é redonda.

P: E se eu voltar a fazer uma bolinha o que acontece?

G: Continua igual.

P: (Faz uma "panqueca" em uma delas). *Onde tem mais agora?*

G: Igual.

P: E se tu voltasses a fazer uma bolinha da panqueca, o que aconteceria?

G: Fica igual.

P: (Parte uma das massinhas em quatro pedaços menores). *Onde tem mais, nessas pequenas juntas ou nessa bolinha?*

G: Na bolinha.

P: E se tu juntasses de novo, onde ia ter mais?

G: Igual.

P: Então, por que tem mais na outra?

G: Aqui tem mais (na bolinha).

Como na prova da conservação de líquido, G não percebeu a conservação da matéria quando se dividiu a bolinha em várias partes, encontrando-se, portanto, no segundo nível.

Na prova de conservação de peso, foram utilizadas duas bolas de massa de modelar de cores diferentes e mesmo peso, além de uma balança de dois pratos.

P: (Coloca a balança e as duas bolas de massa de modelar sobre a mesa). G segura-as e depois coloca uma em cada prato da balança e observa o que vai acontecer. (Figura 71).

Figura 71 - Prova de conservação de peso.

Fonte: a pesquisa

P: Tem o mesmo peso?

G: Sim.

P: (Transforma uma em salsicha). *Agora, G, sem pesar, sem usar a balança, qual das duas tu achas que pesa mais?*

G: Esta é mais pesada.

P: A amarela? Tenta me explicar.

G: Esta é mais fina e é mais leve e esta é mais fechada e é mais pesada.

P: No início, eram duas bolinhas e tinham o mesmo peso. Depois uma virou salsicha e ficou mais leve. E se ela voltar a ser bolinha o que acontece?

G: Tem o mesmo peso.

P: Se é salsicha é mais leve e se é bolinha é igual?

G: Sim.

G não possuía conservação do peso, pois quando a forma foi modificada ele afirmou que o peso não era mais o mesmo. Encontrava-se, nessa prova, no nível 1. A prova de conservação de volume não foi aplicada, porque é condição para a sua aplicação a conservação do peso.

Na sexta prova de conservação, de largura ou comprimento, foram utilizados dois barbantes flexíveis de diferentes comprimentos e de mesma cor.

P: (Coloca os barbantes na mesa e alinha com início em comum). (Figura 72).

Figura 72 - Prova de conservação de largura ou comprimento.

Fonte: a pesquisa

P: Se essas cordinhas fossem caminho para formigas, em qual dos caminhos elas iriam andar mais?

G: Este (aponta para a mais comprida).

P: (Muda a forma do mais comprido (zig zag), mas mantém igual no início e no fim). *E agora se a formiga fosse caminhar, qual seria o caminho maior?*

G: Este (aponta para o zig zag).

O comprimento foi conservado em todas as situações apresentadas e os juízos foram acompanhados de argumentos de identidade, reversibilidade e compensação, encontrava-se, portanto, nessa prova, no nível 3.

A sétima prova de conservação, de superfície, foi realizada utilizando como material dois retângulos verdes de mesma área (20cm x 25cm), duas "vaquinhas" e 12 quadrados vermelhos de mesma área (4cm de lado).

P: (Coloca os dois "pastos" e as duas "vaquinhas" na mesa). *G, em qual deles tem mais grama para a vaquinha pastar?* (Figura 73).

Figura 73 – Prova de conservação de superfície.

Fonte: a pesquisa

G: São iguais.

P: (Coloca em um dos pastos um quadrado vermelho e explica que nesse espaço a vaquinha não pode pastar). *E agora, onde tem mais pasto? Para esta vaquinha ou para esta?*

G: Nesse (aponta para o que não tem um quadrado).

P: (Coloca em cada um dos pastos, no mesmo local, um quadrado vermelho). *E agora, onde a vaca tem mais pasto?*

G: Igual.

P: (Coloca mais dois quadrados. Em um dos pastos une no quadrado já existente e no outro deixa em outra ponta). *E agora, G, em qual dos pastos tem mais grama para a vaquinha pastar?*

G: Igual.

P: Por quê?

G: Essa tá mais espalhada.

G respondeu corretamente a todos os questionamentos, portanto, tinha conservação de superfície. As provas de pensamento formal não foram aplicadas, pois essas têm como condição o êxito em todas as provas de conservação.

Na tabela 4, o resumo dos resultados da aplicação das provas de diagnóstico operatório.

Tabela 4 - Resultados da aplicação das provas de diagnóstico operatório, segundo níveis[69].

Provas	Nível 1	Nível 2	Nível 3
Classificação – mudança de critério – dicotomia		x	
Classificação – intersecção de classes		x	
Classificação – inclusão de classes			x
Conservação – conjunto de elementos discretos			x
Conservação – quantidade de líquidos- transvasamento		x	
Conservação – quantidade de matéria		x	
Conservação – peso	x		
Conservação – largura ou comprimento			x
Conservação – área			x

Fonte: a pesquisa

A análise dos dados coletados durante a aplicação das provas de diagnóstico operatório demonstraram que G estava entre o nível 2 e o 3, isto é, na fase intermediária, pois oscilava entre a conservação e não conservação, isto é, em uma mesma deformação, alternava seus julgamentos e, outras vezes, não percebia a conservação. Essa estrutura de pensamento é típica de crianças com idade em torno de seis ou sete anos, demonstrando uma defasagem de G nessas estruturas de pensamento, pois no dia da aplicação dessas provas sua idade era de onze anos e meio.

O terceiro encontro (14/4/2010, 85 min) teve como objetivo aprofundar a sondagem do conhecimento de G sobre o conceito de seriação e de classificação. Na primeira atividade realizada, foram utilizadas fichas coloridas para "montar" duas sequências. A primeira, uma sequência com 4 fichas de cores diferentes que G deveria repetir três vezes.

P: (Coloca um papel branco e uma série de 4 fichas circulares, de mesmo tamanho, mas de diferentes cores e pede para G continuar).

G: (Faz corretamente a primeira e a segunda série, mas não percebe a troca de cores na terceira repetição da sequência). (Figura 74).

P: Está correto?

G: Sim.

[69] O primeiro nível está constituído por todas aquelas condutas que dão a entender uma clara ausência da noção. No segundo nível, são incluídas todas aquelas manifestações que revelam uma etapa intermediária de aquisição: são condutas ou respostas vacilantes, instáveis, incompletas, etc., que não demonstram a aquisição estável. No nível 3 a noção é estável frente as mudanças realizadas durante as provas. (MAC DONNEL, 1979).

Figura 74 – Atividade de seriação.

Fonte: a pesquisa

A segunda sequência foi formada por 4 fichas, mas com uma cor repetida (vermelha, vermelha, verde e roxa).

P: Pode começar.

G: Tem que repetir?

P: Agora tu vais repetir, da mesma forma que eu fiz. Que cor é?

G: Vermelha. (Repetiu a sequência, a primeira vez corretamente).

P: Repete mais uma vez.

G: (Monta a sequência).

P: Acabou? Olha bem se acabou. Acabou?

G: Sim. (Não coloca a última ficha na segunda repetição da série).

G não completou corretamente as duas séries, esquecendo-se de fichas e não percebendo que não tinha concluído a segunda série.

A segunda atividade de seriação foi realizada, utilizando figuras de estrelas de tamanhos diferentes. O objetivo era colocar oito estrelas planas, de tamanhos diferentes, em ordem decrescente de tamanho (figura 75).

P: Agora vou te dar uma coleção de estrelas e tu vais colocá-las elas em ordem decrescente.

G: Ah?

P: Decrescente.

G: Do menor para o maior?

P: Não. Decrescente é do maior para o menor.

G: Ah. Entendi. (Monta do menor para o maior).

P: Ok. Vamos repetir. Decrescente começa do maior para o menor. Do maior para o menor (mostrando as estrelas).

G: Tá.

P: Crescente. Cresce, daí é do menor para o maior e decrescente diminui, então é do maior para o menor. Tudo certo?

G: Sim.

Figura 75 – Seriação de estrelas em ordem decrescente de tamanho.

Fonte: a pesquisa

Na terceira atividade aplicada, G teve que seriar quatro esferas de diâmetros diferentes na ordem crescente.

P: Presta bem atenção! Agora tu vais colocar estas na ordem crescente.

G: Tá.

P: Estou entendendo o que tu estás fazendo. (Inicia a seriação pelo seu lado direito). *Mas tu começas com a pequena deste lado.* (Figura 76).

Figura 76 - Seriação de esferas.

Fonte: a pesquisa

G: Entendi.

P: Do teu lado esquerdo.

G: Ah. (Monta agora invertendo o lado).

A quarta atividade de seriação foi aplicada utilizando dez palitos planos e de uma mesma cor.

P: (Coloca na mesa dez palitos planos, de tamanhos diferentes, mas proporcionais). *G, coloca esses palitos em ordem crescente.*

G: (Coloca em ordem).

P: Estás pronto?

G: Sim.

P: Agora, coloca este na posição correta. (Alcança para G um palito de tamanho intermediário).

G: (Observa, compara com os outros e coloca no lugar correto).

P: Agora tudo de novo, na ordem decrescente.

G: (Monta a série).

Na atividade de seriação com "palitos planos" (ordem crescente) e "palitos espaciais" (ordem decrescente), G alinhou os palitos por tentativas amparadas na comparação, mas não utilizou, como referência, a parte superior ou inferior da peça, conforme figuras 77 e 78.

Figura 77 – Seriação com palitos planos.

Figura 78 – Seriação de "palitos" espaciais.

Fonte: a pesquisa

O material utilizado na sexta atividade foi composto por 10 sacis[70], 10 cachimbos e 10 capuzes, todos de tamanhos diferentes e correspondentes (para o maior saci, o maior cachimbo e o maior capuz e assim sucessivamente).

P: Agora vem o que tu mais gostas.

G: Qual?

P: Quem é esse? (Coloca na mesa 10 sacis de tamanhos diferentes).

[70] Personagem do folclore brasileiro, o qual não tem uma das pernas e por isso G se identifica muito com ele.

G: Saci Pererê.

P: Coloca em ordem crescente.

G: Tá bom.

P: Estás pronto?

G: Sim.

P: Agora tu vais dar para cada um deles um capuz. (São 10 capuzes de tamanhos diferentes, que devem ser colocados com os sacis correspondentes).

G: (Procura os sacis correspondentes a cada capuz). *Pronto.*

P: Muito bom. Perfeito. Agora deves dar um cachimbo para cada um deles.

G: Deu.

Para iniciar a atividade, foram colocados, na mesa, 10 figuras de saci, os quais G colocou em ordem crescente, utilizando como critério de nivelamento os pés dos sacis. Logo após, G distribuiu 10 capuzes de diferentes tamanhos e colocou em cada saci o capuz correspondente. Observou os capuzes, mas não teve critério para escolha. Acertou a atividade depois de várias tentativas.

Completada essa etapa, G recebeu 10 cachimbos e a mesma instrução. Antes de iniciar a distribuição, G mexeu nos cachimbos e os colocou em ordem, demonstrando que, dessa vez, organizou o seu pensamento. Após diversas tentativas, G completou a atividade, de forma correta, como é possível observar na figura 79.

Figura 79 – Seriação dos sacis.

Fonte: a pesquisa

Para dar continuidade, propôs-se que G completasse três séries no papel, formadas com critérios diferentes, com apenas um elemento faltando. As sequências estavam dispostas na horizontal, com duas opções no final. A opção correta para completar a série devia ser assinalada com um x.

P: Leia e complete as tarefas.

G: Ah?

P: Ler em cima.

G: Tá, tá, tá. O que vem depois, assim com x.

P: O que vem depois? Assinale com x.

G: Quem vem depois. (Começa a realizar a tarefa).

P: (G tem dificuldade de completar essas sequências, pois as observa na vertical). *Deixa eu te perguntar uma coisa agora. Quem vem depois? Tu olhaste assim?* (assinala na vertical).

G: Ah, ah.

P: Agora olha assim. Quem vem depois? (Aponta na horizontal).

G: Este?

P: Quem vem depois deste pela sequência?

G: Esse. Não. Este dois. Estes dois. Estes dois. Estes dois.

P: E se tu tivesses que escolher um dos dois para colocar aqui, quem tu ias escolher?

G: A maçã.

P: Agora pensa na mesma coisa aqui na outra sequência.

G: (Marca um qualquer).

P: G, tu não cuidou?

G: Estes dois. Vem estes dois, estes dois, estes dois, vem este.

P: Daí vem o quê?

G: A maçã.

P: Agora aqui. Olha bem. É uma pizza. O que vem depois?

G: Tem sorvete. Uma pizza. Tem sorvete. Não tem sorvete. Uma pizza. Sorvete. Tem pizza. Sorvete.

P: Então marca aqui.

Destaca-se, que, apesar de todas as atividades de seriação aplicadas, G continuou com dificuldades para completar as sequências. Piaget e Inhelder (1983) salientam a importância da seriação, pois ela é um dos conceitos lógicos matemáticos que originam a gênese do número. Destacam que as crianças iniciam os processos de seriação desde bebês, por ensaio e erro e, aos 7 ou 8 anos, devem atingir o método sistemático[71], que consiste em adquirir

[71] Método sistemático consiste em identificar, primeiro, o elemento menor ou maior de todos, depois o menor dos que restaram e assim sucessivamente, pois testemunha que um elemento qualquer, X é, ao mesmo tempo,

reversibilidade operacional e a capacidade de intercalar, diretamente, sem vacilações. Tanto a seriação quanto a classificação constituem estruturas cujas leis são definidas para o lógico e o matemático. Para os autores, o fracasso na seriação, muitas vezes, está relacionado com a falta de exploração e atividades das crianças sobre objetos, o que se acredita ter interferido na construção desse conceito por G, já que o tempo em que esteve hospitalizado, no período de sua primeira infância, e a redução dos seus movimentos, em função dos seus problemas físicos, limitou as suas atividades.

Sobre o conceito de classificação, na primeira atividade aplicada, utilizou-se 8 peças divididas em quatro tipos de frutas, cada uma delas com duas cores. Todas as peças foram colocadas sobre a mesa.

P e G: (Conversam sobre os nomes das frutas. G conhece todas elas).

P: Tem que separá-las. Como tu achas que podes formar grupos diferentes? O que elas têm em comum? Como tu podes separar?

G: (Forma grupos com as frutas).

P: Assim? O que tu fizeste?

G: Por cores. (Figura 80).

Figura 80 – Atividade de classificação com frutas.

Fonte: a pesquisa

P: Separaste por cores. Agora, olha bem. Se juntares tudo de novo, tem um jeito de separar que não seja igual ao que tu já fizeste?

G: Ah. Dá porque as frutas... (Figura 81).

---

maior do que os precedentes e menor do que os seguintes (numa ordem decrescente). Também um método antecipatório, pois o sujeito sabe que, ao procurar o menor elemento dos elementos restantes, constituirá uma série (PIAGET; INHELDER, 1983).

Figura 81 – Segundo critério na atividade de classificação com frutas.

Fonte: a pesquisa

P: Já separaste de dois jeitos. Tu achas que tem outro jeito de separar? Já separaste por cores e por frutas.

G: Não.

Nessa atividade, G separou o material em dois grupos, um pelo critério de cor e outro pelo tipo das frutas. Atingiu o objetivo, pois esse material possibilitava apenas esses dois agrupamentos.

Na segunda atividade, também de classificação, foram utilizadas seis fichas com paisagens, nas quais mudam alguns detalhes, como cor do céu, árvore com e sem frutas, diferenças nas flores, entre outros.

P: Esse jogo é um dos que eu acho mais bonito.

G: Uau!!!

P: Olha bem eles. Quantos são?

G: Um, dois, três, quatro, cinco, seis.

P: Ok.

G: Três mais três, é seis.

P: G, tu estás ficando um crânio[72]*. Muito legal. Agora separa para mim. Olha, separa e me explica por que tu separaste.*

G: Deu.

P: O que tu usaste para separar. Que critério?

G: (Confuso para explicar). Usei a... Ah! Cores. Tipo esse. Uns mais cor. Porque é mais ... Cores.

P: A cor do céu? Por ser mais colorido?

[72] Pessoa muito inteligente.

G: Sim.

P: Em uns a cor do céu é azul e nos outros é branco?

G: Sim. (Figura 82).

Figura 82 – Atividade de classificação com paisagens.

Fonte: a pesquisa

P: Um nós vimos. Agora, junta todos de novo e olha se tem outro jeito que tu podes separar.

G: Dá para separar aqui. É igualzinho.

P: O que é igualzinho?

G: As frutas, o chão, os pássaros, a cor.

P: Botaste todos num conjunto só?

G: Sim.

P: Só porque são todos iguaizinhos?

G: Sim.

P: Então tu já separaste: pela cor do céu e porque são todos iguaizinhos.

G: Sim.

P: Tem outro jeito ainda?

G: Não.

P: Esses dois?

G: Sim.

Nessa atividade, G só conseguiu separar em dois grupos. No primeiro grupo (cor do céu), G percebeu um critério, mas teve muita dificuldade de justificar. O segundo grupo foi formado por todos e G disse que eram todos iguais. Salienta-se que esse material admite formar oito subclasses, com detalhes na pintura que só aparecem em alguns como, por exemplo, frutas na árvore, cor do tronco, flores no gramado, entre outros.

O material da terceira atividade, também de classificação, era formado por sessenta fichas, todas de mesma cor e tamanho, com figuras que faziam parte do cotidiano de G (brinquedos, roupas, eletrodomésticos, ...).

P: Vou colocar na mesa para ti.

G: Tá.

P: Estas têm muitas. Não tem lugar. Tu nem vais enxergar todas.

G: Eu vou.

P: Agora tu vais separá-las também por grupos, por um critério que tenha alguma coisa em comum. Podes botar os montinhos aqui. Não precisa ter pressa. Vai fazendo.

G: Já fiz um.

P: Coloca aqui porque depois tu podes achar mais um, porque são muitos. Se tu achares mais um, podes colocar aqui.

G: Já fiz outro.

P: Ok.

G: Eu me esqueci deste.

P: Isso. Vai colocando. Por isso eu disse para deixares aqui. [...] Agora, quando tu encontrares, vai colocando junto.

G: Fechei outro. Deixa ver este aqui. Eu botei demais.

P: Vem cá que eu te ajudo. Vou te mostrar todos. Se tu quiseres tirar, me diz que eu tiro (P mostra todos os conjuntos que G fez. Ele analisa, confirma ou pede para trocar as peças).

G: Ah, ah. ... Este não. Aqui ... Ah, ah. E mais este. De novo.

P: Não tem pressa.

G: O que tu gosta mais? (apontando para algumas fichas).

P: Infelizmente este. (máquina de café expresso).

G: Eu também. Eu amo café expresso.

P: Como tu explicas o que tu usaste para separar estes?

G: Comida.

P: Este?

G: Roupa.

P: Este?

G: Negócio de lavar roupa, ah, ah, o corpo.

P: Produtos de limpeza. Este qual é?

G: Este. Objetos.

P: Objetos de que?

G: Casa.

P: Estes?

G: Objetos da cozinha.

P: E o outro?

G: Brinquedos.

P: Qual é o melhor de todos?

G: Brinquedos.

P: É melhor ter brinquedo ou comida?

G: Comida.

G separou as fichas em grupos com critérios escolhidos por ele. Algumas vezes, repensou sobre o que estava fazendo, mas completou a atividade satisfatoriamente. Acredita-se que o fato de todas as fichas serem da mesma cor e de atributos bem diferenciados, tenha colaborado com a busca de G por outros critérios de semelhança.

No quarto encontro da fase de sondagem (21/04/2010, 90 min) foram investigados o conceito de associação e a ordenação lógica de histórias. Na primeira atividade, o material utilizado foi composto por 24 fichas, com 4 figuras em cada uma (figura 83). A primeira figura devia ser associada a uma das outras três, através de uma associação lógica, e uma frase devia ser formada expressando essa associação.

Figura 83 – Atividade de associação de figuras.

Fonte: a pesquisa

P: G, aqui tem um lápis. Qual das três figuras tem a ver com o lápis?

G: Apontador.

P: Então, G, tu vais ter que me dizer uma frase, alguma coisa. O que um tem relação com o outro. Que frase tu poderias me dizer?

G: Apontar o lápis com apontador.

P: Isso, tu vais me dizer e eu vou anotar.

G: Bola jogar na cesta.

P: Ok. Outra?

G: Cachorro com a ração.

G associou corretamente todas as figuras, nas 24 fichas, mas todas as frases construídas por ele foram curtas, formadas com uma relação direta, sem riqueza de vocabulário ou de alguma expressão criativa.

Outra atividade proposta foi a de ordenar logicamente figuras de uma mesma história (figura 84). Após "montar" a história, foi pedido a G que ele a contasse. Ao todo o material é composto por 6 histórias, com número de peças diferentes.

Figura 84 - Ordenação lógica de peças que formam uma história.

Fonte: a pesquisa

P: Este eu nunca joguei com ninguém. Vamos separar as peças.

G: É jogo de memória? Ou quebra-cabeça?

P: Não, é de lógica. Olha só. São histórias em quadrinhos, que tu tens que colocar na ordem certa.

G: Tá bom.

P: Agora, olha esse. Olha bem as peças, monta a história e depois me conta. Qual seria a primeira ficha da história?

G: Esta aqui. Depois esta. Depois, vou deixar assim. Pronto.

P: Agora me conta a história.

G: Uma menina estava pegando os ovos galinhas daí depois, ah, foi, foi botar ovos. Depois botou os ovos no (inverteu as peças) *nessa caixinha* (incompreensível). *Depois fez um ovo frito. Daí depois, depois fez um ovo frito.*

P: Maravilhoso. Agora, G, a mesma coisa com esse. Depois tu me contas. Esta é a história de como se faz o sal. O sal de cozinha. Tu sabes de onde vem o sal de cozinha?

G: Do mar.

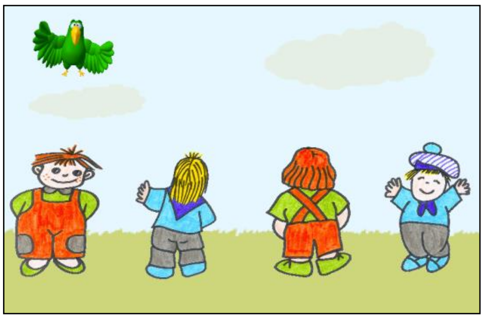
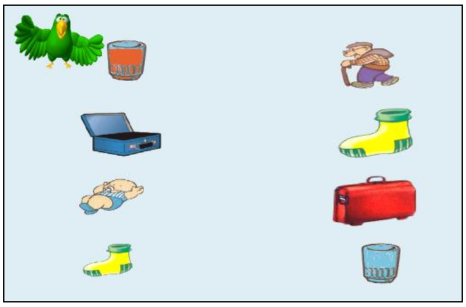
P: Isso mesmo.

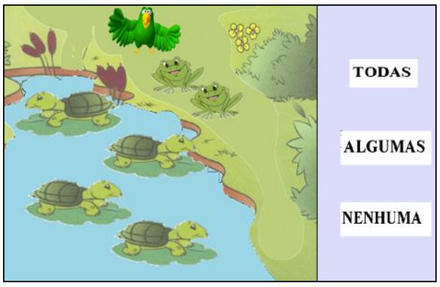
G: O carinha achou o sal. Depois ele estava assim (mostra com o braço o movimento). *Depois botou na rampa, depois botou nos sacos, depois o menino* (incompreensível) *ele fez uma salada com sal.*

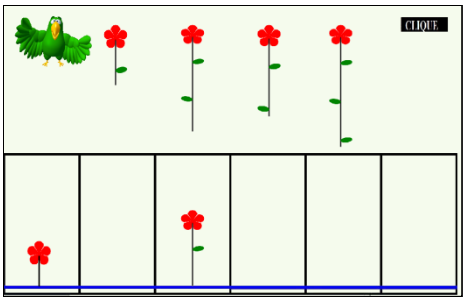
G conseguiu montar todas as histórias. Algumas vezes, no momento de "contar a história", ele percebeu que havia erros na sequência e a reorganizou. Porém, o vocabulário utilizado foi pequeno e desarticulado.

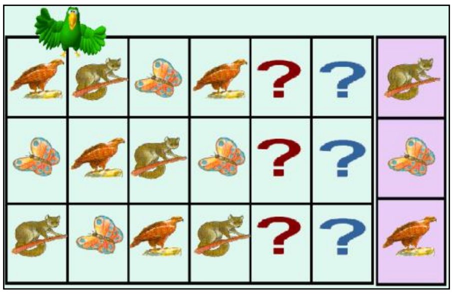
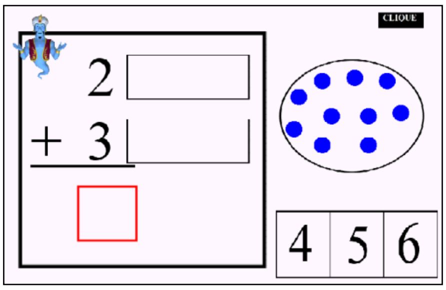
Nas sessões 5 (05/05/2010, 100 min) e 6 (19/05/2010, 85 min), G trabalhou com o *software* ITS. Os tipos e exemplos de atividades, assim como os resultados apresentados por G (analisados a partir do banco de dados gerados pelo *software* ITS e das filmagens*)*, estão comentados no quadro a seguir (figura 85).

Figura 85 – Quadro das atividades realizadas por G no *software ITS.*

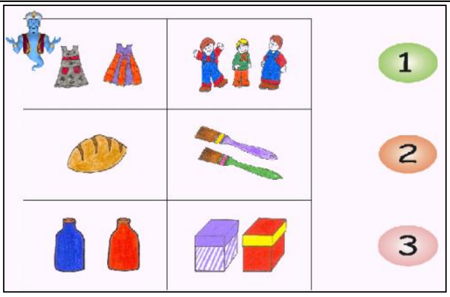
<table>
<tr><td colspan="2">CLASSIFICAÇÃO
Objetivo: perceber as qualidades dos objetos e distinguir suas semelhanças e diferenças, agrupando-as ou separando-as, de acordo com essas qualidades.</td></tr>
<tr><td>EXEMPLO DE ATIVIDADE</td><td>ANÁLISE</td></tr>
<tr><td>
"Assinale as crianças que estão de frente".</td><td>- Soube responder corretamente esse tipo de atividades; identificou os elementos que deveriam ser assinalados, de acordo com a ordem dada.</td></tr>
<tr><td colspan="2">CORRESPONDÊNCIA TERMO A TERMO
Objetivo: relacionar duas coleções com igual número de elementos, atendendo a uma determinada relação.</td></tr>
<tr><td>EXEMPLO DE ATIVIDADE</td><td>ANÁLISE</td></tr>
<tr><td>
"Una cada objeto com o seu correspondente".</td><td>- Em algumas atividades desse tipo, G não identificou as relações por desconhecer a situação, como por exemplo, a relação existente entre o cavalo e a ferradura.</td></tr>
</table>

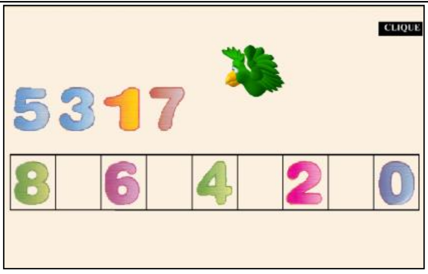
<table>
<tr><td colspan="2">QUANTIFICADORES
Objetivo: aplicar quantificadores básicos de uma coleção de objetos (todos, nenhum, alguns, nada, pouco, muitos, maior, menor, igual,...).</td></tr>
<tr><td>EXEMPLO DE ATIVIDADE</td><td>ANÁLISE</td></tr>
<tr><td>

“Quantas tartarugas estão no lago?”</td><td>- Não apresentou dificuldades, identificando corretamente todos os quantificadores envolvidos.</td></tr>
<tr><td colspan="2">SERIAÇÃO
Objetivo: ordenar ou seriar uma coleção de objetos, segundo uma determinada relação.</td></tr>
<tr><td>EXEMPLO DE ATIVIDADE</td><td>ANÁLISE</td></tr>
<tr><td>

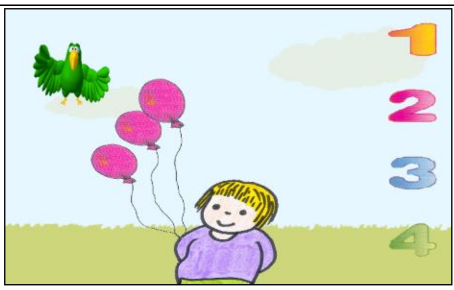
“Coloque as flores no lugar que lhes correspondem, ordenando-as da mais curta a mais longa”.

“Busque o elemento que segue em cada série, marque primeiro a interrogação e logo o elemento”.</td><td>- Identificou, por tentativas, a posição de um objeto, de acordo com diferentes pontos de referência ou de acordo com a representação da ordem.
- Demonstrou dificuldade de completar sequências com dois elementos desconhecidos.</td></tr>
<tr><td colspan="2">ALGORITMO
Objetivos: resolver operações de adição e subtração com um dígito e sem transporte.</td></tr>
<tr><td>EXEMPLO DE ATIVIDADE</td><td>ANÁLISE</td></tr>
<tr><td>

“Realize a seguinte operação”.</td><td>- Conseguiu resolver as operações de adição e subtração de um dígito sem transporte. Algumas vezes, utilizou o recurso de contagem do ITS ou contou nos dedos, mesmo quando a operação era de mais um ou menos um.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="2">CARDINALIDADE
Objetivo: relacionar diferentes quantidades com seu símbolo numérico.</td></tr>
<tr><td>EXEMPLO DE ATIVIDADE</td><td>ANÁLISE</td></tr>
<tr><td>

“Associe cada coleção com seu número. Pinta, primeiro, a coleção e, depois,, o número”.</td><td>- Interpretou escritas numéricas de acordo com as regras e símbolos.</td></tr>
<tr><td colspan="2">CONTAGEM
Objetivo: comparar diferentes quantidades e completar sequências numéricas (ordem crescente e decrescente).</td></tr>
<tr><td>EXEMPLO DE ATIVIDADE</td><td>ANÁLISE</td></tr>
<tr><td>

“Complete a série, colocando os números do maior ao menor”.</td><td>- Comparou objetos, usando critérios de grandeza, como maior e menor e quantificadores comparativos.

- Ordenou ou números de 0 a 9, na ordem crescente e decrescente, sem apresentar dificuldades.</td></tr>
<tr><td colspan="2">ORDINALIDADE
Objetivos: identificar a posição dos elementos em uma fila.</td></tr>
<tr><td>EXEMPLO DE ATIVIDADE</td><td>ANÁLISE</td></tr>
<tr><td>
“As formigas estão subindo. Assinale a última”.</td><td>- Identificou a posição dos elementos, em uma fila, reconhecendo os números ordinais.</td></tr>
<tr><td colspan="2">RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS
Objetivos: resolver problemas simples que envolvem as operações de adição e subtração.</td></tr>
<tr><td>EXEMPLO DE ATIVIDADE</td><td>ANÁLISE</td></tr>
<tr><td>

“Rosa tem três balões e um se soltou.</td><td>- No ITS, em função da animação apresentada na tela, G conseguiu identificar a operação e resolver os problemas. No exemplo ao lado, depois do agente pedagógico dar o enunciado do problema, um dos balões de Rosa se solta e sai da tela, auxiliando na compreensão da questão.</td></tr>
</table>

Fonte: a pesquisa

Destaca-se dessa sessão dois aspectos: G continuou apresentando dificuldades nas questões que envolviam o conceito de seriação e de adição, mesmo com números pequenos.

Para a sétima sessão de sondagem (26/05/2010, 110 min), foram construídos jogos no aplicativo *JClic*, com o objetivo de verificar a compreensão de G sobre conceitos de crescente e decrescente, quantidade, número (numeral e escrita) e resolução de problemas. Algumas atividades utilizadas durante esta investigação foram adaptadas de sequências que se encontram disponíveis na *Internet*, no site http://clic.xtec.cat/db/listact_en.jsp, e outras foram criadas pela pesquisadora. A seguir, serão relatadas situações que se julgam importantes para a avaliação dos conhecimentos matemáticos de G.

Uma das atividades criadas no aplicativo *JClic* (figura 86), quebra cabeça duplo, foi elaborada com dez diferentes imagens, cada uma delas com uma certa quantidade de objetos (de 1 a 10). A ordem da atividade era colocar essas figuras em ordem crescente de quantidade.

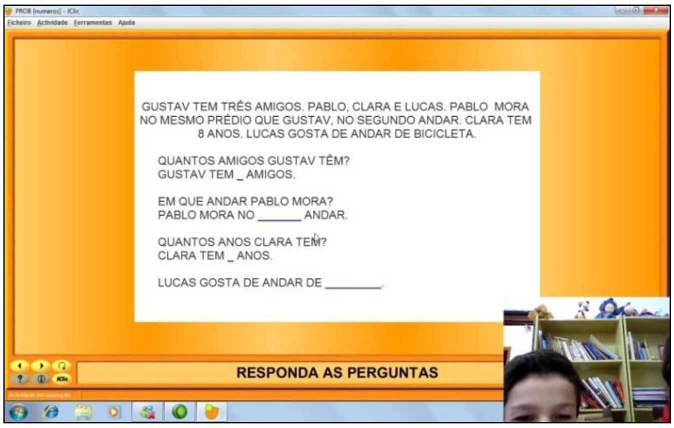
Figura 86 – Atividade no aplicativo *JClic* de colocar quantidades em ordem crescente.

Fonte: a pesquisa

G demonstrou dificuldade em perceber pequenas quantidades (necessitou contar três objetos) e de contar objetos que não estão ordenados, mas reconheceu a ordem crescente das quantidades, pois buscou o um, o dois, o três, e assim sucessivamente.

Na sequência, foram apresentados problemas, com o objetivo principal de verificar a sua compreensão em relação à interpretação, à identificação de dados e ao reconhecimento do número com dois registros: por extenso e seu numeral. Destaca-se o problema descrito na figura 87.

Figura 87 – Problema no aplicativo *JClic*.



Fonte: a pesquisa

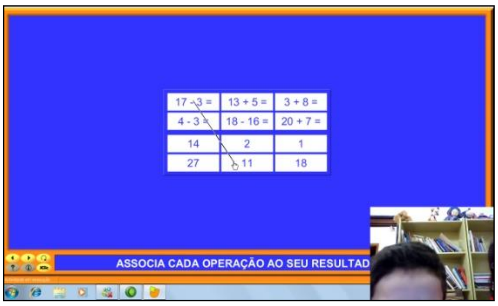
Duas informações numéricas foram dadas nesse problema: G tem três amigos e Clara tem 8 anos. Na pergunta quantos amigos G tem, ele respondeu, rapidamente, e, sem refletir 8, porque percebeu apenas o número 8, que estava representado por seu numeral (anexo digital 1).

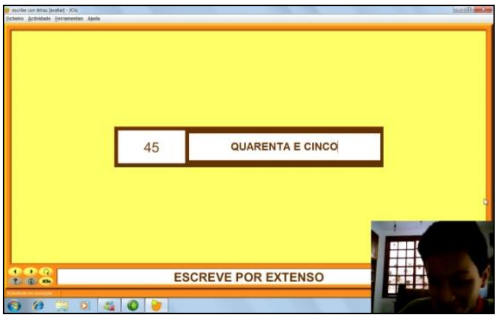
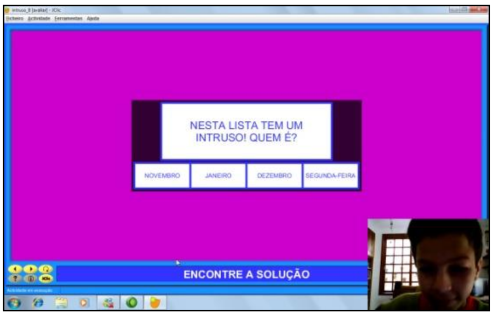
G: 8 (responde imediatamente).

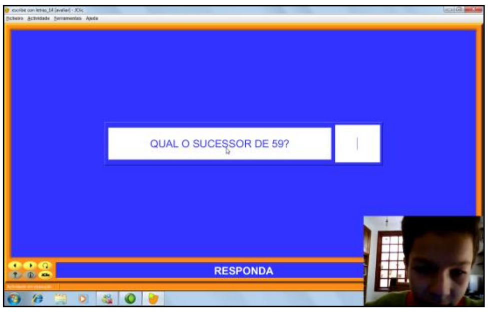
P: Tem certeza? Lê de novo. (Lê com muita dificuldade. G lê o número três, não o reconhece como número, e para responder à questão conta os nomes).

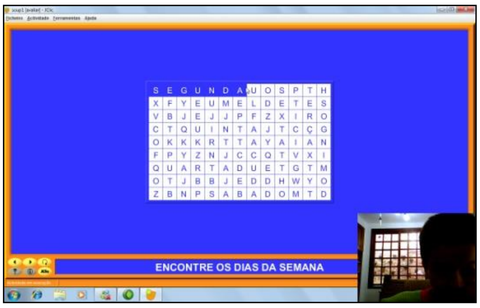
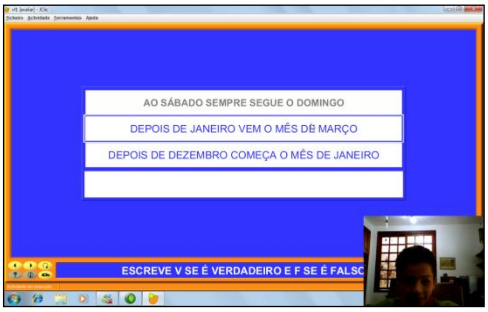
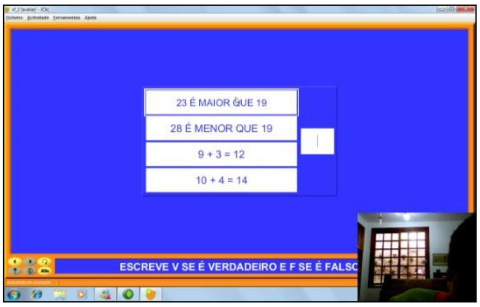
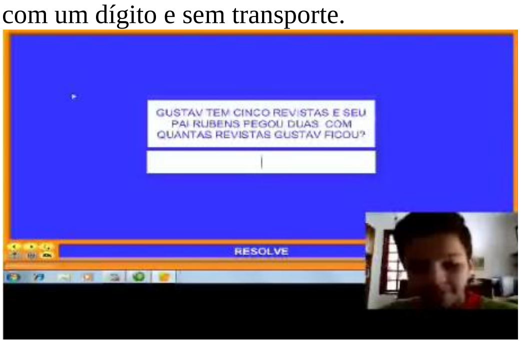
Salienta-se, desse encontro: a necessidade de contar pequenas quantidades; contar de forma desordenada quantidades maiores; o não reconhecimento de uma quantidade escrita por extenso. Para a oitava (09/06/2010, 100 min) e nona sessão de sondagem (23/06/2010, 95min), elaborou-se um projeto no aplicativo *JClic* com atividades envolvendo diferentes conceitos matemáticos. O quadro da figura 88 apresenta as atividades, a quantidade de ações necessárias para realizá-las e a análise das atividades.

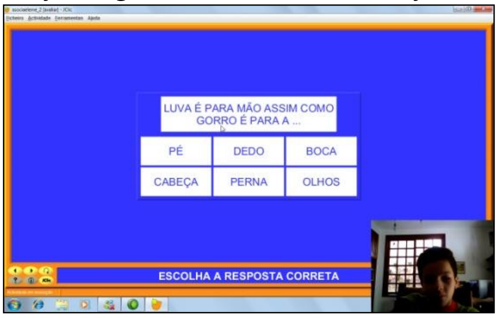
Figura 88 – Quadro de atividades de sondagem elaboradas no aplicativo *JClic*.

TIPO DE ATIVIDADE	QUANTIDADE DE AÇÕES	ANÁLISE
Adição e subtração de números de um e dois dígitos, com e sem transporte, com escrita horizontal. 	44	- G possuía poucos fatos numéricos. - Utilizava os dedos das mãos. - Iniciava a adição contando nas mãos as duas parcelas. Após explicar que poderia colocar o maior dos números "na cabeça" e partir desse para acrescentar a outra parcela, adotou esse procedimento, embora esquecesse com frequência. - Não queria fazer cálculos no papel. - Demonstrou apreensão quando a adição ultrapassa uma dezena. (Anexo digital 2).

<table>
<tr>
<td>Dado um número, entre 0 e 100, escrevê-lo por extenso.

</td>
<td>12</td>
<td>- G reconheceu todos os números.
- Problemas ortográficos e de acentuação na escrita dos números, não são aceitos como resposta correta no aplicativo JClic e, por isso, muitas vezes, G necessitou digitar a palavra várias vezes.</td>
</tr>
<tr>
<td>Encontrar o elemento “intruso” dentro de um conjunto.

</td>
<td>5</td>
<td>- G não encontrou dificuldades para encontrar o elemento “intruso” ao conjunto dado.</td>
</tr>
<tr>
<td>Relacionar dezenas inteiras, na forma numérica e por extenso. Atividade de associar.

</td>
<td>12</td>
<td>- G reconheceu todas as dezenas.</td>
</tr>
<tr>
<td>Sucessor e antecessor. Atividade de preencher lacunas.

</td>
<td>6</td>
<td>- G não compreendeu o significado das palavras antecessor e sucessor.
- Quando foi dito que sucessor é o que “vem depois” e antecessor o que “vem antes”, ele conseguiu resolver.</td>
</tr>
</table>

Encontrar os dias da semana. Atividade de sopa de letras.  	7	- G encontrou todos os dias da semana, procurando por eles na ordem em que normalmente são recitados: segunda, terça, quarta, ...
Dias da semana e meses do ano. Atividades de resposta com verdadeiro ou falso.  	12	- Nessa atividade, demonstrou não ter domínio da sequência dos dias da semana e dos meses do ano. - Sobre os dias da semana, sabe recitá-los; o mesmo não acontece com os meses do ano.
Maior que, menor que ou igual.  	12	G respondeu corretamente às atividades.
Resolução de problemas de adição e subtração com um dígito e sem transporte.  	6	- G necessitou reler o enunciado do problema. - Usou a operação correta para resolver a situação apresentada. - Não reconheceu os números quando estão escritos por extenso, como no exemplo ao lado e no problema do anexo digital 3.

Relações lógicas – atividade de associação. 	8	- G apresentou dificuldades na compreensão de alguns vocábulos.

Fonte: a pesquisa

Destaca-se, a partir destas análises, a necessidade da utilização dos dedos para resolver operações de adição e subtração, poucos fatos numéricos de domínio de G e, mais uma vez, o não reconhecimento de um número quando esse está escrito por extenso.

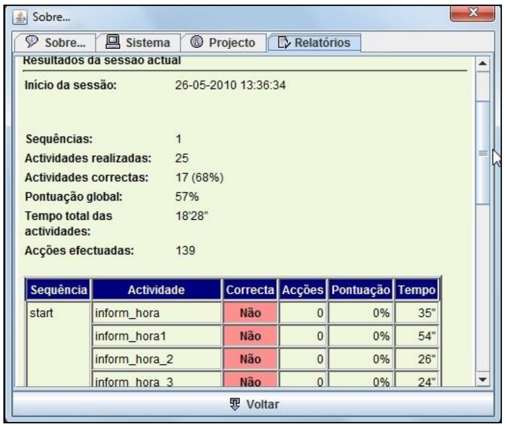
Na décima sessão (11/08/2010, 90 min), foram aplicadas 25 atividades no aplicativo *JClic*, envolvendo as unidades de medida de tempo (horas, minutos, dias da semana, meses) e a leitura de relógios analógicos e digitais (figura 89).

Figura 89 – Atividades no aplicativo *JClic* envolvendo unidades de tempo.

Fonte: a pesquisa

G não conseguiu resolver grande parte das atividades, identificando apenas o horário dos relógios que marcavam a hora exata, mesmo assim, sem conseguir diferenciar quando era dia ou noite. Além desse aspecto, G não respondeu, corretamente, o horário em que realiza atividades rotineiras, como acordar, fazer as refeições, ir à escola, entre outros. Na figura 90, apresenta-se o relatório gerado pelo banco de dados do aplicativo *JClic*. Verifica-se, nos resultados que a sua pontuação global nessa sequência, foi de 57% de acertos, demonstrando que necessita de reforço nesses conceitos.

Figura 90 – Banco de dados do aplicativo *JClic*.



Fonte: a pesquisa

Nas atividades sobre o sistema monetário brasileiro, G demonstrou não reconhecer as cédulas e as moedas. Na figura 91, quando questionado sobre quais cédulas ou moedas deveria levar ao supermercado para comprar um pote de sorvete, G reconheceu, no preço, o número 2 e selecionou a nota de 2 reais e algumas moedas.

Figura 91 – Atividade sobre o sistema monetário brasileiro.

Fonte: a pesquisa

Perguntado se o valor separado para realizar a compra seria suficiente ou se ganharia troco, G manifestou sua preocupação: *"Acho que vou ser um adulto pobre, porque não conheço o dinheiro".*

Destaca-se, dessa fase da intervenção pedagógica, uma defasagem significativa de G em relação aos conceitos matemáticos que fizeram parte das atividades aplicadas. Por esse motivo, optou-se por iniciar a sequência didática com o conceito do número e o sistema de numeração decimal, por considerar-se fundamental para a compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos nas operações com Números Naturais e no sistema monetário brasileiro.

Ressalta-se como características pessoais de G a vontade de aprender, a motivação frente a *feedbacks* positivos, o comprometimento e a avaliação que esse faz sobre a necessidade de aprender os conceitos, principalmente o entendimento do sistema monetário brasileiro.

6.2 PROJETO PILOTO

Na segunda fase da investigação, projeto piloto, as sessões de estudo foram dedicadas à verificação das habilidades de G em relação ao computador, a disposição de leitura em atividades propostas, na forma de histórias em quadrinhos, em pequenos textos apresentados em *PowerPoint* com animação e jogos *online*, recursos esses que foram utilizados na elaboração da sequência didática. Além das atividades nas TIC, nessas sessões foram utilizados materiais concretos e atividades no papel, por entender-se que, a aprendizagem se dá frente a situações e a atividades diferenciadas. Foram realizadas três sessões de estudo, entre o final de agosto e o início de setembro de 2010. Porém, ao aplicar as atividades piloto, que envolveram conceitos matemáticos, novos dados foram coletados e analisados.

O primeiro jogo *online* utilizado tinha como objetivo operar com Números Naturais. O jogo oferece a opção das quatro operações. Destaca-se desse jogo o fato de ter um "bônus", isto é, o jogador, ao acertar o resultado da operação, joga com um personagem (figura 92) que necessita ultrapassar barreiras e "comer" moedas para ganhar vidas, passando, assim, para outra fase, trazendo uma motivação extra na sua utilização.

Figura 92 – Jogo *online* de operações no conjunto dos Números Naturais.

Fonte: http://www.aulavaga.com.br/jogos/diversos/jogo-da-matematica

P: Que conta é essa?

G: Três mais seis.

P: Três mais seis. Precisa contar separado? O que nós conversamos?

G: Três na cabeça.

P: Não. Seis, por quê?

G: Seis é maior.

P: Isso. Então?

G: (Conta com os dedos). *Nove.*

Com esses questionamentos buscou-se um avanço cognitivo que seria deixar um procedimento mais elementar do processo de contagem (contar novamente as duas parcelas) para contar a partir de uma das parcelas.

P: E agora, o que tu tens que fazer?

G: Dez mais três. Doze.

P: Não, mais três.

G: Quatorze.

P: Não.

G: Dez, onze, doze, treze (utiliza os dedos).

P: Isso.

Mesmo quando devia adicionar a uma dezena inteira um número formado apenas por unidades, G necessitava do auxílio dos dedos para contar.

G: Nove mais oito. Nove na cabeça. (pensa).

P: Quer que eu te ajude com os dedos?

G: Sim.

G: Deixa ver. Dez mais onze.

P: Vamos fazer essa continha no papel?

G: Sim.

G montou e resolveu, corretamente, o algoritmo. Como não necessitava de transporte, não encontrou dificuldades.

P: Que número tu tens ali em cima? (Pontuação de G no jogo: 1500 pontos).

G: (Olha, pergunta sobre um ícone que está na tela, fugindo da situação).

P: Que número?

G: 15.

P: 15 e...

G: 00.

P: Sabes ler esse número?

G: Não.

Destaca-se a dificuldade de leitura do número 1500.

P: E agora?

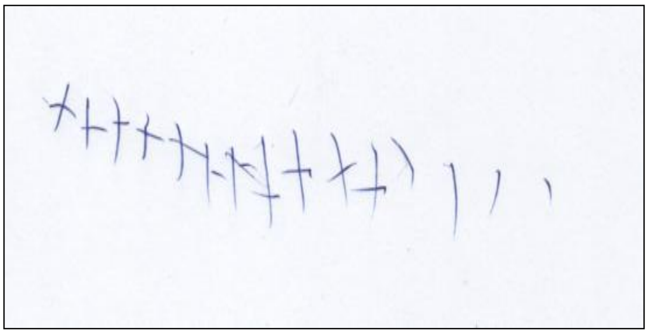
G: Dezessete menos nove.

P: Vamos montar a continha?

G: Sim.

G montou o algoritmo, mas, como precisava transportar uma dezena para as unidades, não conseguiu resolver "pensando ou utilizando os dedos". Como estratégia representou a quantidade dezessete por "tracinhos" e riscou nove. Cometeu erros e precisou recontar e refazer. Da mesma forma com a subtração doze menos sete. Demonstrou não ter a ideia de contar "quantos faltam" ou iniciar a contagem do menor até atingir o maior, mas sabia que teria que tirar nove de dezessete (figura 93 e anexo digital 4).

Figura 93 - Estratégia utilizada por G na subtração.



Fonte: a pesquisa

O segundo jogo *online* utilizado foi o "Feche a caixa" (figura 94). A quantidade indicada nas placas, que não são derrubadas, deve ser subtraída do número de pontos inicial.

Figura 94 – Jogo *online* de estratégia.

Fonte: http://revistaescola.abril.com.br/matematica/pratica-pedagogica/feche-caixa-428064.shtml

P: E agora? (os dados mostravam as quantidades 2 e 1).

G: (Utilizou o cursor para contar as quantidades identificadas por pontinhos no dado). *Três.*

Mais uma vez, G demonstrou não perceber visualmente pequenas quantidades, como dois. Necessitou contá-las e utilizou o cursor para auxiliá-lo. Nas subtrações, G montou o algoritmo, mas utilizou traços para realizá-las.

Em outra sessão, apresentou-se a G uma história em quadrinhos com o objetivo de verificar a validade desse procedimento para apresentar o material de estudo da sequência didática que seria aplicada na terceira fase da intervenção pedagógica, conforme anexo digital 5. Parte do diálogo entre G e a pesquisadora está transcrito a seguir.

P: Os números romanos. Tu já aprendeste os números romanos no colégio?

G: É difícil. Eu não, eu não consigo entender.

P: Mas tu já tentaste aprender?

G: Sim.

P: Coloca um número aqui e depois clica no botão azul para ver como ele fica escrito na numeração romana.

G: (Coloca números "grandes" e se surpreende com o tamanho do número). *"Meu Deus".*

Durante essa atividade, não se mostrou receptivo, não prestou atenção, comentou sobre a cor da unha da pesquisadora, digitou um número qualquer e se mostrou angustiado. Essa foi a primeira vez que demonstrou não querer realizar uma atividade, dando indícios sobre a importância de apresentar atividades que estejam próximas da sua ZDP (Vygotsky, 2007), já que ele acredita ser incapaz de compreender os números romanos.

6.3 REFLEXÕES E PLANEJAMENTO DA PRÓXIMA ETAPA

Durante o período de sondagem e do projeto piloto, foram aplicadas com G diferentes atividades que tiveram como objetivo averiguar os seus conhecimentos matemáticos e a sua postura frente às TIC. A princípio, por ele estar estudando, em 2010, na 5ª série do Ensino Fundamental, tinha-se a expectativa de que os seus conhecimentos matemáticos fossem mais elaborados, mas, já na primeira sessão de estudo, foi possível perceber a defasagem cognitiva de G em relação ao esperado para sua idade. Por isso, optou-se por aplicar as provas de diagnóstico operatório de Piaget, as quais indicaram que ele não se encontrava no estágio correspondente a sua idade, pois apresentou problemas nas provas de classificação, de seriação e de conservação, que conforme Piaget (1976, 1978), são conceitos básicos na construção do conceito do número e devem ser adquiridos por volta dos 6 aos 8 anos.

Outro resultado considerado relevante é a necessidade que G apresentou para identificar quantidades pequenas, como dois e três, pois ele não as percebia visualmente. Ao realizar a contagem de quantidades maiores, fazia de forma desordenada, cometendo erros. Tinha poucos fatos numéricos e utilizava os dedos para adicionar (necessitava contar as duas parcelas), mesmo quando as parcelas eram pequenas, por exemplo, 2 + 3. Na subtração, utilizava traços para realizar os cálculos, pois não havia adquirido, ainda, outra estratégia, por exemplo, contar quantos elementos o minuendo tem a mais que o subtraendo.

Os estudos de Dennis e Barnes (2002); Barnes, Chant e Landry (2005) em crianças e adultos com Espinha Bífida em relação ao número e operações aritméticas e à condição de leitura salientam que, mesmo não apresentando problemas de leitura, são comuns as dificuldades de estimação numérica, de recuperação de fatos que envolvem números, de contagem verbal, de visão espacial e de resolução de problemas aritméticos, fato que pode ser corroborado com esta investigação. Mesmo assim, durante toda a investigação, optou-se por ler as questões logo após a leitura realizada por G, para que se evitassem problemas de compreensão dos conceitos matemáticos que pudessem ser ocasionados por dificuldade de leitura.

G apresentou, também, problemas na compreensão das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro. Evidenciou sua preocupação com o "dinheiro", ao afirmar que "será um adulto pobre", já que não reconhecia as notas e as moedas, não conseguia selecionar o dinheiro necessário para fazer uma compra ou fazer um troco e não compreendia que "muitas moedas" equivaliam ao valor de apenas uma nota, fatos abordados nas pesquisas de Dennis e Barnes (2002), como uma dificuldade encontrada em jovens e adultos com Espinha Bífida que gera um comprometimento na sua autonomia.

Os problemas de lidar com números e as situações relacionadas a eles são citados nos estudos da Rede Sarah de Hospitais de Reabilitação (2007), Tabaquim (2007), como características de alguns sujeitos com Espinha Bífida. Durante as sessões de estudo, essas afirmações foram comprovadas, pois G apresentou despreparo diante de problemas que envolvem o reconhecimento dos números e na resolução de cálculos.

Quanto à memória, em diferentes sessões, G deixou evidente, em função de suas atitudes, que esquecia, de uma semana para outra, do significado de palavras, de conceitos e de estratégias utilizadas para contar e resolver operações, como, por exemplo, colocar o número maior "na cabeça" e partir dele para adicionar outra quantidade. Na análise da filmagem de uma sessão de estudo, percebeu-se que uma das atividades chamou especial atenção de G, pois ele comentou que era linda e que deveria ter sido muito difícil construí-la. Para averiguar a sua memória, depois de duas semanas, a atividade foi repetida. Questionado sobre a mesma, G afirmou não lembrar, o que pode ser observado no anexo digital 6. As pesquisas de Dennis e Barnes (2002), Llorca (2003), Ortiz (2009), Barnes, Chant e Landry (2005) apontam para problemas de memória de trabalho em crianças, jovens e adultos com Espinha Bífida.

Porém, G demonstrou, nas sessões da fase de sondagem motivação intrínseca, isto é, desejo de aprender, que segundo Bzunek (2010) é evidenciada quando se percebe o interesse pessoal e o valor demonstrado frente a tarefas que geram satisfação e, por isso, acarretam engajamento. O autor aponta a motivação intrínseca como um dos fatores importantes nos processos de aprendizagem.

A grande questão que se destaca no final da fase de sondagem é o quanto a sequência didática individualizada, a utilização de diferentes recursos e o respeito pelo tempo de aprendizagem de G poderão interferir e auxiliar no processo de construção dos conceitos que serão estudados.

Além disso, as indagações sobre as causas da sua defasagem cognitiva, seus problemas são todos neurológicos em função da Espinha Bífida? Podem outros fatores ter interferido, como o tempo em que esteve hospitalizado ou as escolas que não lhe oferecem um currículo que respeite o estágio em que ele se encontra, já que o seu currículo é o mesmo que o de seus colegas? Seus problemas em relação à cognição podem ser superados, pelo menos em parte? Quais são os conhecimentos matemáticos que a escola deve priorizar para alunos com NEEI, para que desenvolvam a autonomia social em Matemática, entendendo-se necessário para isso o domínio da compreensão das operações, no conjunto dos Números Naturais, do sistema de medida de tempo, do sistema monetário, da utilização da calculadora e da resolução de problemas do cotidiano, competências matemáticas necessárias para realizar pequenas compras e se localizar no tempo e no espaço?

A próxima etapa da investigação consistiu em estruturar a sequência didática e aplicá-la, utilizando as sessões de estudo para coletar os dados que embasaram a análise descrita no capítulo 8.

7 BUSCANDO A AUTONOMIA SOCIAL EM MATEMÁTICA: SEQUÊNCIA DIDÁTICA INDIVIDUALIZADA

O ponto de partida da reflexão é simples.
Para aprender, o aluno deve manter uma atividade intelectual.
Quem não pensa, não aprende.
Para mobilizar-se intelectualmente, é preciso achar um sentido nesta atividade intelectual;
Quem não entende do que se trata não faz esforço algum para pensar e aprender, ou seja, aprende quem estuda de forma ativa, um assunto que, para ele, faz sentido.
Charlot (2009)

Neste capítulo descreve-se a sequência didática individualizada implementada com o jovem investigado, já que o problema dessa investigação é: um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari pode expandir suas competências e habilidades relacionadas à compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas, com a aplicação de uma sequência didática individualizada?

Os procedimentos metodológicos de coleta de dados, apontados no capítulo 5, foram respeitados durante a aplicação da sequência, com o objetivo de criar evidências para responder o objetivo geral da pesquisa, que é investigar a evolução cognitiva de G em relação aos conceitos matemáticos citados anteriormente, em um contexto de resolução de problemas, frente a uma sequência didática individualizada.

Entende-se como prioritários, na elaboração das atividades da sequência didática, que busca qualificar a autonomia social de G, a compreensão do sistema monetário, a localização no tempo e no espaço e a resolução de problemas matemáticos que fazem parte do seu cotidiano. Porém, para lidar com essas questões, é necessário que se compreendam conceitos fundamentais, como o conceito do número, do sistema de numeração decimal e das operações no conjunto dos Números Naturais e da resolução de problemas que envolvam o pensamento em relação aos números negativos e aos números decimais.

Em função da defasagem cognitiva, do tempo de aprendizagem e do tempo hábil para realizar o doutorado, optou-se por trabalhar com números de até dois dígitos e com as operações de adição e subtração.

Como sequência didática, concorda-se com a definição dada por Zabala (1998), quando afirma que ela 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 envolvem atividades de aprendizagem e avaliação.

Além disso, salienta-se que, uma sequência didática individualizada, exige que o professor conheça as características cognitivas do seu aluno, seu conhecimento prévio e que atue na sua ZDP (Vygotsky, 2007), para que, de forma planejada e organizada, consiga elaborar e avaliar as etapas que buscam atingir os objetivos traçados.

Para Bzuneck (2010) a disposição do aluno para a aprendizagem reside, em grande parte, na sua motivação pessoal, que pode ser estimulada com tarefas desafiadoras, que, segundo o autor, têm um grau intermediário de dificuldade. Devem ser percebidas como acessíveis, isto é, que podem ser superadas mediante o esforço sobre o qual o aluno tem controle. São atividades que fazem fronteira com a capacidade cognitiva do aluno, que atendam seu nível de desenvolvimento. Desafios excessivamente difíceis causam ansiedade alta, fracasso, frustração e autoavaliação de baixa capacidade, o que pode ser observado em G na fase de sondagem.

Além desses aspectos, levados em consideração na elaboração das atividades, salienta-se que a sequência didática é vista como um conjunto de instrumentos e signos mediadores no processo de aprendizagem de G, papel também assumido pela pesquisadora durante a intervenção pedagógica.

Para dar início a essa construção, foram definidos os conceitos matemáticos que fizeram parte da sequência, divididos em quatro nodos[73] que estão evidenciados no grafo da figura 95.

Figura 95: Grafo da sequência didática individualizada.

Fonte: a pesquisa

[73] Nodo um: sistema de numeração decimal; nodo dois: adição; nodo três: subtração; nodo quatro: resolução de problemas.

Destaca-se que os conceitos envolvidos na aprendizagem do sistema de unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro são abordados durante todos os nodos do grafo e que se utiliza a resolução de problemas como metodologia para o desenvolvimento dos conceitos matemáticos abordados na sequência.

Acredita-se que, para resolver problemas, o professor deva adotar determinados procedimentos metodológicos, já que, apresentando as operações como algoritmos, sem contextualizá-las, não deve esperar dos alunos a aquisição das competências e habilidades necessárias na resolução de uma situação problema. Observa-se o despreparo dos alunos frente a estas situações, no momento em que reduzem a questão à busca da resposta à pergunta “Que conta é?”.

Muniz (2009) afirma que por diversas razões os alunos não conseguem identificar as operações matemáticas ligadas a determinada situação proposta, entre elas: dificuldade de interpretação do texto; operações ensinadas de forma estanque; falta de significado da situação para o aluno; ausência de autonomia moral e intelectual; baixa estima e insuficiente autoconfiança; enunciado que não evidencia apenas dois números (dificuldade em selecionar os dados); hábito de encontrar no texto palavras que conduzam de forma absoluta determinada operação aritmética (juntos, retirar, entre outras).

Busca-se, nos estudos de Polya (2006), Dante (2009) e Smole e Diniz (2001) o suporte teórico para desenvolver as atividades que envolvem a resolução de problemas.

Dos estudos de Polya (2006), destacam-se quatro etapas da resolução de um problema, apontadas como: compreensão do problema (identificação da incógnita e dos dados do problema); construção de uma estratégia de resolução (encontrar as conexões existentes entre os dados do problema e a sua incógnita, a similaridade entre este problema e outros conhecidos, buscando identificar os procedimentos necessários para resolvê-lo); execução da estratégia (colocar em ação o plano elaborado na etapa anterior); revisão da solução (“examinar” a solução e verificar o resultado).

As etapas de resolução de problemas de Dante (2009) foram construídas partindo dos pressupostos indicados por Polya. Dante (2009) incorpora sugestões de como o professor pode auxiliar o aluno nesse processo, indicando perguntas que devem acompanhar cada etapa. Além disso, sugere que se emita a resposta completa do problema. São indicadas questões como: compreendendo o problema (O que se pede e procura no problema? Quais são os dados e as condições do problema? Existe possibilidade de fazer uma figura ou um diagrama da situação? É possível estimar a resposta?); elaborar um plano (Você já resolveu um problema como esse? Você se lembra de um problema semelhante? É possível colocar os dados numa tabela, fazer um gráfico? É possível resolver o problema por partes? É possível traçar um ou vários caminhos?); executar o plano (Você verificou todos os passos? Você seguiu os passos planejados anteriormente?); retrospecto ou verificação (Você verificou a solução obtida? Utilizou a operação inversa?). Ressalta que "esse processo cuidadoso é um excelente exercício de aprendizagem e serve, também, para detectar e corrigir possíveis enganos" (DANTE, 2009, p. 34). A resposta ao problema é incorporada neste trabalho e consiste em emitir a resposta escrita e completa, tendo como objetivo voltar à pergunta e verificar a validade da resposta.

Em Smole e Diniz (2001), busca-se outro objetivo da resolução de problemas, que é

> organizar o trabalho em Matemática de modo a garantir a aproximação dessa área de conhecimento e da língua materna. Além de ser uma proposta interdisciplinar, favorece a valorização de diferentes habilidades que compõem a realidade complexa de qualquer sala de aula (p. 29).

Portanto, os problemas, com os seus textos e as interpretações que se fazem necessárias no processo de resolução, objetivam, além de trabalhar com os conceitos matemáticos, auxiliar G na superação de suas dificuldades de leitura e de interpretação, identificadas na sondagem e no laudo da avaliação psicopedagógica (FARINA, 2012).

Para Golbert,

> o ensino através da resolução de problemas indica que os mesmos surgem para os alunos, à medida que surgem situações conflitantes ou desafiadoras, nos projetos em andamento [...]. As situações que as crianças consideram problemáticas incluem a resolução de obstáculos e contradições, que surgem dos seus esforços para encontrar sentido numa determinada situação (2002, p. 9).

A habilidade do estudante para resolver um problema envolve uma combinação entre a representação do problema atual e a organização do conhecimento prévio adquirido. Isso porque, se o conhecimento prévio está representado em esquemas mentais bem organizados, os estudantes têm boas chances de conectar as representações de problemas novos e solucioná-los (GOLBERT, 2002).

Para Golbert, o conhecimento implica ações e operações e não pode ser instalado "pronto" dentro da cabeça dos estudantes, precisa ser ativamente construído por eles, isto é,

> conceitos matemáticos e científicos não brotam espontaneamente ou se formam a partir de informações dos adultos. [...] Pode-se dizer para a criança o que fazer, mas não o que compreender. Pode-se criar as condições apropriadas para a descoberta, a inventividade, a flexibilidade do pensamento (2002, p. 5).

Segundo a autora, o desafio está em planejar atividades que sejam problemáticas para a criança, fundamentadas em conceitos, com aprendizagens que requerem desequilíbrio, conflito e reflexões.

Os problemas apresentados na sequência didática elaborada seguem esses pressupostos e são, na sua grande maioria, adaptados da coleção de Romero (2008) intitulada "Mis problemas favoritos", como o do exemplo a seguir.

No ônibus escolar, viajam 15 meninos e 5 meninas a mais que meninos. Quantas meninas viajam no ônibus?

- Leia o problema e complete as informações.

  No ônibus viajam _______ meninos.

  No ônibus viajam ___ meninas a mais que meninos.
- Sublinhe a pergunta do problema.

  Como se chama o condutor do ônibus?

  Para onde o ônibus vai?

  Quantas meninas viajam no ônibus?
- Tinha mais meninas ou mais meninos?

  Tinha mais _________________.
- Então, para encontrar o número de meninas que viajava no ônibus eu tenho que adicionar ou subtrair?

  □ Adicionar   □ Subtrair
- Calcule.

	D	U

- Verifique se o resultado encontrado está correto.
- Responda o problema:

  No ônibus viajam _________ meninas.

Em função da aceitação das atividades aplicadas no projeto piloto, das dificuldades de leitura e interpretação de G, optou-se por construir textos curtos apresentados em parágrafos (animação em *PowerPoint*) e utilizar histórias em quadrinhos no momento da elaboração do material de estudo, como, por exemplo, na apresentação do conceito do número (sequência didática eletrônica, nodo um, janela um) e dos conceitos de cardinalidade e ordinalidade (sequência didática eletrônica, nodo um, janela três).

Justifica-se a utilização de diferentes recursos (TIC, material concreto, jogos, atividades no papel) nos estudos de diferentes autores. Em Howard-Jones (2012), a utilização da TIC, por afirmar que a tecnologia oferece um tipo de multimodalidade e que os estímulos multimodais produzem atividade cerebral extra, superior e acima daquela produzida ao experimentar cada modo separadamente. Em Lent (2004), quando afirma que as funções motivacionais de um sujeito dizem respeito às áreas límbicas, isto é, às áreas de prazer, que G demonstra ao realizar tarefas apresentadas eletronicamente e com *feedback* de aprovação. Outro fato que interferiu nessa opção é apontado por Relvas (2009a) e diz respeito à necessidade de exercícios de memorização e de repetição em pessoas com NEEI, e G, na fase de sondagem, mostrou ser mais persistente quando "a repetição" era apresentada na TIC, principalmente nas atividades do aplicativo *JClic*, em detrimento das atividades apresentadas no papel, proporcionando a G um elemento de motivação externa, apontada por Levine (2003) como sendo a motivação que necessita de algum incentivo externo associado. Essa motivação pode ser atribuída ao que Bzuneck (2010) chama de embelezamento motivacional, isto é, utilização de estratégias que contribuem para se conseguir maior envolvimento dos alunos nas atividades de aprendizagem.

Outro fator importante, no que diz respeito à utilização das TIC para embasar o desenvolvimento da sequência, é a dificuldade motora de G, principalmente no que diz respeito à tonicidade e a motricidade fina, decorrente das lesões provocadas pela Espinha Bífida.

Ressalta-se que, além das TIC, foram utilizados diferentes materiais concretos (material de contagem, material dourado, ábaco, QVL, calculadora, jogos envolvendo conceitos matemáticos), pois diferentes estímulos auxiliam a sinaptogênese, capacidade do cérebro de realizar novas sinapses, que permanecem ativas durante toda a vida, dependendo do uso do SNC e dos estímulos do meio (HOWARD-JONES, 2012; RELVAS, 2007, 2009a, FIORI, 2008; LENT, 2004; DOMINGUES, 2007; OLIVEIRA, 2005).

Outro aspecto considerado no momento de optar-se por diferentes recursos didáticos na composição da sequência são os estudos de Vygostsky (1997) quando se utiliza do termo "compensação", para descrever o desenvolvimento de habilidades que podem amenizar ou suprir uma dificuldade apresentada, o que se aproxima do conceito de plasticidade cerebral, que, segundo Domingues (2007), Oliveira (2005), Lent (2004) e Relvas (2007, 2008, 2009a, 2009b, 2012), são as modificações estruturais, químicas e elétricas que ocorrem no cérebro, desde a fase intrauterina, nos anos formativos, na adolescência e, de uma forma mais lenta na fase adulta, dependendo, também, do uso do SNC e dos estímulos do meio.

Divide-se este capítulo em três subcapítulos. O primeiro apresenta a sequência didática eletrônica (apêndice digital 1), dividida em nodos, com exemplos de atividades, conceitos abordados e objetivos. O segundo se refere às etapas fundamentadas nas teorias de construção dos números multidígitos e o terceiro, à resolução de problemas de estrutura aditiva. Ressalta-se que a sequência de atividades no papel foi aplicada logo após a aplicação da sequência didática eletrônica, a qual se encontra na íntegra no apêndice digital 2.

7.1 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INDIVIDUALIZADA ELETRÔNICA

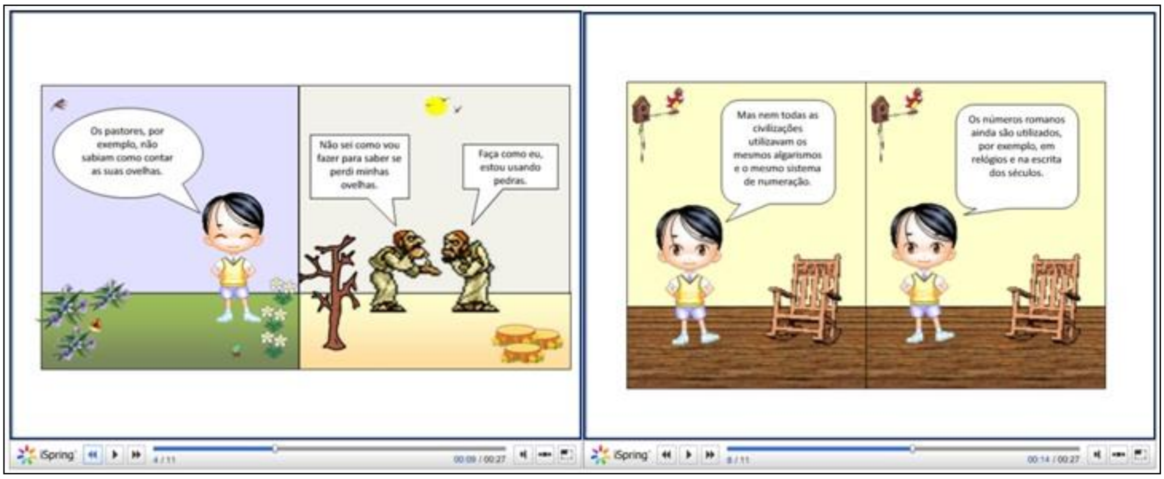
As sequências didáticas eletrônicas, implementadas em cada nodo do grafo, foram desenvolvidas utilizando diferentes recursos, que são: aplicativo *JClic*, material de estudo elaborado em *PowerPoint* salvo em HTML, jogos *online*. Na figura 96 apresenta-se um exemplo de uma "porta de entrada de um nodo" e as respectivas "janelas" com as atividades desse nodo.

Figura 96 - Porta de entrada do nodo um: Sistema de Numeração Decimal.

Fonte: a pesquisa

A figura 97 exemplifica o material de estudo da janela "Conceito do número" que abordou os temas: origem do número, sistema de numeração indo-arábico, números romanos e o número em situações do cotidiano.

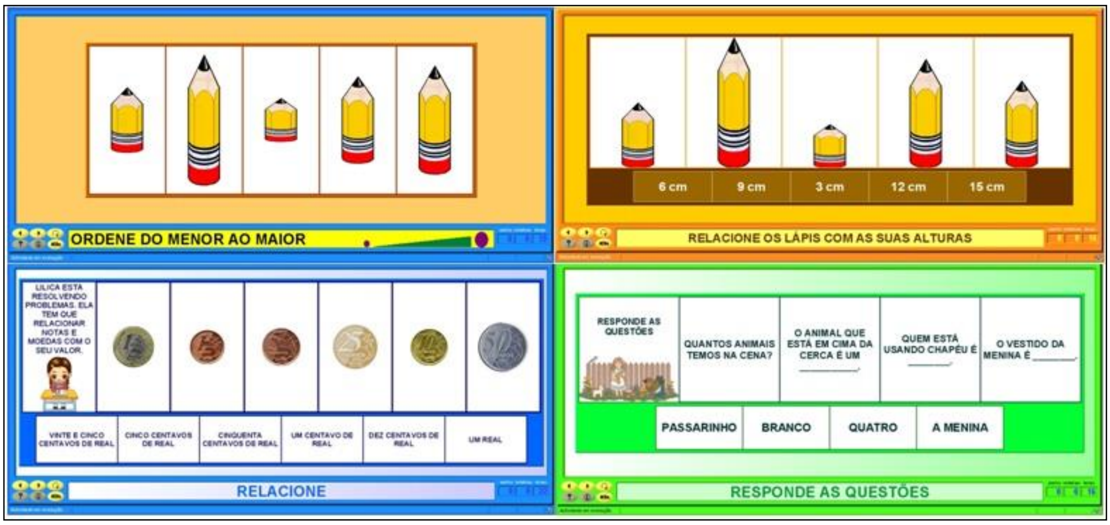
Figura 97 – Material de estudo.



Fonte: a pesquisa

As atividades criadas no aplicativo *JClic* estão exemplificadas na figura 98.

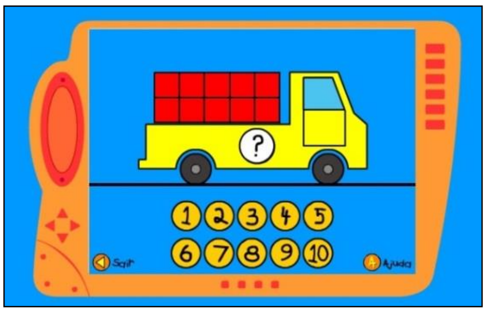
Figura 98 - Atividades no aplicativo *JClic*.



Fonte: a pesquisa

Na figura 99 um exemplo de Jogo *Online* utilizado no nodo um da sequência.

Figura 99 – Jogo *online* de cardinalidade.

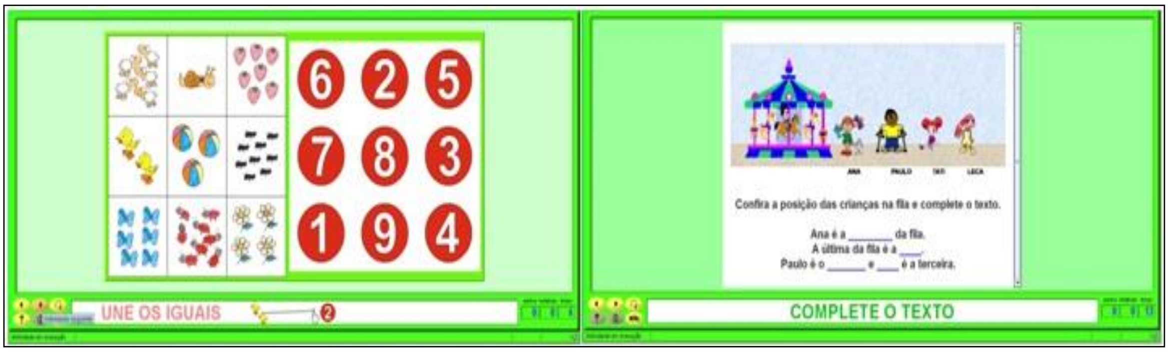


Fonte: http://www.junior.te.pt/servlets/Jardim?P=Jogos&ID=1

7. 2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INDIVIDUALIZADA E O SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL

Neste subcapítulo encontram-se exemplos de atividades elaboradas seguindo as premissas das pesquisas de Graham et al (1994), nível 1, 2 e 3 e Golbert (2002) sobre a construção dos conceitos envolvidos na aprendizagem do Sistema de Numeração Decimal (compreensão de números multidígitos). As atividades aplicadas na intervenção pedagógica, que dizem respeito a estes conceitos, estão presentes tanto na sequência eletrônica, quanto nas atividades no papel. Na figura 100, exemplo de atividades de contagem do nível 1.

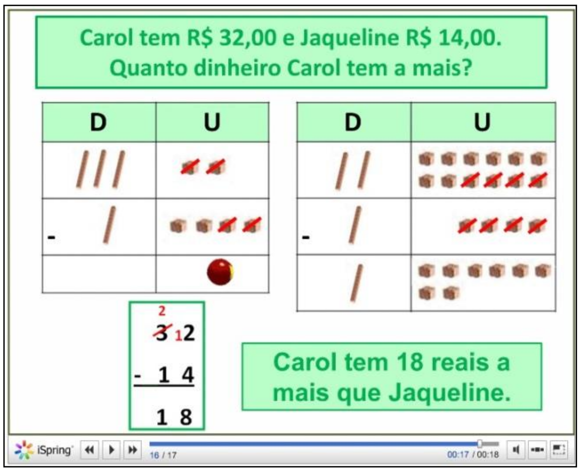
Figura 100 – Atividades de contagem no aplicativo *JClic.*



Fonte: a pesquisa

Na figura 101, exemplo de atividade de decomposição do nível 2.

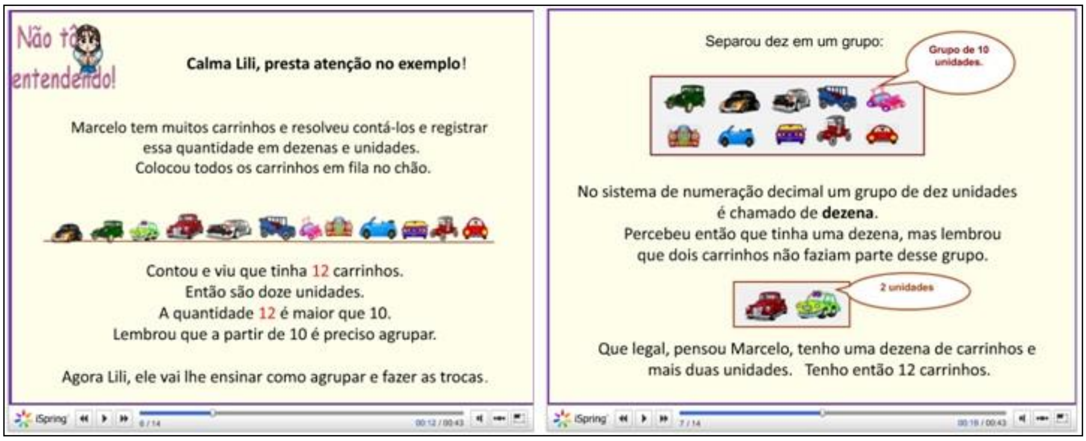
Figura 101 – Atividades de decomposição no material de estudo.



Fonte: a pesquisa

Na figura 102, exemplo de atividade de agrupamento do nível 2.

Figura 102 – Atividade de agrupamento no material de estudo.



Fonte: a pesquisa

Na figura 103, exemplo de atividade de relações numéricas do nível 1.

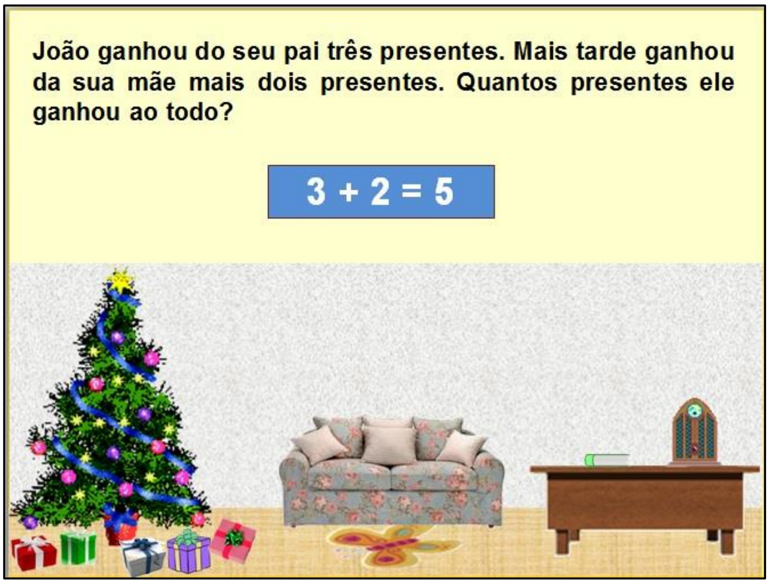
Figura 103 – Atividade de relações numéricas no aplicativo *JClic*.

Fonte: a pesquisa

7.3 SEQUÊNCIA DIDÁTICA INDIVIDUALIZADA E A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DO CAMPO ADITIVO

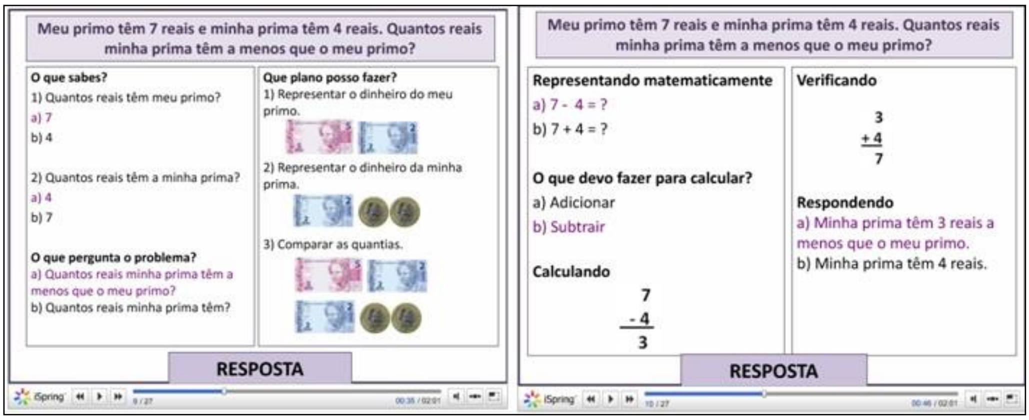
Na sequência didática eletrônica foram abordadas atividades relacionadas à resolução de problemas do campo aditivo, fundamentados nos pressupostos de Vergnaud (1991), Justo (2009), Fayol (2012) e as etapas de resolução desses problemas seguem os indicativos de Polya (2006), Dante (2009), Smole e Diniz (2001) e Golbert (2002). As figuras 104, 105, 106 e 107 se referem a atividades de resolução de problemas de estrutura aditiva.

Figura 104 – Problema de combinação no material de estudo.



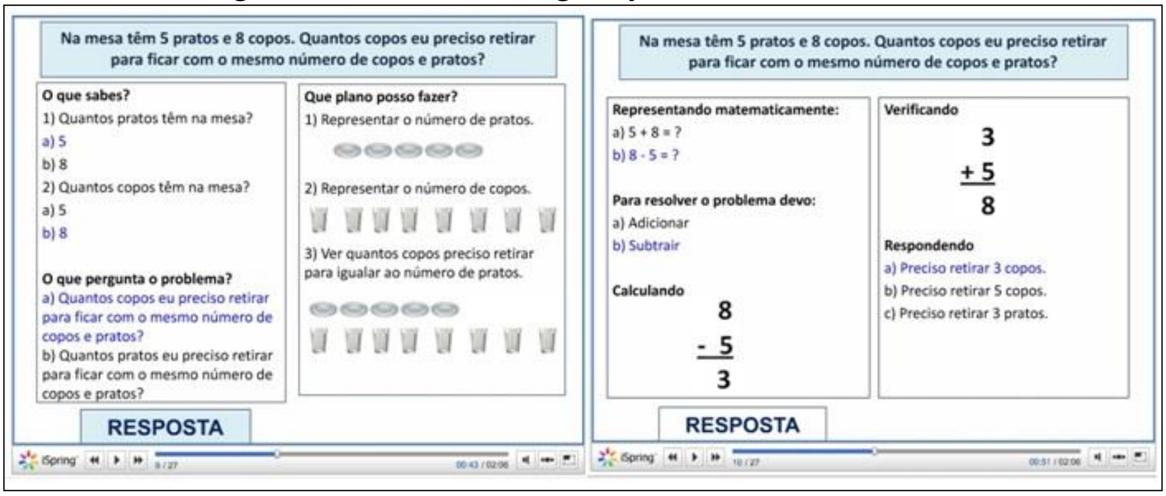
Fonte: a pesquisa

Figura 105 – Problema de comparação no material de estudo.



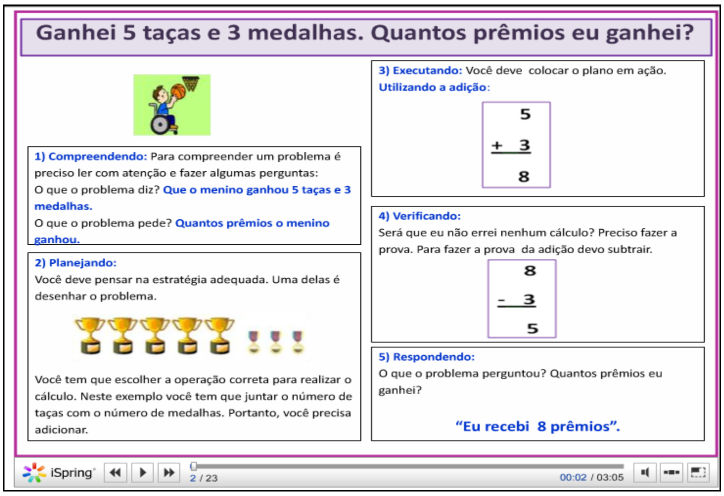
Fonte: a pesquisa

Figura 106 – Problema de igualação no material de estudo.



Fonte: a pesquisa

Figura 107 – Problema de combinação no material de estudo.



Fonte: a pesquisa

Os exemplos de atividades da sequência didática eletrônica e da sequência de atividades no papel estão no apêndice 4 e os exemplos com recursos didáticos concretos no anexo 1 desse trabalho.

Optou-se por categorizar a análise dos dados coletados durante a aplicação da intervenção pedagógica. As categorias e as análises consideradas relevantes embasam as respostas ao problema da investigação e aos objetivos desse trabalho. Esses aspectos estão contemplados no capítulo 8.

8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo contempla a análise dos dados coletados durante a aplicação da intervenção pedagógica. Optou-se por dividir a análise em quatro categorias, que são:

- Categoria 1: Características do jovem investigado. Tem por objetivo analisar as características cognitivas e psicológicas de G, comparando-as com os pareceres emitidos nos laudos médicos e escolares, as escolas onde G estudou e estuda atualmente, os procedimentos pedagógicos adotados por elas, comparando-os com os preceitos teóricos de uma Escola Inclusiva.
- Categoria 2: Conceitos matemáticos. Contempla o desenvolvimento dos conceitos abordados na sequência didática e a análise do pré-teste e pós-teste com problemas do campo aditivo.
- Categoria 3: Autonomia Social em Matemática. Faz referência às conquistas de G em relação à compreensão do sistema monetário brasileiro, das noções de tempo e da resolução de problemas.
- Categoria 4: Descoberta de novos conceitos. Categoria na qual abordam-se os *insights*, as abstrações e as descobertas matemáticas de G.

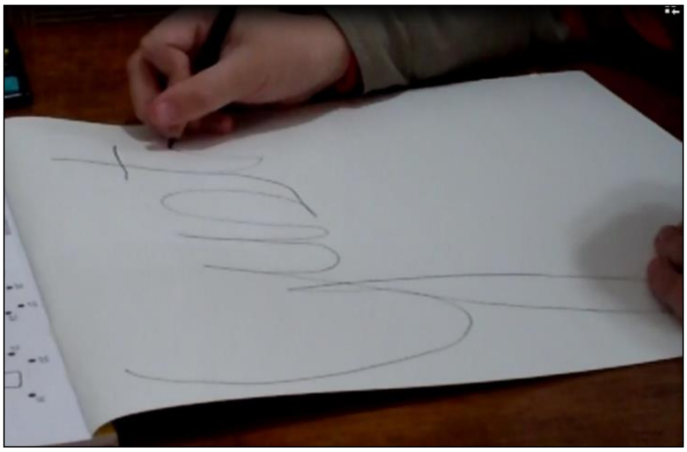
8.1 CARACTERÍSTICAS DO JOVEM INVESTIGADO

Esta categoria refere-se à análise dos documentos médicos e escolares de G e as evidências que corroboram esses pareceres. Acrescentam-se características, constatadas na análise das filmagens das sessões de estudo, consideradas relevantes, como o desejo de aprender, a ambidestria, a curiosidade, o interesse em assuntos não ligados à Matemática e as atitudes positivas frente a conceitos matemáticos que considerava de possível compreensão e aos recursos utilizados na aplicação da intervenção pedagógica.

G demonstrou uma grande evolução na escrita. Quando iniciou as sessões de estudo, escrevia com letra bastão, todas em maiúsculo. Seu traçado era peculiar (diferente do ensinado, normalmente, na escola). Suprimia letras e não deixava espaço entre as palavras, dificultando a leitura dos seus registros. G e a família relataram que na 3ª série a professora insistiu que utilizasse letra cursiva, o que na época, em função de problemas de tonicidade muscular e motricidade fina, tornou-se impossível, causando aflição e insegurança. Apenas na 5ª série G adquiriu as habilidades necessárias para escrever com letra cursiva. Por ser uma conquista pessoal, fez questão de demonstrá-la à pesquisadora, conforme pode ser observado no recorte de diálogo transcrito a seguir.

G: Tia Tania, quero te mostrar uma coisa. (Busca uma folha e um lápis e escreve seu nome em letra cursiva), conforme figura 108.

Figura 108 – Escrita em letra cursiva.



Fonte: a pesquisa

P: Que legal, G. Quando tu começaste a escrever assim?

G: Pouco tempo.

P: Parabéns G. Que linda esta letra.

G: Sim.

As dificuldades de G na motricidade também inibiram outras iniciativas, como a de colorir desenhos, conforme apontado no diálogo, durante uma atividade de seriação por cores.

G: Observe esta sequência continua pintando (lendo o enunciado da atividade).

P: Muito bem.

G: (Realiza a tarefa cantando, conversando sobre o shopping que conheceu em Porto Alegre). *Não pintei aqui porque ia gastar muito lápis.*

P: Não precisa economizar lápis.

G: Assim?

P: Sim.

G: Eu vou pintar (resolveu pintar).

P: É bom? Tu gostas de pintar?

G: Estou começando a gostar.

P: Tu não gostavas antes?

G: Não.

P: Por quê?

G: Eu odiava.

P: Tu odiavas pintar? Por que, G?

G: Porque, ah... eu antes. Eu pinto muito ruim. Daí, daí eu não conseguia pintar de tinta. Ah, eu não sei por que eu não gostava. Eu não gostava. Bem que eu não gostava. Era difícil.

Quanto à ortografia, G continuou, ao longo de toda intervenção pedagógica, cometendo erros, problema apontado no laudo de Farina (2012). Porém, durante os três anos da pesquisa, observou-se que os erros de ortografia diminuíram consideravelmente, fato que pode ser comprovado nas respostas emitidas nos questionários, nas atividades do aplicativo *JClic* e nas atividades no papel.

Na leitura, G demonstrou avanços, principalmente quando a realiza mentalmente, sem expressar-se oralmente, pois as suas dificuldades de fala interferem na pronúncia das palavras, tornando mais lenta a leitura. Porém, continuaram persistindo, de forma menos acentuada, os erros na pontuação (não respeitava "a parada" nas vírgulas e na pontuação final), o que prejudicava a interpretação dos textos e dos enunciados de problemas.

Outra característica de G, que se considera de extrema importância, é a vontade de aprender e a curiosidade, como pode ser observado nos recortes dos diálogos a seguir.

G: Bah! Eu estou com sede.

P: Vou lá buscar. Água ou H_20H (bebida gaseificada)*?*

G: Bebida. Porque o nome é H_20H*?*

P: Porque na fórmula química da água tem um H de hidrogênio, mais um H de hidrogênio e um O de oxigênio. (A pesquisadora faz um desenho dos átomos e moléculas)*. Eles se juntam e formam a água.*

G: Uh! (Presta atenção).

P: Então a fórmula química da água é H_20*.*

P: Hum!

P: Assim se escreve a fórmula da água. (Escreve a fórmula em um papel: H_2O). *Isso significa que tem um H, mais um H e um O. Isto tu vais aprender no Ensino Médio, em Química. Então deram para a bebida o nome de* H_2OH*! Para ser diferente da água comum.*

G: H_20 (olha o desenho e a fórmula).

P: Que é a fórmula da água.

Em outra sessão de estudos, destaca-se outro aspecto relativo a sua curiosidade.

P: G, tu percebeste que aqui tinha uma sequência já pintada?

G: Sim.

P: Agora tu vais criar uma para ti. Vais inventar como tu quiseres.

G: Tá bom. (constrói a sequência).

P: Legal! Está certa.

G: Como se faz um lápis?

P: Eu não tenho nem ideia. Isso é madeira. Isso é grafite, que se extrai da natureza.

G: Como [sem compreensão]. *Como afina esse negócio?*

P: Não tenho nem ideia. Como tu achas que se faz?

G: Com tinta, daí esfrega assim, fica um pó, daí [...], bota água, deixa no sol dez minutos, bota no forno para secar e depois bota na madeira.

P: Quem sabe.

Em outra sessão, após assistir a um filme em 3D, G pede lápis azul e vermelho para fazer um desenho em 3D (G desenhou o rosto da pesquisadora). Todos os traços do desenho foram pintados nas cores vermelho e azul. Questionado sobre como havia descoberto que os filmes em 3D eram assim, respondeu: *"pensando"*.

G desenhou o rosto da pesquisadora, ao lado do rosto um símbolo (ideia de pensamento) e uma calculadora. Questionado sobre o significado do símbolo respondeu *"estar pensando"* (pesquisadora pensando em números). Quando questionado sobre os números e as operações que desenhou na calculadora, G não soube ler e interpretá-los precisamente (figura 109 e anexo digital 7).

Figura 109 – Desenho em "3D".

Fonte: a pesquisa

P: O que é isso? (3 x 5).

G: Não sei, não...

P: Não te lembras do que é?

G: Não.

P: Três vezes cinco. E aqui?

G: Ah?

P: Que número é?

G: Três.

P: Trinta. Aqui está escrito trinta. E o que é isto aqui? (78).

G: Setenta vezes. Não, setenta e oito.

P: Isso! E aqui? (12 = 12).

G: Doze é igual a doze.

P: Correto. E aqui?

G: Doze dividido, como é?

P: Como se lê este? (310).

G: Sim. Trezentos e dez.

P: Isto! Trezentos e dez.

Durante a fase de sondagem, G, ao realizar o desenho de uma sequência, o fez com as duas mãos simultaneamente, demonstrando uma habilidade até então desconhecida pela pesquisadora, a ambidestria.

G: (Canta e faz a sequência). *Tia Tania, olha aqui, olha.*

P: Nossa G. Ah não! Como tu consegues isso?

G: Gênio.

P: Gênio. É verdade que tu és um gênio. Faz depois de novo que eu quero ver. (Constrói a sequência utilizando as duas mãos, desenhando com as duas mãos, conforme figura 110).

Figura 110 - Utilizando as duas mãos para desenhar a sequência.

Fonte: a pesquisa

G: Tu quer ver?

P: Quero.

G: Tia Tania?

P: Eu estou olhando, estou impressionada.

G: Viu? Esta é a minha técnica. Eu fazia desde bebezinho.

P: Tu fazias isso desde bebê? Escrever com as duas mãos?

G: Sim.

P: Agora eu quero ver uma coisa. Pega um lápis em cada mão.[...] Escreve G. (G escreve com as duas mãos, duas letras diferentes ao mesmo tempo). *[...]*.

P: Agora escreve G com a mão direita. (G escreve). *Agora escreve G com a mão esquerda.*

G: Faz tempo que eu não faz com esta.

P: Qual tu preferes?

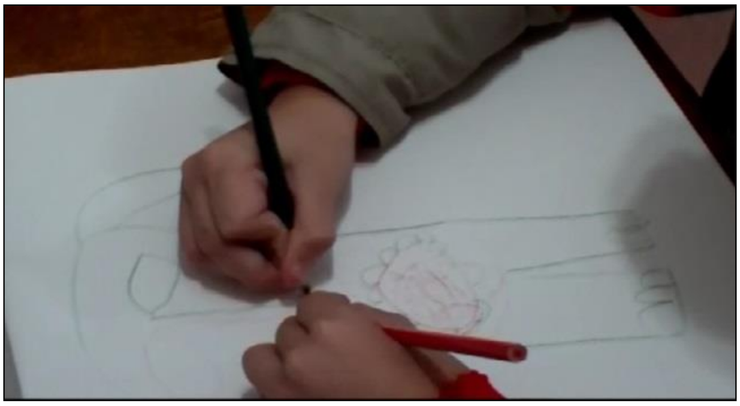
G: Esta.

P: A direita?

G: É. Eu sou muito bom.

Para demonstrar esta habilidade G desenhou um elefante utilizando as duas mãos, conforme figura 111 e anexo digital 8).

Figura 111 – Desenhando com as duas mãos.



Fonte: a pesquisa.

Conforme o neurologista Dr. Fernando Gustavo Stelzer[74], a ambidestria de G pode ser consequência da maturação inadequada do seu cérebro em relação a sua idade cronológica, ocasionado por problemas decorrentes das enfermidades que possui.

[74] Médico neurologista da Associação Pandorga, do município de São Leopoldo, instituição que recebe crianças autistas. Através de entrevistas, buscou-se, nesse profissional, auxílio durante a intervenção pedagógica e para a escrita desse trabalho.

Sobre a motivação demonstrada por G frente a diferentes atividades, ressaltam-se alguns aspectos. Conforme Levine (2003) e Bzuneck (2010), a motivação interna diz respeito ao desejo genuíno de enfrentar e realizar algo em interesse próprio. Na análise dos filmes das sessões de estudo, fica claro que o desejo de enfrentar novas situações se deu em função do seu julgamento sobre a sua capacidade de resolvê-las. Na fase de sondagem, frente à atividade com números romanos, G mostrou-se muito ansioso e tentou de todas as formas não enfrentá-la, pois considerava impossível compreender essa numeração, conforme já descrito no capítulo 6 e apresentado no anexo digital 5. Porém, por exemplo, nas atividades de números escritos por extenso, preocupação externada por G como não compreensível, demonstrou desejo de enfrentá-las, pois se sentia apto a aprendê-las. Quando essas tarefas (figura 112) eram completadas com sucesso, G externava a sua satisfação, conforme pode ser observado no anexo digital 9.

Figura 112 – Atividade no aplicativo *JClic* com números escritos por extenso.

Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

Esse mesmo comportamento, G demonstrou em diferentes momentos, evidenciando que quando se sente capaz, isto é, quando as atividades estão dentro da sua ZDP (Vygotsky, 2007), motiva-se internamente, e, ao contrário, quando percebe que não tem condições de compreender a atividade busca evitá-la.

Em relação à motivação externa, que segundo Levine (2003) é aquela que necessita de algum incentivo externo associado, G destaca em sua fala "*que prefere as atividades no computador, depois as com estas coisinhas* (material concreto) *e depois no papel*". Acredita-se que isso se deve a diferentes fatores, como o tempo de concentração, a motricidade e a disposição de G, que são diferentes frente aos recursos utilizados. Nas atividades aplicadas no papel, G se mostra mais disperso, conversa sobre vários assuntos, não mantendo a mesma concentração, motivação e persistência demonstrada frente às atividades no computador, o que pode ser consequência dos índices associados à velocidade de processamento e resistência à distração, que estão, conforme laudo de Farina (2012), em nível deficitário.

Outro fator que se ressalta quanto à motivação externa propiciada pelas atividades no computador, diz respeito ao afirmado por Howard-Jones (2012) sobre a multimodalidade de estímulos que a tecnologia oferece (imagens, sons, escrita) e que, em função disso, produz atividades cerebrais extras, superiores e acima daquelas produzidas ao experimentar cada modo separadamente, já que ativa diferentes partes do cérebro ao mesmo tempo.

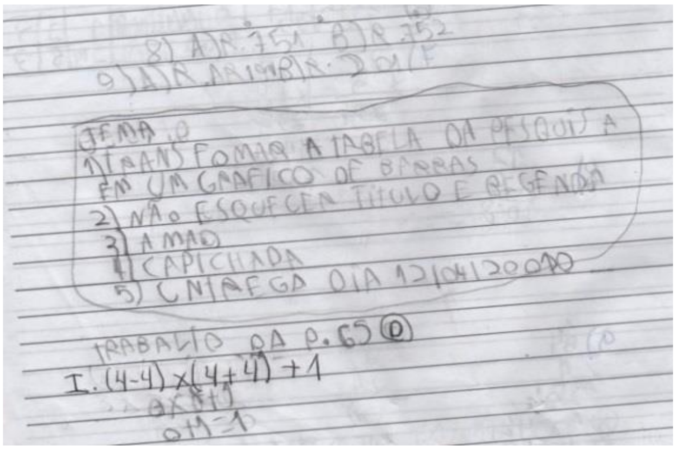
Sobre as escolas que G frequentou, ressaltam-se como importantes algumas constatações realizadas ao longo do período da intervenção pedagógica. Em 2010, G estava estudando na 5ª série do Ensino Fundamental, na escola A. Em uma das sessões de estudo, perguntado sobre a escola, relatou que estava gostando mais dessa série do que da anterior, pois nessa série tinha muitos professores e muitos colegas, alguns novos e outros já conhecidos e que gostava da professora de Matemática. Destacou a quantidade de conteúdos que copiava do quadro, que considerava "*muito*". Conta, também, que fez uma prova de Matemática, e que acreditava ter ido bem, pois só deixou duas questões em branco. Porém, ao ser questionado sobre o conteúdo matemático que estava sendo abordado em aula, não soube explicar, respondendo *"não lembro".*

Na semana seguinte, a pedido da pesquisadora, G trouxe o caderno, o livro de Matemática e a prova citada na sessão anterior. Sobre eles, destacam-se alguns aspectos, que descreve-se e analisa-se a seguir.

O livro adotado naquela série foi "A conquista da Matemática", dos autores Giovani Castrucci e Giovanni Júnior. G relatou que ele era utilizado para fazer exercícios: *"a professora diz onde e manda fazer".*

Na análise do caderno, foi possível observar que estavam sendo abordados, em sala de aula, os conceitos de expressão numérica no conjunto dos Números Naturais, quadrados mágicos e leitura e escrita de números de nove dígitos. O caderno de G estava desorganizado e com muitas marcas de borracha. Ainda sobre o caderno (figura 113), destaca-se a desorganização, muitas marcas de borracha e escritas feitas por outras pessoas.

Figura 113 – Caderno de Matemática de G.



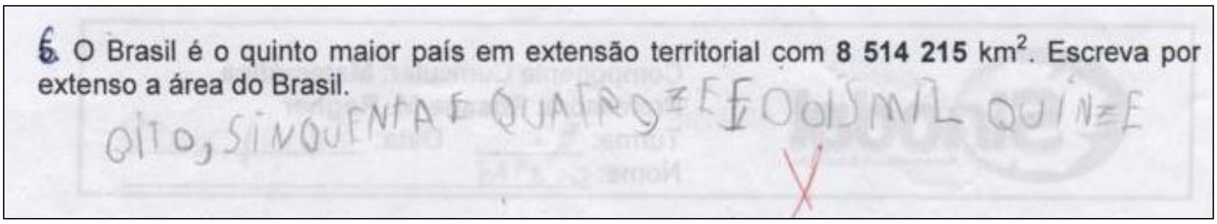
Fonte: caderno de Matemática de G

Porém, o aspecto mais relevante, foram as respostas emitidas por G, identificadas apenas pelo número da página e da questão que constava no livro, o que indicava que ele lia os enunciados das questões no livro e as respondia no caderno. Considera-se esse procedimento inadequado, já que, conforme laudo de Farina (2012) G apresentava alterações nos índices associados à velocidade de processamento da informação e elevado grau de distração (em nível deficitário).

O déficit de atenção de G também pôde ser observado em atividades aplicadas na sequência, por esse motivo, e por dificuldades na leitura e interpretação, optou-se por apresentar textos curtos e diretos nas atividades. Na sequência de atividades no papel, tomou-se o cuidado de deixar espaços em branco abaixo de cada questão, para amenizar os erros que poderiam ser cometidos por G apresentar dificuldades (organização, escrita, leitura e interpretação) e déficit de atenção.

Sobre a prova de Matemática, citada anteriormente, G acertou seis questões de vinte. Dos seis acertos, cinco não se relacionavam diretamente com conceitos matemáticos (título e fonte do gráfico). Na figura 114 está um exemplo de uma questão desta prova.

Figura 114 – Questão da prova de Matemática.


6. O Brasil é o quinto maior país em extensão territorial com **8 514 215** km². Escreva por extenso a área do Brasil.

Fonte: prova de G

Nessa mesma época, na fase de sondagem da investigação, foram aplicadas as provas operatórias de Piaget, que indicaram que G se encontrava no nível pré-operatório, pois oscilava entre a conservação e não conservação, e, outras vezes, não percebia a conservação, portanto, não estava em condições de compreender o conceito do número. Além disso, não realizava de forma correta a notação de números na casa da centena, escrevendo-os na forma decomposta. Logo, questões como a apresentada na figura 114 não poderiam ser trabalhadas com G, pois se encontravam muito distantes de suas reais condições cognitivas.

Salienta-se que, na 5ª e na 6ª séries, as provas de G foram as mesmas dos seus colegas, fato que se considera inadequado, pois não poderiam ser consideradas instrumentos avaliativos, já que, não eram adequadas ao seu estágio de desenvolvimento cognitivo matemático. Em relação à prova citada, demonstrou frustração pelo baixo número de acertos e comentou que *"os outros tinham conceito na prova e eu só um visto",* fato que não compreendia.

A respeito do espaço físico da escola A, destaca-se que não existia uma preocupação em relação a G. O prédio tinha três andares (sem elevador) e cada um dos professores tinha a sua própria sala (os alunos trocavam de sala após os períodos de aula). G apresentava dificuldades de locomoção (prótese em uma perna, órtese na outra e bacia aberta), dificultando a sua locomoção. Outro fator considerado inadequado, pois em função dos seus problemas físicos, G desgastava-se fisicamente e, por isso, sentia-se cansado, já que se locomover ao final dos períodos de aula exigia dele um grande esforço.

Também, na escola A, os aspectos pedagógicos (currículo e instrumentos de avaliação) não foram adaptados ao nível cognitivo de G. A escola oferecia, no turno inverso, aulas de reforço para os alunos que apresentavam dificuldades, porém o conteúdo e a abordagem pedagógica eram as mesmas do turno normal. Nesse contexto, G não conseguia evoluir, pois, não realizava estudos adicionais dos conceitos básicos em que apresentava dificuldades. Isso era de conhecimento da escola, conforme pareceres descritivos emitidos e que estão transcritos, nesse trabalho, no subcapítulo 5.3.3, o que dificultava ainda mais a sua evolução cognitiva em Matemática.

Sobre esses pareceres, destaca-se o parecer final da 2ª série (2007): *"Promovido*[75] *para a 3ª série"*, o que permite concluir que a escola A estava ciente das limitações intelectuais de G. Na 4ª série, percebe-se a preocupação da professora, em relação a um currículo individualizado para G, pois em seu parecer encontrou-se: "*Durante o primeiro trimestre,*

[75] Ser promovido significa que o aluno não alcançou os objetivos mínimos previstos, mas o conselho de classe opta pela passagem do aluno a próxima série.

realizaste atividades relativas ao currículo de primeiro ano a fim de continuarmos o processo de construção de leitura e escrita e as noções lógico-matemáticas. Na adaptação curricular em Matemática, foram trabalhados conteúdos como leitura e resolução de histórias matemáticas simples, envolvendo a adição e subtração com dezenas, a sequência e quantificação numérica até a centena, composição e decomposição dos números até a centena e a escrita dos números com dezenas – conteúdos que se referem ao processo inicial de numeralização (conceitos e conteúdos de 1º ano ao 3º ano do EF)".

Sobre a escola A, que G frequentou desde a Educação Infantil até a 6ª série, afirma-se que não atendia aos pressupostos de uma Escola Inclusiva, tanto nos aspectos físicos, como nos pedagógicos, pois, segundo Cardoso (2007), Brasil (1996) e Carvalho (2008), uma escola para ser inclusiva, necessita adaptar-se em relação ao espaço físico e ao seu fazer pedagógico. Destacam, esses autores, como pressupostos em relação ao pedagógico, a necessidade de respeitar os diferentes ritmos de aprendizagem, adaptando o currículo e (re)organizando os elementos espaciais, temporais e avaliativos.

Em 2012, G trocou de escola por conselho da pesquisadora e reflexões e discussões realizadas com G e sua família, indo estudar na escola B, na 7ª série. Essa escola apresenta, em seu plano pedagógico, a inclusão de alunos com NEE, principalmente, em relação ao espaço físico.

Destaca-se, da primeira sessão de estudo, de 2012, o diálogo entre G e a pesquisadora sobre a nova escola.

P: Primeiro me conta. Tu trocaste de escola?

G: Sim. Já fiz um montão de amigos. Sou bom em fazer amigos.

P: Tu é bom em fazer amigos?

G: Sou.

P: E por que tu trocaste de escola?

G: "A escola A", tu sabe como é. É muito puxado. Tinha aula todas as tardes. Agora posso dormir e depois estudar.

P: E como tu ficaste uns dias antes de ir para o colégio?

G: Tava nervoso. Envergonhado e nervoso.

P: Já foi sozinho?

G: Minha mãe entrou comigo. Fiz bastante amigos.

P: E os professores como são? E a matéria?

G: A professora de Matemática é meio irritadinha.

P: Irritada? Como é o nome dela?

G: Não sei. Mas ela sempre me dá folhinha para não precisar copiar.

P: Ela te dá folhinha? Que bom. Então tu podes ficar fazendo os exercícios.

G: Tirei dez na prova de Inglês.

P: Que bom G. Agora tu tens nota. E de Matemática tu já fez prova?

G: Sim. Mas não entregou. Tem novidade nova. Vou te mostrar. Tu me ensinas melhor e meu pai também (procura no caderno um conteúdo para mostrar à pesquisadora).

G: Em Português tirei 2.

P: Por quê?

G: Tive que copiar. Não deu tempo para copiar.

P: Tu tens que explicar para ela que tu não consegues copiar a prova e fazer, não dá tempo. Vamos olhar o teu caderno.

G: (G mostrou uma tabuada que estava dentro do caderno). *Tabuada.*

P: Tu podes usar ela?

G: Poder eu não posso. (Ele olhava a tabuada escondido).

P: Que linda esta tua letra. Que caderno organizado. E a professora fica te ajudando? Te deu estas folhinhas? Por que ela escreve com caneta vermelha? Tu já estás estudando raiz quadrada de números grandes?

G: Da raiz to levando uma surra. Tia Tania tu pode me ajudar?

P: Ela quer que tu faças assim?

G: Sim.

P: Ela quer que tu aprendas assim?

G: Sim. Estou levando uma surra. É difícil.

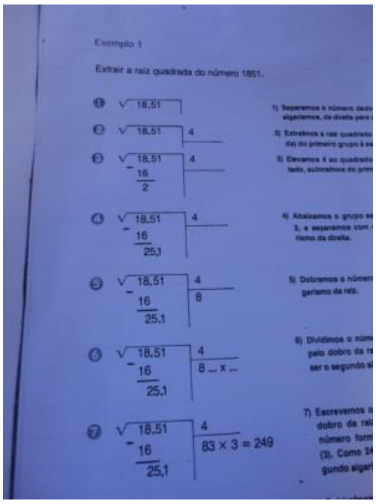
P: 7ª série é mais difícil.

G: Eu vou passar.

P: Claro, G.

G se referiu, nesse diálogo, ao algoritmo de resolução de raiz quadrada de números com mais de cinco dígitos e não quadrados perfeitos (figura 115) que foi um conteúdo abordado pela professora e avaliado em provas, absolutamente distante da capacidade de compreensão de G. Tal fato demonstra que a escola B também não leva em consideração as dificuldades de aprendizagem de G.

Figura 115: Algoritmo da raiz quadrada.



Fonte: material de estudo de G

G relata que alguns professores fazem cópias das atividades e, com isso, afirmou que percebe que tem mais *"tempo para pensar".* Porém, o conteúdo é apresentado para todos da mesma forma, não respeitando as individualidades e o tempo de aprendizagem. Mesmo assim, no primeiro e no segundo trimestre da 7ª série, não houve indicação de estudos de recuperação. Suas notas, em Matemática, foram 7,6 no primeiro trimestre e 7,5 no segundo trimestre. Como parecer descritivo, a escola colocou, no segundo trimestre *"Tuas atitudes e desempenho contribuem para a boa convivência escolar. Parabéns, continue assim".* Porém, observando as provas de G, as notas atribuídas nesses trimestres estão distantes dos acertos realizados nessas provas, isto é, a porcentagem de acertos não chega a 50%.

G se sente melhor nessa escola, mais acolhido, e destacou como grandes mudanças a carga horária e o espaço físico. Além disso, ressalta-se a preocupação da escola com o seu nível de cognição, pois, no final do 1º trimestre, solicitou aos pais de G um laudo cognitivo.

Apesar da escola B não se enquadrar nos pressupostos de uma Escola Inclusiva, mostrou-se mais receptiva e preocupada se comparada com a escola A, destacando-se a adaptação do espaço físico, atividades impressas com o objetivo de evitar cópias, provas mais curtas e o acolhimento. Porém, não houve, em nenhum momento, uma preocupação com a adaptação de um currículo para G, nem com a possibilidade de proporcionar aulas de reforço com recursos pedagógicos diferenciados.

Sobre as escolas de G, pode-se afirmar que ambas não respeitam os princípios básicos de uma Escola Inclusiva, indicados por Brasil (1996), Cardoso (2007) e Carvalho (2008), em especial, quanto à elaboração de um currículo individualizado que atenda o estágio cognitivo dos alunos com NEE, seus tempos de aprendizagem e instrumentos qualitativos de avaliação formativa.

8.2 CONCEITOS MATEMÁTICOS

Apresentam-se, neste item, as evidências da análise dos dados coletados durante a intervenção pedagógica, que se relacionam com o desempenho de G frente aos conceitos matemáticos abordados na sequência didática individualizada, tanto na sequência eletrônica quanto no papel.

8.2.1 Sistema de numeração decimal

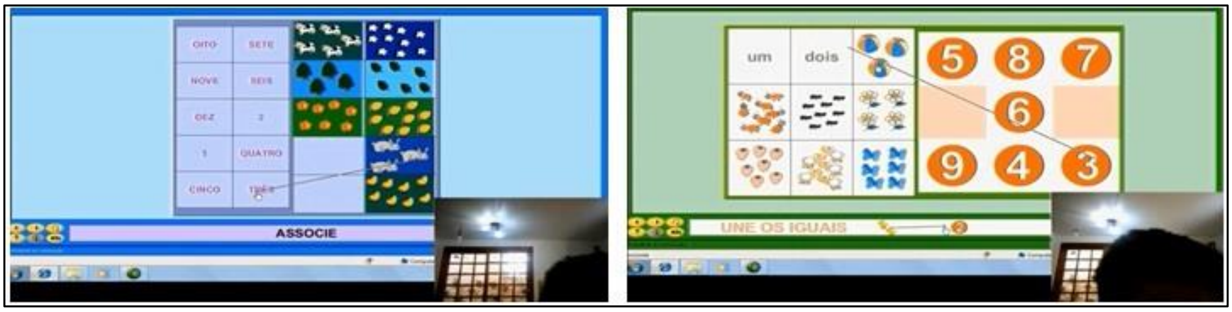
O nodo um, sistema de numeração decimal (SND), abordou os seguintes conceitos: origem do número, número (cardinalidade e ordinalidade), ordem crescente e decrescente, os sinais de maior, menor e igual, sucessor e antecessor de um número e o sistema de numeração decimal (unidade e dezena), utilizando como recursos, a sequência didática eletrônica, material de contagem, jogos, ábaco, material dourado, quadro valor lugar e atividades no papel.

Estes conceitos foram desenvolvidos durante 25 sessões de estudo assim distribuídas: 23 sessões de estudo (aproximadamente 26 horas), de setembro de 2010 a agosto de 2011, com a sequência didática eletrônica e 2 sessões de estudo (2h30min), nos meses de julho e agosto de 2012, com a sequência didática no papel.

A análise dos dados coletados na fase 1 da intervenção pedagógica (sondagem) evidenciou que G não percebia visualmente pequenas quantidades, contava de forma desorganizada, não reconhecia números escritos por extenso, não conhecia o significado das palavras antecessor e sucessor, confundia ordem crescente e decrescente e apresentava oscilações na compreensão da ordinalidade. Em função dessas dificuldades, iniciou-se a sequência didática individualizada com atividades que objetivaram ampliar o conhecimento de G em relação a esses conceitos. Exemplos dessas atividades e recortes dos diálogos entre a pesquisadora e G são transcritos a seguir e podem ser observados no anexo digital 10.

Na figura 116 encontram-se exemplos de atividades que uniam o reconhecimento de quantidades, numeral (cardinal) e da escrita do número por extenso.

Figura 116 – Cardinalidade.



Fonte: a pesquisa

No primeiro exemplo, G deveria relacionar a quantidade com o número escrito por extenso.

P: Tens que contar os objetos de cada desenho e unir com o número na outra coluna. Por qual queres começar?

G: Um.

P: Então tu procuras o um lá. Isto! Agora continua.

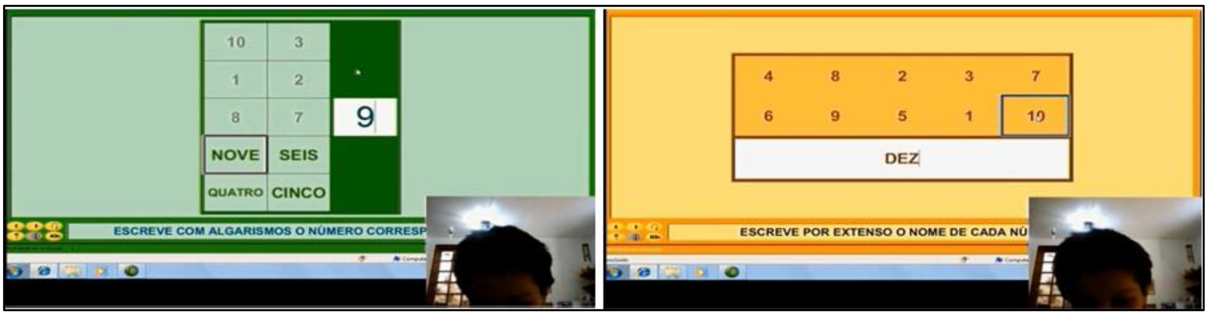
G: Dois, três, ... , dez.

P: Muito bom, G.

No segundo exemplo, o número foi apresentado com o seu numeral. G completou essas atividades rapidamente, encontrando ainda um pouco de dificuldade na contagem de quantidades maiores (a partir do 6), demonstrou satisfação e alegria ao completá-las, sorrindo e comemorando.

Outra série de atividades da sequência (figura 117) apresentava o numeral (símbolo e escrita por extenso), já que uma das dificuldades de G era a compreensão de que, essas duas representações, tinham um mesmo significado.

Figura 117 – Numeral cardinal.



Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

No primeiro exemplo, o número foi apresentado na escrita por extenso e G digitou o algarismo correspondente e, no exemplo 2, o contrário. Em ambas as situações G não encontrou dificuldades (além das ortográficas) e se manifestou dizendo *“Isto é fácil”.*

Para construir a série numérica, na ordem crescente ou decrescente, G oscilou muitas vezes, por não compreender o significado das palavras crescente e decrescente, perguntado se *“é do menor ao maior ou do menor ao maior”.* Na figura 118, exemplos de atividades de “ordem crescente”.

Figura 118 – Ordem crescente.

Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

Optou-se por esses exemplos em função de aspectos que demonstram um avanço cognitivo de G. Na primeira situação, os números estavam escritos por extenso, de onze a dezenove (números que G demorou muito a identificar) e a atividade era de “arrastar”, não de ligar.

P: O que é crescente?

G: O que cresce.

P: Então tu vais começar no maior ou no menor?

G: Menor.

G completa a atividade sem apresentar maiores dificuldades.

Na segunda situação os números estavam representados “por dedos”. Porém, destaca-se, que a partir da quantidade “7”, G não se preocupou em encontrar o próximo, isto é, percebeu que o “10” ocupava a posição correta, e depois encontrou o “8”. Essa foi a primeira vez que G completou uma sequência numérica “pulando números”.

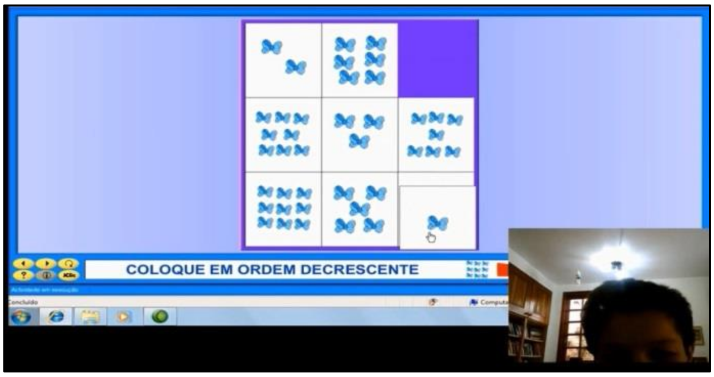
G: Sete é aqui né?

P: Será? Isso.

G: Dez aqui. Oito. (Bate palmas, externando satisfação).

Outra atividade analisada diz respeito à ordem decrescente (figura 119).

Figura 119 – Ordem decrescente.



Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

P: Decrescente agora. O que é decrescente?

G não inicia a série pela quantidade nove. Opta por iniciar pela quantidade um, mas a coloca na posição correta, conforme pode ser observado na figura 119. Completa a sequência, cometendo alguns erros na contagem. Em todas as atividades desse conceito G agiu da mesma forma, construindo a sequência na ordem crescente, mas colocando os elementos na posição correta de ordem decrescente. Questionado não soube explicar por quê.

Os conceitos de antecessor e sucessor foram apresentados a G no material de estudo (nodo um, janela 3) e em atividades criadas no aplicativo *JClic*. Na figura 120, exemplos de atividades relacionadas a esses conceitos.

Figura 120 – Sucessor e antecessor.

Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

P: Antecessor. Quem é o antecessor?

G: De 5?

P: É. O que é antecessor?(O número indicado na questão era o cinco).

G: (Responde 4).

P: Genial!!!

G completa com sucesso a atividade de antecessor.

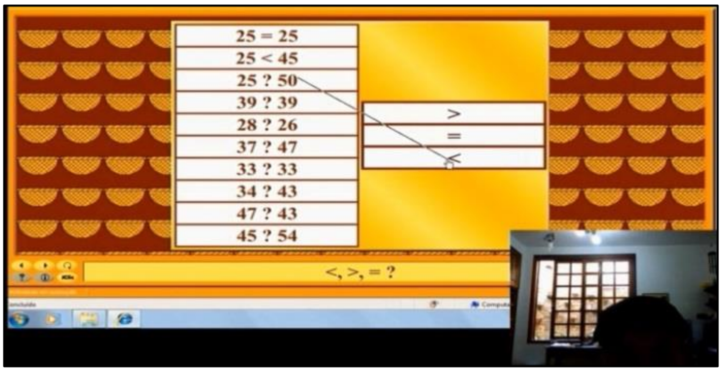
P: Escreve o sucessor. O que é sucessor?

G: Sucessor ...

Completa a atividade corretamente.

Outro aspecto trabalhado na sequência diz respeito aos símbolos de igual, maior e menor. Porém, salienta-se que o principal nessa atividade (figura 121) não diz respeito à utilização do símbolo correto, mas ao reconhecimento das quantidades expressas pelos números.

Figura 121 – Maior, menor ou igual.



Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

G: Que bonitinho!

P: Gatinhos no ninho. Esse é de botar os sinais, lembra?

G: Aaaaaahhhhhh! (demonstra que entendeu).

P: Lembra que antes tu estudaste e agora tu vais fazer.

Completa a atividade com poucas dúvidas, identificando quantidades “maiores e menores”.

No processo de aprendizagem do conceito de ordinalidade G oscilou muitas vezes. Em alguns momentos, no início da aplicação da sequência, demonstrava avanços e em outros dificuldades. Acredita-se que um fator agravante, em relação à compreensão da ordinalidade, deve-se ao fato de que enquanto trabalhava-se com esse conceito nas sessões de estudo, G, na escola, estava “aprendendo” frações, e talvez, por isso, não conseguia diferenciar o significado das notações, por exemplo, ¼ e 4º, e o que elas representavam. Através de atividades com material concreto, buscou-se explicar a G a diferença entre posição de objetos em uma fila e divisões de inteiros em partes. Após uma sessão de estudo, com aplicação de diferentes atividades (figura 111), G, apesar de fazer algumas perguntas, completou as questões de ordinalidade com maior compreensão e segurança, indicando que, apesar de pequeno, houve avanço neste conceito.

Porém, sobre a ordinalidade, é possível perceber a evolução de G, ao comparar dois momentos diferentes da intervenção pedagógica: o primeiro momento diz respeito às atividades do nodo um (setembro e outubro de 2010) e o segundo, à aplicação da sequência no papel (agosto de 2012). Durante o estudo do conceito e da aplicação das atividades que fizeram parte do nodo um, percebe-se as oscilações de G frente às atividades, conforme figura 122 e transcrição dos diálogos.

Figura 122 – Ordinalidade.

Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

No primeiro exemplo, G oscilou na contagem que nem sempre iniciou na primeira posição.

P: O número do telefone tem 8 dígitos. O primeiro espaço e o último espaço são o número nove. Então, escreve nove no primeiro e no último. Isso! O terceiro é o número zero. O penúltimo é o número três. O sexto é o número seis.

G: Sexto?

P: É. Conta lá da frente. Não, não, não. Aqui. Começa aqui.

G: One, two, three, quatro.

P: Não, começa de novo, tu te perdeu.

G: Um, dois, três, quatro, cinco.

P: O segundo é o número quatro.

G: Aqui?

P: O segundo. Aqui é o primeiro. O quinto número é o sete. O quarto é o 8.

O segundo exemplo, G diz não compreender.

P: Quem está entre o primeiro e o terceiro?

G: Não entendi.

P: Quem está entre o primeiro e o terceiro?

G: (Lê as opções de resposta). *Segundo, quarto, terceiro. Quarto*.

P: Não. (Desenha e mostra a solução).

No terceiro exemplo, G deveria ordenar os numerais ordinais.

P: Agora vai colocar do menor para o maior.

G: O quê?

P: Assim. (Lê a ordem apresentada). *Nono, sexto, primeiro, décimo, sétimo, quarto. Espera. O primeiro é o primeiro. Coloca aqui. Depois quem vem?*

G: Sexto, décimo, nono.

P: Não, décimo é o último.

G: (Mexe no primeiro).

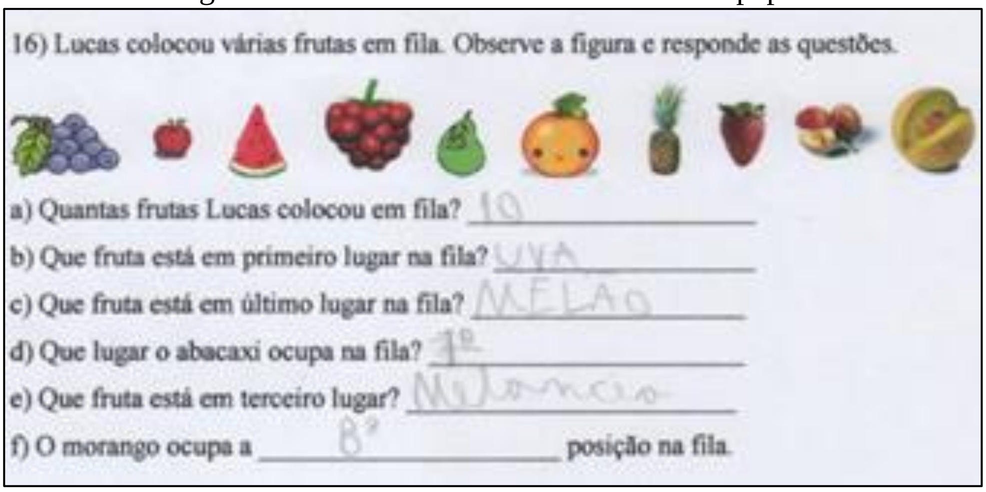
P: Deixa o primeiro lá. O primeiro estava no lugar certo. Quem vem antes, o sétimo ou o nono?

G: Sétimo.

P: Então coloca no lugar correto. Agora aperta aqui para ver se está certo.

No segundo momento, aplicação do conceito da ordinalidade na sequência no papel, G respondeu às atividades com segurança e corretamente, demonstrando uma ampliação significativa na compreensão desse conceito, conforme pode ser observado na atividade da figura 123 e na transcrição de partes dos diálogos entre a pesquisadora e G.

Figura 123 – Atividades de ordinalidade no papel.


16) Lucas colocou várias frutas em fila. Observe a figura e responde as questões.

a) Quantas frutas Lucas colocou em fila? 10

b) Que fruta está em primeiro lugar na fila? UVA

c) Que fruta está em último lugar na fila? MELÃO

d) Que lugar o abacaxi ocupa na fila? 7º

e) Que fruta está em terceiro lugar? Melancia

f) O morango ocupa a 8º posição na fila.

Fonte: atividades de G no papel

A atividade da figura 123 foi respondida por G rapidamente, corretamente e sem questionamentos. A seguir, a transcrição de outras atividades com esse mesmo conceito.

P: Qual a cor do carro que está em terceiro lugar.

G: Vermelho.

P: Isto. Então escreve vermelho. O carro amarelo está em .... lugar?

G: Segundo.

P: Isto. Qual a cor do carro que está em primeiro lugar?

G: Azul.

Em seguida foram apresentadas duas sequências, que foram completadas corretamente, conforme transcrição.

P: Complete as sequências. Primeiro, segundo, ..., quarto, ..., ..., sétimo.

G: Sexto (escreve no lugar correto). *Dois, terceiro, quinto.*

P: Isso. E agora. (Sequência de dois em dois). *Primeiro,*

G: Terceiro.

P: Quem vem agora?

G: Quinto.

P: Eeeeeeeeeeee!

G: Sétimo, oito. Sétimo, nono. É o nono.

A próxima atividade diz respeito à escrita simbólica do numeral ordinal.

P: Escreve o símbolo que representa. Sétimo. Como tu escreves o símbolo?

G: (Escreve corretamente). *Assim?*

P: Isso. Nono?

G: Ah, ah. (Escreve corretamente).

P: Vigésimo?

G: (Olha para P e demonstra surpresa).

P: Vigésimo. Vigésimo.

G: É vinte?

P: Isso. Vinte com símbolo de "gésimo".

G: (Escreve o símbolo de vigésimo corretamente). *Décimo terceiro.*

P: Sim, muito bom.

Sobre o conceito de seriação, em uma sessão de estudo, em julho de 2012, G ao realizar uma tarefa com esse conceito, mais uma vez não conseguiu completar as sequências de forma correta, conforme figura 124.

Figura 124 – Atividade de seriação.

Fonte: a pesquisa

Segundo o laudo de Coelho e Kaefer (2012), G apresenta um prejuízo significativo no conceito de seriação (em nível deficitário), o que pode justificar a dificuldade na compreensão desse conceito e, consequentemente, do número ordinal.

Sobre as atividades realizadas com os conceitos que envolvem o estudo do Sistema de Numeração Decimal (unidade, dezena, valor posicional), destacam-se alguns episódios que comprovam a evolução de G nesses conceitos. Tais episódios compõem o anexo digital 11 e são transcritos a seguir.

Salienta-se, como passo inicial, a contagem de 10 em 10 (reconhecimento das dezenas exatas), realizada de forma aleatória ou em uma determinada ordem, conforme figura 125.

Figura 125 – Contando dezenas exatas.

Fonte: a pesquisa

Na atividade do exemplo um (jogo *online)*, as dezenas exatas eram representadas por patinhos. A cada número apresentado, G deveria clicar no “patinho” correspondente. Esses números eram apresentados aleatoriamente.

Durante a realização da atividade do exemplo 2 (digitar o número que correspondia a cada sapo, em ordem crescente, de dez em dez), a pesquisadora relembrou a G que ele deveria utilizar a mesma lógica da atividade do exemplo um.

G: 10.

P: Agora pensa no patinho.

G: Ah! Esse é vinte.

P: Isso aí. De dez em dez.

Outro bloco de atividades foi dedicado à composição e decomposição de números, conforme figura 126.

Figura 126 – Compondo e decompondo números.

Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

P: Dezenove. O que é? Escuta: dezenove.

G: Mais nove.

P: Dez mais nove. Então procura onde está dez mais nove.

G: Aqui.

P: Isso. Dezenove é lá em cima. O primeiro. Quem é quinze?

G: Quinze é ...

P: Dez mais?

G: Cinco.

P: Isto. Então procura.

Esta atividade corrobora com o que foi afirmado anteriormente sobre a compreensão, por parte de G, dos números de onze a quinze. Na sondagem e no início da intervenção pedagógica, G não compreendia e não reconhecia esses números.

Quanto à composição de números, ressalta-se:

G: Dez (pensa) *Vinte e oito* (calcula rapidamente 10 + 10 + 8).

Em outra atividade:

P: Quanto é dez mais dez mais um?

G: Ah?

P: Dez mais dez é?

G: 20.

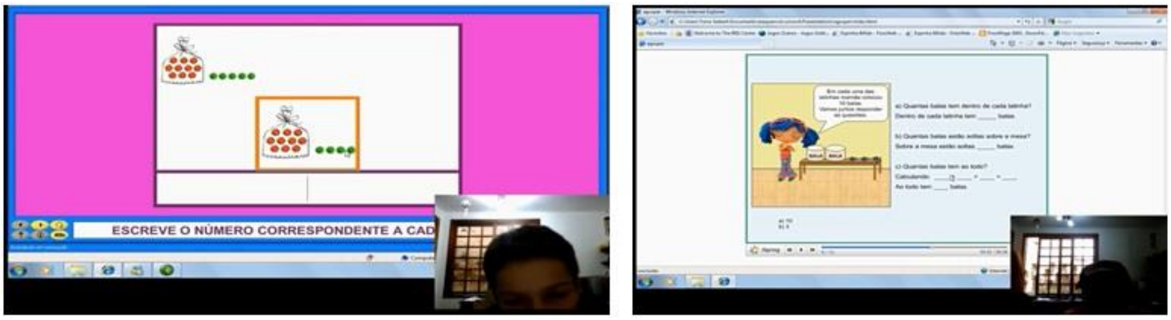
P: Mais um?

G: Vinte e um.

Outra atividade de composição de números (figura 126, exemplo 3) foi apresentada a G, com notas e moedas, objetivando o seu reconhecimento. Foram poucos os questionamentos realizados e G concluiu a tarefa corretamente.

Sobre as atividades de “formar grupos de dez”, destacam-se dois momentos, conforme figura 127.

Figura 127 – Formando grupos de 10.



Fonte: a pesquisa

No primeiro exemplo, G conta as quantidades das duas situações, comparando uma com a outra.

G: Um, dois. Um, dois (conta um e dois em cada situação). *Três, quatro. Três, quatro* (conta três e quatro em cada situação). *Então vou escolher este* (o menor). *Dez, onze doze, treze, quatorze.* (Digita 14). *15 (rapidamente, refere-se à situação restante).*

P: Muito bom!

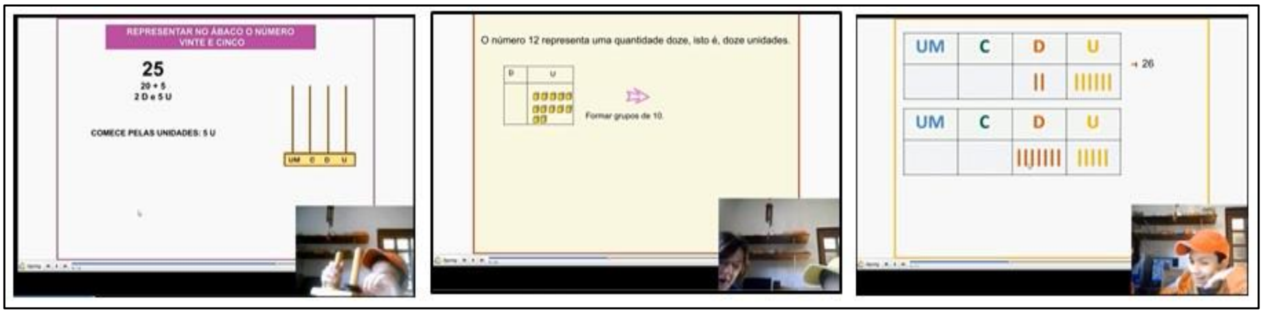
No segundo exemplo, G conta rapidamente “as balas”, mesmo sendo o grupo de dez representado por “uma latinha”, sem que ele possa “enxergar a quantidade dez”.

P: Quantas têm ao todo?

G: 10, 20, 21, 22, 23.

Quanto à utilização do ábaco, material dourado e QVL (figura 128), transcreve-se recortes de diálogos.

Figura 128 – Recursos didáticos



Fonte: a pesquisa

No primeiro exemplo, G utiliza o ábaco (material concreto) para representar o número 25.

G: Um, dois, três, quatro, cinco (conta e coloca cinco argolas na haste das unidades). *Um, dois* (conta e coloca duas argolas na haste das dezenas). *Duas dezenas e cinco unidades.*

P: Perfeito.

No segundo exemplo da figura 128, a utilização do material dourado.

P: Com o material dourado. Vamos ver se tu lembras. O que é este aqui? (mostra a barra do material dourado).

G: Dez. Dezena.

P: Isso. E esse? (mostra o cubinho).

G: Unidade.

P: Isso. Muito bem. Quantos destes eu preciso para trocar por este?

G: Dez.

P: Ok. Doze. Certo? Como o doze é maior que dez, eu tenho que...

G: Pegar uma dezena e dois cubinhos.

P: Isso! Uma dezena e dois cubinhos. Eu não sei o que dizer. Eu estou encantada, meu amor. Agora tu entendeste.

Sobre a utilização do quadro valor de lugar (terceiro exemplo da figura 128) salienta-se:

P: O número quinze. Lembra que o quinze tem quantas dezenas?

G: Quinze. Uma dezena e cinco unidades.

Em outra atividade:

P: Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete (conta os palitos das dezenas).

G: Setenta (tem muita dificuldade para pronunciar setenta).

P: Um, dois, três, quatro, cinco (conta as unidades).

G: Setenta e cinco.

P: Quantas unidades eu tenho que trocar?

G: Dez.

P: E dez unidades é a mesma coisa que?

G: Uma dezena.

As atividades transcritas comprovam a evolução de G no entendimento do conceito de dezena e unidade e das “trocas” que devem ser feitas no SND.

Da aplicação de atividades adaptadas dos estudos de Graham et al (1996), destacam-se alguns diálogos, transcritos a seguir.

P: Para ganhar um prêmio G tem que escolher uma ficha entre o número 2 e 7. A ficha premiada é aquela que está mais próxima do número 5. (Leitura da atividade).

G: 2 e 7.

P: Está aqui o 5. Tu tem a ficha 2 e 7. Qual tu tens que escolher? Tem que ficar mais perto, o mais próximo de 5.

G: 2.

P: Por quê?

G: 3 (conta de 2 a 5). *2* (conta de 5 a 7). *Então é o 7.*

P: Muito bom.

Dessa atividade, (Graham et al (1996), nível 1 – relações numéricas), destaca-se a estratégia utilizada por G, de contar “a diferença” entre 2 e 5, e 5 e 7, e optar pelo menor resultado, demonstrando compreensão da atividade sugerida e opção por uma estratégia correta para resolvê-la. Além disso, outra vez, encontrou o resultado por contagem, sem necessitar de recurso concreto.

P: *Eu vou fazer mágica contigo. Cinco.* (mostra cinco cubinhos).

G: Tá.

P: Coloco para trás. Então vou dividir em duas mãos. Entendeu?

G: Sim.

P: Vou botar um pouco em uma mão e um pouco na outra. O que eu posso ter nessa mão?

G: Dois.

P: Se eu tiver dois aqui, quanto eu tenho na outra mão?

G: (Pensa). *Três.*

P: Muito bem.

G: Tu vai trocar?

P: Vou trocar. Como pode estar agora?

G: Quatro nessa mão ou uma nessa outra.

P: E agora?

G: Cinco. Dividindo... (mexe nos dedos e não encontra outra alternativa).

P: Quer ver?

G: (Começa a rir, pois a pesquisadora mostra cinco em uma mão e nenhum na outra).

Na aplicação dessa atividade, sugerida por Graham et al (1996) (nível 1 – decomposição), foi possível perceber a evolução de G ao responder às questões. Resolveu as questões "pensando" e encontrando "quantos faltavam".

P: Pega esses dois cubinhos na tua mão e sente eles.

G: Sim.

P: Agora pega um monte. Quantos tu conseguires pegar. Fica sentindo.

G: Sim.

P: Se aqui tem dois, quantos tu achas que tu tens aqui?

G: Acho que tem vinte.

P: Vinte. Então vamos ver.

G: (conta).

P: Vinte e quatro. Chegou muito perto. Tem um jeito de contar que é mais fácil que contar de um em um? Como tu poderias contar?

G: Seis.

P: De seis em seis?

G: Não. Tem um que faz de 10. Dez, dez. Duas vezes dez mais quatro.

P: Eu não acredito no que tu disseste. Duas vezes o dez mais quatro. É um gênio. Um gênio.

Esse diálogo, que ocorreu na aplicação de uma atividade, evidencia dois aspectos. A capacidade de G em realizar estimativas numéricas e a estratégia de contagem relatada por G, formando grupos de dez, identificando em "vinte e quatro", dois grupos de dez mais quatro, fatos que demonstram a evolução nesses aspectos.

Das atividades da sequência no papel, aplicadas no segundo semestre de 2012, destacam-se algumas situações.

P: Vamos lá. Vamos ver se tu te lembras. 42. O quatro é centena, dezena ou unidade?

G: Dezena.

P: O que é o 2?

G: Unidade.

P: Lembra que uma dezena é igual a ...

G: 10.

Outro exemplo:

P: (mostra o número sessenta e cinco representado em um ábaco). Seis é centena ou dezena?

G: Dezena.

P: Então aqui o que tu vai contar. Um, dois, três, quatro, cinco, seis.

G: Sessenta.

P: Seis dezenas. Um, dois, três, quatro, cinco. Eu tenho cinco.

G: Sessenta e cinco.

P: Isso.

Sobre o valor posicional, transcreve-se uma atividade.

P: Qual é o valor do algarismo dois no número vinte e sete?

G: Ah?

P: Vinte e sete. Marca no ábaco o vinte e sete.

G: (Representa no ábaco).

P: O dois está no lugar de quem?

G: Dezena.

P: Então vale?

G: Vinte.

P: Isso. Qual o valor do algarismo dois no número setenta e dois. Marca no ábaco.

G: (representa no ábaco). Dois.

P: Isso mesmo, porque o dois é unidade.

P: Qual é o número maior. Seis dezenas ou cinco dezenas e oito unidades.

G: (Pensa).

P: Escreve aqui do lado o que é seis dezenas.

G: (Escreve 60). *Sessenta.*

P: Cinco dezenas e oito unidades.

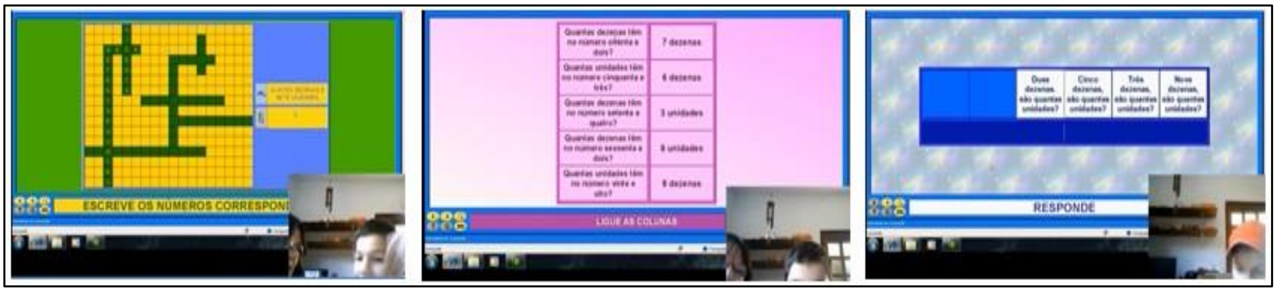
G: (Escreve 58). *Sessenta.*

P: Isso. Que número é o menor. Cinco dezenas ou quatro dezenas e nove unidades?

G: Quatro.

Da observação da resolução dessas atividades, é possível afirmar que G compreendeu o valor posicional dos algarismos dentro de um número e as noções de maior e menor. A realização de outras atividades na sequência eletrônica confirmam essas afirmações (figura 129).

Figura 129 – Atividades do Sistema de Numeração Decimal.



Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

Da atividade de palavras cruzadas (exemplo 1 da figura 129), ressalta-se:

P: Quatro dezenas.

G: Quarenta.

P: E?

G: Quarenta e sete.

P: Isso. Duas dezenas?

G: Vinte.

P: Eu não posso acreditar. Isso é maravilhoso demais. Eu estou me enchendo de alegria.

Das atividades de relacionar (figura 129, exemplos 2 e 3), destaca-se:

P: Quantas dezenas têm no número oitenta e dois?

G: Oito dezenas.

P: Nove dezenas?

G: Nove. Noventa.

P: Uma dezena quantas unidades são?

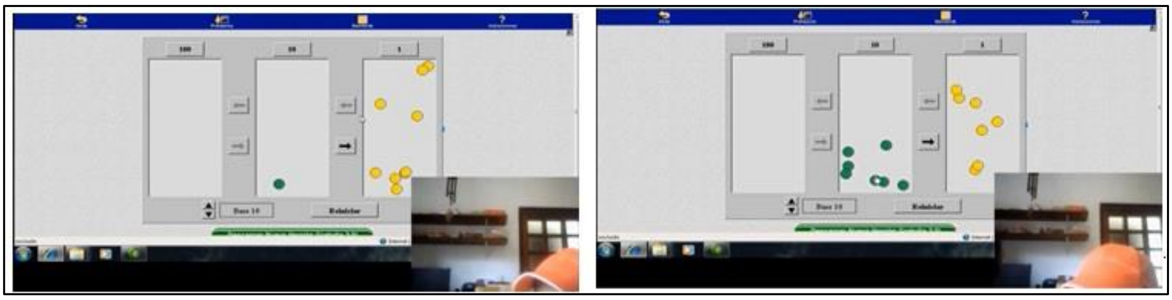
G: Dez.

P: Duas dezenas quantas unidades são?

G: Vinte.

Na utilização do ábaco virtual, salientam-se duas situações, conforme figura 130.

Figura 130 – Ábaco virtual.



Fonte: a pesquisa

P: Agora clica na flecha. Então o que tu tinhas?

P e G: Uma dezena e um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete, oito unidades.

P: Quanto tu tinhas então?

G: Dezoito.

P: Dezoito. Coisa mais linda!

P: Que número tu tinhas?

G: Dez, vinte, trinta, quarenta, cinquenta, sessenta, setenta (conta nomeando a dezena).

P: Setenta.

G: Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete. Setenta e sete.

P: Setenta e sete.

Na análise dos dados coletados durante a investigação, percebeu-se que foi nos conceitos do nodo um (SND) que G encontrou maior dificuldade e, por isso, foi o nodo que levou mais tempo para ser desenvolvido. Porém, foram, justamente, os conceitos de maior importância para a ampliação da sua cognição em Matemática.

Ressaltam-se as recomendações de Graham et al (1996), ou seja, a organização das atividades em níveis e em diferentes conceitos, incorporadas à sequência didática desenvolvida. Concorda-se com a afirmação desses autores sobre a importância da compreensão do número, em especial do valor posicional, para o desenvolvimento das técnicas operatórias da adição e subtração.

Da análise dos dados coletados, durante a aplicação das atividades que compuseram o nodo um (SND) da sequência didática individualizada, tanto das atividades da sequência didática eletrônica, quanto das atividades com recursos didáticos concretos e das desenvolvidas no papel, é possível afirmar que, apesar de ter necessitado de um longo tempo, de muitos recursos, de repetição e de recursividade, G ampliou as noções sobre os conceitos trabalhados neste nodo. Enfatiza-se que tal nodo é considerado essencial para o desenvolvimento dos conceitos envolvidos nas operações de adição e subtração, na resolução de problemas do cotidiano e na manipulação do sistema monetário, essenciais para que G adquira Autonomia Social em Matemática.

8.2.2 Adição

O nodo dois, adição, abordou os seguintes conceitos: diferentes ideias envolvidas na adição, algoritmo horizontal e vertical (sem e com transporte), número par e ímpar, propriedade comutativa e resolução de problemas aditivos. Esses conceitos foram desenvolvidos durante 10 sessões de estudo (aproximadamente 16 horas), de agosto a outubro de 2011.

Durante a sondagem, foi possível verificar que G tinha poucos fatos numéricos, o que se considera importante, pois auxiliam em outras atividades, principalmente na resolução de problemas. Em função disso, iniciou-se o nodo dois com atividades básicas de adição, conforme pode ser observado no anexo digital 12 e na transcrição de diálogos, que evidenciam a aquisição, por parte de G, de resultados de adições básicas.

Na figura 131 estão exemplos de atividades com o algoritmo do tipo: 5 + 3.

Figura 131 – Algoritmo um.

Fonte: a pesquisa

Da primeira atividade exemplificada na figura 131, destaca-se que G adiciona uma parcela, partindo da outra (na grande maioria das vezes, da maior parcela), evidenciando um avanço significativo na adição.

G: (4 + 7) *Oito, nove, dez, onze. É onze, né?*

P: Sim.

Esse fato também pode ser observado em atividades realizadas no papel.

G: Três mais oito.

P: O que se põe na cabeça?

G: Oito. Nove, dez, onze (conta nos dedos).

P: Isso!

A atividade apresentada no exemplo dois da figura 131, foi respondida por G, com rapidez e de forma correta.

No exemplo três, as adições apresentadas são com três parcelas, mesmo assim, G não encontrou dificuldades.

P: Agora é somar e achar a resposta.

P: Cinco mais dois?

G: Cinco mais dois é sete.

P: Mais um?

G: Oito.

G: Dois mais um é três. Três mais dois é... Espera.

P: Quer riscar aqui?

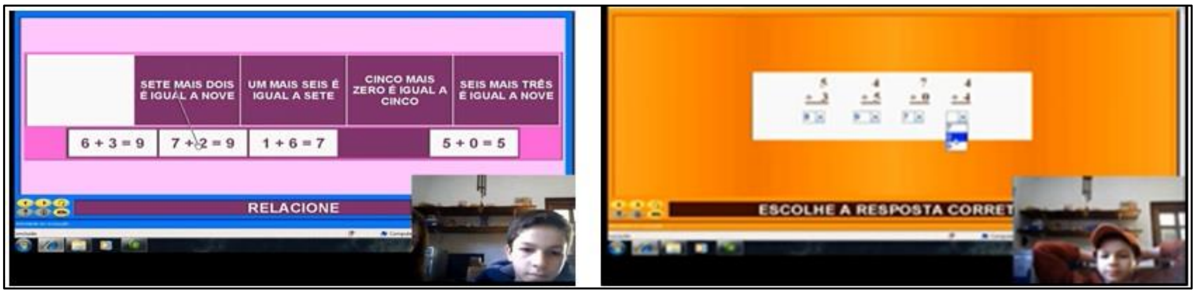
G: Cinco.

G: Seis mais dois. Sete. Oito.

P: Isso.

Outras situações foram apresentadas em diferentes atividades, como em sentenças matemáticas escritas por extenso e em simbologia matemática, que deveriam ser relacionadas, e em atividades com o algoritmo vertical (figura 132). Essas atividades foram resolvidas por G sem que esse encontrasse problemas.

Figura 132 – Sentença matemática e algoritmo vertical.



Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

Com a utilização de jogos disponíveis na *Internet* como recurso didático, iniciou-se uma fase na qual se introduziam alguns desafios, como dar o resultado da adição para que G encontrasse a “pergunta” e descobrisse “segredos” de sequências numéricas, conforme exemplos da figura 133.

Figura 133 – Jogos *online* – Adição 1.

Fonte: a pesquisa

Para pintar o desenho (primeiro exemplo da figura 133), G deveria clicar sobre uma das cores da paleta, que indicava o resultado da adição e encontrar os cálculos correspondentes a esse resultado.

P: Agora tu vais para outra cor. Verde. Cinquenta. Tu tens que achar que contas tem como resultado cinquenta.

G: (Escolhe outra cor que dá como resultado 20 e "pinta as "contas").

Embora estivesse conseguindo realizar a atividade, não teve paciência para concluí-la, mas compreendeu o seu objetivo.

O segundo exemplo da figura 133, refere-se à adição que respeitam um critério (Progressões aritméticas).

P: Quanto é vinte e três mais três?

G: Vinte e três mais três é (pensa). *Vinte e seis.*

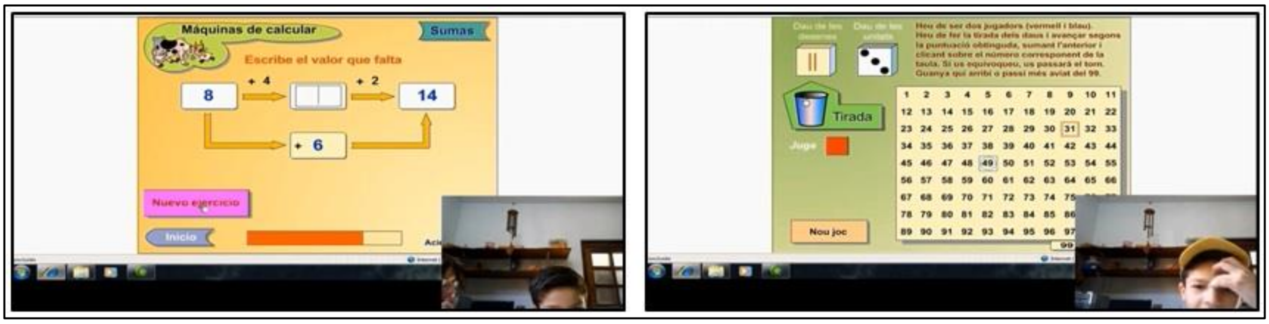
P: Vinte e seis. Quanto é vinte e seis mais três?

G: Vinte e nove.

P: Bom.

Na figura 134 outros exemplos de jogos *online.*

Figura 134 – Jogos *online* – Adição 2.



Fonte: a pesquisa

No primeiro exemplo, "máquina de calcular", a incógnita encontrava-se em diferentes posições. Porém, G conseguiu responder às questões.

P: Que número tu vais colocar aqui que mais dois dá três?

G: Mais um.

P: Isso. Quanto é oito mais quatro? Ligeiro que o tempo está passando. Ligeiro.

G: Doze.

P: Isto.

Além da incógnita se encontrar em diferentes posições, esse jogo contava o tempo, novo desafio imposto a G.

O segundo jogo da figura 134 trazia como desafios a representação do número de forma simbólica e adições que poderiam apresentar transporte.

P: Que número deu ali?

G: Trinta e quatro.

P: *Então espera que eu tenho que fazer a minha conta. Quinze mais trinta e quatro. Quarenta e nove. Então eu tenho que ir para o...*

G: Quarenta e nove.

P: Quarenta e nove. Agora é a tua vez de atirar.

G: (Joga).

P: Que número deu?

G: Trinta e um.

P: Trinta e um mais vinte e três.

G: Trinta e um mais vinte e três?

P: Isso.

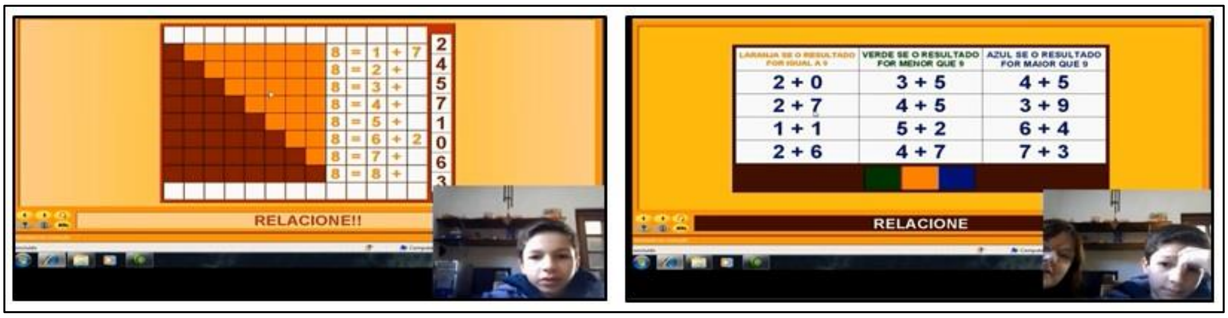
G: Dá cinquenta e quatro (faz o cálculo mentalmente).

P: Isso, marca no cinquenta e quatro.

Nessa atividade, destaca-se o reconhecimento do número apresentado de forma simbólica, a compreensão das regras do jogo e o cálculo realizado mentalmente. Esses fatos evidenciam a ampliação dos conhecimentos matemáticos de G.

As duas atividades apresentadas na figura 135 foram desenvolvidas no aplicativo *JClic,* com o objetivo de reforçar atividades sugeridas por Graham et al (1996), como a decomposição de números (no exemplo um a decomposição do número 8) e relações numéricas (exemplo dois da figura 135).

Figura 135 – Atividades de adição.



Fonte: a pesquisa

Na atividade do segundo exemplo da figura 135, G deveria realizar a adição e comparar o resultado.

P: Tu vais olhar aqui. Laranja, se o resultado for igual a nove. Então, vais ligar aqui (retângulo laranja). *Verde, se o resultado for menor que nove. Azul, se o resultado for maior que nove. Dois mais zero, quanto é?*

G: Menor.

P: Isso. Então, é o verde. Clica no verde. Dois mais sete?

G: Nove.

P: Então é no laranja, porque é igual. Isso.

G: (1 + 1). *Menor.*

P: Sim.

G: (2 + 6). *Oito. Menor.*

P: Isso.

G: (3 + 5). *Menor.*

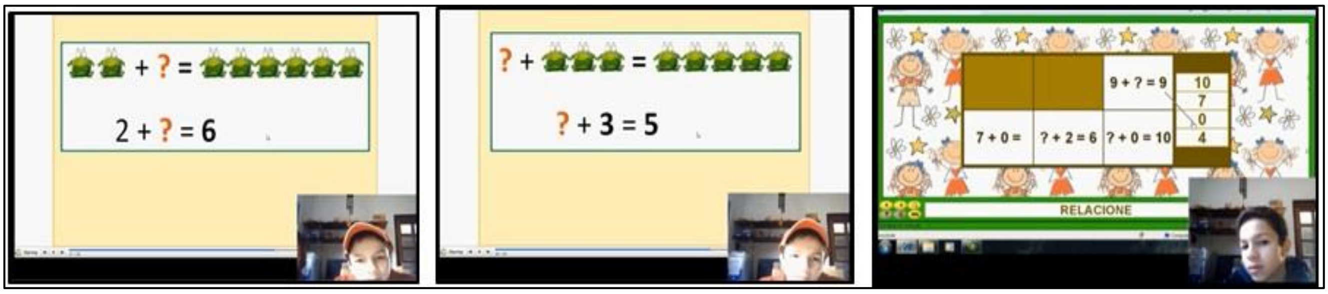
G: (4 + 5). *Maior? Igual.*

G: (4 + 7). *Maior.*

G compreendeu a atividade e resolveu as questões, fazendo poucos questionamentos.

Outro aspecto trabalhado na intervenção pedagógica, no nodo da adição, é a mudança na posição da incógnita, conforme pode ser observado nos exemplos de atividades da figura 136.

Figura 136 – Incógnita em diferentes posições.



Fonte: a pesquisa

P: Quatro mais três?

G: (Conta). *Sete.*

P: E agora. Cuida. Dois mais quantos vai dar seis?

G: (Pensa). *Dois mais quatro.*

P: Isso. E agora? Quanto mais três vai dar cinco?

G: Quanto mais três vai dar cinco? Dois.

P: Quanto mais um dá oito?

G: Mais um que dá oito? Sete.

P: Quanto mais zero dá quatro?

G: (Liga no quatro).

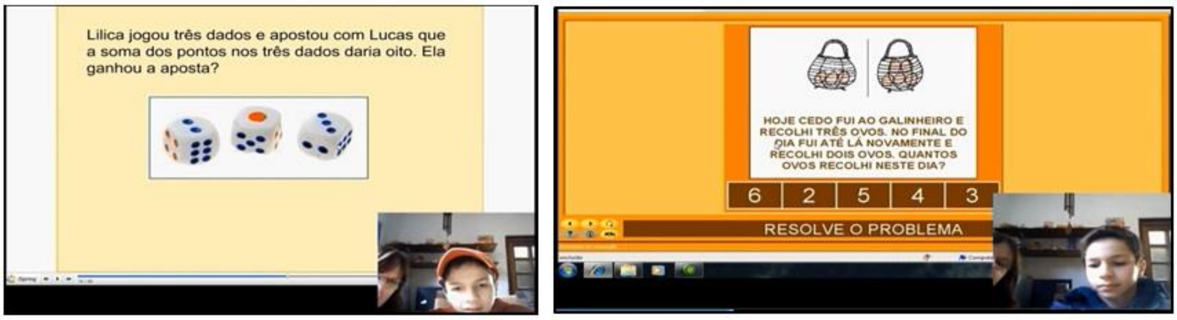
P: Quanto mais nove dá nove?

G: Zero.

Outro aspecto a ser ressaltado (exemplo três) foi o entendimento do "zero" demonstrado por G nas respostas emitidas por ele.

Além das atividades descritas, abordaram-se, no nodo dois, problemas envolvendo a operação de adição. Exemplos desses problemas são transcritos a seguir e podem ser contemplados no anexo digital 13. Iniciou-se com pequenos problemas, nos quais G poderia optar pelo recurso da contagem, conforme exemplos da figura 137.

Figura 137 – Problemas aditivos – 1.



Fonte: a pesquisa

P: Lilica jogou três dados e apostou com Lucas que a soma dos pontos nos três dados daria oito. Ela ganhou a aposta?

G: Um, dois, três, quatro, cinco, seis. Não.

Nesse problema G utilizou as marcas do dado e contou todos os pontos. Já no segundo exemplo, utilizou os dedos, três em uma mão e dois na outra, contando a partir do três.

P: Hoje cedo, fui ao galinheiro e recolhi três ovos. No final do dia, fui até lá novamente e recolhi dois ovos. Quantos ovos eu recolhi neste dia?

G: Três. Tá. Cinco.

A figura 138 apresenta dois exemplos de problema com objetivos diferenciados. O primeiro se refere à inclusão de duas diferentes subclasses (meninos e meninas) em uma classe (crianças). O segundo contextualiza o estudo do sistema monetários brasileiro.

Figura 138 – Problemas aditivos – 2.

Fonte: a pesquisa

P: Responda. Quantas meninas estão na ilustração?

G: Duas.

P: Certo. E meninos?

G: Três.

P: Certo. E crianças?

G: Cinco.

P: Isso. Gostou?

G: Amei.

Destaca-se que nos dois exemplos da figura 138, os números dos problemas estão escritos por extenso, buscando sanar uma das dificuldades apresentadas por G na sondagem, o reconhecimento dos números nessa notação.

G: O que eu achei mais tri é esse aí.

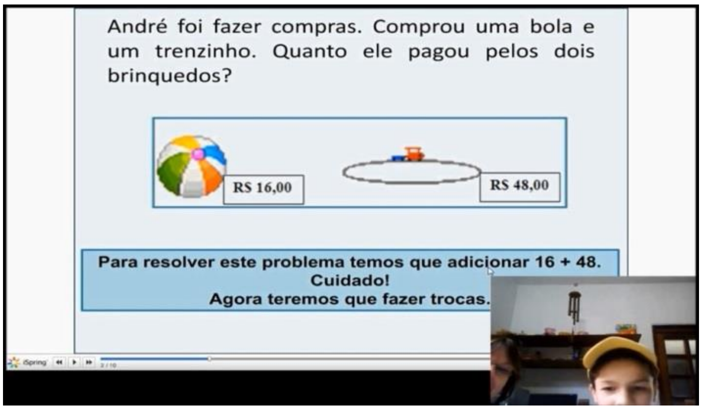
P: O ingresso para montanha russa é seis reais e para o carrossel é três reais. Pedro andou uma vez na montanha russa e uma vez no carrossel. Quanto ele gastou?

G: Oito. Nove.

P: Nove. Ok.

Outro passo na resolução de problemas foi introduzir algoritmos com dezenas e com transporte, conforme pode ser observado na transcrição da situação exemplificada na figura 139.

Figura 139 – Problemas aditivos – 3.



Fonte: a pesquisa

P: André foi fazer compras. Comprou uma bola e um trenzinho. Quanto ele pagou pelos dois brinquedos?

G: Dezesseis mais quarenta e oito.

P: Então vai.

G: Nove, dez, onze, doze, treze, quatorze (adiciona as duas parcelas partindo da maior). *Seis.*

P: Seis. Quanto ele pagou?

G: Sessenta e quatro.

Em outra situação, resolvendo um problema apresentado no papel, externa seu pensamento.

G: Doze mais oito. Isto é fácil. (conta oito mais dois). *Dez. Vinte.*

Durante a última sessão de aplicação do nodo da adição, G surpreendeu ao se autoavaliar (anexo digital 14).

G: É incrível.

P: O quê?

G: Como eu evoluí.

P: Tu evoluíste muito, meu amor. Tu lembras só, até tu entenderes "bota na cabeça" o maior?

G: Eu me lembro. Tu estava fazendo com as coisinhas (mostra palitos de contagem).

P: Com os palitos.

G: Trabalho com Nescau com preço.

P: Com preço. Tu te lembras de tudo isso?

G: Sim.

P: Lembro que a gente pegava rótulos, tu olhavas os preços. Agora nós temos muitos joguinhos. Jogos na Internet. Está ficando bonitinho. Mas eu agora te olhei: nove mais três (coloca a mão na cabeça) *nove;* (conta três nos dedos).

G: Doze.

P: Coisa mais amada. Colocando dezena em cima de dezena. Tudo muito certinho.

G: Aquele tempo quando eu nem conseguia fazer.

P: Tu lembras quando fazíamos aqui? (mostra o QVL de papel). *Colocava unidade aqui, dezena ali. Agora tu já fazes no papel. Isso é muito bom.*

Este diálogo confirma a evolução cognitiva de G em relação aos conceitos matemáticos que foram abordados no nodo dois (adição).

8.2.3 Subtração

O nodo três, subtração, abordou os seguintes conceitos: diferentes ideias envolvidas na subtração (tirar, quantos faltam, quantos a mais, diferença), algoritmo horizontal e vertical (sem e com transporte) e resolução de problemas. Esses conceitos foram desenvolvidos durante 6 sessões de estudo (aproximadamente 9 horas), de novembro a dezembro de 2011.

Como na adição, iniciou-se o nodo três com atividades básicas, conforme pode ser observado no anexo digital 15 e na transcrição de diálogos. Na figura 140, exemplos de jogos *online* do nodo da subtração.

Figura 140 – Jogos *online* subtração 1.

Fonte: a pesquisa

Esses dois jogos tem em comum o objetivo de encontrar “quantos faltam para dez”.

P: Tu tens aqui o número um. Quantos faltam para dez?

G: (Marcou a resposta correta). Tenho quatro?

P: Tenho quatro. Quantos faltam para dez?

G: Seis.

P: Agora tu tens o seis. Quantos faltam para dez?

G: Quatro.

P: Vou pegar o oito. Só pensa antes de apertar. Quantos faltam para dez?

G: Dois.

Na figura 141 encontram-se outros exemplos de atividades de subtração.

Figura 141 – Atividades de subtração.

Fonte: a pesquisa

P: Nove menos seis?

G: Três.

P: Oito menos quanto dá dois?

G: Menos seis.

P: Quanto menos um vai dar oito?

G: Nove.

P: Seis menos quanto vai dar dois?

G: Seis menos quanto vai dar dois? Quatro.

P: Quanto menos zero vai dar três?

G: Três.

P: Palavras cruzadas. Aqui, primeiro.

G: Sim.

P: Cinco menos um?

G: Quatro.

P: Nove menos três.

G: Seis.

P: Cara, tu sabe tudo.

G conseguiu responder rapidamente às questões das atividades, inclusive quando a incógnita se encontrava em diferentes posições.

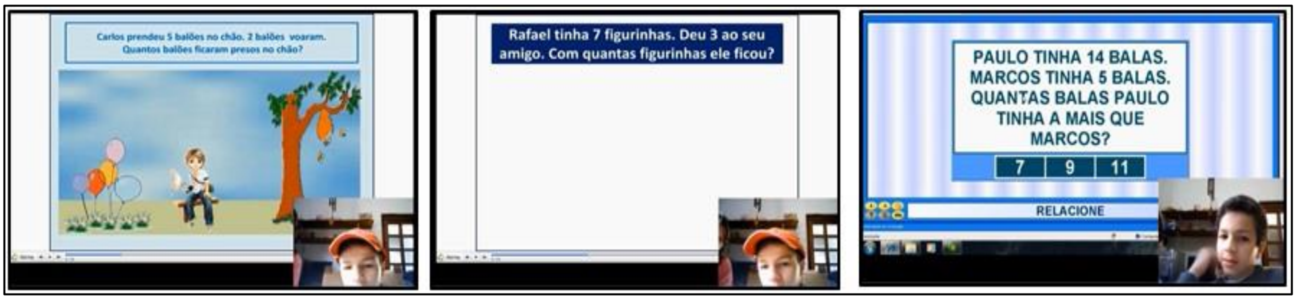
Figura 142 – Jogos *online* subtração 2.

Fonte: a pesquisa

Nos jogos *online* exemplificados na figura 142, o objetivo era o mesmo das atividades anteriores, sendo que a diferença estava na velocidade de execução, obstáculo imposto pelos jogos. Mesmo assim, G jogou e respondeu às questões, demonstrando memorização dos resultados.

Problemas da estrutura aditiva também fizeram parte das atividades propostas no nodo três. Alguns exemplos compõem o anexo digital 15 e estão transcritos a seguir, iniciando pelos exemplos da figura 143.

Figura 143 – Problemas de subtração 1.



Fonte: a pesquisa

Os exemplos 1 e 2 dizem respeito à ideia da subtração de “tirar” e G não encontrou dificuldades para resolvê-los.

P: Carlos prendeu 5 balões no chão. 2 balões voaram. Quantos balões ficaram presos no chão?

G: Tinha cinco, dois voaram. Fica três.

P: Ficam três. Isso mesmo.

P: Rafael tinha 7 figurinhas. Deu 3 ao seu amigo. Com quantas figurinhas ele ficou?

G: Quatro.

P: Nossa.

O exemplo 3 da figura 143 é um problema de comparação com a ideia de “quanto a mais”. Nos problemas de comparação G, inicialmente, demonstrava maiores dificuldades para responder, conforme pode ser observado a seguir.

P: Paulo tinha 14 balas. Marcos tinha 5 balas. Quantas balas Paulo tinha a mais que Marcos?

P: Pensa assim. Eu tenho 5 anos. Tu tens 2 anos. Quantos anos eu tenho a mais que tu?

G: 5 anos. Tu tem 5 anos. Eu tenho 2. Acho que tem 3.

P: Sim. Agora quando pergunta quanto a mais não é soma é saber a diferença entre eles.

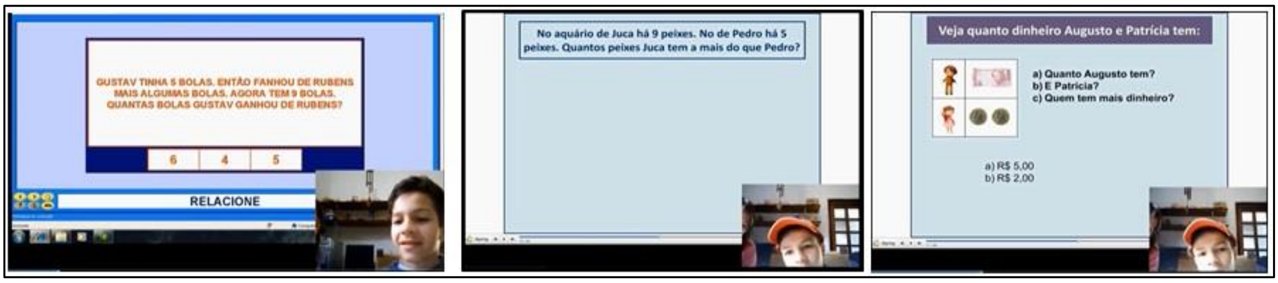
G: Sim.

P: Um tinha 5 e o outro 14. Agora tu vais colocar o menor na cabeça e vais contando até chegar ao maior.

P e G: Cinco. Seis, sete, oito, nove, dez, onze, doze, treze, quatorze. 9. Nove balas a mais.

Na figura 144 outros três exemplos de problemas de subtração.

Figura 144 – Problemas de subtração 2.



Fonte: a pesquisa

P: G tinha 5 bolas. Então ganhou de Rubens mais algumas bolas. Tinha cinco. Ganhou umas do Rubens. A gente não sabe quantas. Agora tem nove. Cinco mais quanto vai dar nove?

G: Mais quatro.

P: Isso! Liga.

O segundo exemplo:

P: No aquário de Juca há 9 peixes. No de Pedro há 5 peixes. Quantos peixes Juca tem a mais do que Pedro?

G: Quatro.

P: Sim.

No exemplo três:

P: Veja quanto dinheiro Augusto e Patrícia têm. Quanto o Augusto tem?

G: Cinco.

P: E a Patrícia?

G: Dois.

P: Quem tem mais dinheiro?

G: O Augusto.

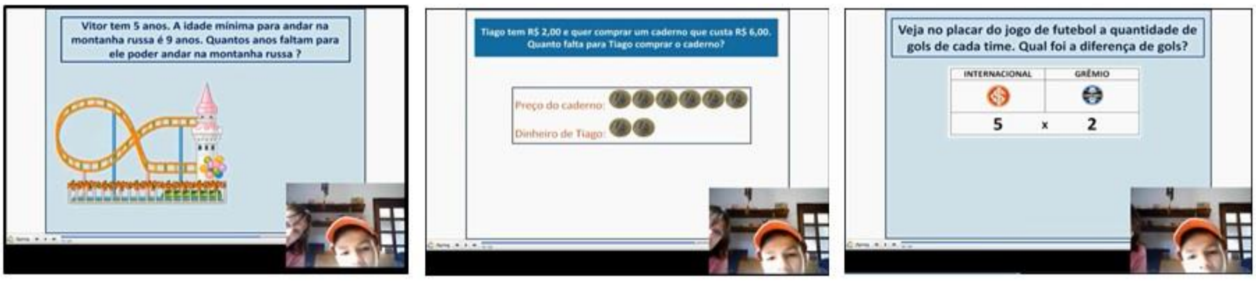
P: O Augusto. Quanto ele tem a mais?

G: Três.

Destaca-se na resolução dos problemas do exemplo dois e três da figura 144, a rapidez e a segurança demonstrada por G no momento de responder aos questionamentos.

Na figura 145, apresentam-se exemplos de problemas com as ideias de "quanto falta" e "diferença".

Figura 145 – Problemas de subtração 3.



Fonte: a pesquisa

P: Vitor tem 5 anos. A idade mínima para andar na montanha russa é 9 anos. Quantos anos faltam para ele poder andar na montanha russa?

G: Quatro.

P: Nossa! Que rapidez!

O problema do segundo exemplo também foi respondido por G corretamente. Também conseguiu compreender o significado da palavra "diferença", conforme pode se observar na transcrição a seguir.

P: Veja no placar do jogo de futebol a quantidade de gols de cada time. O Inter tem ...

G: Cinco.

P: O Grêmio tem ...

G: Dois.

P: Qual a diferença de gols?

G: Muita.

P: Mas quanto é a diferença?

G: Três.

P: Três. Isso aí.

No nodo da subtração também foram abordados problemas que necessitavam das operações de adição e subtração para serem resolvidos e outros somente subtração ou somente adição.

Descreve-se o diálogo ocorrido quando da resolução de um problema que exigia troco.

P: G comprou um lápis e um caderno. O lápis custou R$ 2,00 e o caderno R$ 6,00. Pagou com uma nota de R$ 10,00. Quanto recebeu de troco? Primeiro, vamos ver quanto tu gastaste.

G: Oito.

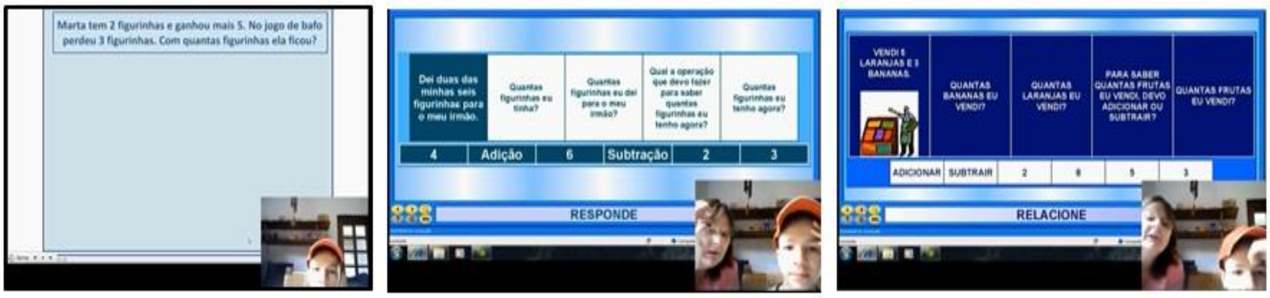
P: Oito. E pagou com uma nota de dez. Eu sou o caixa. Tu vais me dar essa nota para pagar. Quanto eu tenho que te devolver?

G: Dois.

P: Isso aí! Já podes sair para fazer compras.

Na figura 146 encontram-se outros exemplos.

Figura 146 – Problemas de subtração e adição



Fonte: a pesquisa

P: Marta tem 2 figurinhas e ganhou mais 5. Com quantas ela ficou?

G: Sete.

P: No jogo do bafo, ela perdeu 3. Com quantas figurinhas ela ficou?

G: Perdeu três. Quatro.

G soube utilizar as operações adequadas nas diferentes situações de adição e subtração. Da mesma forma, soube optar corretamente pela operação nos exemplos dois e três da figura 146.

P: Dei duas das minhas seis figurinhas para o meu irmão.

G: Sim.

P: Quantas figurinhas eu tinha?

G: Seis.

P: Quantas eu dei para o meu irmão?

G: Dois.

P: Qual a operação que eu devo fazer para saber quantas figurinhas eu tenho?

G: Menos.

P: Isso. Quantas figurinhas eu tenho agora?

G: Quatro.

P: Isso.

O terceiro exemplo:

P: Vendi 5 laranjas e 3 bananas. Quantas bananas eu vendi?

G: Três.

P: Quantas laranjas eu vendi?

G: Cinco.

P: Para saber quantas frutas eu vendi, devo adicionar ou subtrair?

G: Adicionar.

P: Quantas frutas eu vendi?

G: Ah?

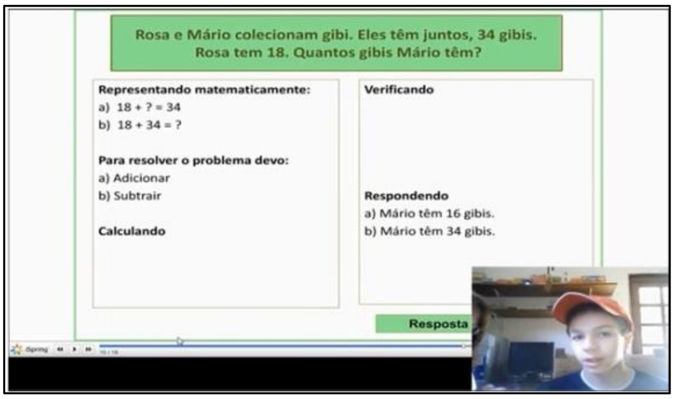
P: Cinco laranjas e três bananas.

G: Oito.

Os problemas dos exemplos dois e três da figura 146 foram criados com dois objetivos: identificar as operações adequadas para resolver diferentes situações e auxiliar na interpretação, dificuldade apontada por G em situações anteriores.

A figura 147 apresenta um problema com dezenas, cujo algoritmo necessitou de transporte para ser resolvido.

Figura 147 – Problema de subtração 4.



Fonte: a pesquisa

P: Rosa e Mário colecionam gibis. Juntos eles têm 34. Os dois juntos têm 34. Rosa tem 18. Quantos gibis Mário tem?

G: Menos. Subtrair.

P: Subtração. Isso. Os dois juntos têm 34.

G: Trinta e quatro menos dezoito.

P: Isso aí! Só falta acertar. Daí, eu vou me jogar no chão.

G: Trinta e quatro menos dezoito (monta o algoritmo no papel). *Aqui vai ficar quatorze. Deixa eu ver. Oito, nove, dez, onze, doze, treze, quatorze. Tá. Seis. Aqui vai ficar. Dezesseis.*

Na resolução do algoritmo desse problema, G não utilizou recursos concretos. Contou do subtraendo até encontrar o minuendo. Porém, em muitos problemas, soube optar pela operação correta, montou corretamente o algoritmo, mas cometeu erros para resolvê-los, pois optou por subtrair o menor do maior, sem levar em conta a posição dentro da operação.

8.2.4 Resolução de problemas

O nodo quatro, resolução de problemas, abordou, principalmente, três aspectos: o sistema monetário brasileiro, as unidades de tempo e problemas de situações cotidianas. Esse nodo foi desenvolvido em 15 sessões de estudo (aproximadamente 22 horas), de março a julho de 2012. Salienta-se, porém, que as questões sobre o sistema monetário brasileiro e as unidades de tempo fazem parte da análise da categoria 3, autonomia social.

Optou-se por apresentar onze problemas selecionados em função das suas propostas. Esses problemas estão apresentados nesse subcapítulo, em forma de figuras e de transcrição dos diálogos e compõem o anexo digital 17 desse trabalho.

A figura 148 apresenta três exemplos, com questões de unidades de medida de massa e de interpretação de enunciados.

Figura 148 – Problemas diversos 1.

Fonte: a pesquisa

O objetivo do problema do primeiro exemplo da figura 148 foi o de trabalhar com “peso” e a unidade quilo.

P: Sou um pato e peso 2 quilos.

G: Haha.

P: Sou um pavão e peso 5 quilos. Sou um galo e peso 3 quilos.

G: Haha.

P: Agora a pergunta: quem é o mais pesado?

G: O pavão.

P: Isso. Quem tem um peso entre o mais pesado e o mais leve?

G: O galo.

P: O galo. Isso aí!

No problema do segundo exemplo (figura 148), foram apresentados diferentes dados e questões, e em função disso, exigindo um nível mais complexo de interpretação.

P: Vamos ver agora. Vamos prestar atenção. Fui jantar na casa do João.

G: Sim.

P: O pai e a mãe dele fizeram a janta.

G: Sim.

P: O pai dele não bebe nada enquanto se alimenta. Eu vou colocar a mesa. Todos vão jantar na mesma mesa. Quantas toalhas de mesa eu vou precisar?

G: Uma.

P: Hehehehe. Quantos pratos eu vou precisar?

G: Quatro.

P: Quantos copos eu devo colocar na mesa?

G: (Pensa). *Três.*

P: Três, por quê?

G: O pai dele não bebe.

P: Meu deus do céu, G!!! Como é o nome do meu amigo?

G: João.

P: Vou almoçar ou jantar?

G: Jantar.

As respostas emitidas por G na resolução desse problema demonstram o avanço no que diz respeito à interpretação dos enunciados. Esse fato é de extrema importância quando se busca a autonomia social, já que, em diversas situações do cotidiano necessita-se fazer opções, e elas só podem ser realizadas quando se compreende o que é questionado.

No terceiro exemplo, mais uma vez, são apresentadas as questões “quem tem mais” e “quem tem menos”.

G: Tenho quantas canetas (lê quantas em vez de quatro).

P: Quatro canetas a mais que Lauro. Agora tu vais escolher uma das respostas. Lauro tem mais canetas que tu?

G: Não. Esta. (Liga com a opção Lauro tem menos canetas que eu).

P: Isso.

A repetição e a recursividade são aspectos importantes no processo de aprendizagem de G. Os problemas da figura 149 apresentam situações semelhantes a atividades anteriores, preocupação que se adota durante toda a intervenção pedagógica.

Figura 149 – Problemas diversos 2.

Fonte: a pesquisa

No exemplo 1(figura 149), destacam-se: a palavra “circular”, o número 15 escrito por extenso, o sistema monetário brasileiro e as questões de interpretação.

P: O ingresso para a roda gigante custa 5 reais. Cinco. Certo?

G: Sim.

P: Que formato ela tem? (Lê as opções de resposta).

G: Circular.

P: Andei duas vezes. Quanto eu paguei?

G: Dez. (Responde rapidamente).

P: Carlos andou três vezes.

G: Quinze reais.

P: Meu deus do céu! Carla andou uma vez.

G: Cinco.

P: Ele pagou com uma nota de dez reais. Quanto ele recebeu de troco?

G: Cinco.

No segundo problema (figura 149) está a retomada do conceito de ordinalidade.

P: Observa o trenzinho e responde às questões. Quantos vagões tem o trem?

G: Um, dois, três, quatro, cinco, seis, sete.

P: Sete?

G: Um. Seis.

P: Qual a posição do vagão vermelho?

G: Segundo.

P: Qual a posição do vagão azul?

G: Primeiro.

P: Qual a posição do vagão amarelo?

G: Terceiro. Não. Quarto.

P: Qual a cor do último vagão?

G: Seis.

P: Cor?

G: Laranja.

As questões “a mais que” e “a menos que” são novamente foco do problema três da figura 149.

P: Campanha das bolas.

G: (Ri muito).

G: G doou cinco bolas. Henrique doou três bolas a mais que G. Quantas bolas ele doou?

G: Três a mais. Oito.

P: Clara doou duas a menos que G. Lembra que G doou cinco.

G: Três.

P: Fábio doou uma a menos que G.

G: Uma. Quatro.

P: Quatro. Maria doou a bola do seu irmão. Quantas bolas ela doou?

G: Uma.

P: Quantas bolas G doou?

G: Cinco.

A figura 150 apresenta um problema de contagem de pontos em um campeonato de futebol.

Figura 150 – Problema do futebol.

Fonte: a pesquisa

P: O Brasil vai jogar oito jogos, G. Oito jogos. Se ganhar todos os jogos, quantos pontos ele vai fazer?

G: Todos?

P: Sim. Cada vitória é três pontos. Se ele ganhar todos os jogos.

G: Três mais três é seis. Nove. Ah.... Doze. Quinze. 18. Ai, meu Deus.

P: Estamos quase.

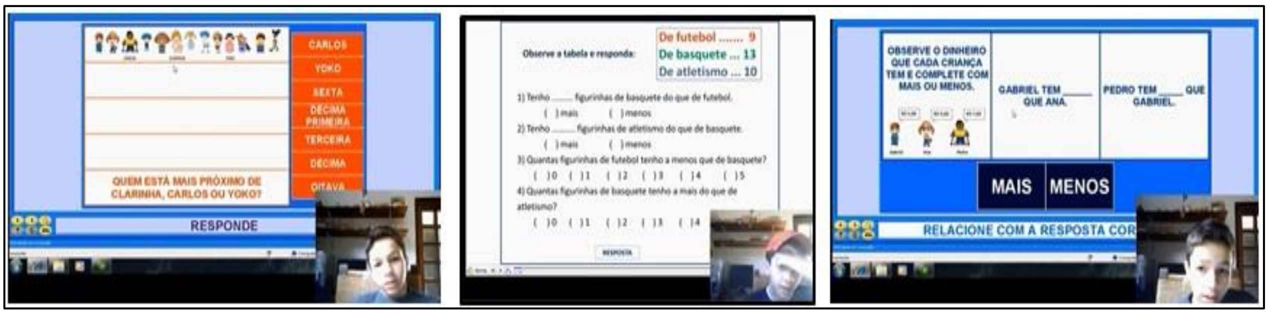
G: Dezoito. Vinte e um. Vinte e quatro.

P: Isso aí!!!

Evidencia-se na resolução dessa situação problema, a contagem de três em três realizada por G, que demonstra um avanço cognitivo relevante, pois este problema tem estrutura multiplicativa e ele utilizou o procedimento de contagem de três em três.

Os problemas exemplificados na figura 151 referem-se a atividades de relações numéricas sugeridas por Graham et al (1996).

Figura 151 – Problemas diversos 3.



Fonte: a pesquisa

No primeiro exemplo, transcorreu o seguinte diálogo:

P: Quem está mais próximo de Clarinha? Aqui é a Clarinha. Quem está mais perto dela: Carlos ou Yoko?

G: Carlos.

P: Por quê?

G: Porque Yoko tem 3 na frente.

P: Eu vou morder, vou morder essa pessoa.

No segundo exemplo, G foi questionado sobre relações entre os números 9 (figurinhas de futebol), 10 (figurinhas de atletismo) e 13 (figurinhas de basquete).

P: Quantas figurinhas de futebol eu tenho a menos que de basquete?

G: Deixa eu ver. Três.

P: Coloca na cabeça nove.

G: Quatro.

P: Quantas figurinhas de basquete eu tenho a mais do que de atletismo?

G: A mais?

P: Sim. Quantas a mais?

G: Deixa eu ver. Três.

O terceiro exemplo utilizou o sistema monetário e foi desenvolvido com o mesmo objetivo dos outros exemplos da figura 151.

P: Observe o dinheiro que cada criança tem e complete com mais ou menos. Como é o nome desse?

G: Gabriel.

P: E ele tem ...

G: Cinco.

P: Ana?

G: Nove.

P: Pedro?

G: Sete.

P: Gabriel tem mais ou menos dinheiro que Ana?

G: Menos.

P: Menos?

G: Nove é maior que cinco.

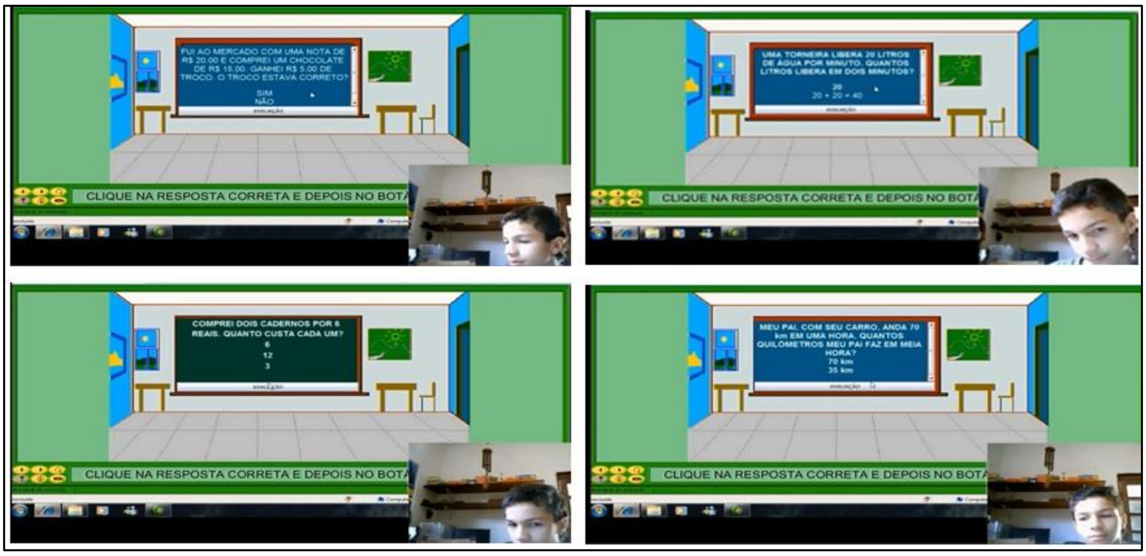
P: Isso. Nove é maior que cinco. Pedro tem mais ou menos que Gabriel.

G: A mais.

P: Isso.

Na última sessão de estudo com a sequência didática eletrônica (julho de 2012), G resolveu 32 situações problema, desenvolvidas no aplicativo *JClic*. Algumas dessas situações diziam respeito apenas à interpretação do enunciado e outras necessitavam de cálculos na resolução. Essa atividade está exemplificada na figura 152, no anexo digital 18 e nas transcrições.

Figura 152 – Interpretando problemas.



Fonte: a pesquisa.

P: Em uma caixa existem 10 canetas. Quantas canetas têm em uma caixa?

G: Dez.

P: Escolhe aqui. Clica na opção e clica em avaliação (explicando como proceder para responder).

G: Entendi.

[...]

P: Em uma caixa contem 10 maçãs. Quantas maçãs tem em 3 caixas?

G: Três caixas é trinta.

P: Isso aí!

[...]

P: Tenho 4 caixas de laranja. Em cada caixa há 10 laranjas. Quantas caixas eu tenho?

G: Quatro.

P: Isso.

[...]

P: Fui ao mercado com uma nota de vinte. Levei vinte e fiz uma compra. Comprei um chocolate e paguei quinze. Quinze era o preço do chocolate. (Mostra uma nota de vinte, uma de dez e uma de cinco). *Essa nota eu dei e esse era o preço do chocolate. Quanto preciso ganhar de troco?*

G: Cinco.

P: Isso aí.

[...]

P: No lanche da escola, comprei um suco de R$ 3,00 e um sanduíche de R$ 5,00. Quanto gastei no lanche?

G: (Pensa).

P: Um foi cinco e o outro três.

G: Este. (Aponta para a opção 5 + 3 = 8).

P: Isso aí.

G: Cinco mais três é oito.

[...]

P: O mês de março tem 31 dias e o mês de abril tem 30 dias. Quantos dias os dois meses juntos têm?

G: (Pensa).

P: Um tem trinta e um e o outro trinta. Quer fazer a continha?

G: (Monta o algoritmo, observa e resolve mentalmente). *Aqui vai ficar um. Sessenta e um.*

P: Isso aí!

[...]

P: Uma torneira libera 20 litros de água por minuto. Quantos litros libera em dois minutos?

G: Quarenta.

P: Isso.

[...]

P: Uma vaca come 20 kg de alfafa ao dia e uma ovelha 5 kg ao dia. Quem come mais?

G: A vaca.

[...]

P: Uma vaca come 20 kg de alfafa ao dia e uma ovelha 5 kg ao dia. Quantos quilos comem os dois animais em um dia?

G: Dois. Vinte e cinco.

[...]

P: Uma vaca come 20 kg de alfafa ao dia e uma ovelha 5 kg ao dia. Quanto come uma ovelha em dois dias?

G: Dez.

P: Muito bom!

[...]

P: Tenho dois envelopes e vinte figurinhas em cada um. Quantos envelopes eu tenho?

G: Dois.

[...]

P: Tenho dois envelopes e vinte figurinhas em cada um. Quantas figurinhas existem em cada envelope?

G: É... Vinte.

[...]

P: Tenho dois envelopes e vinte figurinhas em cada um. Quantas figurinhas eu tenho no total?

G: Cada um tem vinte, então vai ficar quarenta.

P: Isso, G. Nossa, cara!

[...]

P: Comprei dois cadernos por R$ 6,00. Quanto custam os dois cadernos?

G: Seis.

[...]

P: Comprei dois cadernos por R$ 6,00. Quanto custa cada um?(Opções: R$ 6,00; R$ 12,00; R$ 3,00).

G: Então é três.

P: Três. Isso aí.

[...]

P: Em uma carteira há duas notas de vinte reais e uma nota de cinco reais. Quanto dinheiro há na carteira?

G: Vinte mais vinte mais cinco.

P: Quanto dá?

G: Quarenta e cinco.

P: Isso.

G: Eu estou muito rápido.

[...]

P: Tenho 22 bonecos na minha coleção. Ganhei mais 9 bonecos. Quantos bonecos eu tenho agora?

G: Vinte e dois.

P: Quer fazer? (A conta).

G: (Pensa). *Trinta e um.*

P: Isso.

[...]

P: Em uma caixa existem 100 balas. Como uma bala por dia. Quantos dias duram as balas?

G: Quantos?

P: Quantos dias tu vais ter balas se tu comes só uma por dia. Vamos pensar. No primeiro dia, tu vais comer uma. Então tu tiraste uma. Quantas ficam?

G: Noventa. Noventa e nove.

P: Agora tu já não tens mais cem. Tens noventa e nove. No segundo dia, tu comes mais uma. Quantas tu vais ter?

G: Noventa e oito.

P: Noventa e oito. No terceiro dia, tu comes mais uma.

G: Tá. Então, eu vou comer cem dias.

P: Isso. Tu vais comer por cem dias, porque a cada dia tu vais comer uma.

G: Então vai estragar.

[...]

P: Em uma caixa existem 100 balas. Como uma por dia e minha mãe come outra. Quantos dias vão durar as balas?

G: Cinquenta.

P: Isso aí. Muito bem!

[...]

P: Meu pai, com seu carro, anda 70 km em uma hora.

G: Então.

P: Quantos quilômetros ele anda em uma hora?

G: Setenta.

P: Setenta quilômetros.

[...]

P: Meu pai, com seu carro, anda 70 km em uma hora. Quantos quilômetros meu pai anda em 2 horas?

G: (Escolhe a opção correta: 70 + 70 = 140 km).

[...]

P: Meu pai, com seu carro, anda 70 km em uma hora. Quantos quilômetros meu pai faz em meia hora?

G: Meia hora? Trinta e cinco.

P: Meia hora é metade de hora, e metade de setenta é trinta e cinco. Isso mesmo.

[...]

P: Quero comprar um carrinho de R$ 12,00 e um boneco de R$ 34,00. Tenho uma nota de R$ 50,00. Posso comprar os dois produtos? Vamos ver quanto vai dar os dois juntos?

G: (Pensa). *Vai ficar quarenta e seis.*

P: Posso pagar com uma nota de cinquenta?

G: Pode.

P: Pode, por quê? Cinquenta é ...

G: Maior.

Além da análise das filmagens das sessões de estudo entre G e a pesquisadora, utilizou-se como instrumento de avaliação do desempenho de G em relação ao entendimento dos diferentes problemas do campo aditivo, um pré-teste e um pós-teste. Eles serão analisados a seguir, com o objetivo de triangular dados, aspecto que deve ser considerado em uma pesquisa de cunho qualitativo, conforme indicação de Shaw (1999).

8.2.4.1 Análise do pré-teste e do pós-teste

Em setembro de 2010, antes de dar início à aplicação da sequência didática individualizada, foi aplicado um pré-teste (apêndice 2), composto de 20 problemas da estrutura aditiva, adaptados da tese de Justo (2009), conforme a tipologia descrita no capítulo 4. O pós-teste foi aplicado ao final da intervenção pedagógica, em outubro de 2012.

Esse instrumento foi criado para responder a um dos objetivos específicos dessa tese que é investigar a evolução de G em relação à resolução de problemas aditivos. O quadro da figura 153 explicita os critérios de correção utilizados no teste.

Figura 153 – Quadro de critérios de correção do pré-teste e pós-teste.

Solução	**Características observadas na solução**
Correta	Usa estratégia apropriada e responde corretamente. Responde incorretamente por um erro de cópia ou de cálculo (ex.: 3 + 5 = 7)
Parcialmente Correta	Usa estratégia apropriada, mas não encontra a solução correta por erro no algoritmo (por exemplo, não usa a técnica do “vai um” ou de contagem). O desenvolvimento da solução reflete entendimento do problema. Apresenta a resposta correta, mas não mostra procedimento de solução.
Incorreta	O problema está “em branco” (sem solução). Os números foram copiados do problema, mas a operação realizada não demonstra entendimento e não resolve o problema. Apresenta uma resposta incorreta, sem evidenciar o desenvolvimento da solução. Usa estratégia inapropriada, sem concluir a solução do problema.

Fonte: Justo, 2009, p. 90

No quadro comparativo da figura 154 encontram-se os resultados da avaliação do pré-teste e do pós-teste realizados por G.

Figura 154 – Quadro comparativo de avaliação do pré-teste e do pós-teste.

		Pré-teste			**Pós-teste**		
Questão	**Tipologia**	**C**	**PC**	**I**	**C**	**PC**	**I**
1	T1	X			X		
2	T2	X			X		
3	T3			X	X		
4	T4		X		X		
5	T5		X			X	
6	T6			X	X		
7	CP1			X			X
8	CP2	X				X	
9	CP3			X	X		
10	CP4		X			X	
11	CP5	X					X
12	CP6	X					X
13	I1			X		X	
14	I2		X			X	
15	I3	X			X		
16	I4	X			X		
17	I5			X			X
18	I6			X	X		
19	CB1	X			X		
20	CB2			X	X		
	Total	8	4	8	11	5	4
	(%)	**40**	**20**	**40**	**55**	**25**	**20**

Fonte: a pesquisa

Destaca-se, da análise quantitativa apresentada no quadro comparativo da figura 154, a evolução demonstrada por G na resolução de problemas do campo aditivo, tanto nos problemas solucionados corretamente (40% para 55%), quanto nos parcialmente corretos (20% para 25%).

Sobre as sessões de aplicação do pré-teste e do pós-teste, ressaltam-se alguns aspectos considerados importantes para uma análise qualitativa: no pré-teste a pesquisadora leu todas as questões para G, enquanto que no pós-teste ele realizou a leitura dos problemas; em todas as questões, no pós-teste, G utilizou como estratégia de resolução o algoritmo, montando-o de forma correta (unidade com unidade e dezena com dezena); apesar do reforço, durante a aplicação da sequência didática, da importância da emissão da resposta na resolução de problemas, G não as emitiu no pós-teste.

No pré-teste, na escolha da operação, predominaram na sua decisão as palavras “mais”, “menos” e “juntos”. Já no pós-teste, G levou um tempo maior “pensando” e considerou outros aspectos semânticos na escolha da operação, conforme exemplo da figura 155

Figura 155 – Quadro comparativo de resposta as questões 3 e 6.

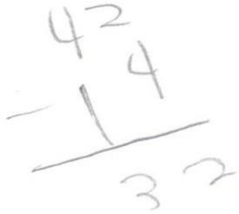
<table>
<tr><td colspan="2">Questão 3 – (T3)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Sara tinha 5 chaveiros. Ela ganhou de Cristina mais alguns chaveiros. Agora tem 12 chaveiros. Quantos chaveiros Sara ganhou de Cristina?</td></tr>
<tr><td>Pré-teste</td><td>Pós-teste</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td colspan="2">Questão 6 – (T6)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Em uma partida, perdi 12 bolinhas de gude, ficando com 21. Quantas bolinhas de gude eu tinha no início do jogo?</td></tr>
<tr><td>Pré-teste</td><td>Pós-teste</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
</table>

Fonte: a pesquisa

Com estes exemplos, enfatiza-se uma das maiores evoluções cognitivas de G em relação à resolução de problemas da estrutura aditiva, a opção pela operação correta. No pós-teste, não predominaram, na escolha da operação, as palavras “mais”, “menos”, “ganhei” ou “perdi”. G percebeu as transformações que deveria realizar para encontrar a resposta correta.

Outro aspecto que se salienta diz respeito à subtração. G opta pela operação correta, monta o algoritmo, mas comete o mesmo erro ao resolvê-los, como pode ser observado na figura 156.

Figura 156 – Quadro com exemplos do algoritmo da subtração.

Pré-teste	Pós-teste
Questão 4 – (T4)	Questão 10 – (CP4)
Eduardo tinha 22 lápis de cor. Na escola, deu alguns para os seus amigos. Eduardo agora tem 8 lápis. Quantos ele deu?	Minha mãe tem 42 reais, e minha tia tem 14 reais a menos do que ela. Quantos reais minha tia tem?
	

Fonte: a pesquisa

Nestes dois exemplos, o valor das unidades do subtraendo era maior que o das unidades do minuendo. G subtraiu a unidade maior da menor, sem realizar o transporte e as trocas necessárias. Esses exemplos evidenciam a importância da utilização da calculadora, pois o erro cometido, não foi de compreensão dos enunciados e sim de algoritmo.

Destaca-se, ainda, a questão 8, que G resolveu de forma correta no pré-teste e parcialmente no pós-teste, conforme pode ser observado na figura .

Figura 157 – Resposta à questão 8.

Questão 8 – (CP2)	
Meu tio tem 48 anos e minha tia 29. Quantos anos minha tia tem a menos que meu tio?	
Pré-teste	Pós-teste
	

Fonte: a pesquisa

No pré-teste, G respondeu de forma correta o problema, tanto na opção da operação, quanto no algoritmo. Percebe-se que realizou o transporte e a troca necessária e que utilizou o recurso de desenho de traços para auxiliá-lo na subtração. Já no pós-teste deixou de lado os traços, mas não encontrou o resultado correto, pois mais uma vez, nas unidades, subtraiu a menor quantidade da maior quantidade.

Ressalta-se um recorte do diálogo no momento da resolução da questão 8 (CP2), no pré-teste.

G: Meu tio tem 48 anos [...] Existe algum cara com 48 anos?

P: Se existe uma pessoa com 48 anos? Por quê?

G: Porque ela não existe.

P: Pensou que já tinha morrido?

G: Sim.

P: Caraca, eu já tenho 55, então já estou morta há quanto tempo?

G: Ah?

P: Existe sim, meu amor. Tem gente com 100 anos.

G: (Pensa) *Ah!*

P: Tua mãe já passou dos 48 anos.

G: (Pensa) Ah?

P: Então um dia ela já teve 48 anos.

G: Mas com 100 anos já tá morto.

P: Não G. Esta semana eu vi na TV uma mulher com 106 anos que está bem, só não consegue caminhar.

G: Eu não acredito. Tu tem que me mostrar. Só falta agora viver até 1000 anos.

P: Isto também já é demais.

Este diálogo demonstra que, apesar de montar algoritmos e algumas vezes encontrar a resposta correta, G em 2010, não compreendia o significado dos números, não percebendo que a idade da sua mãe, 54 anos, é superior a 48, não incluindo 48 em 54.

Já, no final da intervenção pedagógica, na resolução de um problema, mostrou ter superado essa dificuldade, conforme pode se observar no diálogo transcrito a seguir:

G: Se ela tiver 89, quantos eu vou ter? (dois anos de diferença).

P: Se ela tiver 89, quantos tu vais ter?

G: Eu vou ter 91. Bah!

P: Barbaridade.

G: E tu vai lá no céu.

G consegue manter, em suas suposições, a diferença de idade (dois anos) entre ele e sua amiga, realizando os cálculos com segurança e rapidez. Supõe fazer 89 anos sem estranhar e percebe que, quando tiver 91 anos, a pesquisadora já vai estar no “céu”.

G demonstrou maior compreensão em relação às questões 1 (T1), 2 (T2) e 19 (CB1), assim como, rapidez e segurança para respondê-las. Salienta-se que esses três problemas são canônicos e, segundo Justo (2009), por isso, mais fáceis de resolver.

A análise quantitativa do pré-teste e pós-teste e análise qualitativa das sessões de aplicação apontam para uma evolução cognitiva significativa de G em relação aos conceitos envolvidos na resolução dos problemas da estrutura aditiva.

A maior dificuldade apresentada por G no pós-teste foi no algoritmo da subtração, que pode ser amenizada com o uso da calculadora. Destaca-se que, durante a aplicação da sequência didática individualizada, G poderia optar por sua utilização, virtual ou física, conforme pode ser observado na figura 158. Porém, não a utilizava com frequência, pois os professores de Matemática (até a 7ª série), não a permitiam em sala de aula ou em provas.

Figura 158 - Utilização da calculadora.

Fonte: a pesquisa

Com os aspectos destacados, encerra-se essa análise. Todas as evidências apontam para uma evolução significativa de G em relação aos conceitos matemáticos abordados nas sessões de estudo, com exceção das atividades de seriação (padrões a serem seguidos) e do algoritmo da subtração (quando esse necessita de transporte). Em função do desenvolvimento, por parte de G, dos conceitos matemáticos abordados, afirma-se que a fundamentação teórica adotada, descrita no capítulo 4 desse trabalho, que embasou o processo de implementação das atividades da sequência didática aplicada, foi adequada, visto que, em relação aos conceitos matemáticos, G demonstrou uma evolução cognitiva.

8.3 AUTONOMIA SOCIAL EM MATEMÁTICA

A educação de pessoas com NEE deve ter por objetivo o desenvolvimento da autonomia, que nesse trabalho denominou-se de **Autonomia Social em Matemática.**

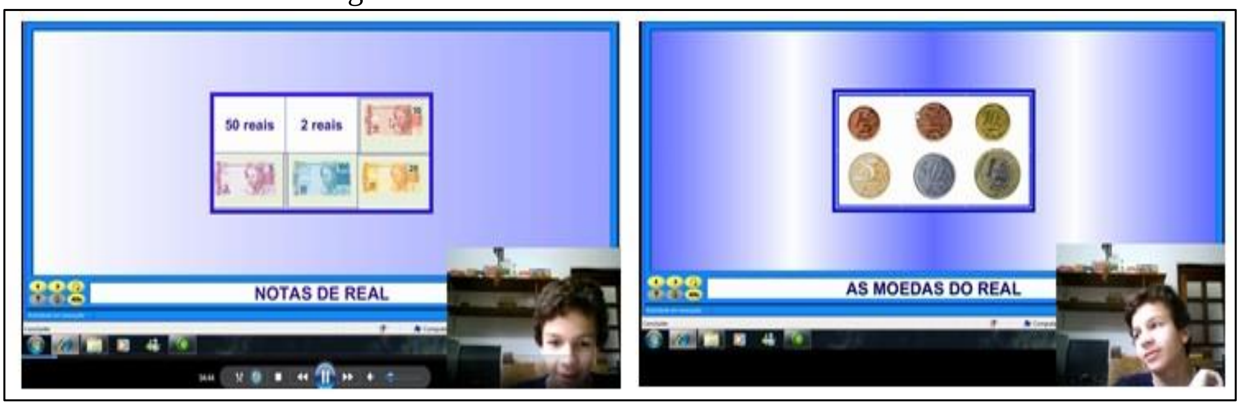
Entende-se que a autonomia social deve buscar uma melhor qualidade de vida em seus diferentes domínios (social, pessoal, cognitivo). Por isso, a aquisição de conceitos matemáticos são essenciais para a compreensão do sistema monetário, das noções de espaço e tempo e da resolução de problemas cotidianos.

Estudos apontam problemas em adultos com Espinha Bífida em relação à autonomia, especialmente no entendimento de questões financeiras (LLORCA, 2003; ORTIZ, 2009; LOLLAR, 2009; BARNES; CHANT; LANDRY, 2005; BARNES; FLETCHER, 2007; DENNIS; BARNES, 2002). Em função disso, e das preocupações externadas por G, principalmente em relação ao entendimento do uso do dinheiro, as questões sobre o sistema monetário e as noções de espaço e tempo foram trabalhadas ao longo de toda intervenção pedagógica e, em especial, no nodo quatro (resolução de problemas).

Os avanços de G em relação a esses conceitos são analisados neste subcapítulo e, da mesma forma, como nos anteriores, estão baseados na análise das filmagens e nas atividades realizadas no papel. Inicia-se esta análise com recortes de situações relativas ao sistema monetário brasileiro, considerados importantes para a sua vida em sociedade.

G, desde o início dos trabalhos com o uso de notas de dinheiro e moedas, mostrou-se muito ansioso, pois se sentia incapaz de compreender esses conceitos. Porém, sempre solicitava atividades com dinheiro, porque compreendia a necessidade de conhecer o sistema monetário, afirmando que *"vou ser um adulto pobre porque não consigo entender"*. Sua principal dificuldade estava no reconhecimento das moedas e no fato de que *"muitas moedas juntas"* têm o valor de uma nota de papel. Por esse motivo, iniciou-se com o reconhecimento das notas e moedas do Real, com atividades elaboradas no aplicativo *JClic*, conforme figura 159.

Figura 159 – Reconhecendo notas e moedas.



Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

Além das atividades construídas no aplicativo *JClic*, foram utilizadas notas e moedas verdadeiras e falsas. G não encontrou dificuldade em reconhecê-las, porém muitos foram os questionamentos em relação aos valores das moedas. Recortes desses questionamentos estão descritos a seguir.

P: Hoje vamos trabalhar com o dinheiro.

G: Qual a diferença de pagar com cartão?

P: Mesmo pagando com cartão, é importante que tu saibas lidar com dinheiro.

G: Eu queria saber qual a diferença.

P: A diferença é que no cartão, por exemplo, se eu tenho cem reais no cartão, lá no banco, eu vou lá retiro dez reais, por exemplo, em dinheiro. Então lá na conta do cartão eles vão diminuindo. Agora, não tenho mais cem porque tirei dez do cartão e fiquei com noventa.

G: E pagar com cartão?

P: É diferente. Se eu pago vinte reais na loja, eu nem pego o dinheiro. Com o cartão, tira o dinheiro direto para a loja. Mas, mesmo trabalhando só com o cartão, é importante aprender a trabalhar com dinheiro para poder cuidar, porque tu não podes gastar o que tu não tens.

G: Tipo, o que é gastar o que tu não tem?

P: O banco não vai te dar dinheiro. Tu trabalhas o mês inteiro, recebe o salário e coloca no banco. Tu só podes gastar aquilo que tu colocaste lá.

G: Mil?

P: Mil digamos. Tu só podes gastar mil.

G: É?

P: Entendeu? Ninguém ganha dinheiro assim do céu.

G: É.

P: E nem se planta em árvore.

[...]

G: Como é? Tu nasces e eles escolhem qual banco tu que?

P: Quem escolhe? O governo?

G: É.

P: Não. O banco de trabalhar com dinheiro?

G: Sim.

P: Esse tu vais escolher quando abrires a tua conta.

G: Pode escolher dois bancos ou um?

P: Podes escolher dois, três, quantos quiseres. O meu salário é depositado em um banco. Então a minha conta é lá porque lá que colocam o meu salário.

G: Sim.

P: Não tem nada a ver quando tu nasces. Quando tu começares a trabalhar tu vais escolher o banco que queres trabalhar.

[...]

Em uma sessão de estudo (setembro de 2012), G fala, outra vez, sobre a utilização do cartão bancário.

G: Tia Tania, eu ainda não entendi como se compra com cartão.

P: Vou te explicar de novo.

G: Faz um desenho para eu entender.

P: (Desenha um banco e uma pessoa com cartão na mão). *Olha G! Esta pessoa tem dinheiro numa "gavetinha" dentro do banco. Ela tem, por exemplo, cem reais nesta "gavetinha". Ela vai ao banco e pede vinte reais. O tio pega o dinheiro, dá para ele e desconta os vinte reais no cartão, pelo computador. Agora pensa G, se tinha cem e tirou vinte quanto ficou lá no banco?*

G: (Pensa). *90.*

P: Não G, olha aqui (faz o cálculo). *80.*

G: Tá, agora só tem 80.

P: (Desenha uma loja e a pessoa fazendo compras). *Agora ela vai comprar um livro de trinta reais. Pela Internet a loja avisa o banco que a pessoa gastou trinta. Quanto vai ficar na "gavetinha" do banco?*

G: Tinha oitenta, gastou trinta.

P: Faz na calculadora.

G: (Utiliza a calculadora). Cinquenta.

P: Isso aí, então ela agora só tem cinquenta no banco.

G: Assim não precisa dar troco?

P: Não, porque só descontam o que tu gastaste.

G: (Ri). *Então, vou usar cartão. Daí, não precisa troco.*

[...]

P: (Atividade com todas as moedas). *G, qual vale mais?*

G: Um real.

P: E menos?

G: Um centavo.

P: Deixa eu te perguntar uma coisa. Quantas moedas de cinquenta centavos tu precisas para formar um real?

G: (Pensa). *Um real é tipo mil?*

P: Um real é um.

G: Eu queria saber ...

P: Acho que entendi. É tipo cem. Um real é o mesmo que cem centavos.

G: Tá.

P: Então, para ter um real, preciso de duas moedas de cinquenta centavos, porque cinquenta mais cinquenta são cem centavos e cem centavos são um real.

G: Agora eu entendi. O dinheiro é meio maluco às vezes.

[...]

G: Tia Tania, vê, eu estou certo? (Junta quatro moedas de 50 centavos e compara com uma nota de dois reais). *Olha aqui.*

P: O que foi, G?

G: Essas valem igual à nota?

P: Sim, tem o mesmo valor.

G: É difícil de entender! Todas essas para uma.

P: Pensa no que a gente já falou. Centavo vem de cem. Uma moeda de um real dividida por cem dá um centavo.

G: Como pode?

P: Presta atenção, cinquenta centavos mais cinquenta centavos dão...

G: Cem.

P: E cem centavos são o mesmo que um real. As outras duas moedas juntas também valem um real.

G: Acho que estou entendendo.

P: Um real mais um real, dá dois reais, que é o valor desta nota.

G: É muito estranho. Não sei.

P: O que tu não sabe?

G: É muito difícil dinheiro.

[...]

G: Eu quero te dizer. Se eu pagar mil, em mil moedas.

P: Mil em mil moedas.

G: Faz diferença se eu pagar com moeda ou cem dessas notas (aponta para a nota de cem). Não dez de cem. Faz diferença?

P: Se tu tivesses mil moedas de um real, tu terias mil reais.

G: Mil reais.

P: Certo?

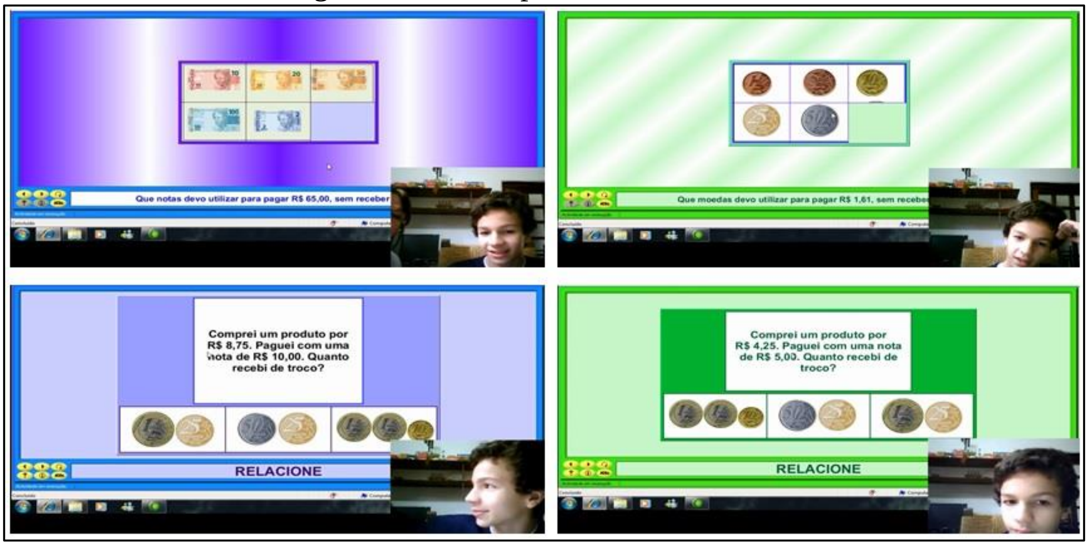
G: Sim.

P: E mil, tu poderias pagar com dez notas de cem. Mil moedas, uma montanha, é a mesma coisa que ter dez destas notas aqui.

G: Dez destas. Entendi.

Da mesma forma, na situação de compras (figura 160), com e sem troco.

Figura 160 – Compras com e sem troco.



Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

[...]

P: Que notas destas nós devemos pegar para formar doze reais?

G: Dez mais dois porque é doze.

P: Muito bom! Muito bom!

[...]

G: Não tem nota de doze?

P: Não tem. Por isso que tem que formar. Pode ser, também, uma nota de dez e duas moedas de um, porque um mais um é dois e dois mais dez é doze.

G: Agora eu entendi.

[...]

P: Trinta e cinco, como tu podes formar?

G: Trinta e cinco. Vinte.

P: Isso. E agora?

G: Mais dez. Vinte mais dez é trinta.

P: Quanto faltou? Já tem trinta.

G: Cinco.

P: Olha quantas notas tu terias que levar.

G: E, se invés de dinheiro, era moeda.

P: Nossa, ia dar um monte. Porque, se as moedas fossem de um real, tu terias que pegar trinta e cinco. Ia dar um sacolão cheio.

[...]

P: Vais fazer uma compra de R$ 8,75 e pagar com uma nota de R$ 10,00. Vou te mostrar como as pessoas fazem o troco. Dez é mais que oito reais e setenta e cinco?

G: Sim.

P: Então tu tens que receber troco. Tens que pensar assim. Setenta e cinco para cem faltam vinte e cinco.

G: Então por que, às vezes, no supermercado só olham o resultado?

P: São... Setenta e cinco mais vinte e cinco dá cem. Cem centavos são um real. Então já temos nove reais.

G: Nove reais.

P: Se já tem nove reais, quanto falta para dez?

G: Mais um.

P: Então isso seria o teu troco.

G: Um real e vinte e cinco centavos. Agora, eu entendi. (Marca a opção correta, identificando as moedas que correspondem ao troco).

[...]

P: G, o centavo sempre vem depois da vírgula.

G: Por quê?

P: O que vem antes da vírgula é real e o que vem depois é centavo.

G: Tu já te enganaste uma vez no supermercado?

P: Eu já. Às vezes, é sete e eu dou três. A caixa avisa. Vamos ler esse (R$ 3,25).

G: Três.

P: Reais e ..

G: Vinte e cinco centavos.

P: Agora lê este para mim (R$ 2,80).

G: Dois reais e oitenta centavos.

P: Tu viste só como tu entendeste? Tu me disseste, um dia, que serias uma pessoa pobre porque tu não irias aprender a lidar com o dinheiro.

G: Sim (ri).

P: E eu te disse: calma, nós vamos chegar lá.

G: Sim.

P: Pois então, estamos chegando.

Durante a análise dos dados do nodo quatro, com conceitos sobre o sistema monetário brasileiro, G resolve o algoritmo da subtração, mental e corretamente, mesmo necessitando de transporte (figura 161).

Figura 161 – Sistema monetário: problema um.

Fonte: a pesquisa

P: Minha mãe tem quarenta e quatro reais, e minha tia tem seis reais a menos do que ela. Quantos reais a minha tia tem?

G: (Monta o algoritmo da subtração, mas resolve-o mentalmente). *Quarenta e quatro menos seis. Esse é outro jeito. Sete, oito, nove, dez, onze, doze, treze, quatorze. Deixa eu ver. Oito.*

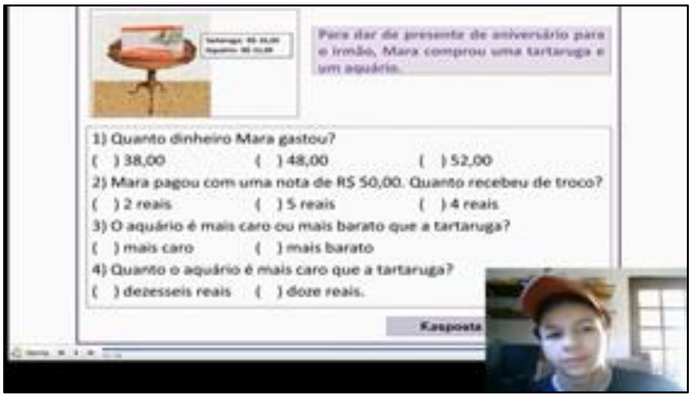
P: Isso.

G: E o outro é três. Trinta e oito.

P: Isso. Trinta e oito reais.

Na resolução desse problema, G resolveu o algoritmo da subtração corretamente. Além disso, se refere *"ao outro jeito",* que é colocar "o menor na cabeça e contar até o maior", o que foi abordado em diversas situações durante a intervenção pedagógica. Outros exemplos de resolução de problemas que envolvem o sistema monetário brasileiro constam no anexo digital 19 e são analisados na sequência desse subcapítulo. A figura 162 apresenta um desses exemplos.

Figura 162 – Sistema monetário: problema dois.



Fonte: a pesquisa

P: Para dar de presente de aniversário para o irmão, Mara comprou uma tartaruga e um aquário. Qual o preço da tartaruga?

G: Dezesseis.

P: Forma dezesseis com dinheiro.

G: Dezesseis. Dez, cinco, um.

G: O aquário trinta e dois. Deixa eu ver. Cinquenta centavos valem ou não?

P: Claro.

G: Cadê, cadê.

P: Uma de cinquenta?

G: É. (Forma dois reais com quatro moedas de cinquenta centavos).

P: Eu não acredito!!!!!! Com cinquenta centavos. Já podes começar a ir ao bar do colégio e comprar as tuas coisas. Já vais saber o troco. Tudo direitinho.

G: Sim, se o cara quiser me enrolar, vou dizer: por que tu me enrolou?

P: Eu vou pagar com uma nota de cinquenta reais. Tu vais ser o caixa e vai me dar o troco.

G: Cinquenta. Quarenta e oito né? Tá. Deixa eu ver. Poderia ser dois ou não?

P: É dois.

G: Então, eu vou te pagar.

P: Muito bem. Te dei mais, então tu tinhas que me dar o troco, senão tu estarias me roubando.

Sobre o valor das moedas e de possíveis trocas, destacam-se os seguintes diálogos.

P: Quantas moedas de vinte e cinco centavos eu preciso para formar um real? Primeiro responde: quantos centavos são um real?

G: Cem.

P: Agora tu só tens moedas de vinte e cinco. Quantas tu tens que pegar para ter a mesma coisa que um real?

G: Deixa eu ver: vinte e cinco mais...

P: Olha aqui! Quanto é vinte e cinco mais vinte e cinco?

G: Vinte e cinco mais vinte e cinco? Deixa eu ver. Estou pensando. Cinquenta.

P: Então duas juntas são...

G: Cinquenta.

P: Se tu juntares estas duas aqui. Esquece essas.

G: Cinquenta.

P: E quanto é cinquenta mais cinquenta?

G: Cem. Agora eu entendi.

[...]

G: Qual a diferença da nota de cem e de cem moedas de um real. Qual a diferença?

P: Nenhuma.

G: Qual vale mais?

P: Nenhuma. Com uma nota de cem ou cem moedas de um real tu podes comprar a mesma coisa. Se este pote fosse de ouro e custasse cem reais, tu poderias comprar ele na loja, ou com a nota, ou com as cem moedas. É a mesma coisa.

G: Mesma? Não muda nada?

P: Nada.

G: Agora eu entendi.

[...]

P: Pedro tinha cinquenta centavos e comprou uma bala por vinte e cinco centavos. Quanto lhe devolveram? Este é o teu caixa de troco. Eu te pergunto: quanto é a bala? Vinte e cinco centavos.

G: Tá.

P: Eu vou te dar essa moeda (R$ 0,50).

G: Cinquenta?

P: E agora, o que tu vais fazer?

G: (Pega uma moeda de vinte e cinco centavos).

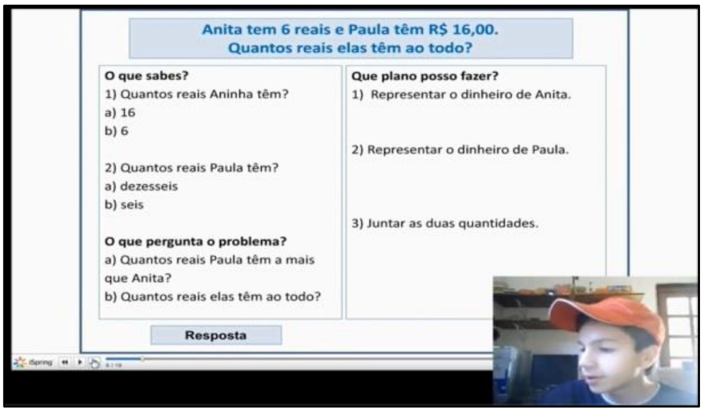
P: É isso aí! É só isso!

G: Agora parece mais fácil.

P: É fácil, sim.

As questões com troco e com "trocas" de valores monetários foram de difícil entendimento por G, com oscilações na compreensão. Observou-se, que ao finalizar as questões, G afirmava "eu entendi", porém, as mesmas dúvidas surgiam em diferentes momentos. Outras situações consideradas importantes para análise da compreensão desses conceitos são apresentadas nas figuras 163 e 164.

Figura 163 – Sistema monetário: problema três.



Fonte: a pesquisa

P: Aninha tem seis reais. Pega seis reais na caixinha do dinheiro. Pode pegar de qualquer jeito que tu quiseres.

G: Aqui são seis reais.

P: Isso é o que a Aninha tem. A Paula tem dezesseis. Pega dezesseis.

G: Dez. Daí posso pegar duas de cinco?

P: Pode. Viu? Isso que é trocar. Essas duas tu podes trocar por aquela.

G: Dez, cinco e mais um.

P: Quantos reais a Aninha tem?

G: Aninha tem seis.

P: Quantos reais a Paula tem?

G: Dezesseis.

P: O que pergunta o problema?

G: Quantos reais tem ao todo.

P: E quanto elas tem?

G: Quanto? Eu posso fazer as moedas por último?

P: Pode.

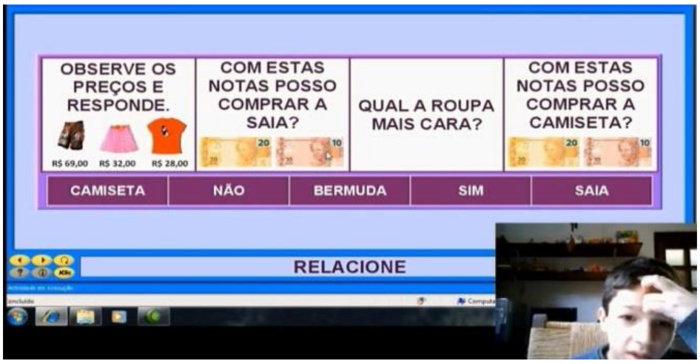
G: Da dez, dez, vinte, vinte e dois (realiza a adição mentalmente).

P: Eu não acredito!

Nesse problema G, por iniciativa própria, "trocou" uma nota de dez por duas notas de cinco. Além disso, mais uma vez, realizou a adição "mentalmente", com avanços consideráveis em relação às dificuldades apresentadas anteriormente.

O problema da figura 164 foi desenvolvido com o objetivo de comparar preços e efetuar "possíveis" compras.

Figura 164 – Sistema monetário: problema quatro.



Fonte: atividades no aplicativo *JClic*

P: Observa os preços e responde. Uma bermuda sai...

G: Sessenta e nove.

P: Uma saia?

G: Trinta e dois.

P: E a blusa?

G: Vinte e oito.

P: Com estas notas, posso comprar a saia? Vamos pensar. Esta nota é de ...

G: Vinte.

P: E esta?

G: Dá, dá, dá. Dez.

P: Quanto dá as duas juntas?

G: Trinta.

P: Qual o preço da saia?

G: Trinta e dois. Não.

P: Qual a roupa mais cara?

G: A bermuda.

P: Por quê?

G: Sessenta e nove é acima do preço.

P: Com essas notas posso comprar a camiseta?

G: Dá.

P: Por quê?

G: É a mais que vinte e oito.

P: Isso aí!!

G resolveu corretamente o problema, realizou a adição (20 + 10) mentalmente, reconheceu os produtos que poderiam ser comprados e soube justificar as suas respostas.

Outro aspecto que diz respeito à categoria da Autonomia Social em Matemática é o das noções das unidades de tempo. Passa-se, agora, a analisá-las. No anexo digital 20, podem ser observados os diálogos transcritos a seguir.

A figura 165 ilustra exemplos de atividades que tiveram como objetivo o reconhecimento de horas exatas e a compreensão das notações, como, 8h e 20h.

Figura 165 – Reconhecendo horários.

Fonte: a pesquisa

P: Observa este relógio (objeto de aprendizagem *online*). *Quando o relógio de ponteiro marca doze horas, e é noite, o digital marca 00:00.*

G: Existe 00:00?

P: Sim, quando é meia-noite. Ali, é como marca no relógio de ponteiro e ali no digital. Além disso, mostra se é dia ou noite.

G: Sim.

P: Agora ainda é de noite.

G: Uma da manhã.

P: Pode ir clicando. É assim até o meio-dia.

[...]

G: Doze horas.

P: É meio-dia. Olha agora. Uma hora no relógio de ponteiro e treze no digital. Porque a partir do meio-dia, até a meia-noite, se conta treze, quatorze, até vinte e quatro.

G: Quatorze, quinze, dezesseis, dezessete, dezoito, dezenove. É de noite.

P: Está começando a escurecer.

G: Vinte, vinte e um, vinte e dois, vinte e três, meia-noite.

P: Entendeu?

G: Agora eu entendi.

[...]

P: Agora tens que relacionar as colunas. Quinze horas é manhã, meio-dia, noite, meia-noite ou tarde?

G: Quinze horas. Tarde.

P: Vinte horas?

G: De noite.

P: Doze horas?

G: Meio-dia.

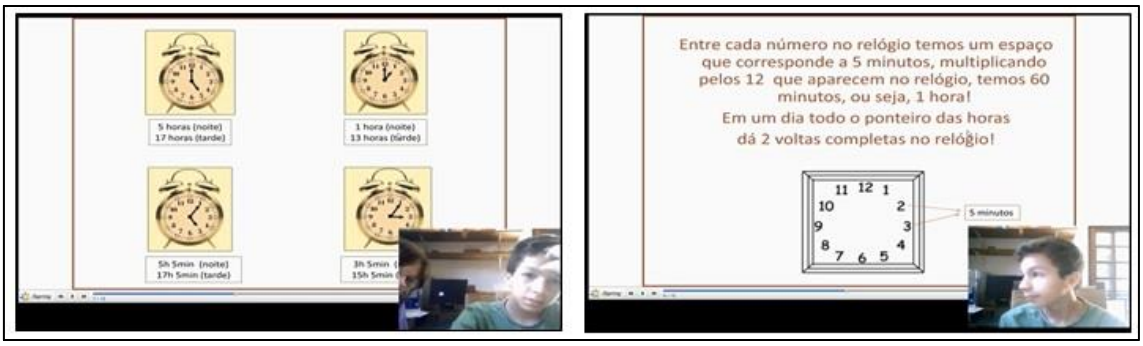
P: Oito horas.

G: Manhã.

[...]

Na figura 166 estão exemplos de questionamento sobre o relógio analógico e a leitura dos minutos.

Figura 166 – Minutos.



Fonte: a pesquisa

P: Se estiver marcando assim (5h no relógio analógico).

G: Cinco horas.

P: Isso. Mas é cinco horas só se for de noite.

G: De noite.

P: Se for de dia tu vais contar assim: doze, treze, quatorze, quinze, dezesseis, dezessete.

G: Dezessete.

P: Cinco de noite e dezessete de tarde.

[...]

*P: (*1h no relógio analógico). *Uma hora se é de noite.*

G: Treze horas.

P: Treze quando é de tarde. Porque tu constas doze, treze.

G: Sim, eu entendi.

P: Cada hora tem...

G: Sessenta minutos.

P: Cada minuto tem...

G: Sessenta segundos. É?

P: As horas são contadas de zero a vinte e quatro.

G: Não tem zero aqui (aponta para o relógio).

P: É por isso que nós temos que saber quando é de dia e quando é de noite.

[...]

G: Eu quero saber como marca tudo de novo. Eu posso desenhar aqui?

P: Claro.

G: Vou desenhar o sol e a lua. Como marca tudo de novo?

P: Não entendi.

G: Entre o amanhecer. O relógio como marca entre o amanhecer?

P: Vamos fazer assim. Da meia-noite...

G: Até o amanhecer.

P: Até o meio-dia.

G: Como muda tudo? Quero saber.

P: Sim, vou te mostrar. Por exemplo...

G: Matemática serve para tudo.

P: O quê?

G: Matemática serve para tudo.

P: Matemática serve para tudo mesmo, meu amor.

[...]

P: O relógio começa a contar quando é meia-noite. Porque é zero hora do dia. Na primeira volta é uma hora, duas horas...

G: Então meia-noite é zero?

P: É zero hora. O dia começa à meia-noite.

G: O quê?

P: Se tu disseres meia-noite é a mesma coisa que dizer zero hora. Começa então, G. Zero hora.

P e G: Uma, duas, três, quatro, cinco, seis.

P: Agora está amanhecendo.

P e G: sete, oito, nove, dez, onze, doze.

P: Tu viste que o relógio fez uma volta completa?

G: Sim.

P: Então, quando ele chegar no doze, é meio-dia.

G: Sim.

P: Agora, como é de tarde, não pode contar uma, duas. Tens que contar treze, quatorze, quinze, ..., vinte e dois, vinte e três, vinte e quatro. Então, começa tudo de novo. Zero, uma.

G: Entendi.

Percebe-se que, assim como em outros conceitos matemáticos abordados na intervenção pedagógica, G necessita de situações de repetição, pois, apesar de afirmar ter entendido, repete várias vezes a mesma pergunta.

G: E uma hora e meia?

P: Uma hora e meia? Uma hora e meia é de noite, certo?

G: Sim.

P: Olha aqui. O ponteiro pequeno não pode estar nem em cima do um, nem em cima do dois.

G: Por quê?

P: Porque tu disseste que é uma hora e meia. Então já passou da uma hora, mas ele ainda não chegou às duas horas.

G: Sim.

P: Então, o ponteiro pequeno vai apontar para a metade, entre o um e o dois. Porque meia hora é a metade da hora.

[...]

P: Cinco horas é uma hora exata.

G: Sim.

P: Então ainda não passou nenhum minuto. Diz-se, zero minuto.

G: Zero.

P: Cada traço destes (mostra os traços dos números) *são cinco minutos. Então, se o grande estiver aqui,* (5h30min) *se conta: cinco, dez, quinze, vinte, vinte e cinco, trinta. Trinta que é a mesma coisa que meia hora.*

G: De cinco em cinco?

P: É. De cinco em cinco.

[...]

G: Como o relógio sabe qual o tempo?

P: Ele é fabricado. Esse movimento que ele faz "tic, tic, tic", cada um é um segundo. Eles fizeram tão certinho que quando ele faz "tic" sessenta vezes, tem um contador, é que passou um minuto.

[...]

G: Ainda não entendi. É meio confuso. Uma hora dá toda a volta. E é de dia e de noite também?

P: Sim. Enquanto o grande dá uma volta inteira, o pequeninho vai de um número para o outro. O pequeno marca a hora. Se ele vai do um para o dois é porque passou uma hora.

G: Sim.

P: E como passou uma hora, o grandão já tem que ter marcado que passou sessenta minutos.

G: Sessenta minutos.

P: Enquanto o pequeno passa de um número para o outro, marcando uma hora, o grande faz uma volta completa, marcando sessenta minutos.

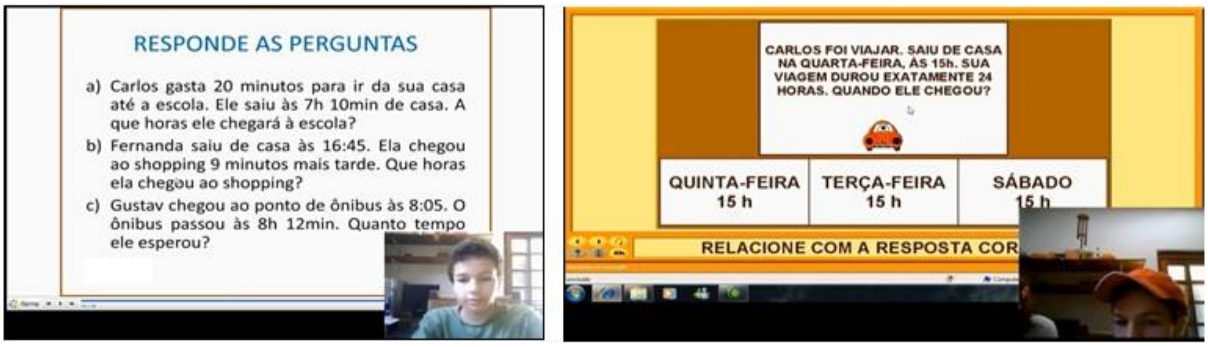
G: Uma volta.

P: Toda a volta.

Apesar das atividades e do manuseio de um relógio analógico, G continuou com muitas dúvidas, principalmente na "leitura do relógio" no que se refere aos minutos. Porém, o que se considera mais importante é a compreensão demonstrada por ele em relação à diferença entre horas, por exemplo, oito horas e vinte horas. Essas notações, que fazem parte do cotidiano das pessoas, e, portanto, são importantes quando se busca a autonomia social de G.

Exemplos de resolução de problemas que envolvem unidades de tempo (hora e minutos) são apresentados na figura 167 e nos diálogos.

Figura 167 – Resolvendo problemas um.



Fonte: a pesquisa

P: Carlos gasta 20 min para ir da sua casa até a escola. Ele saiu às 7h10min de casa. A que horas ele chegará à escola?

G: Às sete e dez?

P: Ele saiu as sete e dez, sete horas e dez minutos e demorou vinte minutos.

G: Trinta e sete.

P: Tu disseste ao contrário? Sete horas e...

G: Trinta minutos.

P: Isso garoto!

[...]

P: Fernanda saiu de casa às 16:45. Ela chegou ao shopping 9 minutos mais tarde. Que horas ela chegou ao shopping? O quê tu vais somar com o quê?

G: Este com este (mostra os minutos).

P: Isso! Perfeito!

G: (Monta o algoritmo). *Quarenta e cinco, nove. É de mais?*

P: Sim.

G: Nove, dez, onze, doze, treze, quatorze. Cinquenta e quatro.

P: Isso aí. Vai chegar às...

G: Dezesseis e cinquenta e quatro.

[...]

P: G chegou ao ponto de ônibus às 8:05. O ônibus passou às 8h12min. Quanto tempo ele esperou?

G: Doze menos cinco.

P: Isso!!!!

G: Doze menos cinco.

P: Bota qual na cabeça?

G: Cinco. Seis, sete, oito, nove, dez, onze, doze. Sete.

P: Esse guri é o máximo!!!

[...]

P: Carlos foi viajar. Saiu de casa na quarta-feira, às 15h. Sua viagem durou exatamente vinte e quatro horas. Quando ele chegou?

P: Vinte e quatro horas. Quando passa vinte e quatro horas é porque passou um dia. Se ele saiu na quarta?

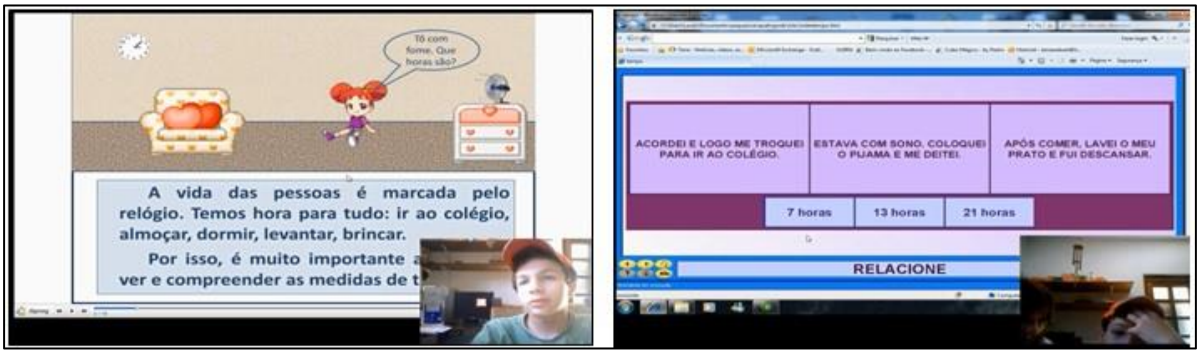
G: Então é quinta.

P: Isso.

G resolveu as situações apresentadas sem encontrar dificuldades. Compreendeu que deveria operar “minuto com minuto” e “hora com hora”. Porém, questões que necessitavam de “trocas” não foram abordadas, já que, o sistema seria o sexagesimal.

A análise do questionário respondido por G, na fase da sondagem, apontou que ele não identificava os horários da sua rotina diária. Em função disso, foram aplicadas atividades que objetivaram sanar essa dificuldade (figura 168).

Figura 168 – Meus horários.



Fonte: a pesquisa

P: Quais são os teus horários durante o dia? Os que tu tens que cumprir?

G: Tenho que levantar, tomar café da manhã, ir no colégio, depois no colégio, no recreio eu me troco, depois do recreio: aula. Depois do colégio almoço, durmo, depois faço o tema e depois faço o que quiser.

P: E ainda tem a hora para jantar.

G: E para tomar banho.

P: E dormir. Que horas tu vais de manhã para o colégio? Que horas começa a tua aula?

G: Não sei bem.

P: Mais ou menos. O que tu achas?

G: Nove horas eu me troco.

P: Às nove horas tu te trocas e a aula começa antes disso?

G: Sim.

P: E termina a que horas?

G: Meio-dia.

P: E que horas tu vais dormir?

G: Nove ou um pouquinho mais. Dez e meia.

P: Mas é muito tarde.

G: Depois das nove horas, o que vem? Dez?

P: Depois das nove, vêm dez horas.

G: Sim. Dez. Entre nove e dez. E na sexta eu durmo às cinco da manhã.

P: No outro dia tu estás livre.

[...]

P: Escuta uma coisa. Eu te digo nove horas ou te digo vinte e uma horas, tu entendes qual é a diferença?

G: Sim. Nove horas é de manhã e vinte e uma é de noite.

P: Isso garoto!!

[...]

P: (Exemplo dois da figura 162). *Tu vais pensar e me dizer que horas tu fazes isto. Levantar.*

G: Este é o de levantar. Sete.

P: Isso. Que hora tu vais dormir?

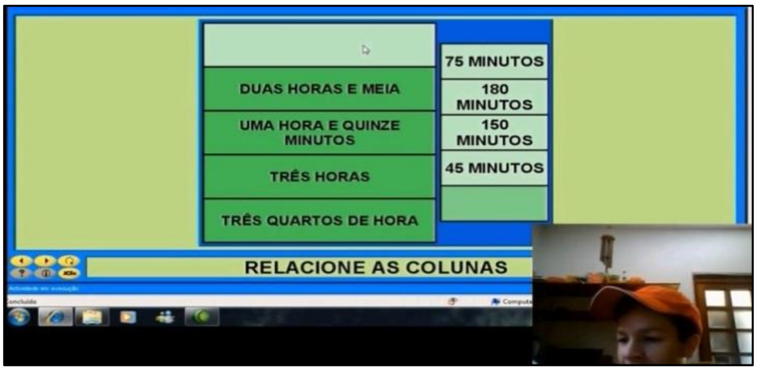
G: Vinte e uma horas. No relógio digital é vinte e uma horas? Não é nove?

P: No digital é mais fácil. Tem nove e vinte e uma. E almoço?

G: Treze horas.

G continua não conhecendo todos os horários da sua rotina diária, porém, demonstra, nas suas respostas, estar em processo de construção desse conhecimento. A figura 169 apresenta uma situação problema envolvendo horas e minutos

Figura 169 –. Resolvendo problemas dois



Fonte: a pesquisa

P: Uma hora e quarenta e minutos. Tens que ver tudo isso em minutos. Uma hora tem quantos minutos?

G: Sessenta.

P: Sessenta minutos. Uma hora e quarenta e cinco minutos. Uma hora tem sessenta mais quarenta e cinco.

G: Cinco, seis, mais quatro. Sete, oito, nove, dez.

P: Vão ser quantos minutos?

G: Cento e cinco.

[...]

P: Uma hora tem quantos minutos?

G: Sessenta.

P: Duas horas?

G: Isso pode ser. Eu pensei. Uma hora mais. Sessenta vezes dois, porque ela pode ser sessenta mais sessenta.

P: Isso mesmo. Tu entendeste a multiplicação!

G: Sim.

P: Sessenta mais sessenta é a mesma coisa que sessenta vezes dois. Quanto é sessenta mais sessenta ou sessenta vezes dois?

G: (Pensa). *Cento e vinte? Não?*

P: É!!!! G me deu até calor!!! Mas, os nossos problemas ainda não estão resolvidos porque são duas horas e meia. Por enquanto tu tens duas horas. Agora tens que pensar na meia hora. Uma hora tem sessenta minutos.

G: Sim.

P: Meia hora é a metade de hora.

G: Trinta.

P: Tá brincando!!

G: Não.

P: Quanto dá cento e vinte mais trinta? Faz de cabeça.

G: Cento e vinte mais trinta.

P: Quer fazer a conta?

G: Sim. Zero, ah. Cento e cinquenta minutos.

[...]

P: Uma hora e quinze minutos. Quantos minutos tem uma hora?

G: Sessenta.

P: Isto é uma hora. Uma hora e quinze, o que falta fazer?

G: Somar. Mais quinze.

P: E agora quanto dá?

G: Sessenta. Setenta e cinco.

[...]

P: Três horas.

G: Três horas. Deve ser cento e oitenta.

P: Porque tu achas que é cento e oitenta?

G: Cento e vinte eu somei sessenta. Eu botei mais.

P: Mais sessenta?

G: Sim. Primeiro escreve esse e depois somar esse.

P: Tu ias fazer sessenta vezes dois? Isso?

G: Sim.

P: Que dava cento e vinte?

G: Sim.

P: E esse cento e vinte tu ias somar com o outro sessenta? Isso? E ia dar?

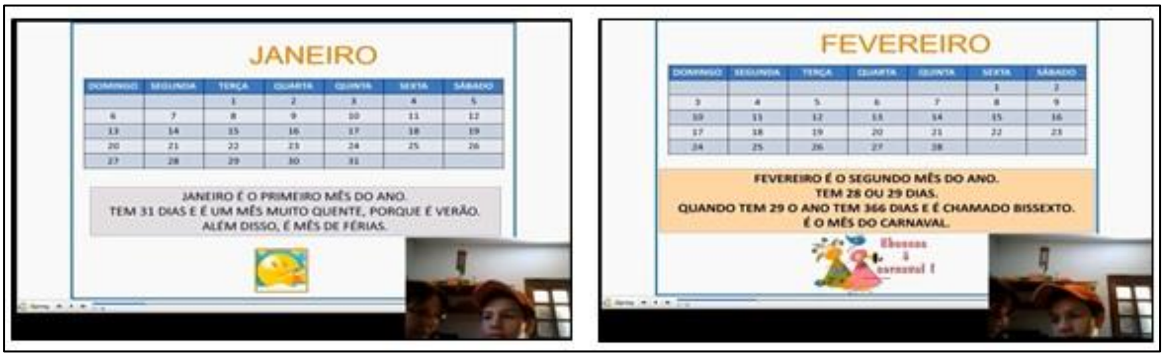
G: Cento e oitenta.

P: Perfeito!! Perfeito!!

Na resolução destas questões, G apresenta avanços significativos e surpreende, principalmente ao compreender que uma hora corresponde a sessenta minutos e meia hora, a trinta minutos. Além disso, percebe-se que realiza os cálculos rapidamente, compreende a multiplicação e que cria estratégias próprias para resolver os problemas apresentados.

Além das unidades envolvidas na compreensão dos “relógios”, abordaram-se as unidades de tempo envolvidas no estudo do “calendário”. No anexo digital 21 encontram-se exemplos de atividades que confirmam a evolução de G, que são detalhadas na sequência deste subcapítulo, como a situação do exemplo da figura 170.

Figura 170 – Conversas sobre o calendário.



Fonte: a pesquisa

P: Observa que o calendário começa com o mês de janeiro. O mês de janeiro tem trinta e um dias.

G: Trinta e um.

P: Tem meses que tem trinta e um e meses que tem trinta. E fevereiro é diferente, tem vinte e oito e de quatro em quatro anos, tem vinte e nove, que é o ano bissexto.

G: O quê?

P: Fevereiro é o segundo mês do ano. Vem depois de janeiro. É o único mês do ano em que às vezes muda o número de dias.

G: Então não tem trinta?

P: Não. Nunca tem trinta. Três anos seguidos tem vinte e oito e depois vem um ano com vinte e nove. Na verdade, o ano tem trezentos e sessenta e cinco dias e seis horas. Sobram em um ano seis horas. Então, por exemplo, sobrou em um ano seis horas, no ano seguinte sobram outras seis, no outro, mais seis e no quarto ano, mais seis. Somando seis mais seis, doze, dezoito, vinte e quatro. Então, de quatro em quatro anos, sobra um dia e esse um dia é aumentado em fevereiro.

G: Sim.

P: Então, de quatro em quatro anos, fevereiro vai ter um dia a mais. Vinte e nove. Quando isso acontece o ano é chamado de bissexto.

[...]

P: Em junho. Sexto mês. Já passou um semestre. Lembra? Seis. Semestre. Trimestre. Agora ouve a palavra "trimestre". O que é tri?

G: Três.

P: Então quantos meses tem um trimestre?

G: Três.

[...]

P: Novembro. Décimo primeiro mês.

G: Vinte e quatro é meu aniversário.

P: Que ano tu nasceste?

G: Não sei. Dá para fazer o cálculo?

P: Sim. Tu tens treze anos? Vais fazer quatorze? Mil novecentos e noventa e oito.

G: Uau!!

P: Velho!! Ainda é dos mil, nem nasceu nos dois mil.

[...]

P e G: (Atividade de relacionar coluna: mês e sua ordinalidade). *Janeiro, fevereiro, março, ..., dezembro.*

P: Janeiro, qual é?

G: Primeiro.

P: Isso. É o primeiro mês do ano? E abril?

G: É o segundo.

P: Será? (Recita os nomes).

G: Fevereiro. Tem até doze?

P: O quê?

G: Tem até doze? Eu não sabia.

P: Tem doze.

Na fase de sondagem averiguou-se que G não compreendia “meses” e “dias da semana”. Ao aplicar essa atividade, após quase três anos, estando G na época com treze anos e cursando a sétima série na escola, percebeu-se que G continuava com essas dúvidas, o que foi surpreendente. Esse fato demonstra a necessidade de se trabalhar constantemente com conceitos do cotidiano, que para muitos alunos, são assimilados naturalmente, na vida em família e nas atividades na escola, sem necessitar de repetição constante.

Sobre os “dias da semana”, relatam-se, a seguir, alguns momentos da intervenção pedagógica. As atividades aplicadas são exemplificadas na figura 171.

Figura 171 – A semana.

Fonte: a pesquisa

P: Qual é o primeiro dia da semana?

G: Segunda.

P: Não. Sabe que dia começa a semana?

G: Segunda.

P: Não. No domingo.

G: É?

P: Sim. A semana começa no domingo. A segunda é o primeiro dia que temos coisas para fazer, mas começa no domingo.

G: Eu pensei que fosse segunda.

P: Então o primeiro dia é?

G: Domingo.

P: Qual é o segundo dia da semana?

G: Segunda.

P: Quem vem depois de segunda?

G: Terça. Quarta. Quinta. Sexta. Sábado.

[...]

P: Associe cada dia da semana com o anterior. Quem vem antes de domingo.

G: Sábado

P: Isso. Quem vem antes da quinta-feira?

G: Quarta.

P: Quem vem antes da quarta-feira?

G: Terça-feira.

P: Isso. Quem vem antes da segunda-feira.

G: Domingo.

P: Do sábado?

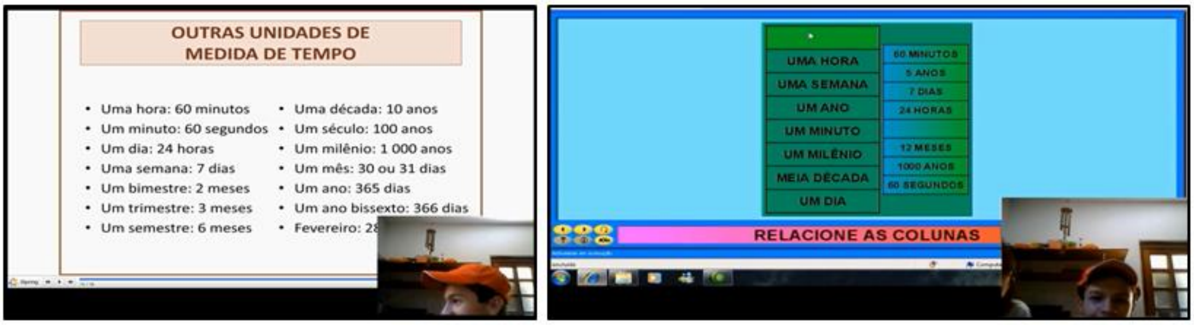
G: Sexta.

P: Da terça?

G: Terça? A segunda.

Na figura 172 está um exemplo de uma atividade envolvendo outras unidades de tempo.

Figura 172 – Outras unidades de tempo.



Fonte: a pesquisa

P: Uma década são dez anos.

G: Uma década. Quantas décadas tu já viu? Eu estou só te perguntando.

P: Eu já vi cinco décadas e mais seis anos. Quantos anos eu tenho?

G: Tu não é tão velha assim, tipo o seu Paulo.

P: É, não sou tão velha assim. Quantos anos eu tenho? Cinco décadas. Cada década vale dez.

G: Cinquenta.

P: Mais seis anos?

G: Cinquenta e seis.

P: Não importa que tu me chames de velha, de bruxa, de cheia de ruga. Tu fizeste essa conta aqui (aponta para a cabeça).

G: Sim.

P: Não usou nem os dedos. Muito bom. E um século? Eu não tenho um século ainda.

G: Aleluia.

[...]

P: Agora nós vamos ligar. Um trimestre.

G: Três.

P: Três meses. Exatamente. Uma hora, quantos minutos tem?

G: Sessenta.

P: Isso aí. Uma semana, quantos dias tem?

P e G: (Recitam a sequência dos dias da semana).

G: Sete.

P: O que tem doze meses?

G: Doze meses? Um ano. Um ano tem doze? Por isso que o professor Girafalis disse pro Chaves[76] *que um ano tem doze meses.*

P: Sim senhor. Por isso que o professor do Chaves disse isso. Um ano tem doze meses.

Outra vez, G surpreendeu-se com o fato de que um ano tem doze meses, mas recorda de um dos episódios do seriado "Chaves", no qual o professor "ensinou" isso para o aluno. Da mesma forma, G não sabia o que eram "estações do ano" e as características do outono e da primavera. O diálogo transcrito, que ocorreu durante a aplicação da atividade da figura 173, comprova esse fato.

Figura 173 – Estações do ano.

Fonte: a pesquisa

P: Vinte e dois de dezembro. Pensa em dezembro. É quase...

G: Natal.

[76] Seriado infantil.

P: Que estação está iniciando? O que é esse? G, estação do ano é inverno, verão, primavera e outono. Este é quem?

*G: Primavera (*na realidade era a figura representativa do outono). *Por que será que nos Estados Unidos o Natal é no inverno?*

P: Porque é o contrário de nós. Nós estamos aqui, em uma parte da terra. E eles estão "nas costas". É bem o contrário. Quando nós estamos no inverno, eles estão no verão.

G: Desenha para mim?

P: L (outra pessoa), *vem nos ajudar?*

L: A terra, ela está um pouco inclinada. Aqui está o sol. E a terra gira em torno do sol.

G: Sim.

L: Estás vendo que esta parte de cima da terra está mais perto do sol?

G: Sim.

L: É verão. Esta parte que está mais longe vai ser...

G: Inverno.

L: Inverno. Então, a terra vem e gira e vem até aqui.

G: Sim.

L: Quando ela chega aqui, a parte de cima está mais longe e, na parte de baixo, vai ser verão.

G: Sim.

L: O Brasil está aqui embaixo. Certo?

G: Sim.

L: E os Estados Unidos, aqui em cima.

G: Sim.

L: Então, quando aqui está perto do sol, aqui vai estar longe. Quando aqui está longe do sol, aqui vai estar perto.

G: Entendi.

Destaca-se, o desejo de aprender e a curiosidade de G. Outro aspecto é a necessidade de ter "desenhos" para que consiga compreender certas explicações, principalmente quando são mais abstratas, como compreender, por exemplo, o movimento da terra em relação ao sol ou o funcionamento do cartão de crédito. Sabe-se que G não construiu plenamente os conceitos abordados em relação às unidades de tempo, como o entendimento dos meses do ano e da leitura dos relógios, nem em relação ao sistema monetário, como o uso de moedas e de situações de compra e venda com troco. Porém, a análise dos dados aponta a evolução cognitiva de G em relação aos conceitos matemáticos considerados essenciais na busca da sua autonomia social.

Na aplicação de atividades no papel, sobre o sistema monetário e questões com diferentes medidas de tempo, descrevem-se três atividades. A primeira, diz respeito à resolução de um problema que segue todos os passos sugeridos por Polya (2006) e envolve noções sobre o sistema monetário (anexo 2). O problema tem o seguinte enunciado: “Domingo vou ao shopping fazer compras. Quero comprar um jogo que custa R$ 38,00 e uma camiseta que custa vinte e cinco reais. Vou levar comigo uma nota de cinquenta reais” e os seguintes questionamentos de interpretação do problema:

a) Aonde vou no domingo?

b) O que vou fazer?

c) O que quero comprar?

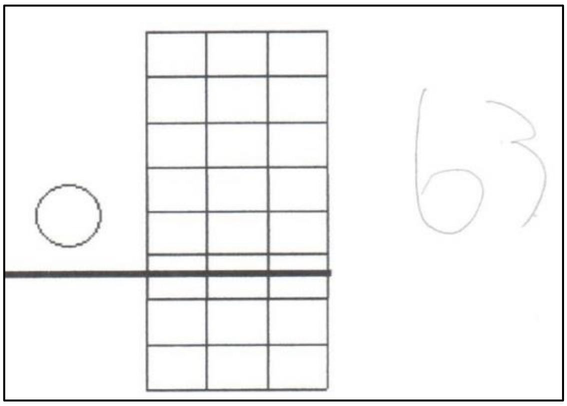
d) Quanto custa o jogo que quero comprar?

e) Qual o preço da camiseta que quero comprar?

Todos esses itens foram respondidos corretamente, demonstrando que G interpretou adequadamente o problema.

O item *f* (Se comprar os dois quanto vou gastar?) foi respondido de forma correta e G não utilizou o espaço destinado para resolução por algoritmo (figura 174), realizando o cálculo mentalmente.

Figura 174 – Resolvendo problemas.



Fonte: a pesquisa

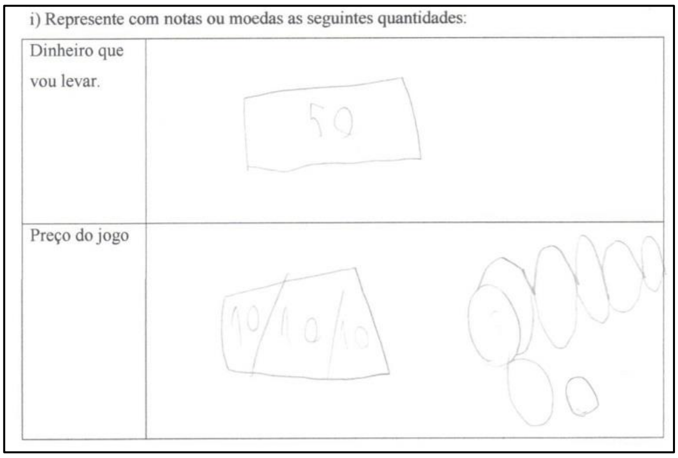
Nos itens *g* e *h*, as perguntas se referiam ao “poder” comprar.

g) Vou ter dinheiro para comprar as duas coisas?

h) Se eu comprar somente o jogo, vou receber troco?

G respondeu que não teria dinheiro suficiente para comprar os dois itens, mas poderia comprar o jogo e ainda receber troco. No item *i* (figura 175), G representou (com desenhos) as opções de "notas ou moedas" que faria para valores envolvidos no problema.

Figura 175 – Representando simbolicamente notas de dinheiro e moedas.

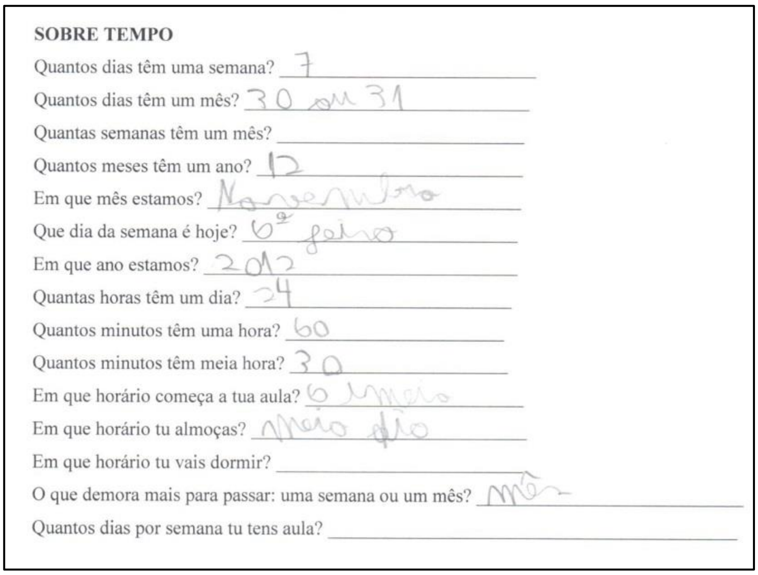


Fonte: a pesquisa

A representação de preços com "moedas" também é exemplificada no anexo 3. O problema apresentava três itens (cinquenta centavos, vinte e cinco centavos e sessenta e cinco centavos) e G representou as opções realizadas por ele através de desenhos. Soube optar corretamente.

Sobre as unidades de medida de tempo, optou-se, para comprovar a evolução de G, aplicar um questionário aplicado na mesma sessão do pós-teste (figura 176).

Figura 176 – Respondendo questões.



SOBRE TEMPO

Quantos dias têm uma semana? 7

Quantos dias têm um mês? 30 ou 31

Quantas semanas têm um mês? ______

Quantos meses têm um ano? 12

Em que mês estamos? Novembro

Que dia da semana é hoje? 6ª feira

Em que ano estamos? 2012

Quantas horas têm um dia? 24

Quantos minutos têm uma hora? 60

Quantos minutos têm meia hora? 30

Em que horário começa a tua aula? 6 i meia

Em que horário tu almoças? meio dia

Em que horário tu vais dormir? ______

O que demora mais para passar: uma semana ou um mês? mês

Quantos dias por semana tu tens aula? ______

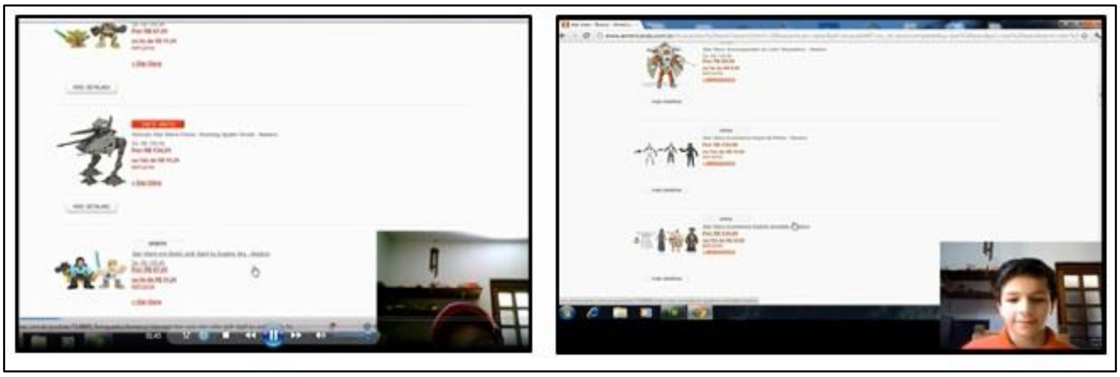
Fonte: a pesquisa

G respondeu corretamente a maioria das questões com os conceitos: quantos dias tem uma semana, quantos dias tem uma semana e um mês, quantos meses tem em um ano, quantas horas tem um dia, quantos minutos tem uma hora e meia hora, entre outros. Ressalta-se que, soube responder corretamente “o que demora mais para passar: uma semana ou um mês” e a data completa do dia da aplicação do questionário, escrevendo, inclusive, o ano de forma correta (2012). Esses avanços comprovam uma evolução significativa de G em relação aos conceitos considerados essenciais para que uma pessoa tenha capacidade de gerenciar sua rotina e viver em sociedade.

Nessa mesma atividade G não respondeu a algumas questões, como por exemplo, quantas semanas tem um mês. Sobre o horário de “ir dormir”, quando questionado, respondeu que *“mudava nos dias”* e sobre “quantos dias da semana tinha aula” respondeu “*não é todos, mas não sei quantos”*, demonstrando que, não sanou completamente suas dúvidas.

Para responder a um dos objetivos específicos dessa pesquisa, ou seja, **“analisar e confrontar as habilidades matemáticas trabalhadas na sequência didática e a sua transferência para outras situações, em especial às relacionadas ao cotidiano do jovem investigado”**, optou-se por apresentar situações de compras na *Internet*, de contextualização de um problema para uma situação real e de interpretação de gráficos e tabelas com conceitos básicos de estatística. Sobre compras na *Internet*, optou-se por apresentar dois momentos diferentes da intervenção, que demonstram, além da inclusão digital, os conceitos matemáticos envolvidos na resolução de diferentes questionamentos, as opções realizadas por G e seu desenvolvimento cognitivo (anexo digital 22 e figura 177).

Figura 177 – Compras na *Internet.*



Fonte: a pesquisa

Na primeira compra, destacam-se partes dos diálogos ocorridos:

P: Vamos entrar na Internet. No Google. Em qual site? Americanas?

G: Sim (digita americanas com muita dificuldade).

P: O que queres comprar?

G: Star Wars (digita).

P: Vamos combinar quanto tu podes gastar?

G: Deixa eu ver?

P: Setenta reais?

G: Sim.

[...]

P: O primeiro dá para comprar? (R$ 152,91).

G: Eu acho que não porque é a mais.

P: É a mais? E quanto é?

G: Mil e cinquenta e dois.

[...]

G: Sessenta e sete.

P: E sessenta e sete, tu podes comprar?

G: Não me lembro.

P: Tu podes comprar até setenta.

G: Sim, acho que sim.

P: Porque tu achas que sim?

G: Porque é a menos.

P: A menos. Isso aí.

[...]

G: Esse não pode porque é acima.

P: É acima? Oitenta e nove? Mas vamos anotar. Podemos negociar.

G: Uhh!

[...]

G: Este é acima. (R$ 134,00).

P: É acima.

[...]

G: É quarenta e três.

P: Vamos ver lá em cima se é Revell.

G: É pequeno este?

P: Se é quarenta e três, tu não podes escolher dois com o teu dinheiro? (Comparando com o maior que é R$ 89,00).

G: Sim, eu posso escolher dois.

P: Por quê? Quanto dá os dois?

G: Porque é quarenta e três mais quarenta e três.

P: Queres fazer a conta aqui?

G: (Faz "pensando"). *Três mais três vai dar seis e daí quatro mais quatro, quatro mais quatro. Oito. Oitenta.*

P: Oitenta e...

G: Oitenta e seis. Espera! Olha! É esse! Aquele é pequeno e esse é gigante.

P: Este é gigante?

G: Gigantão. Aquele é pequeno.

Ressaltam-se, dessa atividade, alguns aspectos relevantes. A pesquisadora permitiu que G gastasse 70 reais, porém salientou que esse valor poderia ser negociado. G demonstra entender "os preços", pois responde corretamente às questões de "mais ou menos", relacionando o valor dos objetos com o dinheiro que dispõe.

Outro aspecto que pode ser observado relaciona-se à leitura do preço de uma nave (R$ 152,00). Lê o número como sendo "1052", demonstrando que, nesse momento da intervenção pedagógica, demonstrava não compreender "centena e milhar".

Porém, percebe-se avanços frente a alguns questionamentos, como na comparação de preços do *Revell*[77] *(*grande R$ 86,00 e pequeno R$ 43,00). Questionado se poderia comprar dois pequenos, G realizou a adição (43 + 43) sem montar o algoritmo, utilizando apenas os dedos e adicionando unidade com unidade e dezena com dezena, afirmando que poderia comprar dois pequenos ou um grande. Sua decisão foi pela compra de um *Revell* grande.

Sobre a segunda compra, apresentam-se os seguintes recortes do diálogo:

P: Hoje eu vou te dar dinheiro para gastar.

G: Sim.

P: O que tu preferes: duas dezenas ou uma centena?

G: Uma centena?

P: Por quê?

G: Porque vale mais.

P: Quanto vale duas dezenas?

G: Vinte.

P: E uma centena.

---

[77] Brinquedo de montar.

G: Cem.

P: Então tu preferes ganhar uma centena?

G: Sim.

P: Só que eu hoje quero te dar mais de uma centena. Eu vou te dar uma centena, duas dezenas e cinco unidades.

G: Unidades pode ser moedas.

P: Quanto isso dá? Vamos ver primeiro?

G: Cem mais vinte vai dar cento e vinte. E mais?

P: Cinco unidades.

G: Cinco, vinte e cinco. Cento e vinte e cinco.

P: Então, pega cento e vinte e cinco reais para ti. Como tu quiseres.

G: (Escolhe uma nota de cem, uma de vinte e uma de cinco).

P: Isso aí. Cento e vinte e cinco para gastar na Internet. Vamos lá.

[...]

P: Qual que tu querias destes?

G: É cento e vinte e cinco, né?

P: Isso. Qual dos três tu gostaste?

G: Qual dos três! Qual dos três! Eu acho que gostei deste.

P: Este segundo?

G: Sim.

P: E quanto é o segundo?

G: Oitenta e nove vírgula nove nove. Noventa.

P: Tu podes comprar?

G: Cento e vinte e cinco. Eu acho que dá.

P: Por que tu achas que dá?

G: Porque cento e vinte e cinco é... Passou.

P: Esse é o teu dinheiro. Sobraria ou faltaria para comprar esse aqui?

G: Acho que ia sobrar bem pouquinho.

P: Quanto vai sobrar?

G: (Monta o cálculo). *Aqui vai dar... Quinze. Seis.*

P: Sim.

G: Arrasta e daí fica doze.

P: Não.

G: Onze.

P: Isso aí.

G: Três.

P: Sim. Então quanto sobraria para ti?

G: Trinta e seis reais.

[...]

P: Duzentos e noventa e nove é mais que o teu dinheiro?

G: Mais.

P: Então, pega para mim, duzentos e noventa e nove reais. Isso. Já pegou duzentos (duas notas de cem). *Agora pega noventa e nove.*

G: Duzentos e noventa e nove.

P: Onde está o noventa e onde está o nove?

G: O nove? Cinco, sete, nove (Uma nota de cinco e duas de dois).

P: Agora tu tens nove. Já tens duzentos e nove. É duzentos e noventa e nove. O que falta pegar?

G: Noventa.

P: Sim.

G: Vinte, trinta, cinquenta, setenta, noventa (quatro notas de vinte e uma de dez).

P: Noventa. Ótimo.

[...]

P: Este, quanto é? (R$ 49,90).

G: Quarenta e nove e noventa centavos.

P: Isso!

[...]

P: Tu tens setenta e cinco ainda. E este vai custar quarenta e cinco. Quanto troco tu ainda vais ter?

G: Vai dar trinta.

P: Isso.

[...]

G: Este é mais do que sei lá o quê.

P: Cento e sessenta e nove reais e noventa centavos?

G: É.

P: É mais mesmo, mas é negociável.

[...]

P: Quanto passou de cento e vinte e cinco?

G: (Monta o cálculo). *Deixa eu ver. Quatro, quatro e zero. Então, é quarenta e quatro.*

P: Este é mais caro ou mais barato do que o dinheiro que eu te dei?

G: Mais caro.

P: E quanto faltou?

G: Quarenta e quatro. Espera aí. Vou arrumar esse quatro.

[...]

G: De tudo o que eu vi?

P: Sim.

G: Esta nave.

A análise desses eventos, e de situações que ocorreram em outros momentos, corrobora com o afirmado anteriormente sobre o desenvolvimento cognitivo de G em relação aos conceitos abordados na sequência didática e sobre o fato de estar desenvolvendo as habilidades necessárias para fazer compras e gerenciar certa quantidade de dinheiro.

O que também se destaca, mesmo não sendo um objetivo traçado nessa pesquisa, mas que se evidencia na observação das compras realizadas por G na *Internet*, é a sua inclusão no ambiente digital, pois foi necessário auxiliá-lo, em todos os passos (abrir o ambiente de busca, onde digitar o que busca, onde digitar a opção do que busca) na primeira compra, o que não ocorreu na segunda. Além desses aspectos, durante a intervenção pedagógica, criou-se, juntamente com G, um *email* para comunicação, uma conta no *Facebook*, pesquisas no *Youtube* e a tentativa de administrar uma cidade virtual.

Sobre a contextualização de problemas para situações do seu dia a dia, ressalta-se um episódio (anexo digital 23 e figura 178).

Figura 178 – Problema com idades.

Fonte: a pesquisa

P: João tem 8 anos e Maria tem 6 anos.

G: Sim. Tia Tania, eu queria saber uma coisa.

P: Sim.

G: A minha amiga tem onze e eu tenho treze. Quando ela tiver dezoito quantos anos, eu vou estar...

P: Tu tens treze e ela tem onze?

G: Sim.

P: Quantos anos tu tens a mais que ela?

G: Dois anos.

P: Dois anos. Quando ela tiver dezoito anos tu vais ter...

G: Vinte.

P: Isso!!

G: Deixa eu ver mais. Seu eu tiver trinta?

P: Se tu tiveres trinta?

G: Sim.

P: Quando tu tiveres trinta, quantos anos ela vai ter?

G: Vinte e oito.

P: Vinte e oito. Isso!

G: E quando ela tiver sessenta, eu vou ter sessenta e dois.

P: Isso mesmo!!! Viu, tu tens só que colocar a cabecinha para funcionar.

G: A idade de namorar não importa?

P: Não.

G: Ainda bem!

P: Ela tem onze anos?

G: Sim. Por isso que eu estou fazendo esse cálculo.

P: Se agora vocês têm dois anos de diferença, sempre vão manter essa diferença de idade, porque quando passam dois anos para ti, passam dois anos para ela.

G: Sim. Se ela tiver treze?

P: Se ela tiver treze, tu vais ter quanto?

G: Quinze. Se ela tiver oitenta e nove, quantos eu vou ter?

P: Se ela tiver oitenta e nove quantos tu vais ter?

G: Eu vou ter noventa e um. Bah!!!

P: Barbaridade.

G: E tu vais estar lá no céu.

P: Eu vou estar lá no céu, cuidando de ti.

G: Eu vi aqui e pensei nisso (aponta para o problema).

P: Por isso que tu te lembraste?

G: Sim.

P: Tu te lembras, no começo, quando tu não conseguias entender que quem tinha mais idade tinha nascido antes?

Nessa situação, quando G lê o enunciado do problema criado no aplicativo *JClic*, transfere-a para um contexto pessoal. Questiona sobre a diferença de idade entre ele e outra pessoa e elabora diferentes hipóteses. Além de transferir o conhecimento para resolver um problema real, destaca-se a compreensão do enunciado em relação às questões “quem tem mais ou menos”, “quanto a mais ou a menos” e as respostas rápidas aos questionamentos. Duas vezes, ao longo do diálogo, G deixa claro que ao ler o problema lembrou-se de conhecer uma pessoa com a mesma diferença de idade.

Sobre os conceitos básicos de Estatística, como leitura e interpretação de gráficos e tabelas, relatam-se algumas atividades, com dois objetivos: demonstrar a transferência do conhecimento matemático de G para outras situações e salientar que esses conceitos fizeram parte da sequência didática, devido à sua importância para a autonomia social em Matemática, já que, atualmente, muitas informações são divulgadas, utilizando essa linguagem. Exemplos como os da figura 179 e do anexo digital 24 comprovam estas afirmações.

Figura 179 – Conceitos estatísticos básicos.

Fonte: a pesquisa

P: Observe o gráfico e responda às questões. Quantos chocolates G comeu na segunda-feira?

G: Quatro.

P: Em que dia da semana G comeu mais chocolates?

G: Sexta.

P: Em que dia da semana G comeu dois chocolates?

G: Dois? Na quarta.

P: Em que dia da semana G comeu menos chocolate?

G: Terça.

P: Tu és incrível!

[...]

P: A Maria, a Janete, a Beatriz.

G: Marcos.

P: Quantos gols a Maria fez?

G: Dois.

P: A Janete?

G: Sete.

P: A Beatriz?

G: Quinze.

P: O Marcos?

G: Nove.

P: Quantos gols a Beatriz fez a mais que a Maria?

G: Três.

P: Quantos pontos Marcos e Janete fizeram juntos?

G: Marcos e Janete?

P: Juntos. Um fez nove e o outro?

G: Sete.

P: E juntos?

G: Nove mais sete.

P: Nove na cabeça.

G: Dez, onze, doze, treze, quatorze, quinze, dezesseis.

P: Isso.

[...]

P: No gráfico, estão representados os pontos das equipes que participaram da gincana da escola. Observe o gráfico e responda às questões. Qual a equipe que venceu a gincana?

G: Equipe D.

P: Isso! Por que foi a que fez mais pontos?

G: Sim.

P: Quantos pontos a equipe A, a equipe B e a equipe D fizeram juntas?

G: Quatro mais três?

P: Todas juntas.

G: Nove.

P: Isso. Dois mais três mais quatro é igual a nove.

[...]

P: Olha na tabela. Tem turno da manhã e tem turno da tarde.

G: Isso é o quê? Turno?

P: Turno é o horário em que as pessoas vão trabalhar. Quinta de tarde é o turno de...

G: Quinta de tarde? É do Lucas. Na quarta pela manhã, o encarregado é Rubens.

P: Muito bom.

[...]

P: Aqui, de novo. Outra tabela. Tem segunda, terça, quarta, quinta e sexta. Aqui, a Inês e o João. A primeira pergunta é: o que Inês deve fazer na segunda-feira?

G: Segunda, arrumar o meu quarto.

P: Isso aí. O que o João faz na quinta-feira?

G: Limpar o banheiro.

Com estes exemplos, buscou-se comprovar que G transfere os conceitos matemáticos abordados na sequência didática individualizada para outras situações, como para realizar compras na *Internet*, contextualizar problemas para situações reais e interpretar gráficos e tabelas estatísticas.

8.4 DESCOBERTA DE NOVOS CONCEITOS

Abordam-se, neste subcapítulo, os *insights*, as abstrações e as descobertas matemáticas de G. Optou-se por apresentar a descrição de recortes de sessões de estudo que evidenciaram a construção, por parte do jovem investigado, de conceitos matemáticos que não foram abordados diretamente na sequência didática e momentos de “descobertas e de compreensão”;

Ressaltam-se, no anexo digital 25, episódios de sessões de estudo, nos quais mudanças, na forma de pensar de G, são percebidas. Como primeiro exemplo, apresenta-se a compreensão da tabuada e da multiplicação e, principalmente, a opção por essa operação para resolver certos problemas, que até então, eram resolvidos por adição. Na figura 180 estão exemplos de atividades que comprovam essa afirmação.

Figura 180 – Compreendendo a multiplicação.

Exemplo 1

Exemplo 2

Exemplo 3

Exemplo 4

Fonte: a pesquisa

Do primeiro exemplo, destaca-se o seguinte diálogo.

P: Observe os ninhos e responda às questões. Quantos ninhos existem na figura?

G: Três.

P: Quantos ovos há em cada ninho?

G: Nove.

P: Em cada um deles?

G: É três.

P: Uma resposta pode valer para mais de uma questão e pode haver respostas que não vão ser utilizadas. Quantos ovos há ao todo?

G: Nove.

P: Isso, porque são três mais três mais três.

G: Eu pensei três vezes três é nove.

P: Tu não pensaste isso!

G: Pensei.

P: Continua assim, guri! Quantos ovos existem em dois ninhos?

G: Dois ninhos são seis.

Nesse exemplo, G utilizou a multiplicação, pela primeira vez, na intervenção pedagógica, para resolver a situação problema proposta, demonstrando iniciar a compreensão dos conceitos envolvidos nessa operação. No terceiro exemplo, G volta a utilizar a multiplicação para resolver a questão.

P: O mago Toro olhou as flores no jardim e percebeu que cada flor tinha dez pétalas. Ele colheu sete flores e juntou mais seis pétalas soltas. Olha aqui (desenha a flor). *Uma flor: uma, duas, ..., dez pétalas.*

G: Uma flor?

P: Ele colheu sete dessas.

G: É dez vezes sete.

P: Isso!

No segundo exemplo, a atividade aplicada tinha como objetivo revisar e reforçar a adição, porém, G encaminha alguns questionamentos, conforme transcrição a seguir.

G: Tia Tania. Eu tenho uma pergunta.

P: Tá.

G: O mesmo resultado, tipo três mais três, é assim três vezes dois?

P: É a mesma coisa. Isso que é tabuada, meu amor! Porque aqui está dizendo que tu tens duas vezes o número três.

G: É assim? (demonstra muita surpresa).

P: Sim, é assim. Isso que é tabuada.

G: Só?

P: É. Se tu tens cinco mais cinco, tu podes pensar em cinco vezes...

G: Dois.

P: Se tu tivesses cinco mais cinco mais cinco tu poderias pensar em cinco vezes...

G: Três.

P: Três. Isso aí!

G: É a mesma coisa?

P: É a mesma coisa, tu fazeres soma ou multiplicação. Tu não podes pensar, por exemplo, quando é três mais dois, porque esses são diferentes. Isso que é multiplicar, G.

G: Sim!

P: A tabuada surgiu disso. Olha este aqui. Vamos pensar neste: cinco mais cinco.

G: Vai dar dez.

P: Então duas vezes cinco também é dez.

G: Sim.

P: Quanto é três mais três?

G: Seis.

Em outra atividade de repetição com adições simples (exemplo quatro da figura 180), G volta a questionar.

G: Tia Tania, esse resultado (6 + 6) *dá para ver na tabuada?*

P: Dá.

G: Sim? Então a tabuada surgiu disso?

P: Sim, surgiu dessas somas. Para ti não ficar somando a mesma coisa, mesma coisa, mesma coisa, um matemático criou a tabuada.

G: É?

P: Legal, né?

G: Sim, foi um meio de ajudar a ser mais rápido.

P: Mais rápido?

G: Pensar mais rápido.

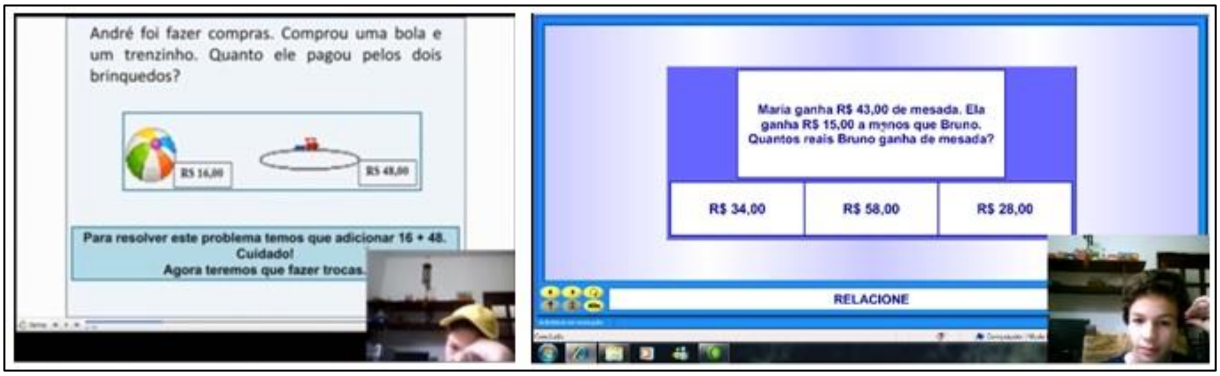
P: Exatamente isso, gurizinho. Exatamente isso. Estás virando um crânio.

Salienta-se que, essas sessões de estudo, ocorreram em 2012, quando G estava cursando a 7ª série. Nesses exemplos, G externa surpresa ao compreender a "tabuada", pois pergunta *"é só isso?"* e parece não acreditar. Além disso, percebe que *"seria mais rápido"* utilizar a multiplicação em substituição de adições. O grande avanço observado nesses episódios não se restringe ao resultado encontrado, mas sim ao fato de utilizar a tabuada e o seu significado, de forma adequada, na resolução dos problemas.

Segundo Lent (2002), o cérebro armazena fatos separadamente e a aprendizagem se dá quando esses fatos são associados através de sinapses. Pode-se, portanto, afirmar que G, ao modificar a forma de resolução dos problemas (de adições de parcelas iguais para utilização da multiplicação), criou novas formas de pensar, novas sinapses, pois utilizou diferentes fatos e conceitos ao resolvê-los.

Outro aspecto que se considera importante e que demonstra a evolução cognitiva de G é o cálculo mental. Aos poucos, G incorpora à sua prática, fatos numéricos, cálculos sem utilização de material concreto ou papel e passa a "aventurar-se" no cálculo mental, resolvendo problemas dessa forma, como os exemplificados na figura 175, com compras na *Internet* (43 + 43) e em outros momentos da intervenção pedagógica, como por exemplo, no problema da figura 181.

Figura 181 – Cálculo mental.



Fonte: a pesquisa

Sobre o exemplo um:

G: Dezesseis mais quarenta e oito.

P: Então faz.

G: Dezesseis mais quarenta e oito. Sete, oito, ..., quatorze. Seis.

P: Quanto ele pagou?

G: Sessenta e quatro.

Sobre o exemplo dois:

P: Maria ganha quarenta e três reais de mesada. Ela ganha quinze reais a menos que Bruno. Quantos reais o Bruno ganha de mesada?

G: A mais?

P: Se eu ganho menos que tu, tu ganhas...

G: Mais.

P: Então, pensa e faz a conta.

G: 3 mais 5. 8. (Pensa). *58.*

P: Isso. Valeu!

Quanto às abstrações, destaca-se que no início das sessões de estudo, G não compreendia o significado das dezenas e unidades. Ao ser questionado sobre "qual o número é formado por 2 dezenas e 6 unidades", por exemplo, não sabia responder. Por isso, utilizaram-se diferentes recursos didáticos concretos e virtuais (ábaco, material dourado e QVL), diversas atividades de composição e decomposição do número, para auxiliá-lo na construção desses conceitos. Observa-se, em diferentes momentos, a compreensão de G em relação às dezenas e unidades. Um desses momentos (figura 182) foi quando G reconheceu números representados de forma simbólica, diferentemente do que estava habituado, respondendo aos questionamentos rapidamente.

Figura 182 – Representação simbólica.

Fonte: a pesquisa

P: Que número é este? (1 dezena e 5 unidades).

G: Quinze.

P: E agora? (2 dezenas e 3 unidades).

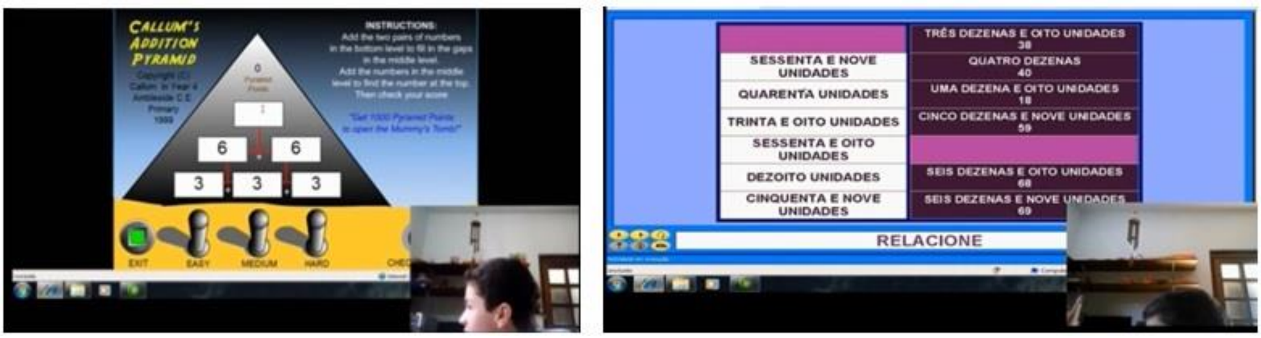
G: Vinte e três.

P: Que número é? (1 dezena e 4 unidades).

G: Agora, dez. Quatorze.

Em outra sessão de estudo, G surpreendeu ao afirmar que não entende como 6 + 6 é igual a 12, pois acredita que 12 seja um número pequeno para o resultado de 6 + 6 (figura 183). Apesar de já ter realizado vários cálculos durante a intervenção pedagógica, essa foi a primeira vez que G *"pensa"* sobre eles, demonstrando que, além de realizá-los busca a compreensão dos mesmos, o que se considera um avanço na cognição, pois G sai de um estado de aceitação para um estado de questionamentos.

Figura 183 - Questionando.



Fonte: a pesquisa

Da atividade (exemplo um da figura 183), descrevem-se as seguintes falas.

P: Seis mais seis?

G: Doze.

P: Sim.

G: Como doze?

P: Doze.

G: Parece impossível que seis mais seis é doze.

P: Impossível? Por quê? Porque tu achas impossível?

G: Parecia que era, sei lá.

P: Escreve para ver se está certo.

G: Seis mais seis, seis é. Ainda não entendi.

P: Então me explica.

G: Seis de cada lado?

P: Sim. Seis. Vamos fazer pauzinhos aqui. Um, dois, ..., seis. Mais estes seis aqui.

P e G: Um, dois, três, ..., doze.

G: Agora, eu entendi. Oito mais seis. Quatorze?

P: Isso.

G: Não parecia. Seis e oito era um número grande?

P: Que só dá quatorze?

G: É. Sim.

P: É isso que tu estás pensando? Como pode? Quatorze é um número maior que oito ou que seis.

G: O quê?

P: Quem é maior? Oito ou quatorze?

G: Assim, tipo, oito.

P: Porque oito são unidades e quatorze são uma dezena e quatro unidades.

Da análise do vídeo de outra sessão de estudo, acredita-se que o seguinte exemplo elucide a dúvida demonstrada por G na resolução dessa atividade.

G: Vê se eu estou certo.

P: Me fala.

G: Então o número pode significar outra coisa? (mostra cinco em uma mão e dois na outra). *Cinquenta e dois.*

P: Cinquenta e dois.

G: E como é mesmo? É assim?

P: Uma coisa é cinco mais dois. Cinco mais dois vai dar?

G: Sete.

P: Mas se eu digo cinco dezenas e duas unidades, então é o número cinquenta e dois.

G: Sim. Agora eu entendi.

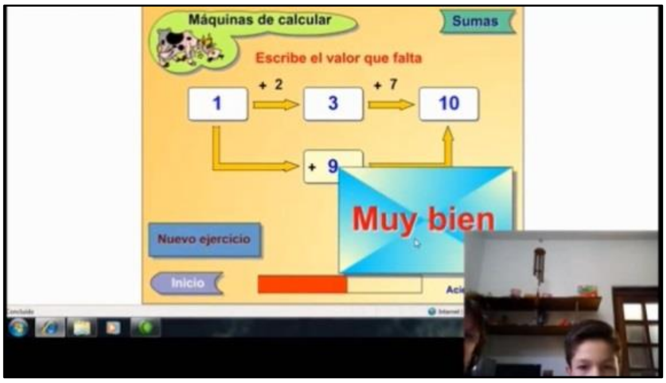
P: Te deu o "clique".

G: Sim.

Essa 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.

G também demonstra avanços relacionados com o conceito de reversibilidade (figura 184 e em outros momentos transcritos anteriormente), conceito definido por Piaget (1976, 1978) como sendo a habilidade de realizar mentalmente ações opostas simultaneamente. O autor ressalta que esse conceito é importante na aquisição do conceito do número.

Figura 184 - Reversibilidade.



Fonte: a pesquisa

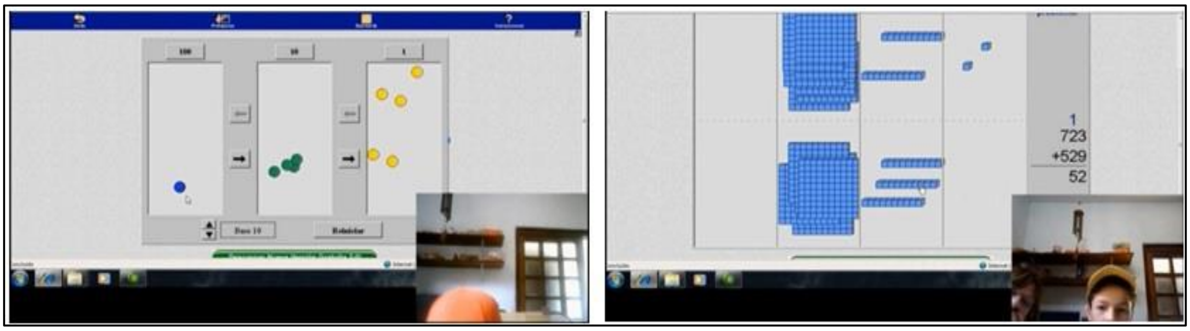
P: Que número que tu vais colocar aqui, que mais dois vai dar três?

G: Mais um.

P: Isso.

Optou-se, no final da fase de sondagem, abordar apenas atividades com dezenas e unidades, em função das dificuldades apresentadas por G naquele momento. Porém, no início de 2012, com o auxílio de um ábaco virtual (exemplo um da figura 185) e do material dourado virtual (exemplo dois da figura 185), aplicaram-se atividades com o objetivo de averiguar se o jovem investigado compreenderia a notação e a leitura de números com centena e milhar.

Figura 185 – Centena e milhar.



Fonte: a pesquisa

No exemplo um, buscou-se verificar a compreensão de G sobre o conceito de centena.

P: Tu colocaste mais de dez aqui. Clica lá para ver o que vai acontecer aqui.

G: (Clica no ábaco que “troca” dez dezenas por uma centena).

P: E agora, que número que tu tens?

G: (Ri muito).

P: Pensa no que tu me disseste.

G: Cem. Depois mais quarenta e mais cinco.

P: Que número é esse?

G: Um número bizarro.

P: Cento e...

G: Quarenta e cinco.

P: Agora, eu quero que tu me mostres cento e quarenta e cinco no dinheiro.

G: Isto (uma nota de cem), *um, dois, três, quatro* (quatro notas de dez). *Cento e quarenta e cinco.*

P: Ótimo, perfeito! Eu tenho esse dinheiro (uma nota de cem e uma de cinquenta) *e tu tens esse.*

G: Sim.

P: Quem de nós dois tem mais? Quanto é o teu?

G: Cento e quarenta e cinco.

P: E o meu?

G: Cento e cinquenta.

P: Quem tem mais?

G: Tu.

P: Ele está um gênio da mala preta. Chega para hoje, meu amor? Que tanto progresso, centena, cara!

G: É fácil.

P: Fácil, tu vais ver.

Os questionamentos realizados, utilizando "dinheiro" tiveram como objetivo verificar se G realmente tinha compreendido a noção de centena e, ao mesmo tempo, averiguar se ele conseguiria reconhecer a centena no sistema monetário.

Sobre o milhar, destaca-se:

G: É unidade, dezena, centena. Como funciona isso?

P: Começa na unidade. Tens que fazer trocas. Trocas de dez. Tem quantas aqui? Um, dois, ..., nove. Faltam quantas para dez?

G: (Arrasta uma unidade).

P: Isso. Cerca as dez e leva lá para cima. Agora dezena. Tem cinco. Aqui está pronto. Agora vamos contar as centenas. Um, dois, ..., nove, dez. Depois da centena, vem quem?

G: Mil?

P: Então vamos juntar dez centenas. Formou o quê?

G: Mil.

P: E como lê este número?

G: Mil duzentos e cinquenta e dois.

P: Mil duzentos e cinquenta e dois. Fantástico.

Nesta atividade e em outras, G respondeu acertadamente a algumas questões sobre milhar e leu corretamente esses números. Em outro encontro, levantou questões sobre "quem vem antes de zero", "infinito", "ordinalidade" e "algarismos". A seguir, a transcrição desses questionamentos.

Sobre o zero:

G: Eu tenho que te perguntar uma coisa.

P: Sim.

G: E o que vem antes do zero?

P: O número negativo que tu já estudaste na escola.

G: Não. Eu quero te dizer (não conseguiu se expressar).

P: O menos um. O menos um vem antes de zero.

G: Eu pensei que o último era o zero.

Sobre o infinito:

G: Depois do infinito, o que vem?

P: O infinito. O infinito não termina. Se tu pensares no maior número que tem na tua cabeça, ainda vai ter número depois desse. Porque não termina.

G: O quê?

P: Digamos que o número maior que tu pensaste foi um bilhão. Depois dele vêm um bilhão e um, depois um bilhão e dois, e assim vai. No número, não termina nunca a contagem.

G: Sempre continua?

P: Sempre continua, por isso que se diz que é infinito, não tem fim.

G: Existe fim na vida?

P: No número, não.

G: Não? É estranho.

Sobre a ordinalidade:

G: Por que décimo? Décimo segundo é lugar?

P: Sim, décimo segundo é lugar. Lugar que tu estás na fila. Por exemplo, estou na fila em décimo segundo lugar. Estou em um campeonato, em décimo segundo lugar.

G: E andar?

P: É décimo segundo andar também.

G: Bah!!

P: É alto?

G: Pensei que não existia.

P: Existem edifícios com mais de cem andares.

Sobre os algarismos:

G: Tu me falaste, acho, que todos os números podem ser ... com 10.

P: O quê? Que todos os números podem ser escritos somente com 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9? Isso?

G: Sim.

P: Então, me diz um número qualquer.

G: Trezentos mil.

P: (Escreve 300 000 no papel). *Esse é o número trezentos mil. Olha o que aparece.*

G: Só o zero e o três.

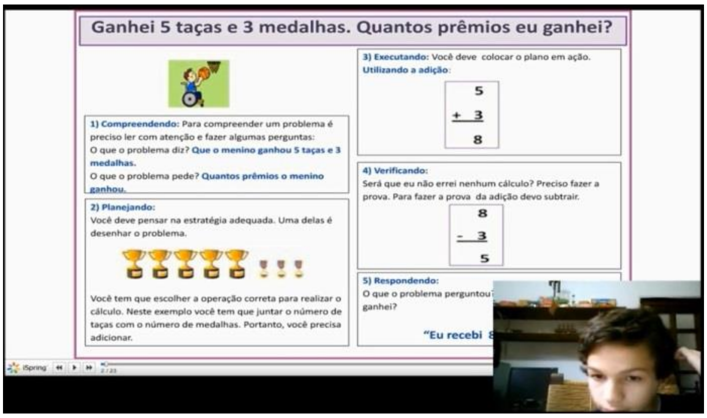
P: (Escreve 34 897 653 no papel). *Vamos ver que número é esse: trinta e quatro milhões, oitocentos e noventa e sete mil, seiscentos e cinquenta e três. Só é formado com aqueles algarismos.*

G: Imagina se isto é dinheiro.

P: Nós estaríamos em um cruzeiro.

Na resolução de um problema, segundo os passos de Polya (2006), apesar de não ser o primeiro apresentado, G compreende o que se denomina de "etapa da verificação", conforme o diálogo que ocorreu durante a aplicação da atividade da figura 186.

Figura 186 – Prova real.



Fonte: a pesquisa

G: (Olha para o problema). *Por que o resultado é assim?*

P: Tu já sabes isto? Olha só, G. Quando somamos cinco mais três vai dar oito. Concorda comigo?

G: Sim.

P: Se eu quero saber se eu não errei a conta eu posso pegar o resultado e diminuir deste aqui e encontrar este (mostra as posições nos algoritmos).

G: Agora eu entendi. Tipo mil menos cem e depois mil.

P: (Mostrando no papel). *Se eu fizesse mil menos cem, o resultado da conta daria novecentos. Agora tem que fazer o contrário. Pega o teu resultado, novecentos, e soma com cem. Vai voltar a dar mil.*

G: Agora eu entendi. A prova real.

P: Isso mesmo! É a prova real.

G: Aprendi no colégio, na quinta série.

P: E tu sabias fazer lá?

G: Não entendia.

P: Agora entendeu o que é prova real?

G: Agora, sim.

Acredita-se que esses episódios demonstram um avanço cognitivo de G na aprendizagem de conceitos matemáticos, pois marcam a mudança de comportamento frente a diferentes atividades. G inicia, aos poucos, a se desprender do material concreto, se "aventura" a pensar, questiona resultados, tenta compreendê-los e não apenas decorá-los. Isso comprova a importância de um trabalho que atenda às suas características, ao seu conhecimento prévio e que utilize diferentes recursos didáticos, que servem de estímulo neuronal. Salienta-se, também, a importância do acompanhamento individualizado, um dos papéis realizados pela pesquisadora nessa investigação.

Além disso, por G estar na puberdade, se encontra em uma nova fase da neurogênese e da mielinização. Segundo Howard-Jones (2012), na adolescência se ativa a formação de novos neurônios, principalmente nos lobos frontal e parietal[78], onde as podas sinápticas não iniciam até antes da puberdade e a mielinização, que melhora a eficiência com a qual a informação é comunicada no cérebro, que conforme laudo de Farina (2012), em G, está abaixo do normal, é intensificada nesta idade. Nesse sentido, todos esses fatores podem também estar contribuindo com a melhora significativa da compreensão de G em relação aos conceitos matemáticos trabalhados na intervenção pedagógica.

---

[78] Lobo importante para a Matemática, pois segundo Bravo (2010), dentro do lobo parietal se registra maior consumo de energia frente a atividades matemáticas.

9 CONCLUSÃO

"Somos todos geniais.
Mas se você julgar um peixe pela sua capacidade de subir em árvores,
ele passará a vida inteira acreditando ser estúpido".
Albert Einstein

Este capítulo contempla reflexões sobre a investigação e a conclusão da tese "Aprendizagem Matemática de um Jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari".

9.1 REFLETINDO SOBRE A INVESTIGAÇÃO

Discutiu-se, no presente estudo, alicerçado nos aportes da Neurociências, a importância de uma intervenção pedagógica individualizada para pessoas com NEE, neste caso com a implementação de uma sequência didática individualizada em um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari, buscando capacitar o sujeito com dificuldades de aprendizagem limítrofes, a ampliar seus conhecimentos matemáticos, na busca do que, neste trabalho, intitulou-se de **Autonomia Social em Matemática**. Nesta investigação definiu-se Autonomia Social em Matemática como sendo a aquisição de conceitos matemáticos fundamentais para a inserção na vida em sociedade de pessoas com NEE. Destacando a compreensão do conceito do número, do sistema de numeração decimal, das operações no conjunto dos Números Naturais, a capacidade de lidar com o sistema monetário e com as questões de localização no tempo e no espaço.

Sobre os objetivos específicos traçados a partir do objetivo geral, das questões de investigação e do problema de pesquisa destaca-se:

a) Em relação ao objetivo específico **investigar as dificuldades apresentadas pelo jovem na compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro em um contexto de resolução de problemas,** foi desenvolvida a sondagem, no ano de 2010, apontando que G apresentava, na época, uma séria defasagem em relação à sua idade cronológica, em todos os conceitos matemáticos investigados. Apresentou dificuldades com os conceitos lógicos matemáticos, o conceito do número e das operações de adição e subtração.

Ao mesmo tempo, desta fase, aponta-se, como de extrema importância, a identificação das potencialidades e das características psicológicas de G, principalmente sua curiosidade, seu desejo de aprender, suas aflições em relação à aquisição dos conceitos envolvidos no uso do sistema monetário brasileiro e a importância de apresentar atividades e desafios dentro de sua ZDP. Ressalta-se que, a partir da identificação de todos os aspectos citados, desenvolveu-se a sequência didática individualizada, visando incentivar essas características e minimizar suas dificuldades. É possível afirmar, que esse objetivo foi integralmente cumprido.

b) Em relação ao objetivo específico **investigar como implementar uma sequência didática individualizada que aborde os conceitos relacionados à compreensão de conceitos lógico matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro em um contexto de resolução de problemas e os resultados apresentados pelo jovem frente a uma intervenção pedagógica que utiliza essa sequência,** afirma-se que este foi contemplado de forma satisfatória, e que fez parte das ações tomadas durante o período de pesquisa, tanto na busca de uma fundamentação teórica que alicerça os procedimentos metodológicos usados na elaboração das atividades da sequência aplicada com G, quanto nos instrumentos utilizados para abordar esses conceitos, buscando-se, nos instrumentos, explorar as potencialidades que esses poderiam oferecer em termos de estímulos neuronais e motivacionais, fatores importantes e de destaque nos aportes encontrados nos estudos da Neurociências.

c) Em relação ao objetivo específico **analisar e confrontar as habilidades matemáticas trabalhadas na sequência didática e a sua transferência para outras situações, em especial às relacionadas ao cotidiano do jovem investigado** e da questão de investigação **o jovem investigado transfere os conceitos matemáticos trabalhados na sequência didática para outros contextos?** Sobre este objetivo e esta questão, as conquistas de G em relação à transferência dos conceitos matemáticos trabalhados na sequência para outros contextos, afirma-se que, com base nos episódios transcritos no capítulo 8, que o jovem foi capaz de utilizar conceitos matemáticos abordados na sequência em outras situações. Ressaltam-se, em especial, dados transcritos na categoria de autonomia social, em especial nas compras realizadas via *Internet*, em problemas de sua vida cotidiana e na compreensão de gráficos e tabelas estatísticas. Por isso, afirma-se que esse objetivo e esta questão de investigação foram alcançados.

d) Em relação ao objetivo específico **investigar a evolução do jovem investigado em relação à resolução de problemas aditivos, através da aplicação de pré-teste e pós-teste com problemas aditivos,** a análise quantitativa do pré-teste e pós-teste aponta uma evolução de 15% em relação aos problemas resolvidos corretamente e de 5% aos resolvidos parcialmente corretos. Porém, de uma observação qualitativa, salienta-se como avanços cognitivos significativos, a compreensão de situações problema com questões do tipo “quanto tem a mais” e “quanto tem a menos”, importantes em situações cotidianas, destacando-se as que envolvem o sistema monetário, como nos momentos de decisão frente à capacidade de poder fazer compras e de gerenciar o troco em situações de compra e venda. Os resultados apontados nessa análise possibilitam afirmar que houve uma evolução positiva do jovem investigado em relação à resolução de problemas aditivos, que poderiam ter sido ainda mais significativos, se G tivesse resolvido corretamente alguns algoritmos da subtração, nos quais cometeu erros no momento de subtrair unidades, conforme exemplificado no capítulo 8, na descrição dos resultados do pós-teste.

e) Em relação ao objetivo geral **investigar a evolução cognitiva de um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari em relação aos conceitos matemáticos envolvidos no processo de aprendizagem dos conceitos lógico matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas, frente a uma sequência didática individualizada** a triangulação dos dados evidenciados na análise dos mesmos, permite assegurar que G evoluiu no que diz respeito aos conceitos matemáticos abordados na sequência didática e que a aquisição desses conceitos, permitiu que G compreendesse outros que não foram foco da intervenção pedagógica, como os apresentados na categoria quatro “descoberta de novos conceitos”.

f) Em relação à questão de investigação: **As dificuldades próprias do jovem investigado com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari interferem no desenvolvimento da compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas?** As pesquisas realizadas sobre essas enfermidades, as entrevistas realizadas com os neurologistas e o laudo cognitivo de G apontam que muitas das dificuldades apresentadas são ocasionadas por substratos orgânicos típicos da Espinha Bífida e da Síndrome de Arnold Chiari. Porém, o embasamento teórico sobre as múltiplas forças que determinam o perfil do neurodesenvolvimento de uma pessoa, descritos no capítulo 3 deste trabalho, apontam que outros fatores também podem ter interferido na defasagem cognitiva de G, principalmente o tempo que este esteve hospitalizado durante a primeira infância, ápice dos períodos críticos de aprendizagem da Matemática lógica (1 a 4 anos), que por falta de estímulos eficazes podem não ter se desenvolvido satisfatoriamente. Além desses aspectos, a análise dos pareceres descritivos das escolas de G, permite afirmar que não houve, por parte delas, adaptação do currículo escolar para as reais condições cognitivas em que esse se encontrava, ampliando cada vez mais a defasagem em relação aos conceitos abordados em sala de aula. Acredita-se que a junção de todos esses aspectos contribuiu na defasagem da cognição de G em relação a sua idade cronológica.

g) Em relação à questão de investigação: **A aplicação de uma sequência didática individualizada, que respeita o tempo de aprendizagem do jovem e utiliza diferentes recursos didáticos, especialmente as TIC, pode auxiliar o jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari a superar obstáculos de aprendizagem da compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas?** Afirma-se, com base na análise dos dados coletados durante a intervenção pedagógica, que a utilização de uma sequência didática individualizada, com as características citadas, auxiliou G na superação de uma série de obstáculos de aprendizagem que este apresentava. As evidências apresentadas na análise de todas as etapas da intervenção pedagógica permitiu generalizarem-se, com apoio nas teorias que embasaram essa pesquisa, alguns aspectos, como a importância de atuar dentro da ZDP, o respeito pelo tempo de aprendizagem e a motivação intrínseca e extrínseca do aprendiz.

Sobre a motivação intrínseca aponta-se como essencial ter clareza sobre o desejo de aprendizagem, que no caso de G, foi a busca da autonomia em lidar com questões envolvendo o sistema monetário. Sobre motivação extrínseca destaca-se a utilização do maior número possível de recursos didáticos diferenciados e a percepção sobre qual das ferramentas utilizadas fornece maior motivação, que para o jovem investigado foram as atividades apresentadas na sequência didática eletrônica.

Sobre as atividades com utilização das TIC, ressaltam-se a multimodalidade de estímulos envolvida nas atividades desenvolvidas, tais como, imagens, sons e diferentes feedbacks positivos, que segundo teóricos possibilitam um maior estímulo neuronal. Outro aspecto, diz respeito às questões ligadas a motricidade, pois em alguns casos, o uso do computador ameniza esses problemas, facilitando, principalmente, a escrita. No caso específico da investigação, G realizava um maior número de atividades quando se utilizava recursos das TIC, quando comparada às atividades no papel, pois o desgaste físico era menor e os estímulos multimodais ampliavam o seu tempo de concentração, amenizando problemas causados por déficit de atenção.

Outro aspecto, não menos importante, é apontado nos estudos realizados em pessoas com NEE, e diz respeito sobre a constante necessidade de repetir atividades com conceitos já elaborados, em função de problemas apresentados, pela grande maioria, em relação à memória. Estas atividades, apresentadas na sequência didática eletrônica implementada na investigação, se mostraram mais eficazes quando elaboradas no computador, pois este permitia modificar com maior eficácia o *design* das atividades, tornando-as mais agradáveis.

Pode-se, portanto, afirmar que a aplicação de uma sequência didática individualizada, que respeitou o tempo de aprendizagem do jovem e utilizou diferentes recursos didáticos, especialmente as TIC, auxiliou G a superar obstáculos de aprendizagem em relação aos conceitos matemáticos considerados essenciais para que este qualifique a sua vida em sociedade.

Porém, sabe-se que, este não foi o único fator que interferiu na evolução cognitiva de G. Não se descarta a contribuição da escola e da família nesse processo, mas destaca-se, mais uma vez, a importância de traçar um objetivo claro de aprendizagem e trabalhar a partir do conhecimento prévio de cada sujeito. Pequenos passos, avanços e retrocessos devem ser identificados após cada ação, e após essa reflexão, de forma planejada e organizada, novas atividades devem ser desenvolvidas.

h) Em relação ao problema que moveu esta pesquisa: **Um jovem com Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari pode expandir suas competências e habilidades relacionadas à compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro, em um contexto de resolução de problemas, com a aplicação de uma sequência didática individualizada?** Com base nas reflexões realizadas sobre as questões de investigação e os objetivos desta pesquisa, afirma-se que G expandiu, de forma significativa, suas competências e habilidades relacionadas à compreensão de conceitos lógicos matemáticos, do sistema de numeração decimal, das operações de adição e subtração no conjunto dos Números Naturais, das unidades de tempo e do sistema monetário brasileiro. Sabe-se, porém, que G necessita de um atendimento individualizado, que reforce constantemente esses conceitos e esse é um dos aspectos que se considera importante na educação de pessoas com NEE, sobre o qual se emite um posicionamento na sequência deste capítulo.

Além das reflexões realizadas sobre os objetivos, as questões e a pergunta da investigação, outros aspectos considerados importantes, estão destacados a seguir.

i) Do processo de aprendizagem de G ressalta-se, da teoria de aprendizagem de Vygotsky, o papel de mediação dos instrumentos e da pesquisadora que auxiliaram no aprimoramento dos seus saberes e na produção de novos saberes. Sobre os **instrumentos**, além das reflexões já realizadas, destaca-se o leque de atividades que podem ser desenvolvidas no aplicativo *JClic*, e sua importância, principalmente, nas atividades de repetição de conceitos, pois as mesmas podem ser apresentadas, por exemplo, na forma de relacionar colunas (relações simples e complexas), quebra cabeças, palavras cruzadas, memória e de completar textos. Este aplicativo é livre, sua utilização não é complexa, mas acima de tudo, as atividades não são fechadas, podem ser elaboradas por quem o utiliza, podendo, portanto, adaptar-se as reais necessidades de aprendizagem.

Sobre o papel da **pesquisadora**[79] nessa investigação, destacam-se alguns aspectos considerados importantes. *"Quando assumi a tarefa de realizar uma investigação com G, minha primeira pergunta pessoal foi sobre a capacidade de pessoas com lesões cerebrais ampliarem seus conhecimentos e como, se possível, esse processo deveria ser desenvolvido. Para encontrar respostas a estas perguntas busquei os aportes da Neurociências, especialmente sobre os conceitos de sinapse e de plasticidade cerebral. Ciente de que o cérebro poderia criar caminhos próprios ou como Vygotsky chamava "criar compensações", parti para outra pesquisa: que conceitos abordar, quais os recursos didáticos e procedimentos que iria utilizar.*

Optei, portanto, por observar com atenção em duas fases da investigação (sondagem e projeto piloto) o conhecimento prévio em relação à Matemática e as respostas de G frente a diferentes recursos didáticos. Percebi então, que o seu conhecimento matemático era elementar e que ele respondia de forma mais satisfatória e positiva frente a atividades apresentadas no computador. Além desses aspectos, outra aflição me acompanhava: as

[79] Diante do caráter subjetivo desta apresentação, optou-se pelo uso do verbo na primeira pessoa do singular nestes parágrafos.

sessões de estudo deveriam ser importantes para G, sendo necessário mantê-lo motivado, isto é, G deveria gostar dos nossos encontros e esperar que estes acontecessem. Outra vez, alicerçada em fundamentos teóricos que ressaltavam a importância do aluno encontrar utilidade no que estava estudando, busquei identificar o maior desejo de G em relação à Matemática, que era saber lidar com as questões envolvendo o sistema monetário brasileiro e, foi este o ponto central dos nossos três anos de estudos. Descobri também a importância de constantes elogios frente a pequenos avanços e palavras de encorajamento frente às dúvidas, e assumi essa prática durante toda a intervenção pedagógica.

Além disso, na observação das filmagens, constatei a importância de não ter dado respostas às perguntas realizadas por G, mas sim, de ter devolvido questionamentos que fizeram que esse criasse hipóteses e refletisse sobre a sua aprendizagem. Criamos, ao longo desse tempo, cumplicidade, afetividade e confiança em nossa relação, o que contribuiu para que, além dos três anos das sessões de estudo, previstas na investigação, continuássemos nos encontrando semanalmente para prosseguir com o atendimento individualizado de G.

Portanto, o meu papel de pesquisadora não foi neutro, pois assumi, além do papel de pesquisadora, o papel de mediadora no processo de aprendizagem de G".

j) Sobre a **Escola Inclusiva** e a educação de pessoas com NEE, assume-se alguns posicionamentos. A Escola Inclusiva não deve se limitar a integração dos alunos com NEE, deve sim, buscar a sua inclusão, o que é mais amplo que o de integração. Uma Escola Inclusiva é uma escola que se reestrutura em seus aspectos físicos e pedagógicos, que assume o processo de aprendizagem de todos, com um projeto educacional que abrange um currículo amplo, aberto e flexível, de acordo com as capacidades cognitivas de cada aluno incluído, isto é, a escola deve ajustar-se aos alunos e não os alunos ajustarem-se.

Porém, este papel não deve ser destinado apenas ao professor. A escola deve ter em seu estabelecimento, ou em núcleos de aprendizagem, profissionais de serviços permanentes de apoio. O professor e o profissional devem planejar conjuntamente e dividir as responsabilidades, tanto de planejamento quanto no seu desenvolvimento. Por isso, é de extrema importância, o reconhecimento das potencialidades, de um diagnóstico multidisciplinar e de um objetivo educacional, centrado na aprendizagem significativa, que busque a aquisição de habilidades e competências pessoais, sociais e profissionais.

Em relação à Matemática, neste trabalho, defende-se um currículo que tenha como objetivo desenvolver os conceitos fundamentais para a **Autonomia Social em Matemática**, isto é, que capacite as pessoas com NEEI a lidarem com a sua situação financeira e o planejamento de sua rotina. Quanto à avaliação, presente nesse processo de aprendizagem, destaca-se que esta deve ocorrer, porém com instrumentos que permitam avaliar o aluno em relação a ele mesmo e que subsidiem o planejamento dos professores.

Acredita-se que a Escola Inclusiva não deve ser limitar em estabelecer processos de socialização, mas em formar pessoas que possam ser protagonistas do seu tempo, que sejam capazes de fazer escolhas, de planejar e de buscar a sua emancipação intelectual. Ou seja, a escola deve desenvolver a autonomia social das pessoas com NEE.

l) Em relação à **família de G** destaca-se a dedicação, o comprometimento e a preocupação com a sua aprendizagem. Durante o período da intervenção pedagógica todos os passos foram acompanhados pela mãe, e muitas decisões, em relação à vida escolar de G, foram tomadas em função de reflexões realizadas sobre acontecimentos que surgiram nas sessões de estudo, como por exemplo, a opção de troca de escola e solicitações de adaptações físicas e pedagógicas, como fotocópias de atividades, utilização da tabuada e da calculadora, entre outras. Em entrevista concedida a revista Multicampi (ULBRA, 2013), sobre a intervenção pedagógica, a mãe de G emitiu o seu parecer. Conta que após o trabalho o estudante se tornou mais confiante e participativo na escola. *"A participação do G na pesquisa trouxe benefícios para ele e quem tem um filho com necessidades especiais sabe o quanto isso é importante. Hoje vejo meu filho como um canal para que outras pessoas possam se beneficiar".*

m) Sobre a pesquisa com um jovem com **Espinha Bífida e Síndrome de Arnold Chiari**, afirma-se que essa corrobora com outras já realizadas no que diz respeito a dificuldades apresentadas ao lidar com questões envolvendo conceitos matemáticos. Porém, destaca-se que ainda são em número insuficiente, por isso, espera-se, que esse trabalho possa servir de patamar, de subsídio para outras investigações. Da mesma forma como são insuficientes e quase inexistentes, pesquisas com pessoas com NEE que não estão incluídas em um grupo típico, como surdos, cegos, Síndrome de Down, entre outros. Neste aspecto, considera-se relevante os resultados apresentados nesse trabalho que, com certeza, pode ser replicado em outras crianças com atividade mental limítrofe, que encontram dificuldades acentuadas nos conceitos básicos de Matemática e que busquem Autonomia Social em Matemática.

Percebe-se, ao final das reflexões realizadas, que as propostas iniciais desta pesquisa foram atingidas. Porém, ao se abordar questões sobre inclusão de pessoas com NEE na escola regular, em especial de pessoas com NEEI, percebe-se que existe ainda um vasto caminho a ser percorrido. Nesse sentido espera-se que esta pesquisa possa servir de alicerce e incentivar um número cada vez maior de trabalhos com este tema, especialmente com sujeitos que como G, não se enquadram em um grupo típico (deficiente auditivo ou visual, autismo, Síndrome de Down) e que também, em termos de pesquisas, fazem parte de um grupo de excluídos.

9.2 CONCLUINDO

O trabalho apresentado é resultado de uma pesquisa que comprova, através dos resultados destacados, que foi possível alcançar os objetivos traçados, em especial, no que se refere à qualificação da Autonomia Social em Matemática do jovem investigado.

Para tanto, optou-se pelo desenvolvimento de uma intervenção pedagógica, subsidiada por uma sequência didática individualizada, que contemplou conceitos matemáticos nos quais G, na fase de sondagem, apresentou ter sérias dificuldades e que buscou, em cada uma de suas atividades, inserir o jovem na vida em sociedade, permitindo que este, com autonomia, inicia-se um processo de tomada de posições pessoais.

Do trabalho **"APRENDIZAGEM MATEMÁTICA DE UM JOVEM COM ESPINHA BÍFIDA E SÍNDROME DE ARNOLD CHIARI"** ressaltam-se alguns frutos, como:

- a sequência didática que está disponível para professores, escolas e núcleos de aprendizagem;
- o Laboratório de Inclusão em Matemática para pessoas com NEEI da Universidade Luterana do Brasil, que já atendeu cinco jovens com laudos indicando cognição limítrofe, ocasionado por diferentes fatores, entre eles danos cerebrais por insuficiência de oxigenação durante o parto e lesões cerebrais genéticas. Em quatro desses jovens foram ou estão sendo replicados alguns dos procedimentos adotados no trabalho com G e, em todos os casos, avanços cognitivos foram constatados;
- a divulgação do aplicativo *JClic*, utilizado em larga escala na sequência didática desenvolvida;
- a publicação de cinco artigos em periódicos:
    - SEIBERT, T. E.; GROENWALD, C. L. O. Inclusive School: case study with Spina Bifida and Arnold Chiari Syndrome. **International Journal for Research in Mathematics Education**. (RIPEM). V. 3, n.1, p. 3 – 22, 2013.

- SEIBERT, T. E.; GROENWALD, C. L. O. ; RUIZ, L. M. ; CRUZ, V. M. Estudo de caso com estudante com Espinha Bífida e o uso do Sistema Tutorial Inteligente. Informática na **Educação: teoria e prática**. UFRGS. V. 15, n. 2, jul/dez. p. 59 – 74. 2012.
- SEIBERT, T. E. GROENWALD, C. L. O. Inclusão Cognitiva em Matemática na ULBRA. **Educação Matemática em Revista (EMR),** v. 33, p. 36-44, 2011.
- SEIBERT, T. E.; GROENWALD, C. L. O.; RUIZ, L. M.; CHINEA, R. M. A.; CRUZ, V. M. Conceptos lógico-matemáticos en la Enseñanza Primaria en un niño con Espina Bífida e Síndrome de Arnold Chiari. **Números**, v. 73, p. 41-61, 2010.
- SEIBERT, T. E. ; GROENWALD, C. L. O. Contribuições da Neurociências para a educação matemática de uma pessoa com Necessidades Educativas Especiais Intelectivas. **Revista Educação Especial**. Universidade Federal de Santa Maria. (Aprovado, em 2013, para publicação).

- comunicações científicas em congressos, tanto regionais e nacionais quanto internacionais, destacando-se a divulgação do trabalho dessa investigação, da sequência didática que objetiva a Autonomia Social em Matemática e das sequências da Multiplicação e da Divisão no conjunto dos Números Naturais, que foram implementadas com o objetivo de ampliar os conceitos matemáticos que fizeram parte da sequência didática desenvolvida para G;

- SEIBERT, T. E. Multimodalidade de estímulos e a educação de alunos com Necessidades Educativas Especiais Intelectivas. In: XI ENEM - Encontro Nacional de Educação Matemática, 2013, Curitiba. **Anais do XI ENEM**, 2013.
- SEIBERT, T. E. Multiplicação nos Números Naturais para alunos com Necessidades Educativas Especiais. In: I CEMACYC - I Congreso de Educación Matemática de América Central y El Caribe, 2013, Santo Domingo. **Actas del I CYMACYC**, 2013.
- SEIBERT, T. E.; GROENWALD, C. L. O. Inclusão cognitiva em Matemática: buscando a autonomia social. In: VI CIEM - Congresso Internacional de Ensino da Matemática, 2013, Canoas. **Anais do VI CIEM,** 2013.
- SEIBERT, T. E.; GROENWALD, C. L. O. Incorporando as Tecnologias no Currículo de Matemática: uma experiência com divisão no conjunto dos números naturais. In: XI Encontro Gaúcho de Educação Matemática, 2012, Lajeado. **Anais do XI EGEM**, 2012.
- SEIBERT, T. E. Sequência Didática da divisão no conjunto dos números naturais. In: X CAREM - Décima Conferencia Argentina de Educación Matemática, 2012, Buenos Aires. **Anais do X CAREM**, 2012.

- SEIBERT, T. E.; GROENWALD, C. L. O. Incorporando as Tecnologias no Currículo de Matemática: uma experiência com divisão no conjunto dos números. In: XI EGEM - Encontro Gaúcho de Educação Matemática, 2012, Lajeado. **Anais do XI EGEM**, 2012.
- SEIBERT, T. E ; GROENWALD, C. L. O.; HERRERA, M. A. N. Inclusão Cognitiva Matemática: Estudo de Caso com Espinha Bífida. In: Seminário Estadual de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática, 2011, Canoas. **Anais do SEPECIM,** 2011. v. 1.
- SEIBERT, T. E; SCHAEFFER, N. A.; GROENWALD, C. L.O. Cenário de Investigação com o conceito da Divisão no sistema Integrado de ensino Aprendizagem (SIENA). In: Seminário Estadual de Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática, 2011, Canoas. **Anais do SEPECIM**. Canoas, 2011.
- SEIBERT, T. E.; GROENWALD, C. L. O.; LEMOS, A. V. Sequência Didática Eletrônica com o Tema Multiplicação no Conjunto dos Números Naturais. In: II CNEM - Congresso Nacional de Educação Matemática, 2011, Ijuí. **Revista CNEM**, 2011.
- SEIBERT, T. E.; GROENWALD, C. L. O.; MONTEIRO, A. B. . Inclusão Cognitiva em Matemática: uma experiência Integrando Recursos Tecnológicos e Necessidades Especiais. In: II CNEM - Congresso Nacional de Educação Matemática, 2011, Ijuí. **Revista CNEM**, 2011.
- SEIBERT, Tania Elisa ; GROENWALD, C. L. O . Estudando as dificuldades de um estudante com Espinha Bífida. In: XIII CIAEM - Conferência Interamericana de Educação Matemática, 2011, Recife. **Anais da XIII Conferencia Interamericana de Educação Matemática**, 2011.

- apresentação de minicursos em diferentes congressos:

- SEIBERT, T. E.; MONTEIRO, A. B. ; LEMOS, A. V. . Software Livre Jclic: Explorando Conceitos Matemáticos através da Criação de Atividades Lúdicas. In: II CNEM - Congresso Nacional de Educação Matemática, 2011, Ijuí. **Revista CNEM**, 2011.
- SEIBERT, Tania Elisa ; SEIBERT, L. G. ; HONORIO, B. G. . A utilização de Jogos Online no Processo de Ensino e Aprendizagem da Matemática nas séries finais do Ensino Fundamental. In: II CNEM - Congresso Nacional de Educação Matemática, 2011, Ijuí. **Revista CNEM**, 2011.

Espera-se que este trabalho possa auxiliar outras pessoas com NEEI, permitindo que estes, assim como G, percebam que tem condições de ampliar seu conhecimento matemático. Além disso, que as reflexões realizadas sirvam de estímulo e embasem novas pesquisas com foco nas questões cognitivas relacionadas aos conceitos matemáticos.

Conclui-se este trabalho com uma frase de Albert Einstein: **“Algo só é impossível até que alguém duvide e acabe provando o contrário”.** Foi este o desafio que gerou o trabalho aqui apresentado e que, com todos os dados coletados, analisados e apresentados, permite afirmar, que o contrário foi provado.

REFERÊNCIAS

AAMR. **Retardo mental:** definição, classificação e sistemas de apoio. Porto Alegre: Artmed, 2006.

AEBH. Associação de Espinha Bífida e Hidrocefalia do Rio de Janeiro. Disponível em: < http://www.aebh.org>. Acesso em 5 fev. 2010.

ALONSO, D.; FUENTES, L. J. Mecanismos cerebrales del pensamiento matemático. **Revista de Neurologia**. 33, p. 568 – 576, 2001.

ARAÚJO, L. C. **Fundamentos de Neurociência e do Comportamento**. Disponível em: <http://www.cefala.org/~leoca/neuroscience/neurociencia.pdf >. Acesso em: 5 nov. 2011.

ARAÚJO, J. L.; BORBA, M. C. Construindo pesquisas coletivamente em Educação Matemática. IN: ARAÚJO, J. L.; BORBA, M. C. (org). **Pesquisa qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2012. p.31-52.

ARTIGAS, J. **Transtornos asociados a la dislexia**. Disponível em: <www.acd-dislexia.voluntariat.org/.../Artigues>. Acesso em: 28 mar. 2012.

BALLONE, G. F. Deficiência Mental. IN: **PsiqWeb**, Internet, disponível em <http://sites.uol.com.br/gballone/infantil/dm1.html>. Acesso em 22 mai. 2011.

BARNES M., CHANT B. S., LANDRY, S. H. Number processing in neurodevelopmental disordes: spina bifida myelomeningocele. IN: **Handbook of mathematical cognition.** cap. 17, p. 299-313. New York: Camphell, 2005.

BARNES, M. A.; FLETCHER, J.M.; EWIN-COBBS, L. Mathematical Disabilities in Congenital and Acquired Neurodevelopmental Disorders. IN: **Why is math so hard for some children**? Baltimore: Publishing Company, 2007.

BEYER, H. O. **Inclusão e avaliação na escola:** de alunos com necessidades educacionais especiais. 3. ed. Porto Alegre: Mediação, 2010.

BONI, V.; QUARESMA, S. J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC**. v. 2 nº 1 (3), janeiro-julho/2005, p. 68-80.

BRASIL. **Constituição Federal.** 1988. Disponível em: <http://www.in.gov.br/imprensa:constituição/con1988br.pdf> Acesso em: 05 ago. 2007.

_______. Ministério da Justiça. Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência. **Declaração de Salamanca e linhas de ação sobre necessidades especiais.** Brasília: CORDE, 1994.

_______. Ministério de Educação. Secretaria de Educação Especial. **Política Nacional de Educação Especial.** Brasília. Secretaria de Educação Especial, 1994.

_______. **Lei nº 9.394, 20 de dezembro de 1996. Esclarece as diretrizes e bases da educação nacional.** Brasília, DF. 1996.

_______. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais, Adaptações Curriculares - estratégia para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais.** Brasília: MEC/SEF/SEESP, 1999. Disponível em: <http://www.educacaoonline.com.br> Acesso em 30 jul. 2007.

_______. **Lei nº 10172, de 09 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências.** Brasília, DF. 2001. Disponível em: <http://mec.gov.br> Acesso em 28 set. 2007.

______. Resolução CNE/CEB Nº 2, 11 de setembro de 2001. **Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica.** Disponível em: **<**http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>. Acesso em 5 jan. 2010.

__________. Ministério de Educação. **Colegiado: Câmara de Educação Básica. Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica.** Brasília: MEC/SEESP, 2 ed., 2002.

__________. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Especial. **Ensaios Pedagógicos:** construindo escolas inclusivas. Brasília: MEC, SEESP, 2005.

__________. Ministério da Educação. **Secretaria da Educação Especial.** Disponível em: <http://www. mec.gov.br/SEESP> Acesso em 28 ago. 2007.

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.

BUENO, J. G. S. **Educação especial brasileira:** integração/segregação do aluno diferente. São Paulo: EDUC, 1993.

BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: BZUNECK, J. A.; BORUCHOVITCH, E.; GUIMARÃES S. E. R.(org) **Motivação para aprender:** aplicações no contexto educacional. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010. Cap. 1. p. 13-42.

CARDOSO, M. S. A integração/inclusão de alunos com necessidades educativas especiais: implicações psicopedagógicas. **Educação**. PUC/RS. Porto Alegre: v.24, n.45. p. 49-62. nov. 2001.

_______________. 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.

CARDOSO, D. L. **Metodologia do ensino da Matemática**. São Paulo: Cortez, 2009.

CARVALHO, R. E. **A nova LDB e a educação especial**. Rio de Janeiro: WVA, 1997.

________________. **Escola Inclusiva.** Porto Alegre: Mediação, 2008.

CARRAHER, T. N. **O método clínico:** usando os exames de Piaget. São Paulo: Cortez, 1989.

CHALON-BLANC, A. **Inventar, contar e classificar:** de Piaget aos debates. Lisboa: Instituto Piaget, 2008.

CHARLOT, B. Prefácio. In: SILVA, V. A.. **Por que e para que aprender a matemática?** A relação com a matemática dos alunos das séries iniciais. São Paulo: Cortez, 2009. p. 7-12.

CHETTY S. The case study method for research in small – and medium – sized firms International small business journal, v. 5, oct–dec, 2006.

COELHO, R.P.S.; KAEFER, H. **Resultados da avaliação neuropsicológica**. Núcleo de neurologia cognitiva. Porto Alegre: Hospital Moinhos de Vento, 2012.

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

CONVENÇÃO DE GUATEMALA. In: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/saude/arquivos/deficiencia/Convencao_da_Guatemala.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2011.

CORREIA, L. M. **Alunos com necessidades educativas especiais nas classes regulares.** Porto: Editora do Porto, 1997.

CORSO, L.V.; DORNELES, B.V. Qual o papel que a memória de trabalho exerce na aprendizagem da matemática? **Bolema**, Rio Claro – SP, v. 26, n. 42B, p. 627 – 648, abr. 2012.

CRUZ, V. M. **Diseño e implementación de planificadores instruccionales en sistemas tutoriales inteligentes mediante o uso combinado de metodologías borrosa e multiagente.** La Laguna: 2007. Tese (Doctorado en Informática). Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática Y Arquitectura Y Tecnología de Computadores. Universidad de La Laguna. España, 2007.

DANTE, L. D. **Formulação e resolução de problemas de matemática**: teoria e prática. São Paulo: Ática, 2009.

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

DENNIS, M.; BARNES M. Mathematic and numeracy in Young adults with Spina Bífida and Hydrocephalus. IN: **Developmental neuropsychology**. 21(2), p. 141-155. Lawrence Erilbaum Associates, Inc., 2002.

DEVLIN, K. **O gene da Matemática:** o talento de lidar com números e a evolução do pensamento matemático. Rio de Janeiro: Record, 2004.

DOMINGUES, M. A. **Desenvolvimento e aprendizagem:** o que o cérebro tem a ver com isso? Canoas, RS: ULBRA, 2007.

DSM-IV. **Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais.** Disponível em: http://www.psicosite.com.br/cla/DSMIV.htm. Acesso em: 24 nov. 2011.

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

FARINA, J. I. Avaliação de dificuldade de aprendizado. POA: Hospital Moinhos de Vento, 2012.

FAYOL, M. **A criança e o número:** da contagem à resolução de problemas. Traduzido por: Rosana Severino de Leoni. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

__________. **Numeramento:** aquisição das competências matemáticas. Traduzido por: Marcos Bagno. São Paulo: Parábola Editorial, 2012.

FERREIRA, A. B. H. **Aurélio:** o dicionário da língua portuguesa. Curitiba: Positivo, 2008.

FERREIRA, J. R. **A exclusão da diferença:** a educação do portador de deficiência. Piracicaba/SP: Unimep, 1994.

FERREIRA, F.; DIAS, M.; SANTOS, P. **Níveis e tipos de deficiência mental**. Disponível em: <http://edif.blogs.sapo.pt/568.html>, 2006. Acesso em: 18 mai. 2011.

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.

FONSECA, V. **Educação Especial**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

FORTUNATO, M. Educação e deficiência. In: EGLÈR, M. T. **A integração de pessoas com deficiência**. São Paulo: Memnon, 1997.

FUSON, K. C.; HALL, J. W. The acquisition of early number Word meanings: a conceptual analysis and review. In: GINSBURG, H. P. (ed). **The development of Mathematical Thinking**. P. 49-107. New York: Academic Press, 1983.

GELMAN, R.; GALLISTEL, C. R. **The child's understanding of number.** Inglaterra: Harvard University Press, 1978.

GIL, A. C. Métodos e técnicas da pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1994.

________. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1996.

GOLDIM, J. R. **Princípio do Respeito à Pessoa ou da Autonomia**. Disponível em: <http://www.bioetica.ufrgs.br/autonomi.htm> Acesso em 14. set. 2012.

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

GOMEZ, C. M. **Enseñanza de la suma y de la resta**. Madrid: Síntesis, 1999.

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.

HOWARD-JONES, P. **Neuroscience, learning and technology (14-19).** Becta: 2009. Disponível em <http://www.bristol.ac.uk/education/people/academicStaff/edpahj/publications/becta.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2012.

INÁCIO, S. R. L. **A importância da neurociências na aprendizagem e educação**. Disponível em: < http://www.artigos.com/artigos/humanas/educacao/a-importancia-da-neurociencia-na-aprendizagem-e-educacao.-5206/artigo/> Acesso em: 6 nov. 2011.

JACQUES, E. L. M. **Metodologia e Conteúdos Básicos de Matemática**. Associação Leonardo da Vinci (ASSELVI). Indaial: Ed. Asselvi, 2007.

JIMÉNEZ, R. B. **Educación Especial y reforma educativa:** necesidades educativas especiales. Málaga: Alijbe, 1993.

JUSTO, J. C. R. **Resolução de problemas matemáticos aditivos:** possibilidades da ação docente. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

KAMII, C. **A criança e o número**: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação com escolares de 4 a 6 anos. Campinas/SP: Papirus, 1990.

KAMII, C; DECLARK, G. **Reinventando a Aritmética.** Campinas/SP: Papirus, 1992.

KAMII, C.; JOSEPH, L. L. **Crianças pequenas continuam reinventando a aritmética (séries iniciais)**: implicações da teoria de Piaget. Porto Alegre: Artmed, 2005.

KAMII, C.; HOUSMAN, L.B. **Crianças pequenas reinventam a aritmética:** implicações da teoria de Piaget. Porto Alegre: Artmed, 2002.

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

LEVINE, M. **Educação individualizada:** motivação e desenvolvimento sob medida para seu filho. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

LLORCA, C. S. **Los alumnos con espina bífida en el contexto escolar:** un programa de intervención psicopedagógica en el área de educación física. Alacante: Universidad d'Alacant, 2003. Tesis de Doctorado, Facultad de Educación, Universidad d'Alacant, 2003.

LOLLAR, D. J. **El aprendizaje en los niños con espina bífida.**
Disponível em: < http://www.spinabifidaassociation.org/atf/cf/%7BEED435C8-F1A0-4A16-B4D8-A713BBCD9CE4%7D/sp_learning_among_children.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2009.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. D. E. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LYNCK, J. L. et al. **Lipomielomeningoceles**: experiência com 16 casos operados. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/anp/v51n1/15.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2012.

MACHADO, A. **Neuroanatomia Funcional**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1993.

MAC DONNEL, J. J. C. **Manual de provas de diagnóstico operatório.** Buenos Aires: CEM, 1979.

MAGINA, S. et al. **Repensando adição e subtração**: contribuições da teoria dos campos conceituais. 2 ed. São Paulo: PROEM, 2001.

MANTOAN, M. T. **A integração de pessoas com deficiência:** contribuições para uma reflexão sobre o tema. São Paulo: Memnon, 1997.

MANUAL MERCK. Bexiga neurogênica. Disponível em: <http://www.manualmerck.net/?id=155>. Acesso em: 26 ago. 2012.

MARCHESI, A. Os alunos com pouca motivação para aprender. In: COLL, C. et al. **Desenvolvimento psicológico e educação:** transtornos de desenvolvimento e necessidades educativas especiais. Porto Alegre: Artmed, v. 3, 2004, p. 129 - 150.

MARQUES, C. A. **Para uma filosofia da deficiência: aspectos da pessoa portadora de deficiência**. Faculdade de Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 1994 (Dissertação de Mestrado).

______________. **A imagem da alteridade na mídia.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2001.

MARTINS, A. R. et al. (org). **Inclusão:** compartilhando saberes. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

MCCOY, K. **Síndrome Arnold-Chiari**. Disponível em: <http://www.beliefnet.com/healthandhealing/getcontent.aspx?cid=247785>. Acesso em: 27 ago. 2012.

MIETTO, V. L. S. **A IMPORTÂNCIA DA NEUROCIÊNCIA NA EDUCAÇÃO.** 2014. Disponível em: <http://www.ceitec.com.br/site/index.php?option=com_content&view=article&id=141:a-importancia-da-neurociencia-na-educacao&catid=78&Itemid=494>. Acesso em: 1 jan. 2014.

MILHEIRO, I. **Promoção da Autonomia Pessoal e Social de Jovens com Deficiência Mental nas Escolas Básicas de 2º e 3º ciclo**. Disponível em: <http://repositorio.esepf.pt/bitstream/handle/10000/273/PG-EE-2009IsabelMilheiro.pdf?sequence=1>. Acesso em 14 set. 2012.

MIRANDA, M. E. et al. **Gastrosquise**: inovação técnico-cirúrgica. Disponível em: < http://www.medicina.ufmg.br/edump/cir/gastrosq.htm> Acesso em: 26 ago. 2012.

MISÉS, R. **A criança deficiente mental:** uma abordagem dinâmica. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

MOOJEN, S. **Avaliação Psicopedagógica.** Núcleo de neurologia cognitiva. Porto Alegre: Hospital Moinhos de Vento, 2012.

MORALES, R. **Educação e neurociências: uma via de mão dupla**. 28º reunião anual da ANPED. Caxambu, MG: 2005. Disponível em: <www.anped.org.br/reunioes/28/textos/GT13/gt131611int.rtf>. Acesso em: 13 set. 2011.

MORENO, L. et al. Análisis de un tutorial inteligente sobre conceptos lógico matemáticos en alumno con Síndrome de Down. In: **Relime**, México, 2006, vol.9, num. 2, jul.

MORO, E. R. P. et.all. **Malformação de Chiari**. Disponible en: <http://www.scielo.php?pid=50004_282x1999000400021&script=sci_arttext> Acceso el 05 sep. 2007.

MUNIZ, C. A. Diversidade dos conceitos das operações e suas implicações nas resoluções de classes de situações. IN: GUIMARÃES G., BORBA, R. (org). **Reflexões sobre o ensino de matemática nos anos iniciais de escolarização**. Recife: SBEM, 2009, cap. 7. p. 101 – 118.

NETO, R. B. **Princípios neurológicos do desenvolvimento da aprendizagem**: implicações e transtornos. Disponível em: < www.dfs.uem.br/index.php?option=com...view...id=4>. Acesso em: 26 ago. 2012.

NIED (Org.). **Tutorial do JClic.** Disponível em: <http://www.scribd.com/Tutorial-do-JCLIC/d/28811507>. Acesso em: 3 abr. 2010.

OLIVEIRA, M. A. D. **Neurofisiologia do comportamento:** uma relação entre o funcionamento cerebral e as manifestações comportamentais. Canoas/RS: ULBRA, 1999.

_________. **Neurologia básica**. Canoas, RS: ULBRA, 2005.

ORTIZ, R. M. R. Espina Bífida y Educación. **Innovación y Experiencias Educativas.** Granada, n. 25, dez. 2009.

PIAGET, J. **Biologia e conhecimento.** Petrópolis, Vozes, 1973.

_________. **A gênese das estruturas lógicas matemáticas**. São Paulo: EPU, 1976.

_________. **O nascimento da inteligência na criança**. 3.ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

_________. **O julgamento moral na criança**. 2. ed. São Paulo: Summus, 1994.

_________. **Epistemologia genética**. São Paulo: Martins Fontes, 2002.

PIAGET, J.; INHELDER, B.. **Gênese das estruturas lógicas elementares.** 3. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1983.

PIAGET, J.; SMEMINSKA, A. **A gênese do número na criança.** Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

PINHEIRO, M. As bases biológicas da neuropsicologia: uma contribuição à formação de educadores. **Temas sobre desenvolvimento**, São Paulo, v.14, n.83-84, p.4-13, jan./dez. 2005-2006.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas.** Rio de Janeiro: Interciências, 2006.

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

RAMOS, L. F. **Conversas sobre números, ações e operações:** uma proposta criativa para o ensino da matemática nos primeiros anos. São Paulo: Ática, 2009.

RANGEL, A. C. Educação Matemática e a construção do número pela criança: uma experiência em contextos socioeconômicos. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.

REGO, T. C. **Vygotsky:** uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis/RJ: Vozes, 1995.

RELVAS, M. P. **Fundamentos biológicos da educação**. Rio de Janeiro: Wak, 2007.

______________. **Neurociência na aprendizagem escolar**. Rio de Janeiro: Wak, 2008. CD.

____________. **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.

______________. **Neurociência na prática pedagógica.** Rio de Janeiro: Wak, 2012.
REDE SARAH DE HOSPITAIS DE REABILITAÇÃO. **Espinha Bífida**. Disponível em: <http://www.sarah.br/paginas/doenças/po/p_03_Espina_bifida.htm> Acesso em 28 fev. 2007.

REUNIÃO ANUAL DA SBPC**. Déficit de atenção e hiperatividade são temas em debate.** Disponível em:

<http://www.ufcg.edu.br/prt_ufcg/assessoria_imprensa/mostra_noticia.php?codigo=2636>. Acesso em: 2 ago. 2012.

RIO GRANDE DO SUL. **Conselho Estadual de Educação. Parecer 441, de 10 de abril de 2002.** Parâmetros para a oferta de educação especial do Sistema Estadual de Ensino. Porto Alegre, CEED, 2002. Disponível em: <http://www.ceed.rs.gov.br> Acesso em 11 jan. 2010.

ROESCH, S. M. A. **Projetos de estágio e de pesquisa em administração.** 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ROMERO, J. M. **Mis problemas favoritos**. v. 1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1. Grupo Editorial Universitário, 2008.

SANTOS, M. P.; PAULINO, M. M. (Org.). **Inclusão em Matemática:** culturas, políticas e práticas. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

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

SEABRA. A. G.; CAPOVILLA, F. C. **Avaliação neuropsicológica.** São Paulo: Memnon, 2009.

SERRA, D. Inclusão e Ambiente Escolar. In: SANTOS, M. P.; PAULINO, M. M. (Org.). **Inclusão em Matemática:** culturas, políticas e práticas. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2008. Cap. 2. p. 31-44.

SHAW E. A guide to the Qualitative Research Process: evidence form a small firm study. **Qualitative Market Research: International Journal**, 2(2), p. 59-70, 1999.

SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. (org). Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática. Porto Alegre: Artmed, 2001.

STAINBACK, S.; STAINBACK, W. **Inclusão:** um guia para educadores. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

TABAQUIM, M. L., et al. **Avaliação neuropsicológica e fonoaudiológica em crianças com mielomeningocele**. Disponible en: <http://www.fedap.es/IberPsicologia/iberpsi10/cobgreso_lisboa/merighi2.htm> Acceso el 05 jul. 2007.

TOMASINI, M. A. Expatriação social e segregação institucional da diferença: reflexões. In: BIANCHET, L. et al. **Um olhar sobre a diferença:** interação, trabalho e cidadania. Campinas/SP: Papirus, 1998.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.

________________. **Introdução a pesquisa em ciências sociais** – a pesquisa qualitativa em Educação: o positivismo, a fenomenologia, o marxismo. São Paulo: Atlas, 1994.

UNESCO. **Declaração de Salamanca:** enquadramento da ação: necessidades educativas especiais. Salamanca. ES: UNESCO, 1994.

VERGNAUD, G. **El niño, las matemáticas e la realidad:** problemas de la enseãnza de lãs matemáticas en la escuela primaria. México: Trillas, 1991.

VILA, A. CALLEJO, M. L. Matemática para aprender a pensar: o papel das crenças na resolução de problemas. Porto Alegre: Artmed, 2006.

VISCA, J. **El diagnostico operatorio en la práctica psicopedagógica**. Buenos Aires: Ag. Serv. G, 1995.

VYGOSTKY, L. S. **Obras Escogidas V:** Fundamentos de defectología. Madrid: Visor, 1997.

_______________. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fonte, 2007.

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

YACUZZI, E. **El estudio de caso como metodología de investigación:** teoría, mecanismos causales, validación. Disponível em: < http://www.uch.ceu.es/principal/ congresos/brandtrends/documentos/comunicaciones_textos/aranzazu.pdf>. Acesso em: 11 jan. 2010.

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

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – AUTORIZAÇÃO DOS PAIS DO JOVEM INVESTIGADO

UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

Autorização

Eu, ____, RG nº ______________________, mãe de G, e eu ____________________________, RG nº ______________________, pai de G, autorizamos o uso de filmagens, fotos e transcrições de diálogos das sessões de estudo da intervenção pedagógica aplicada por Tania Elisa Seibert, de março de 2010 a novembro de 2012, em sua tese, em congressos, em palestras e em publicações.

______________________________ ______________________________

São Leopoldo, _______ de março de 2010

APÊNDICE 2 – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

QUESTÃO 1	**T1**
Carlos tinha 12 figurinhas. Ganhou do seu amigo Bruno mais 8 figurinhas. Quantas figurinhas Carlos têm agora?	

QUESTÃO 2	**T2**
Márcia tinha 14 moedas. Ela deu 3 moedas para Fábio. Com quantas moedas ela ficou?	

QUESTÃO 3	**T3**
Sara tinha 5 chaveiros. Ela ganhou de Cristina mais alguns chaveiros. Agora tem 12 chaveiros. Quantos chaveiros Sara ganhou de Cristina?	

QUESTÃO 4	**T4**
Eduardo tinha 22 lápis de cor. Na escola ele deu alguns para os seus amigos. Eduardo agora tem 8 lápis. Quantos ele deu?	

QUESTÃO 5	**T5**
No meu aquário, há alguns peixes. Coloquei mais 4 peixes. Agora eu tenho 12 peixes. Quantos peixes eu tinha antes?	

QUESTÃO 6	**T6**
Em uma partida, perdi 12 bolinhas de gude, ficando com 21. Quantas bolinhas de gude eu tinha no início do jogo?	

QUESTÃO 7	**CP1**
Gustav tinha 12 balas. Pablo tinha 5 balas. Quantas Gustav tinha a mais que Pablo?	

QUESTÃO 8	**CP2**
Meu tio tem 48 anos e minha tia 29. Quantos anos minha tia tem a menos que meu tio?	

QUESTÃO 9	**CP3**
Luciana colheu 34 laranjas. Ela colheu 12 a mais que sua irmã Terezinha. Quantas laranjas Terezinha colheu?	

QUESTÃO 10	**CP4**
Minha mãe tem 42 reais, e minha tia tem 14 reais a menos do que ela. Quantos reais minha tia tem?	

QUESTÃO 11	**CP5**
Roberto comprou uma lapiseira por 12 reais e um caderno que custou 9 reais a mais do que a lapiseira. Quanto custou o caderno?	

QUESTÃO 12	CP6
Joel ganhou em uma partida 43 bolinhas de gude. Ele ganhou 18 a menos que o André. Quantas bolinhas André ganhou?	

QUESTÃO 13	I1
Na casa de Rubens existem 22 árvores e na de Roberto existem 14. Quantas árvores Roberto precisa plantar para ficar com a mesma quantidade de árvores de Rubens?	

QUESTÃO 14	I2
Na sexta série, há 35 cadeiras e 26 crianças. Quantas cadeiras eu preciso retirar da sala para ficar com a mesma quantidade de cadeiras do que de crianças?	

QUESTÃO 15	I3
Marcelo tem 15 reais. Se sua mãe lhe der mais 9 reais, ele terá a mesma quantia que Davi. Quanto dinheiro tem Davi?	

QUESTÃO 16	I4
No ônibus que vai para São Leopoldo, há 17 pessoas; se 6 pessoas descerem do ônibus que vai para Porto Alegre, haverá o mesmo número de pessoas nele como no ônibus que vai para São Leopoldo. Quantas pessoas estão no ônibus que vai para Porto Alegre?	

QUESTÃO 17	**I5**
Meu casaco tem 12 botões. Se o casaco do meu irmão tivesse 5 botões a mais ele teria o mesmo número de botões que o meu. Quantos botões têm o casaco do meu irmão?	

QUESTÃO 18	**I6**
Neco tem 13 carrinhos. Se ele der 9 dos seus carrinhos, ele terá o mesmo número de carrinhos de Zeca. Quantos carrinhos têm Zeca?	

QUESTÃO 19	**CB1**
Alexandre tem 8 bombons e Leandro têm 14. Quantos bombons eles têm ao todo?	

QUESTÃO 20	**CB2**
Patrícia e Gabriel colecionam chaveiros. Eles têm juntos, 22 chaveiros. Gabriel tem 14. Quantos chaveiros Patrícia têm?	

APÊNDICE 3 – ENTREVISTA APLICADA EM MARÇO DE 2011 E OUTUBRO DE 2012

DADOS PESSOAIS

Nome completo: ____

Idade: ____

Data de nascimento: ____

Série que estudas: ____

ENDEREÇO

Rua: ____

Número do edifício: ____

Número do apartamento: ____

Andar do apartamento: ____

Bairro: ____

Cidade: ____

TELEFONES:

Casa: ____

Celular da mãe: ____

Celular do pai: ____

GERAL

Nome da tua mãe?____

Nome do teu pai? ____

Que dia da semana que tu mais gostas? ____________________

Que mês do ano tu mais gostas? __________________________

O que tu mais gostas de fazer? ____

____

O que tu menos gostas de fazer?____

____

Qual o time de futebol que tu torces? ____

Qual o esporte que tu praticas? ____

SOBRE PREÇOS

Refrigerante: ___________________________

Um chocolate: _________________________

Uma calça: ____________________________

Uma televisão: _________________________

Um carro: _____________________________

SOBRE CAPACIDADE

Quantas pessoas dormem no teu quarto? _________________________

Quantas pessoas têm na tua sala de aula? _________________________

Quantas pessoas cabem em um cinema: ____________________________

Quantas pessoas cabem no estádio de futebol: ____________________

SOBRE TEMPO

Quantos dias têm uma semana? __________________________

Quantos dias têm um mês? _____________________________

Quantas semanas têm um mês? _________________________

Quantos meses têm um ano? ___________________________

Em que mês estamos? _________________________________

Que dia da semana é hoje? _____________________________

Em que ano estamos? _________________________________

Quantas horas têm um dia? ____________________________

Quantos minutos têm uma hora? ________________________

Quantos minutos têm meia hora? ________________________

Em que horário começa a tua aula? ________________________

Em que horário tu almoças? ______________________________

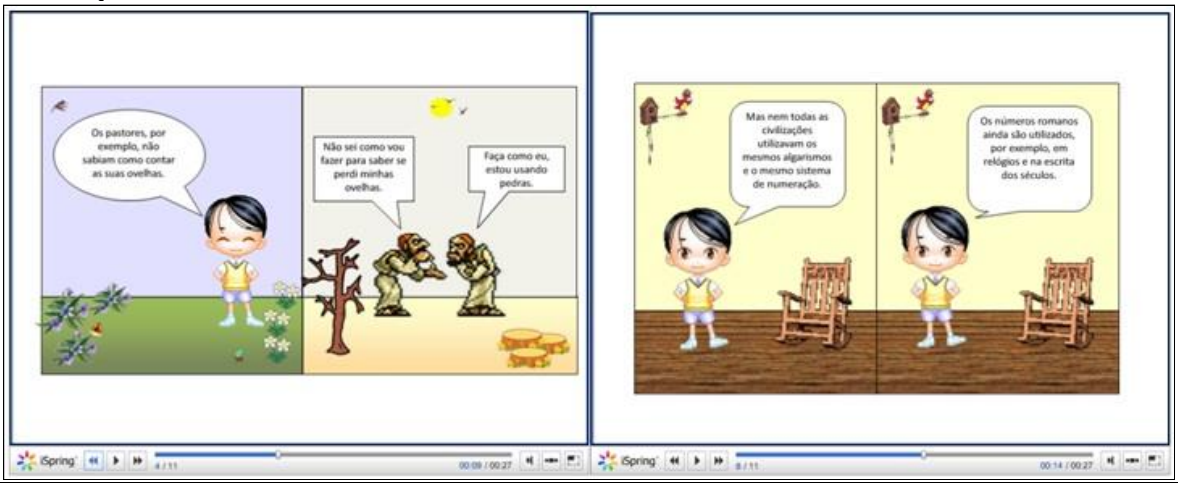
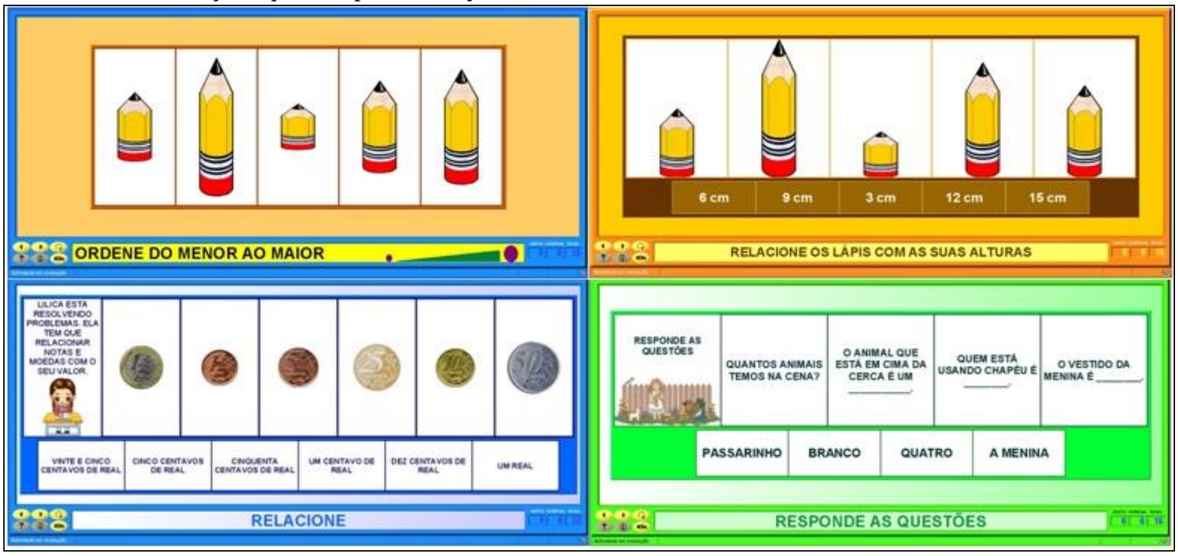
Em que horário tu vais dormir? ___________________________

O que demora mais para passar: uma semana ou um mês? _____________________________

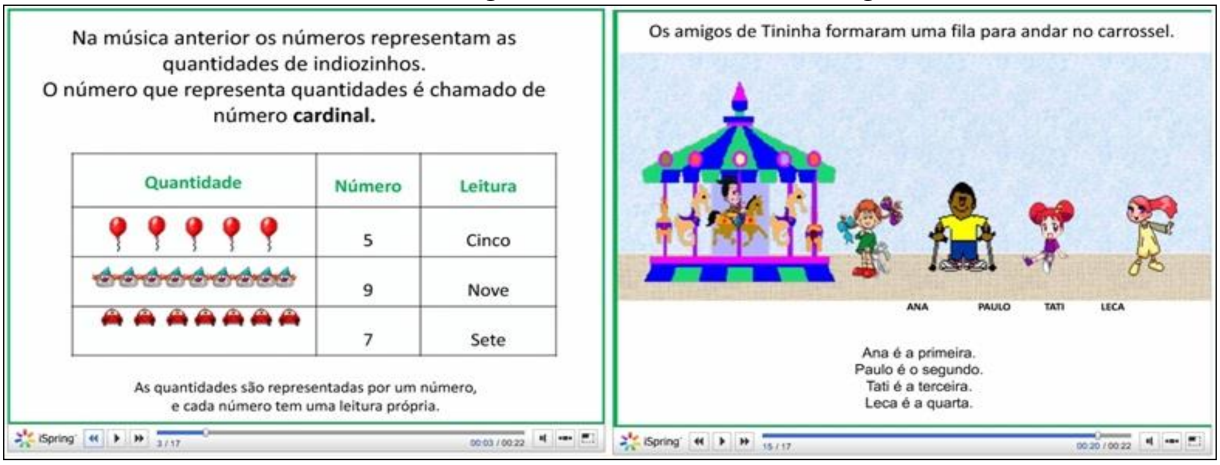
Quantos dias por semana tu tens aula? ____

APÊNDICE 4 – Sequência didática individualizada eletrônica e atividades no papel

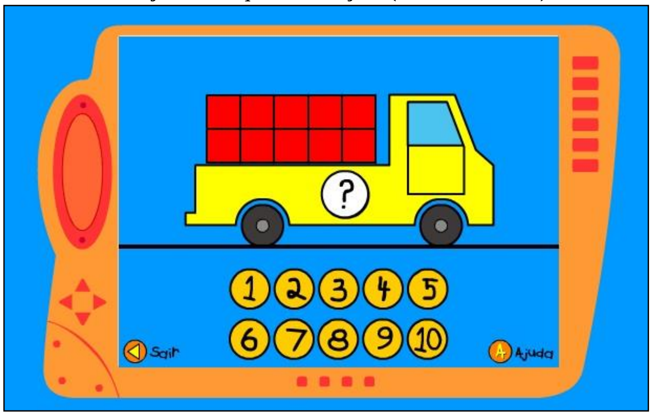
NODO UM: SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL O nodo um está dividido em 28 janelas.

Janela 1: Nesta janela “Conceito do número” são abordados os temas: origem do número, sistema de numeração indo-arábico, números romanos e o número em situações do cotidiano. Tem como objetivo introduzir os conceitos que serão trabalhos no nodo.

Janela 2: Nesta janela “Atividades no aplicativo *JClic*” são trabalhados diferentes conceitos, como: maior/menor, velho/novo, cheio/vazio, alto/baixo, dentro/fora; reconhecimento das moedas do sistema monetário brasileiro e de objetos com seu preço aproximado; reconhecimento de unidades de medida (cm, kg, ml); questões de vocabulário (profissões, símbolos do cotidiano como placas de trânsito, meios de transporte, figuras geométricas planas e espaciais); resolução de problemas (interpretação e retirada de dados). Ao todo são 19 atividades com 110 ações que compõem esta janela.


Janela 3: "Cardinalidade e Ordinalidade" - material de estudo sobre os conceitos de cardinalidade e ordinalidade, sucessor e antecessor e simbologia matemática de maior, menor e igual.

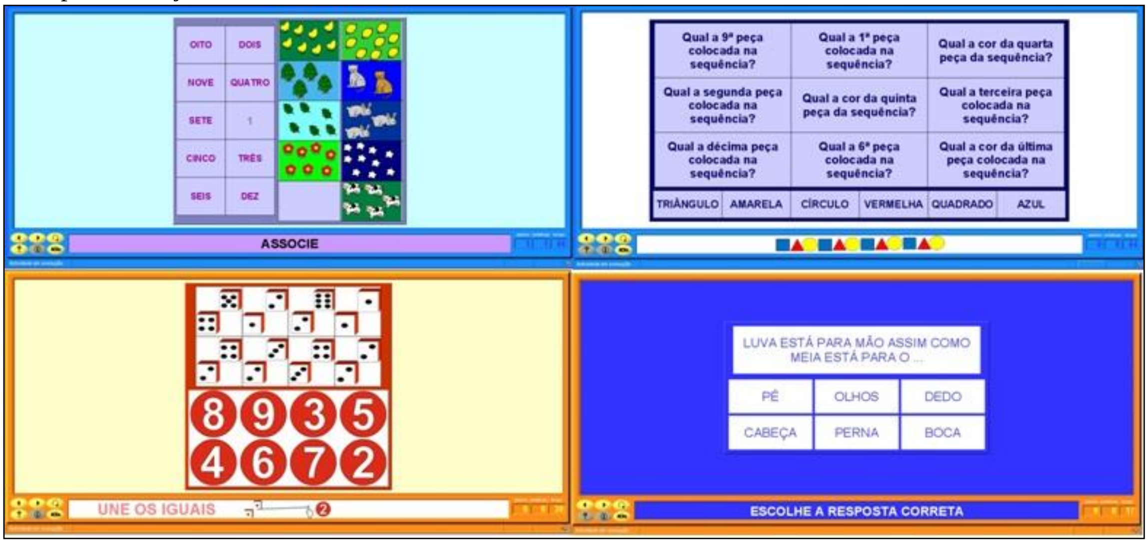


Janela 4: Jogo *online*, que tem como objetivo a quantificação (cardinalidade).

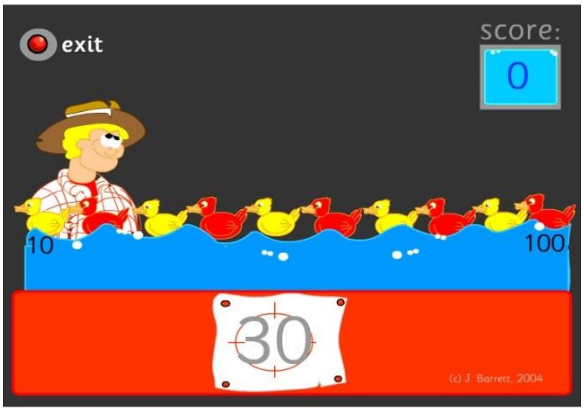


Fonte: http://www.junior.te.pt/servlets/Jardim?P=Jogos&ID=15

Janela 5: Atividades no aplicativo *JClic* onde são trabalhados diferentes conceitos, como: cardinalidade (quantidade de zero a dez, numeral e registro por extenso); ordem crescente e decrescente (quantidade de zero a dez, numeral e registro por extenso); reconhecimento de notas do sistema monetário brasileiro; resolução de problemas (interpretação e retirada de dados); ordinalidade (simbologia e escrita por extenso); atividades de lógica (sudoku e conectivos); sucessor e antecessor; adição entre quantidades registradas por dois dados; atividades lúdicas (caça-palavras; quebra-cabeça; jogo da memória). Ao todo são 50 atividades com 287 ações que compõem esta janela.

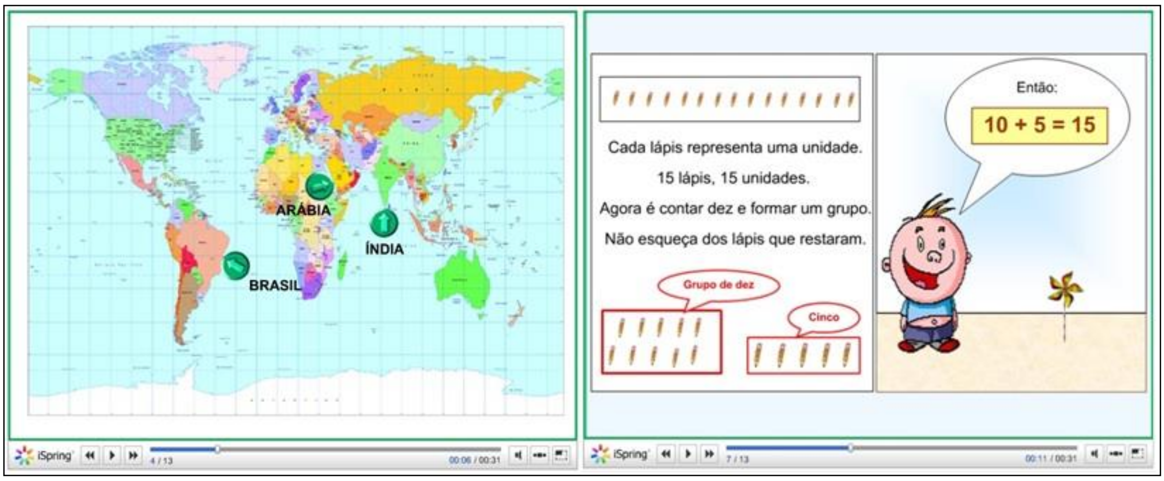


Janela 6: Jogo *online*, que tem como objetivo contar de 10 em 10, preparando para a próxima janela que é sobre o sistema de numeração decimal.

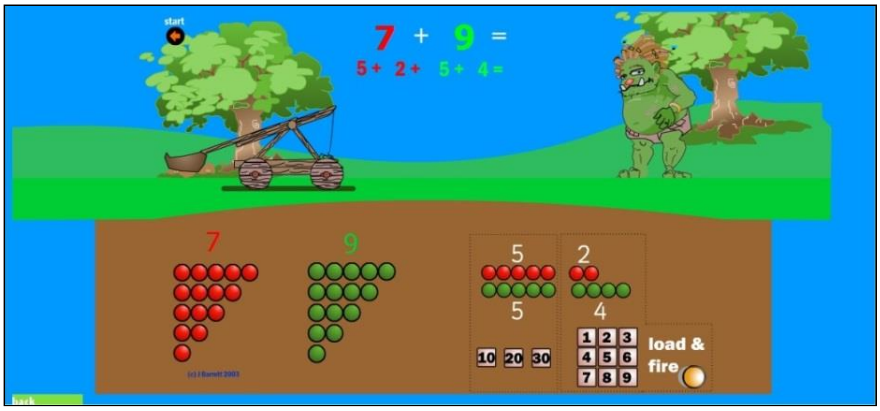


Fonte: http://www.ictgames.com/newduckshoot10s.html

Janela 7: “Sistema de Numeração Decimal” - material de estudo sobre a numeração indo-arábica, agrupamento de quantidades de dez em dez, decomposição do número em grupos de dez e cálculo mental por decomposição.

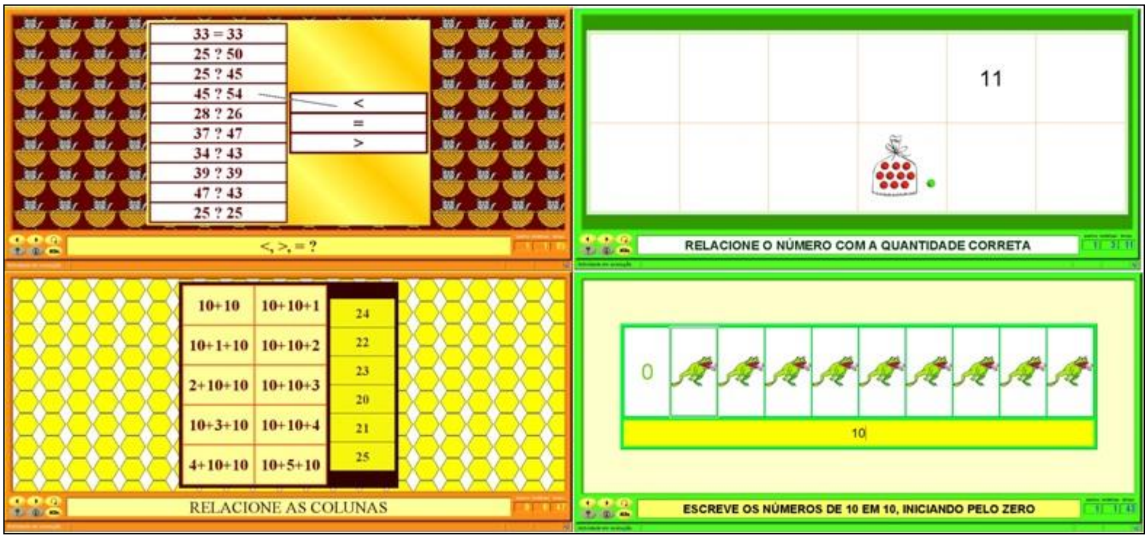


Janela 8: Jogo *online*, que tem como objetivo decompor os números e realizar a adição.

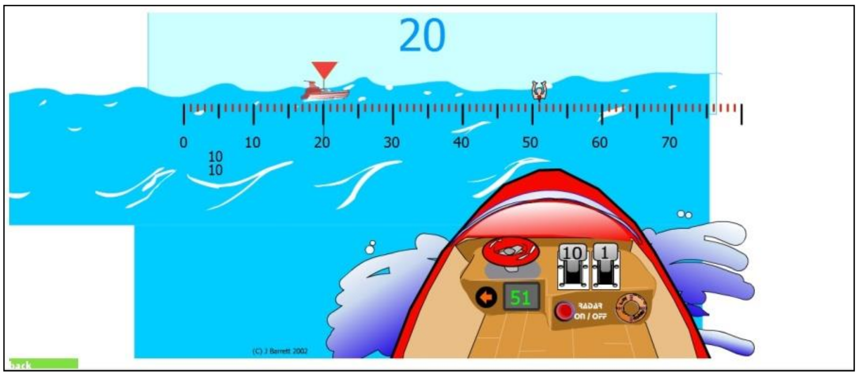


Fonte: http://www.ictgames.com/5andabit.html

Janela 9: Atividades no aplicativo *JClic* onde são trabalhados diferentes conceitos, como: decomposição de números em grupos de dez; composição de números, contar de 10 em 10 e de 5 em 5; números representadas com notas de 10 e 5 reais e moedas de 1 real; símbolos de maior, menor e igual; resolução de problemas (interpretação e retirada de dados); desafios criptografados; sucessor e antecessor; atividades lúdicas (caça-palavras; jogo da memória). Ao todo são 36 atividades com 134 ações que compõem esta janela.

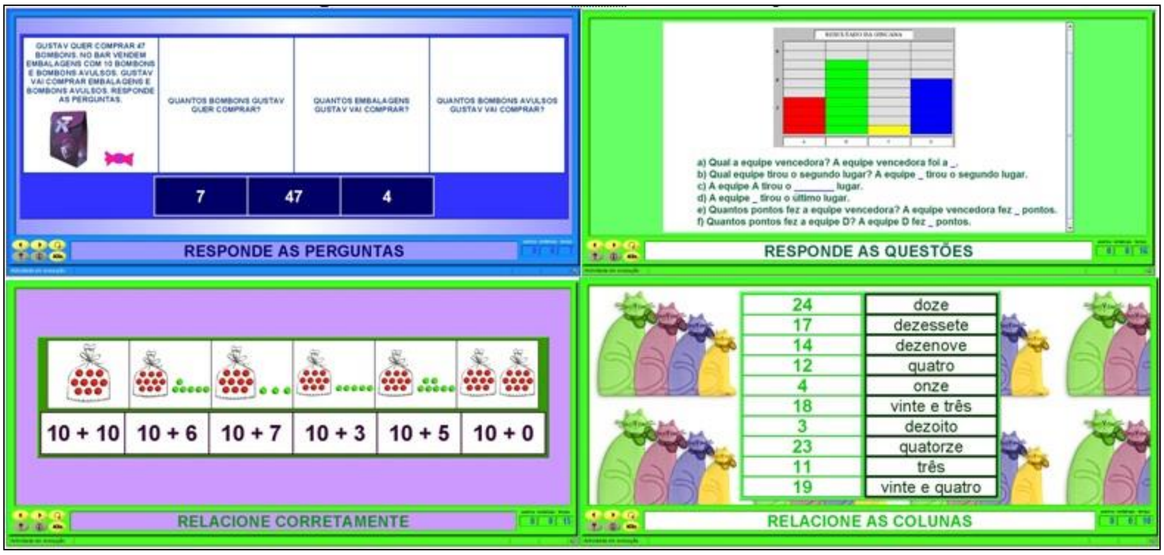


Janela 10: Jogo *online*, que tem como objetivo se locomover na reta numérica de 10 em 10, ou de 1 em 1.

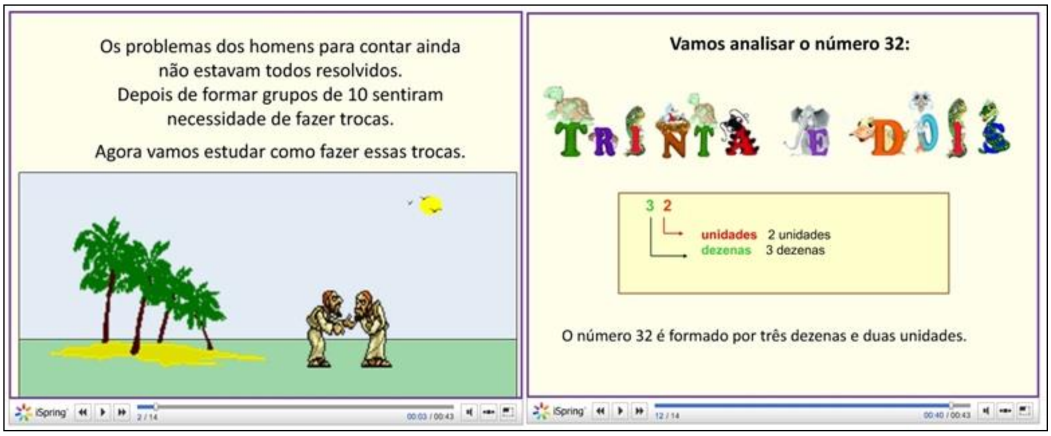


Fonte: http://www.ictgames.com/LIFEGUARDS.html

Janela 11: Atividades no aplicativo *JClic* onde são trabalhados diferentes conceitos vistos até a janela 10, a título de revisão e avaliação. Ao todo são 31 atividades com 201 ações que compõem esta janela.



Janela 12: “Sistema de numeração decimal II” – material de estudo sobre “trocas” de 10 unidades por uma dezena.

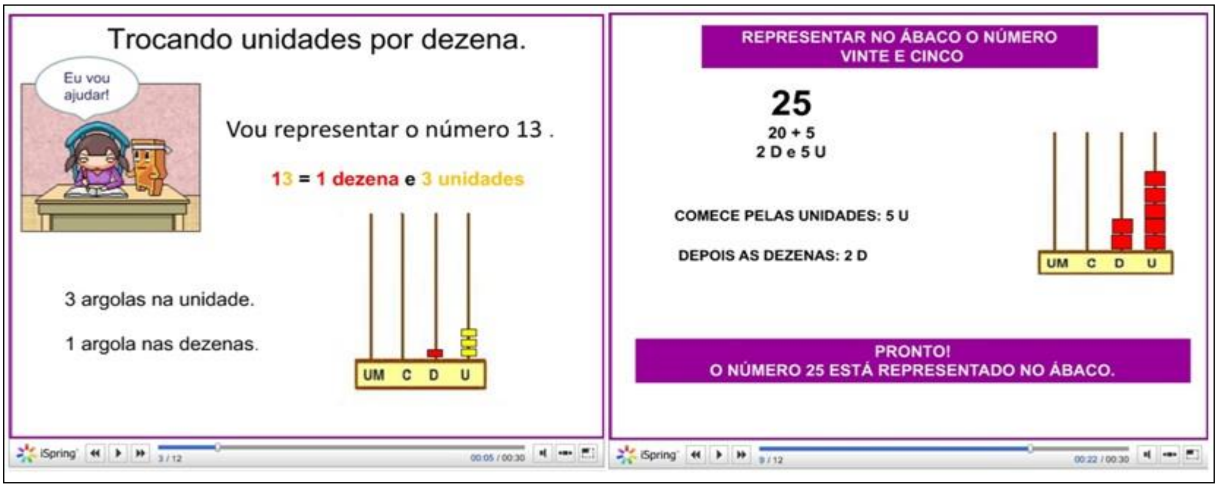


Janela 13: Atividades no aplicativo *JClic* onde são trabalhados diferentes conceitos, tais como: reconhecimento da dezena e da unidade; valor posicional; decomposição do número em dezena e unidade; resolução de problemas; sequências numéricas; atividades lúdicas (jogo da memória, quebra-cabeça, palavras cruzadas). Ao todo são 21 atividades com 162 ações que compõem esta janela.

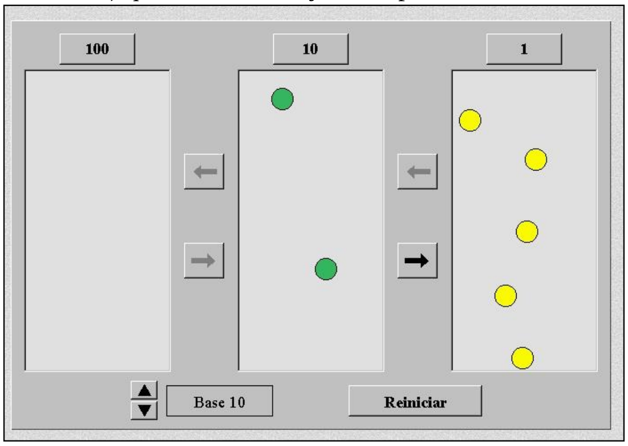
Janela 14: Jogo *online*, que tem como objetivo descobrir quanto falta para formar "10".

Fonte: http://www.ictgames.com/save_the_whale_v4.html

Janela 15: "Ábaco" – material de estudo sobre a utilização do ábaco para representar números e realizar trocas (unidade e dezena).

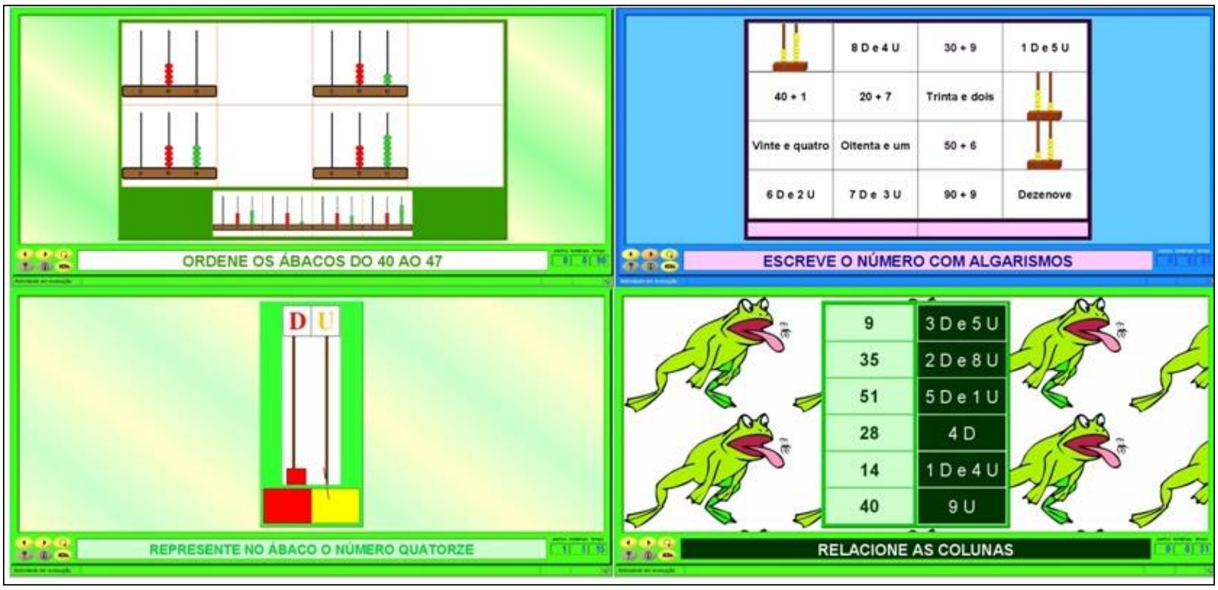


Janela 16: Jogo *online* (ábaco virtual) que tem como objetivo representar números e realizar trocas.

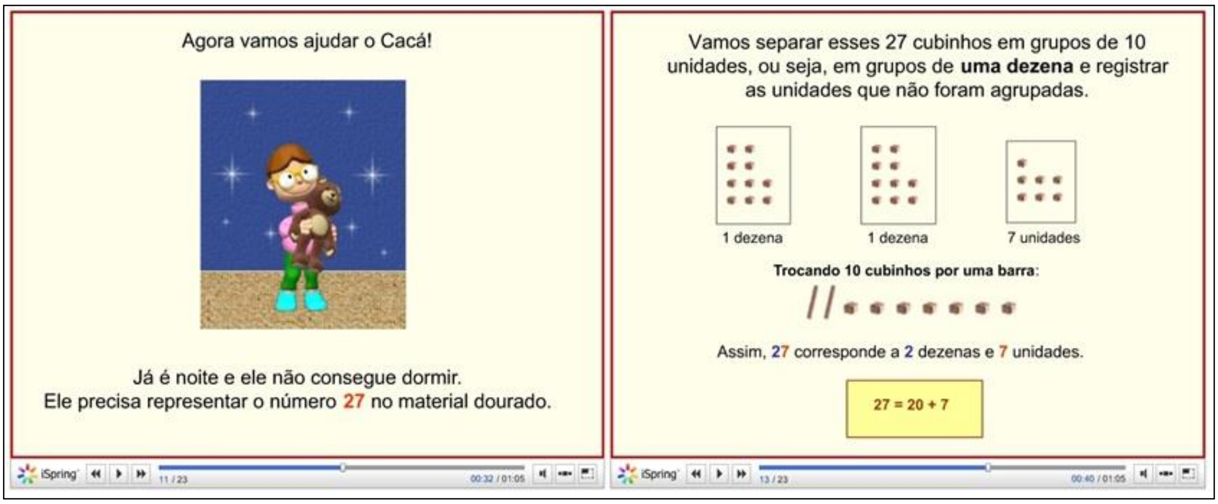


Fonte: http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_209_g_1_t_1.html?open=activities

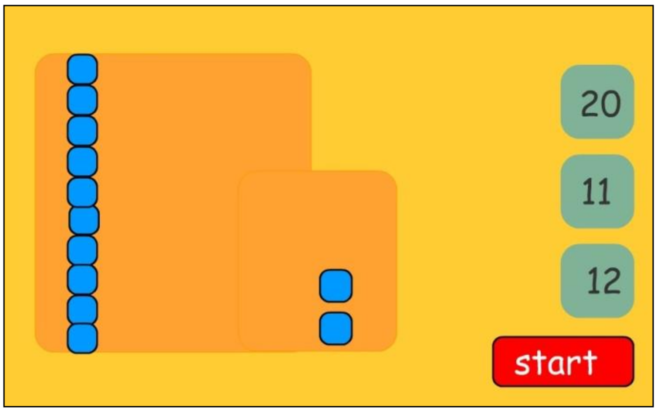
Janela 17: Atividades no aplicativo *JClic* onde são trabalhados diferentes conceitos, tais como: reconhecimento de números representado no ábaco (dezena e unidade); valor posicional; representação de números no ábaco; decomposição do número em dezena e unidade; sequências numéricas; antecessor e sucessor; atividades lúdicas (jogo da memória, caça palavras). Ao todo são 31 atividades com 170 ações que compõem esta janela.



Janela 18: "Material dourado" – material de estudo sobre a utilização do material dourado para representar números e realizar trocas (unidade e dezena).



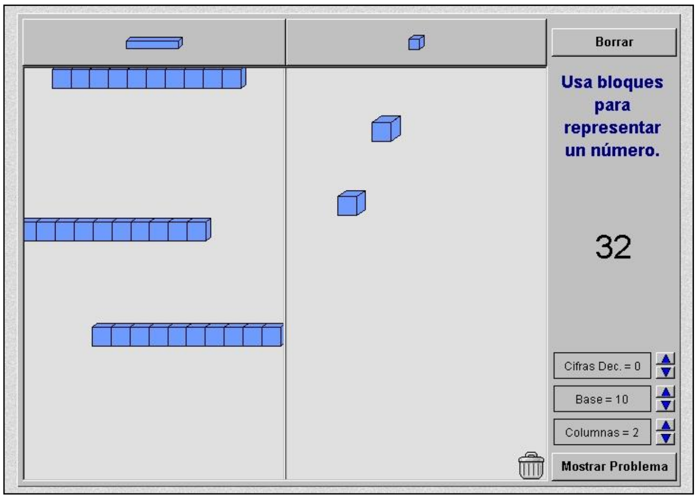
Janela 19: Jogo *online* que tem como objetivo relacionar quantidades representadas no material dourado com seu numeral.



Fonte: http://www.ictgames.com/partition.html

Janela 20: Atividades no aplicativo *JClic* onde são trabalhados diferentes conceitos, tais como: reconhecimento de números representado no material dourado e no ábaco; decomposição do número em dezena e unidade; sequências numéricas; sequência dos meses do ano; notas do sistema monetário brasileiro e representação do seu valor com material dourado. Ao todo são 20 atividades com 105 ações que compõem esta janela.

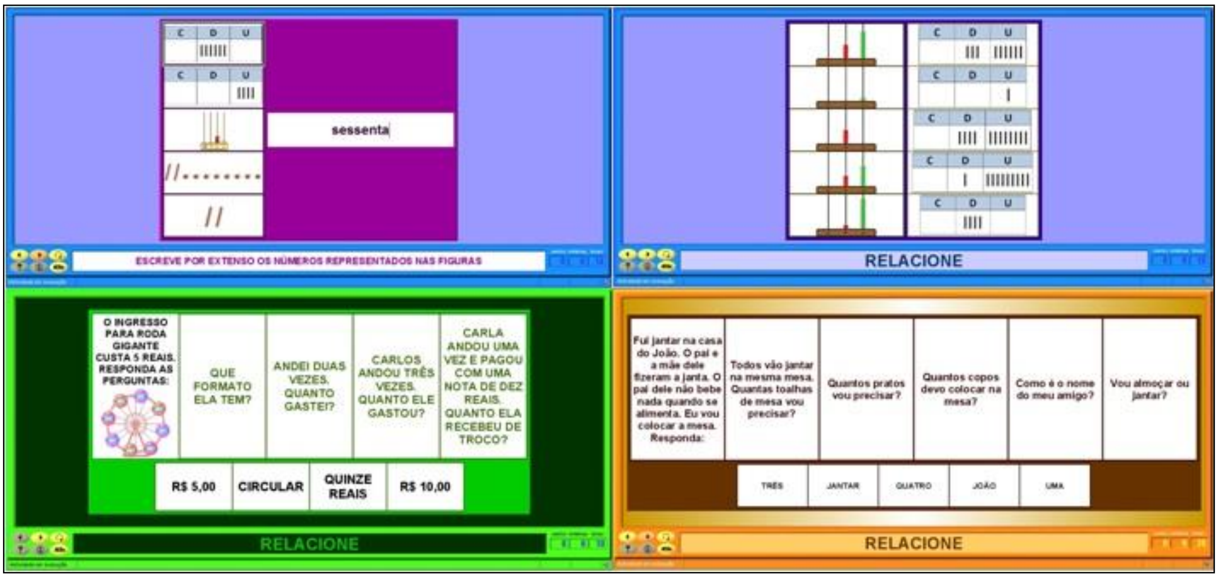
Janela 21: Jogo *online* que tem como objetivo representar números com o material dourado.



Fonte: http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_152_g_1_t_1.html

Janela 22: "Quadro Valor Lugar" – material de estudo sobre a utilização do quadro valor lugar, do material dourado e do ábaco, para representar números e realizar trocas (unidade e dezena).

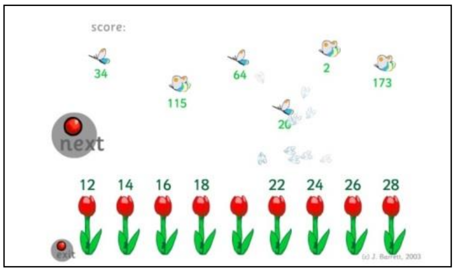
Janela 23: Atividades no aplicativo *JClic* onde são trabalhados diferentes conceitos, tais como: reconhecimento de números representado no quadro valor lugar, no ábaco e no material dourado; decomposição do número em dezena e unidade; resolução de problemas. Ao todo são 8 atividades com 36 ações que compõem esta janela.



Janela 24: Jogo *online* que tem como objetivo clicar sobre duas “bolinhas” numeradas cuja adição resulte em 10.

Fonte: http://www.clickjogos.com/jogo/add-up.html

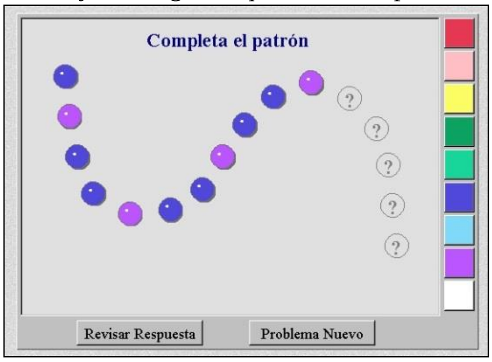
Janela 25: Jogo *online* que tem como objetivo clicar sobre a borboleta que completa a sequência numérica.



Fonte: http://www.ictgames.com/fairyfog_random.html

Janela 26: Atividades no aplicativo *JClic* de resolução de problemas. Ao todo são 13 atividades com 58 ações que compõem esta janela.

Janela 27: Jogo *online* que tem como objetivo seguir sequências com padrões de cores.



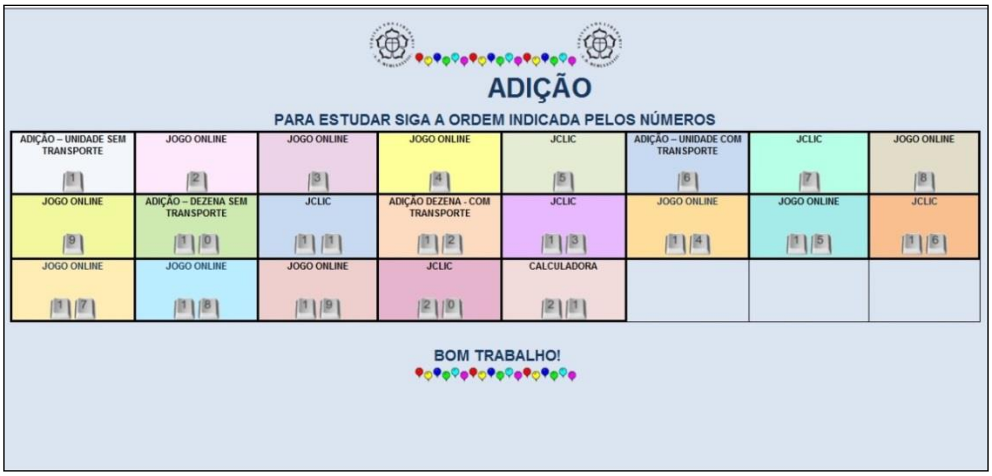
Fonte: http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_184_g_1_t_1.html

Janela 28: Atividades no aplicativo *JClic* de resolução de problemas, de ordinalidade, dias da semana, meses do ano e sistema monetário brasileiro. Ao todo são 18 atividades com 56 ações que compõem esta janela.

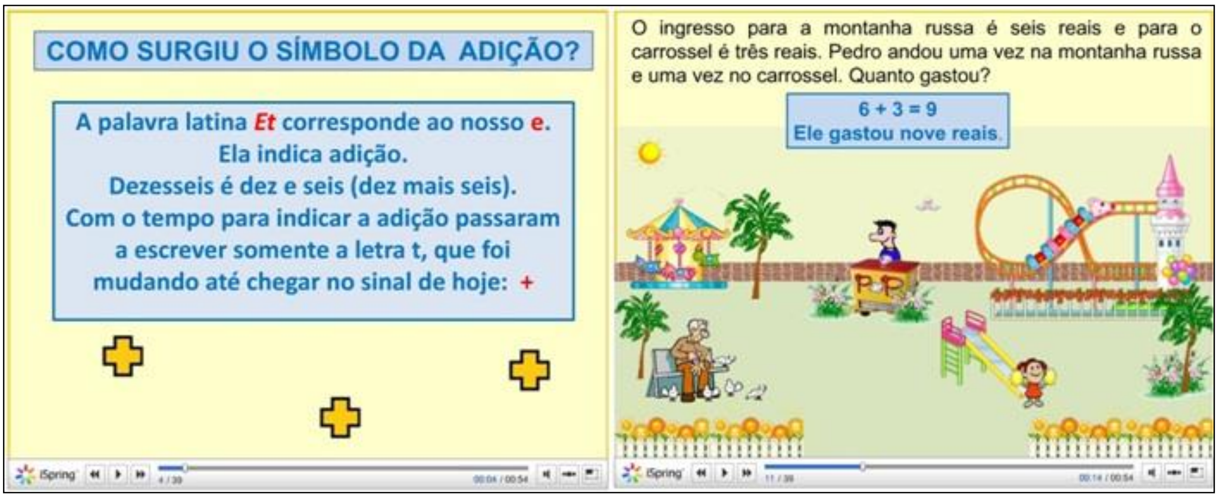
NODO DOIS: ADIÇÃO

O nodo dois está dividido em 21 janelas

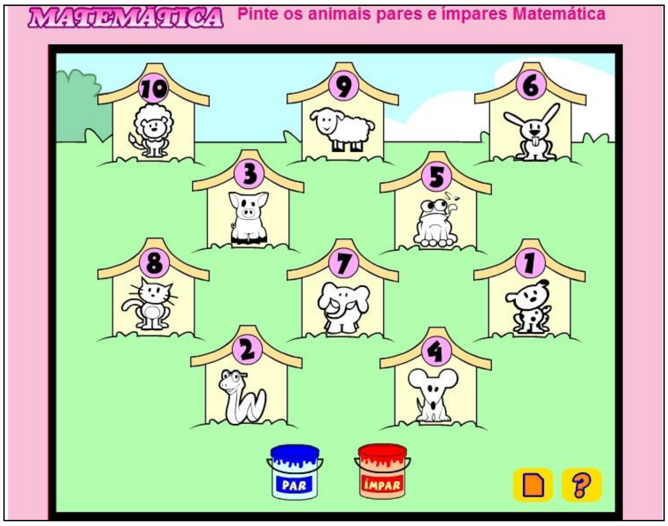
Porta de entrada



Janela 1: Nesta janela "Adição – unidade sem transporte" são abordados os temas: conceitos de adição, símbolo da operação, algoritmo na horizontal, resolução de problemas, propriedade comutativa, número par e ímpar.



Janela 2: Jogo *online*, que tem como objetivo identificar os números pares e ímpares.

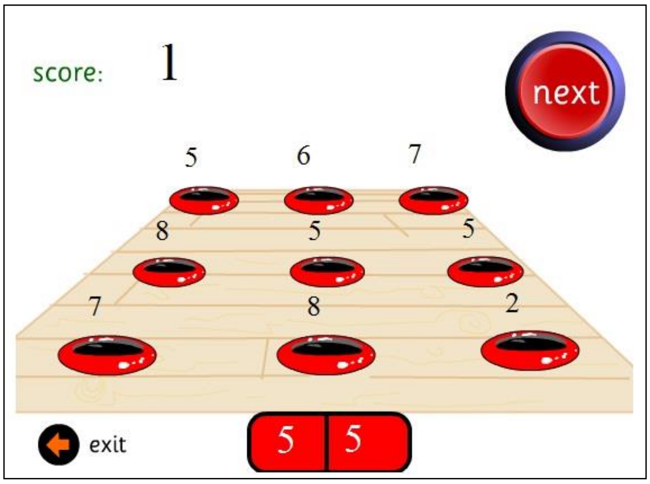


Fonte: http://www.smartkids.com.br/jogos-educativos/matematica-pinte-os-animais-pares-e-impares.html

Janela 3: Jogo *online*, que tem como objetivo descobrir quanto falta para formar “10”.

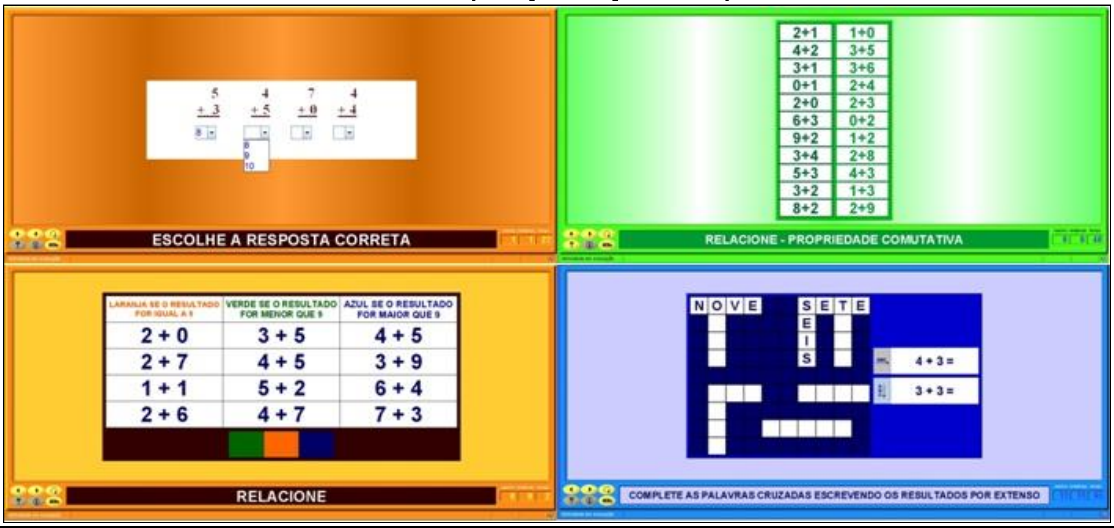
Fonte: http://www.ictgames.com/save_the_whale_v4.html

Janela 4: Jogo *online*, que tem como objetivo clicar sobre dois números que adicionados tenham como resultado o número 10.



Fonte: http://www.ictgames.com/beaver.html

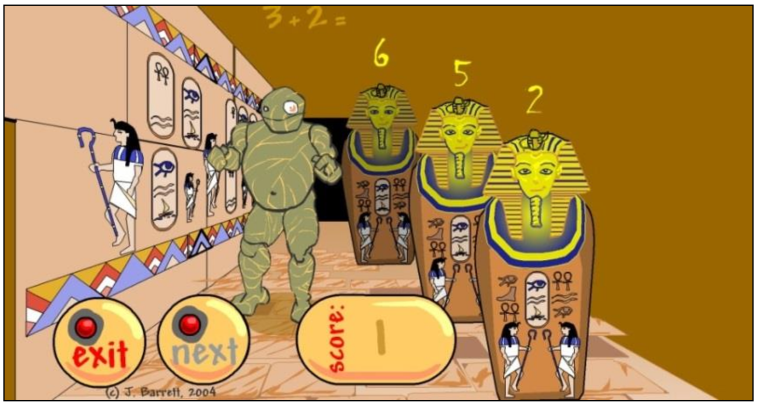
Janela 5: Nesta janela "Atividades no aplicativo *JClic*" são trabalhados diferentes atividades, como: algoritmo da adição (vertical e horizontal), resolução de problemas, número par e ímpar, propriedade comutativa e sistema monetário. Ao todo são 34 atividades com 255 ações que compõem esta janela.



Janela 6: "Adição – unidade com transporte" onde são abordados os temas: operação de adição, utilizando o ábaco, o material dourado e o quadro valor lugar; algoritmo longo e curto; adição na reta numérica.

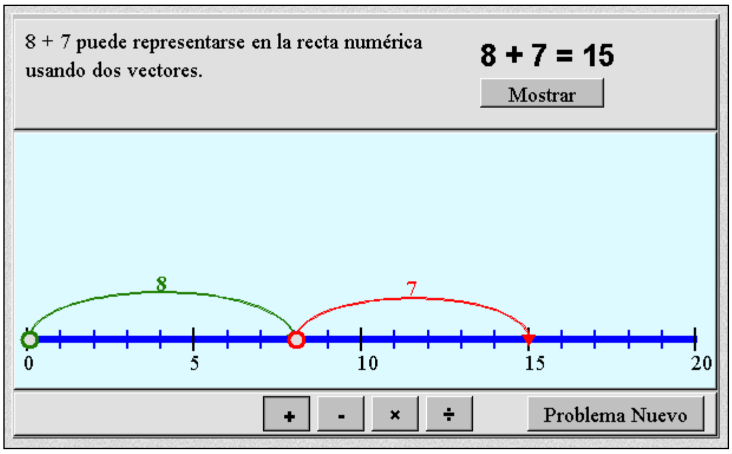
Janela 7: Nesta janela "Atividades no aplicativo *JClic*" são trabalhados diferentes atividades, como: algoritmo da adição (vertical e horizontal), resolução de problemas, sistema monetário. Ao todo são 28 atividades com 226 ações que compõem esta janela.

Janela 8: Jogo *online*, que tem como objetivo encontrar o resultado das operações de adição.



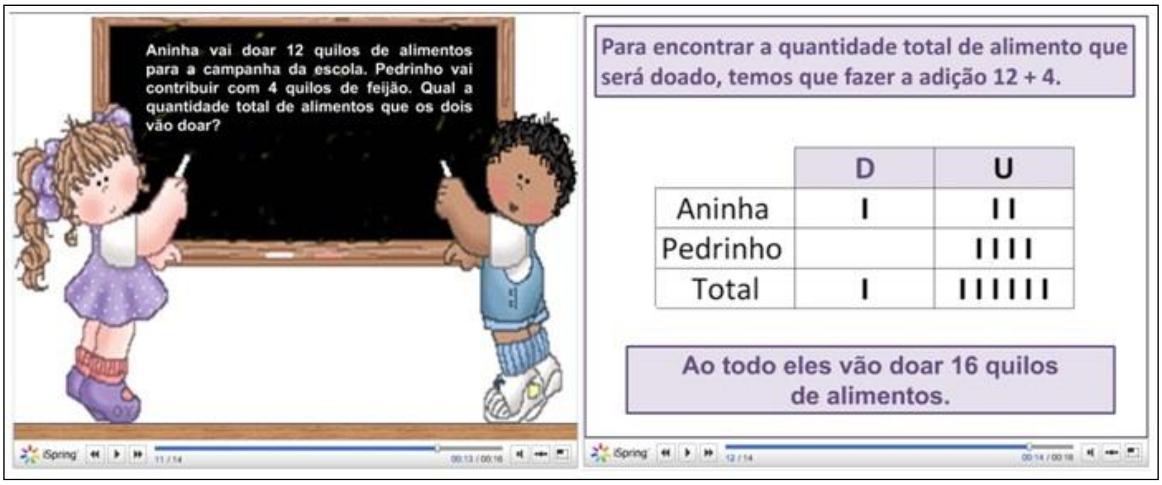
Fonte: http://www.ictgames.com/funkymum.html

Janela 9: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar adições na reta numérica.

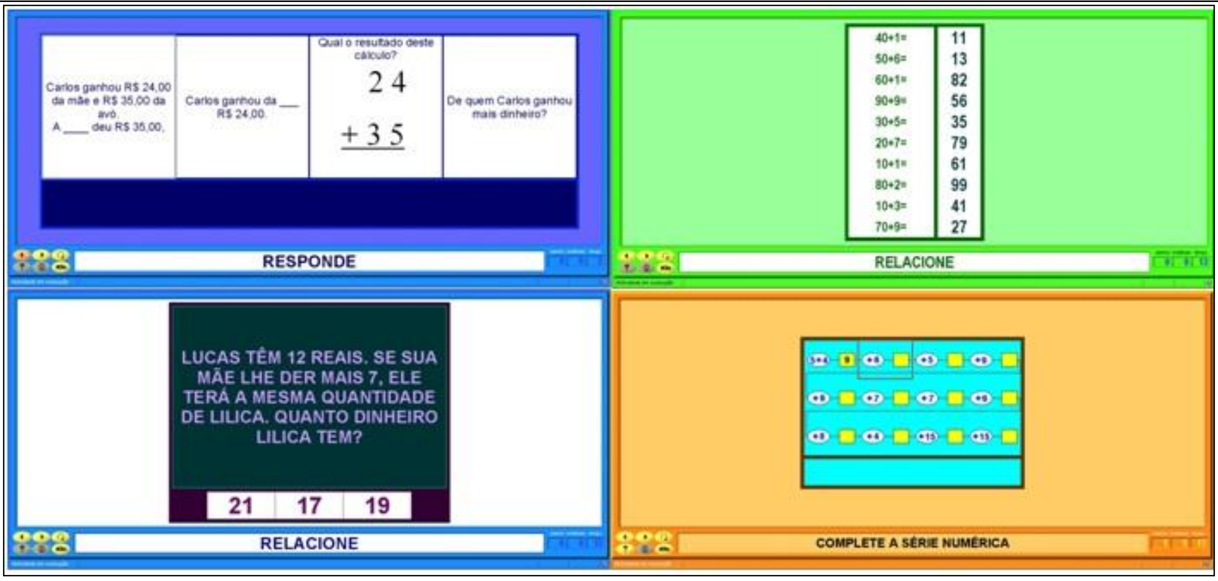


Fonte:
http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_156_g_1_t_1.html?open=activities&from=category_g_1_t_1.html

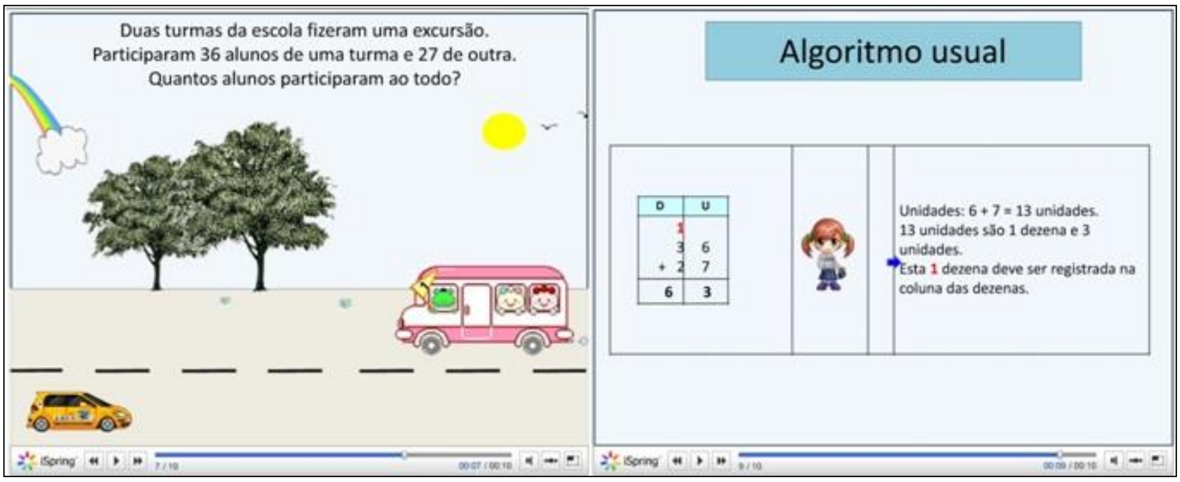
Janela 10: "Adição – dezena sem transporte" onde são abordados os temas: operação de adição, utilizando o ábaco, o material dourado e o quadro valor lugar, algoritmo por decomposição e algoritmo curto.



Janela 11: Nesta janela "Atividades no aplicativo *JClic*" são abordadas operações de adição e resolução de problemas. Ao todo são 22 atividades com 232 ações que compõem esta janela.

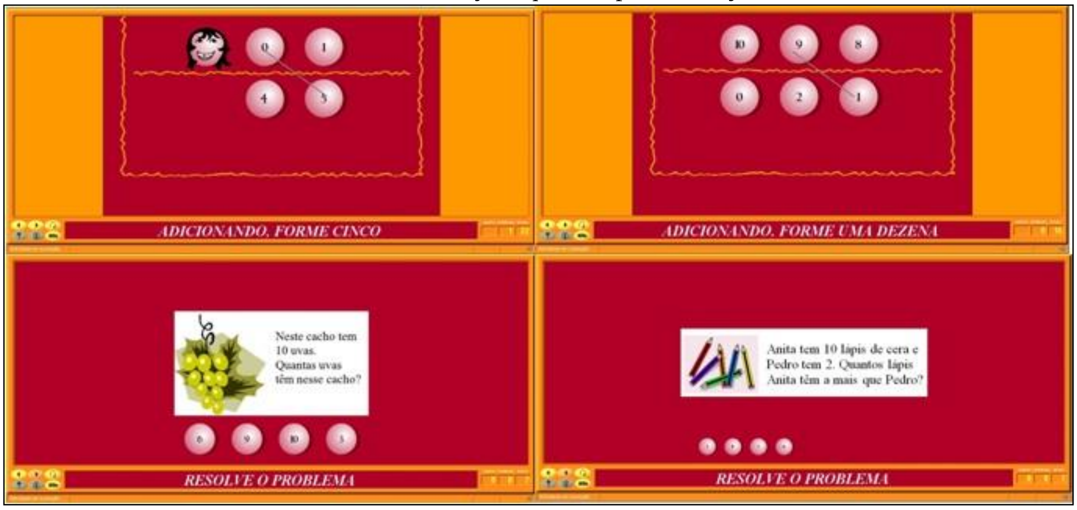


Janela 12: "Adição – dezena com transporte" onde são abordados os temas: operação de adição, utilizando o ábaco, o material dourado e o quadro valor lugar, algoritmo por decomposição e algoritmo curto.



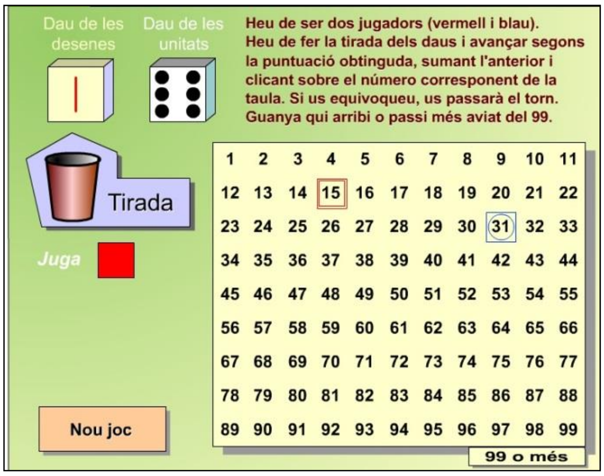
Fonte: a pesquisa

Janela 13: Nesta janela "Atividades no aplicativo *JClic*" são abordadas atividades de cálculo mental e resolução de problemas. Ao todo são 24 atividades com 96 ações que compõem esta janela.



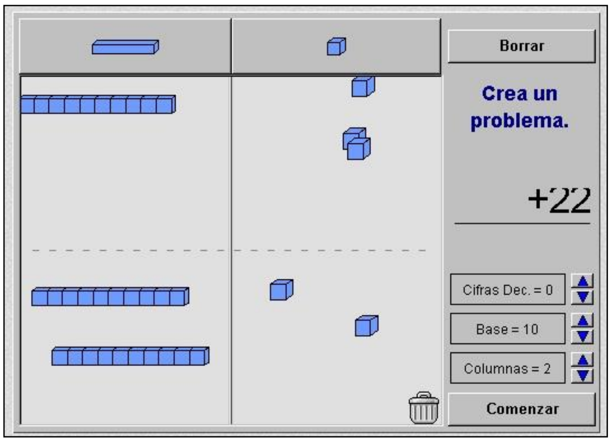
Fonte: a pesquisa

Janela 14: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar adições ao longo de uma trilha, com dados representados com material dourado.



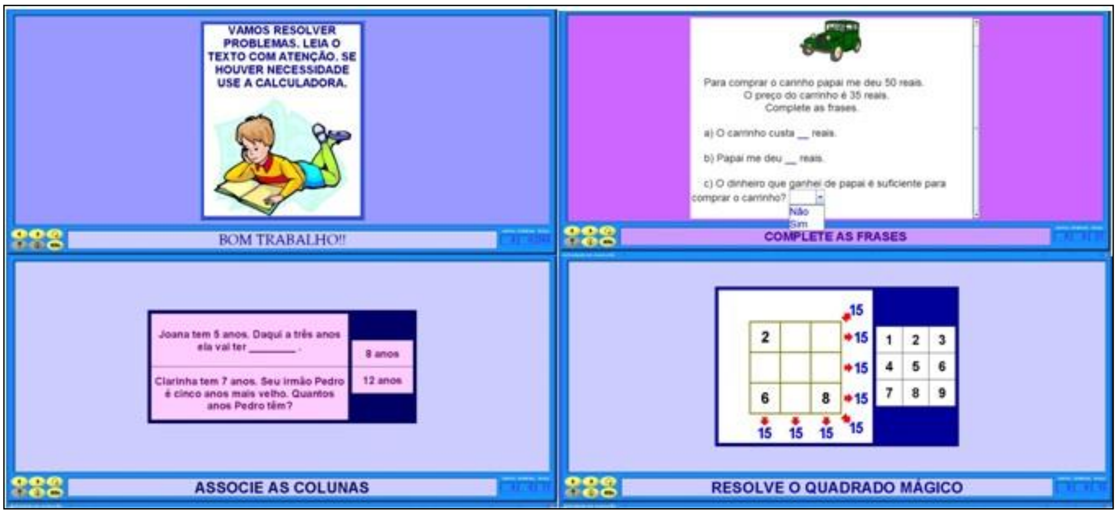
Fonte: http://www.genmagic.org/mates3/paissat.swf

Janela 15 - Jogo *online*, que tem como objetivo realizar adições utilizando o material dourado.



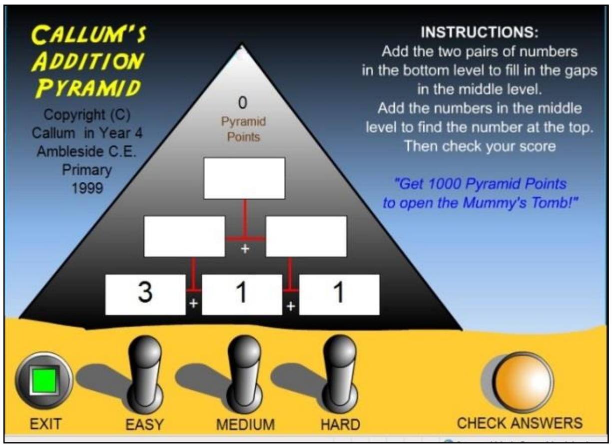
Fonte: http://nlvm.usu.edu/es/nav/frames_asid_154_g_1_t_1.html?from=category_g_1_t_1.html

Janela 16 - Nesta janela "Atividades no aplicativo *JClic*" são abordadas atividades de resolução de problemas, sudoku, quadrado mágico e sistema monetário brasileiro. Ao todo são 22 atividades com 91 ações que compõem esta janela.



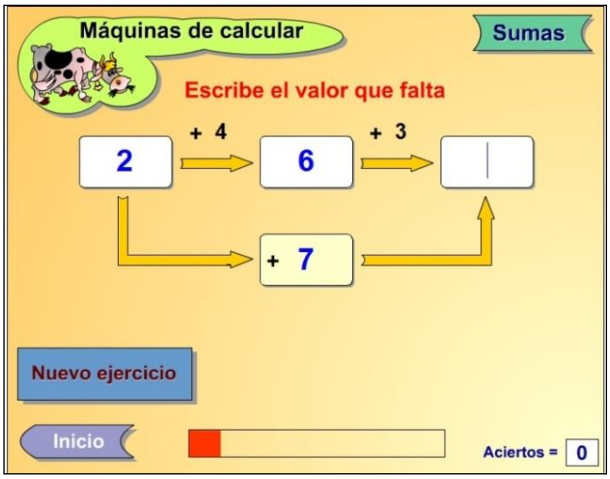
Fonte: a pesquisa

Janela 17 - Jogo *online*, que tem como objetivo realizar adições para completar os espaços na pirâmide.



Fonte: http://cp.claracampoamor.fuenlabrada.educa.madrid.org/flash/area/matematicas/337.swf

Janela 18 - Jogo *online*, que tem como objetivo realizar adições seguindo as ordem da máquina de calcular.



Fonte: http://www.genmagic.net/mates4/ser3c.swf

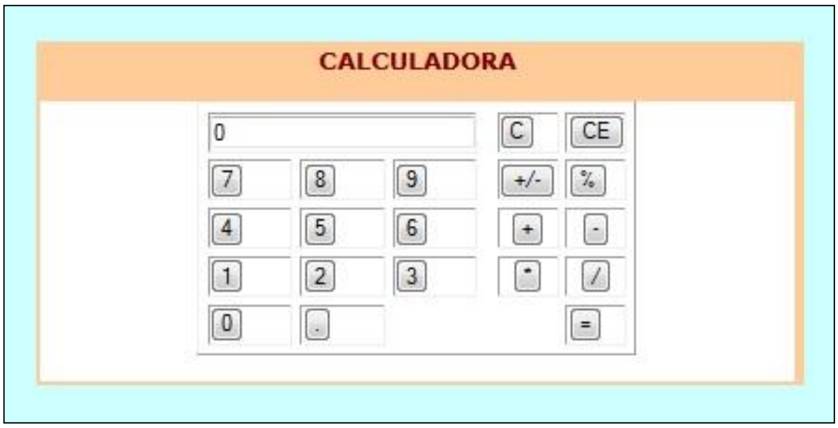
Janela 19 - Jogo *online*, que tem como objetivo completar a série numérica.

Fonte: http://ares.cnice.mec.es/matematicasep/a/1/ca1_08.html

Janela 20 - Nesta janela "Atividades no *JClic*" são abordadas atividades de resolução de problemas. Ao todo são 34 atividades com 34 ações que compõem esta janela.

Fonte: a pesquisa

Janela 21 – Calculadora *online.*



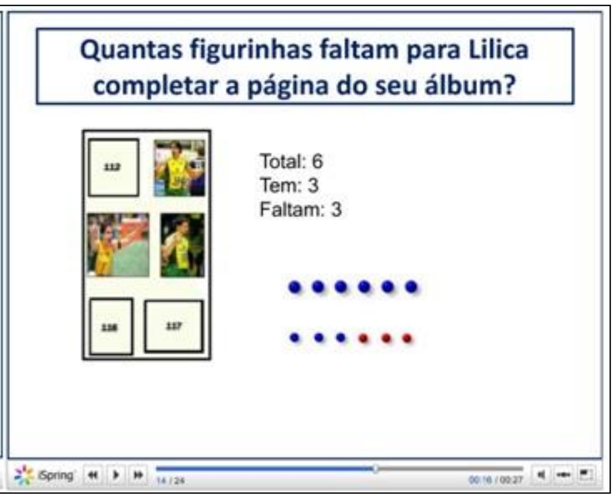
Fonte: http://www.begur.net/calculadora/

NODO TRÊS: SUBTRAÇÃO

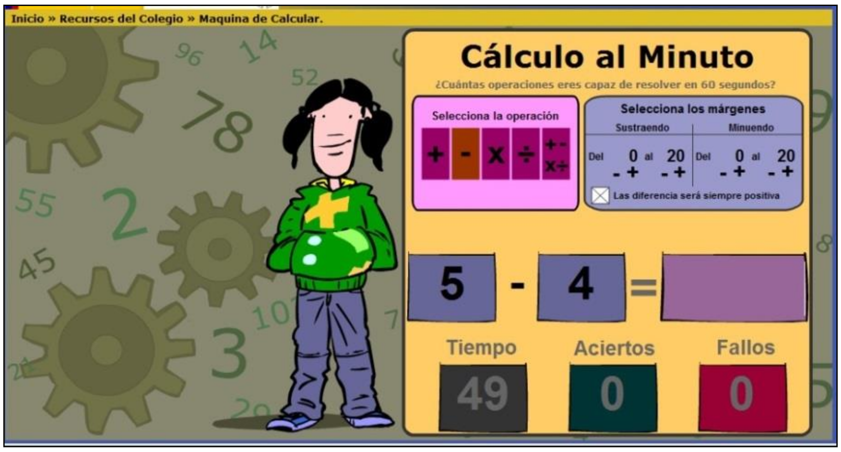
O nodo três está dividido em 14 janelas.

Porta de entrada

Janela 1: Nesta janela "Subtração - unidade" são abordados os temas: termos da subtração, ideias da subtração e resolução de problemas.

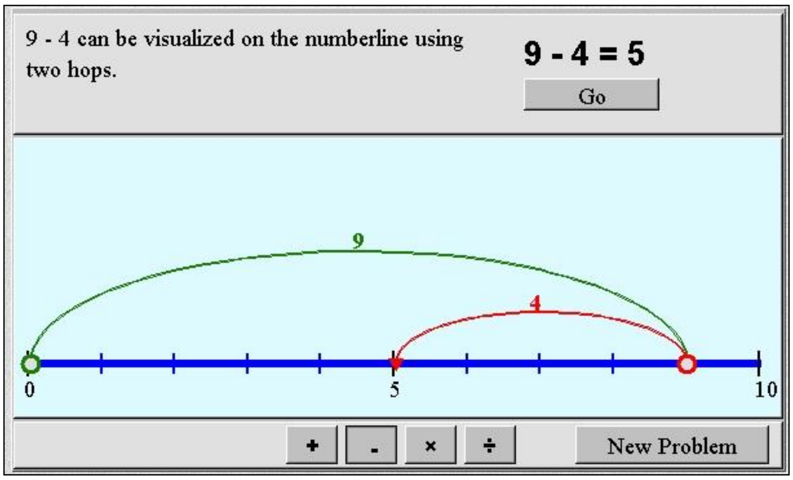


Janela 2: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar subtrações.



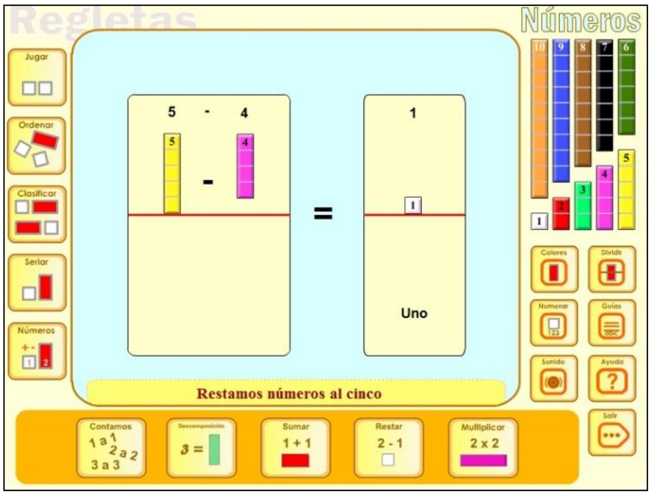
Fonte: http://recursostic.educacion.es/primaria/cifras/web/colegio/maquina.html

Janela 3: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar subtrações na reta numérica.



Fonte:
http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_156_g_1_t_1.html?open=activities&from=category_g_1_t_1.html

Janela 4: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar subtrações tendo como apoio as réguas digitais.



Fonte: http://www.regletasdigitales.com/regletas.swf

Janela 5: Nesta janela "Atividades no aplicativo *JClic*" são trabalhados diferentes atividades, como: algoritmo vertical da subtração e resolução de problemas. Ao todo são 12 atividades com 69 ações que compõem esta janela.

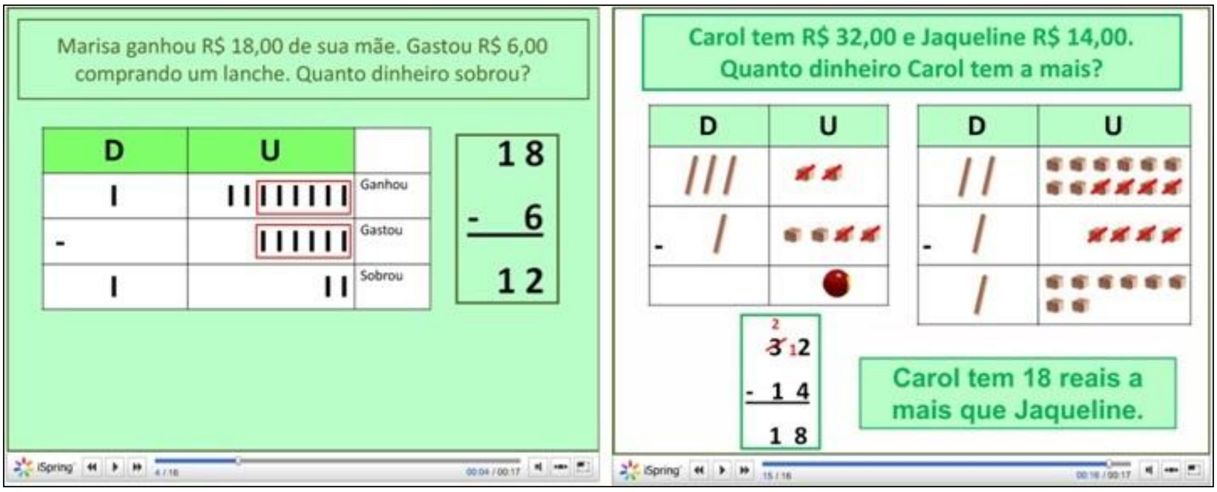
Janela 6: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar subtrações.

Fonte: http://www.sitiodosmiudos.pt/810/planetaclick.asp?modulo=020718

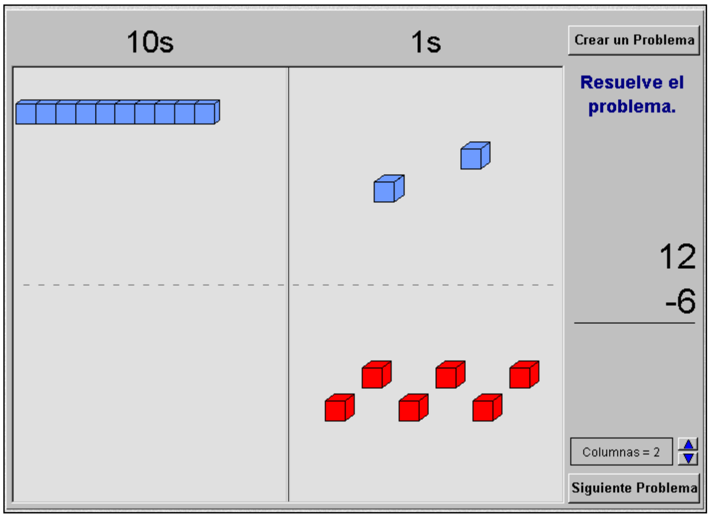
Janela 7: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar subtrações.

Fonte: http://www.arcademicskillbuilders.com/games/ducky-race/ducky-race.html

Janela 8: Nesta janela "Subtração - dezenas" são abordados os temas: subtração de dezenas sem e com transporte e resolução de problemas.



Janela 9: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar subtrações com auxílio de material dourado digital.



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

Janela 10: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar subtrações utilizando o algoritmo usual.

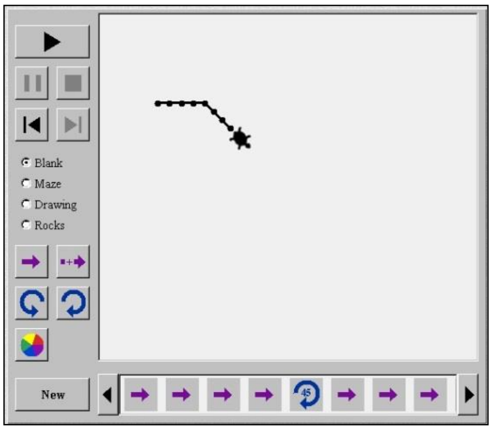
Fonte: http://www.muchosjuegos.net/jugar.php?jota=La_Resta.swf

Janela 11: Nesta janela "Atividades no aplicativo *JClic*" são trabalhadas as operações de subtração e adição, com e sem transporte. Na barra de ajuda do aplicativo *JClic* está disponível, em cada uma das atividades, um *link* que dá acesso a uma calculadora digital. Ao todo são 20 atividades com 140 ações que compõem esta janela.

Janela 12: Jogo *online*, que tem como objetivo realizar subtrações dentro de um jogo que é constituído de diferentes fases.

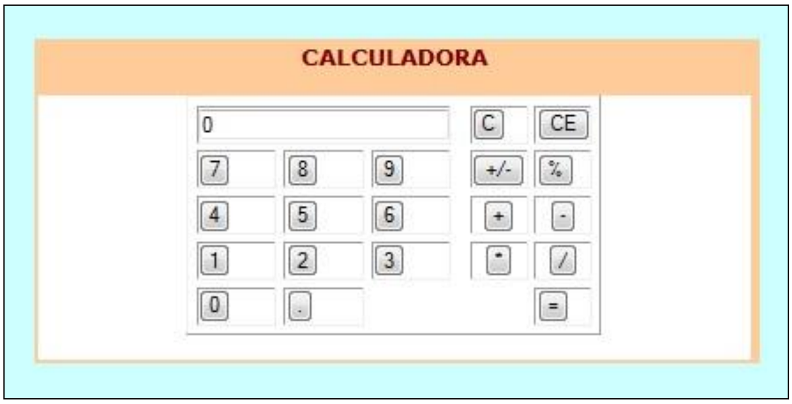
Fonte: http://www.aulavaga.com.br/jogos/diversos/jogo-da-matematica/

Janela 13: Jogo *online*, que tem como objetivo mover uma tartaruga em um plano, possibilitando trabalhar os conceitos de direção e sentido.



Fonte: http://nlvm.usu.edu/en/nav/frames_asid_178_g_3_t_1.html?open=activities&from=category_g_3_t_1.html

Janela 14: Calculadora *online.*

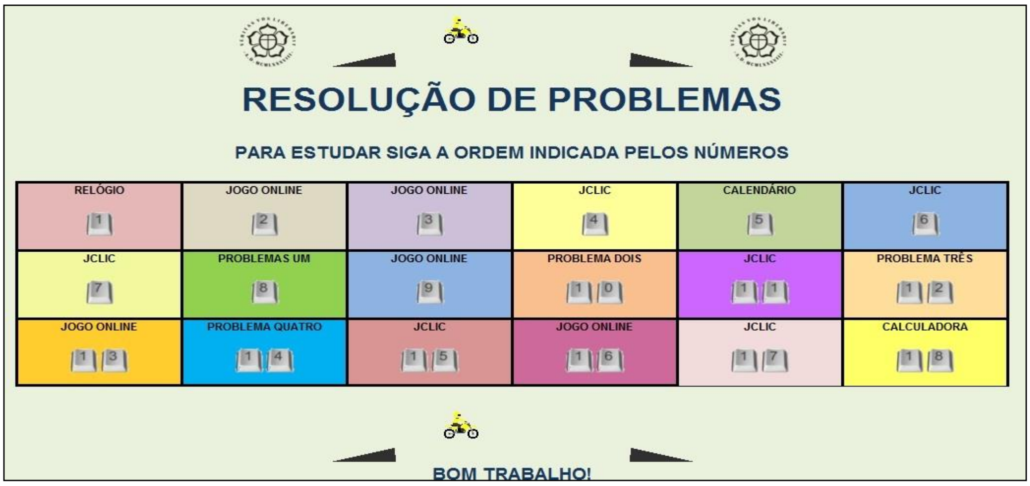


Fonte: http://www.begur.net/calculadora/

NODO QUATRO: RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O nodo quatro está dividido em 18 janelas

Porta de entrada



Janela 1: Nesta janela "Relógio" são abordados conceitos relacionados às unidades de tempo e a leitura de relógio analógico.

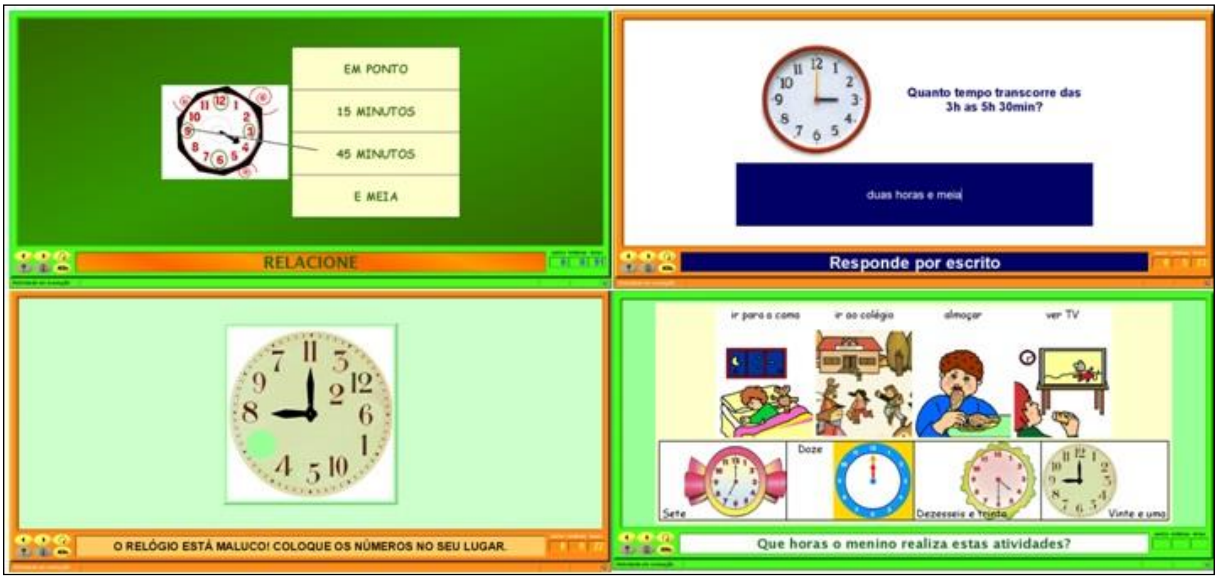
Janela 2: Material de estudo *online*, que tem como objetivo contextualizar situações do cotidiano com a leitura de relógios.

Fonte: http://www.smartkids.com.br/desenhos-animados/horas.html

Janela 3 - Jogo *online*, que tem como objetivo diferenciar a leitura do relógio em relação ao dia e a noite.

Fonte: http://www.cercifaf.org.pt/mosaico.edu/ca/horahora.html

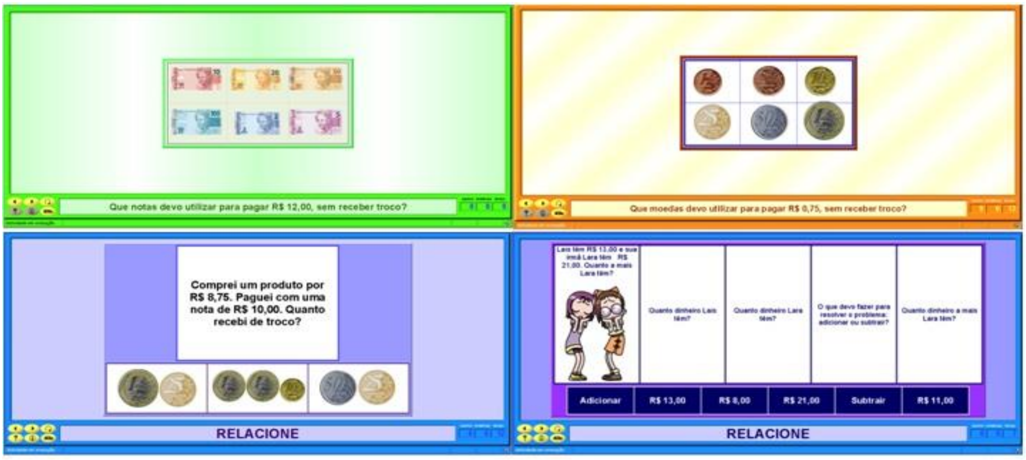
Janela 4 – Nesta janela “Atividades no aplicativo *JClic*” são trabalhados diferentes atividades de relacionar colunas, quebra cabeça, caça palavras e palavras cruzadas todas com o objetivo de reconhecimento de horários em relógios analógicos. Ao todo são 42 atividades com 143 ações que compõem esta janela.



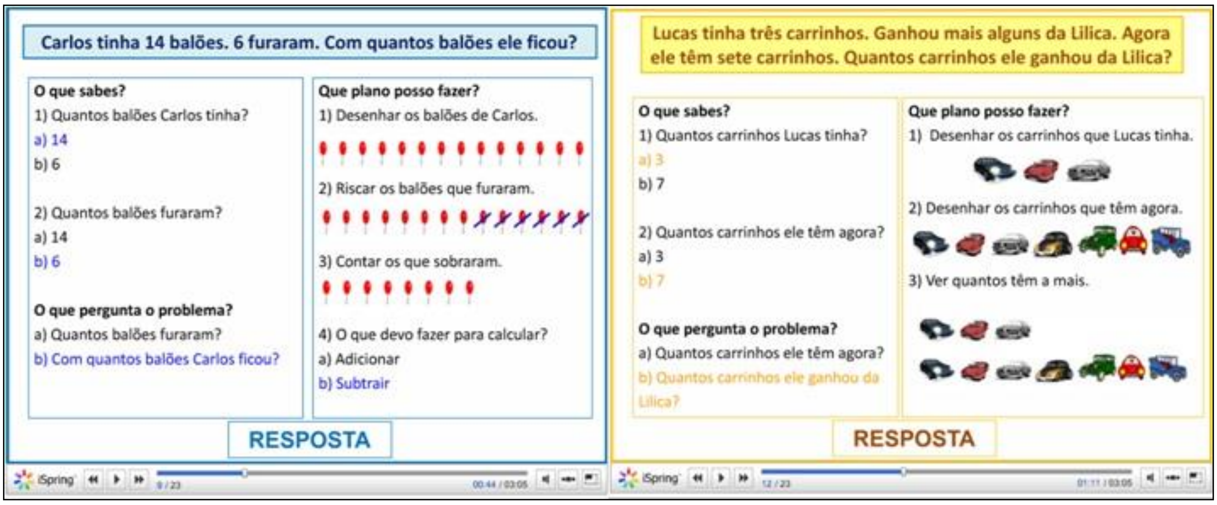
Janela 5 - Nesta janela “Calendário” são abordados conceitos relacionados aos meses do ano.

Janela 6 – Nesta janela “Atividades no aplicativo *JClic*” são trabalhadas diferentes atividades sobre meses do ano, dias da semana, estações do ano, datas comemorativas e resolução de problemas envolvendo estes conceitos. Ao todo são 58 atividades com 285 ações que compõem esta janela.

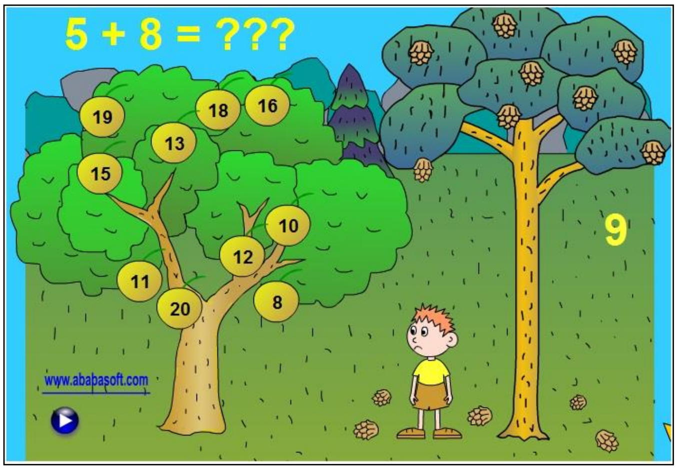
Janela 7 – Nesta janela “Atividades no aplicativo *JClic*” são trabalhadas diferentes atividades sobre o sistema monetário brasileiro e resolução de problemas envolvendo estes conceitos. Ao todo são 19 atividades com 67 ações que compõem esta janela.



Janela 8 - Nesta janela “Resolução de problemas um” são abordados problemas relacionados com a estrutura aditiva.

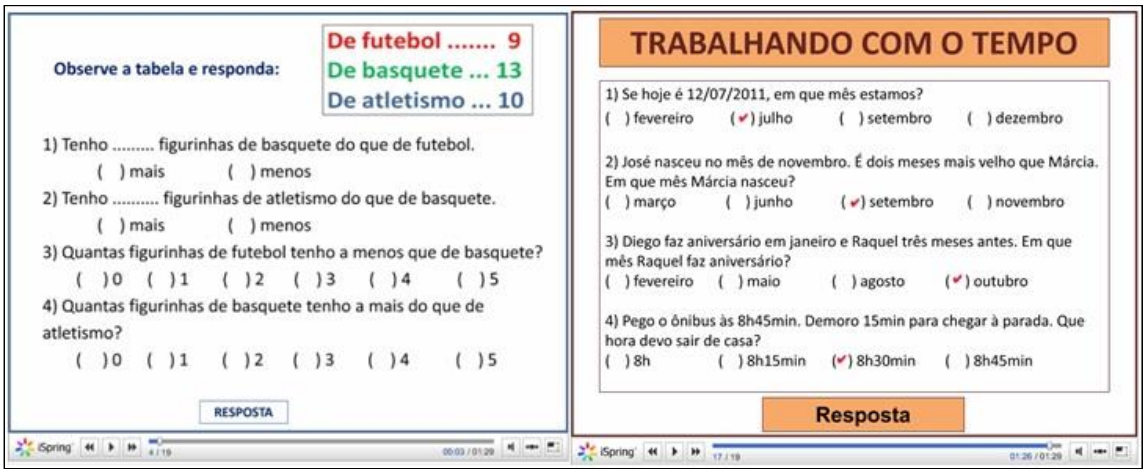


Janela 9 – Jogo *online*, que tem como objetivo realizar adições utilizando o algoritmo vertical.

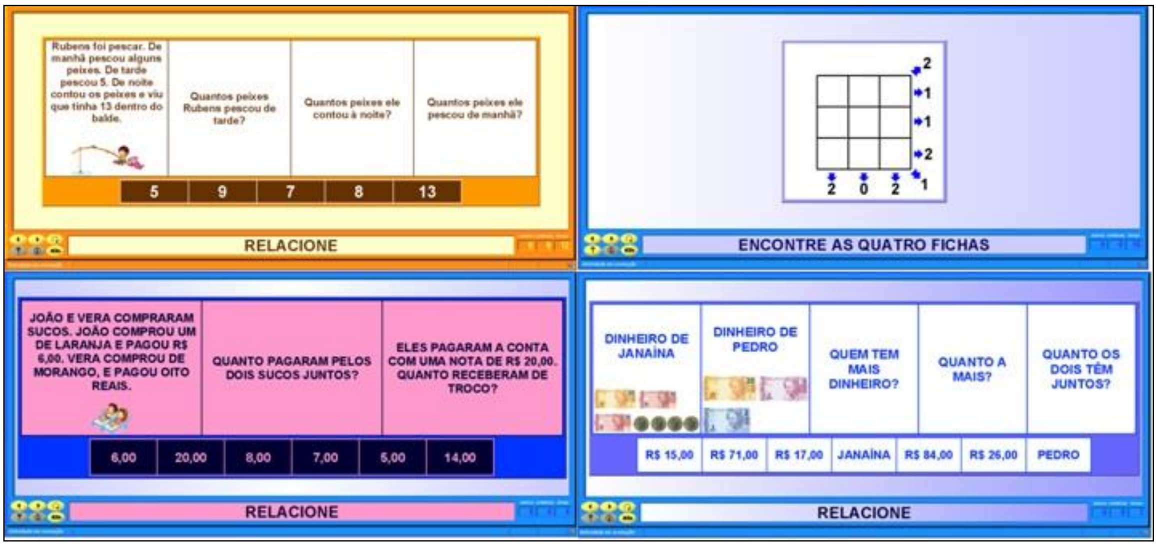


Fonte: http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/jogos-educacionais/laranja-calculadora.php

Janela 10 - Nesta janela “Resolução de problemas dois” são abordados problemas relacionados com a estrutura aditiva, com enfoque nas unidades de tempo e no sistema monetário brasileiro.



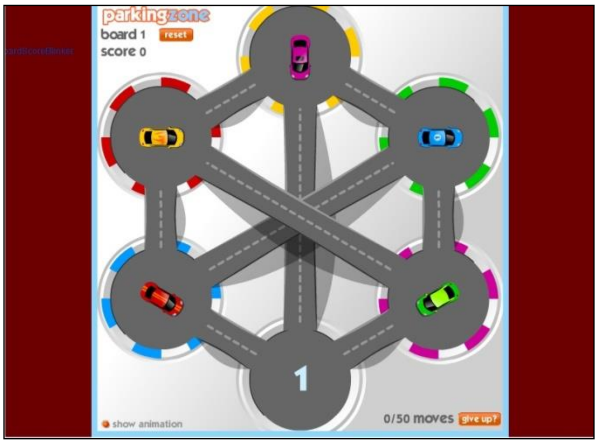
Janela 11 - Nesta janela “Atividades no aplicativo *JClic*” são trabalhadas atividades lógicas e resolução de problemas da estrutura aditiva. Ao todo são 15 atividades com 75 ações que compõem esta janela.



Fonte: a pesquisa

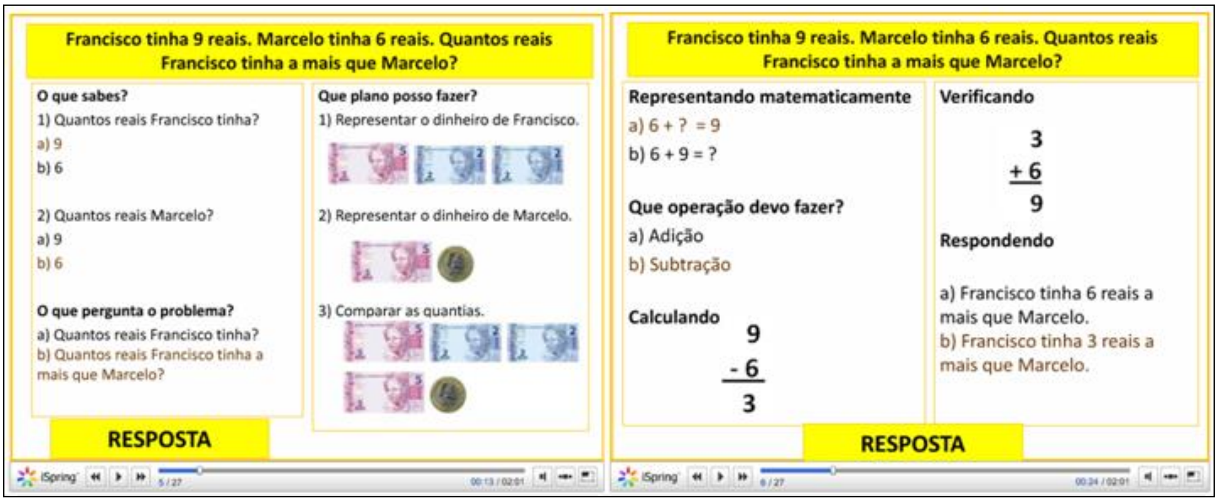
Janela 12 – Nesta janela “Resolução de problemas três” são abordados problemas relacionados com a estrutura aditiva.

Janela 13 – Jogo *online* de raciocínio lógico, que tem como objetivo colocar todos os carros dentro dos círculos de acordo com suas cores.



Fonte: http://www.aulavaga.com.br/jogos/raciocinio/parking-zone/

Janela 14 - Nesta janela “Resolução de problemas quatro” são abordados problemas relacionados com a estrutura aditiva.

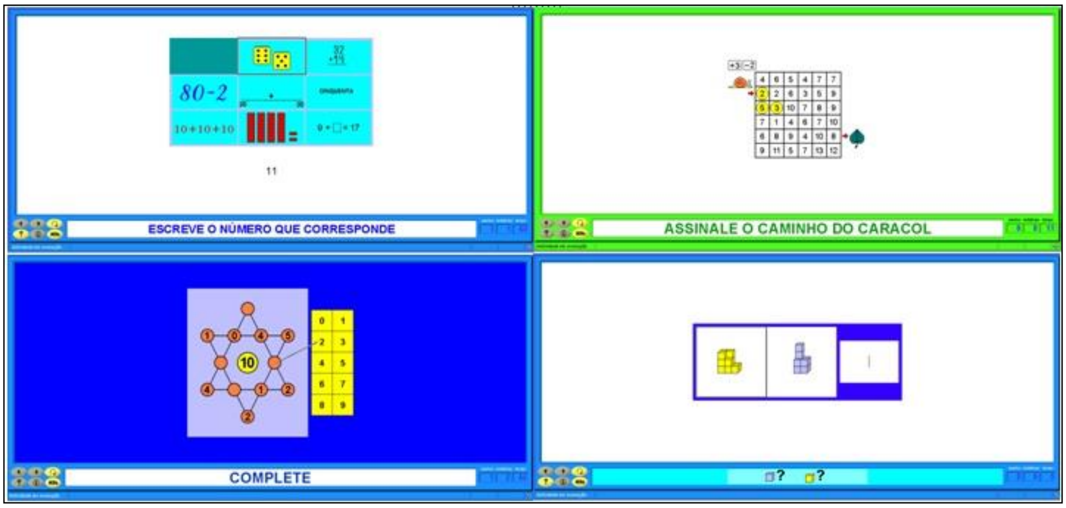


Janela 15 - Nesta janela “Atividades no aplicativo *JClic*” são trabalhadas atividades envolvendo a resolução de problemas da estrutura aditiva. Ao todo são 11 atividades com 40 ações que compõem esta janela.

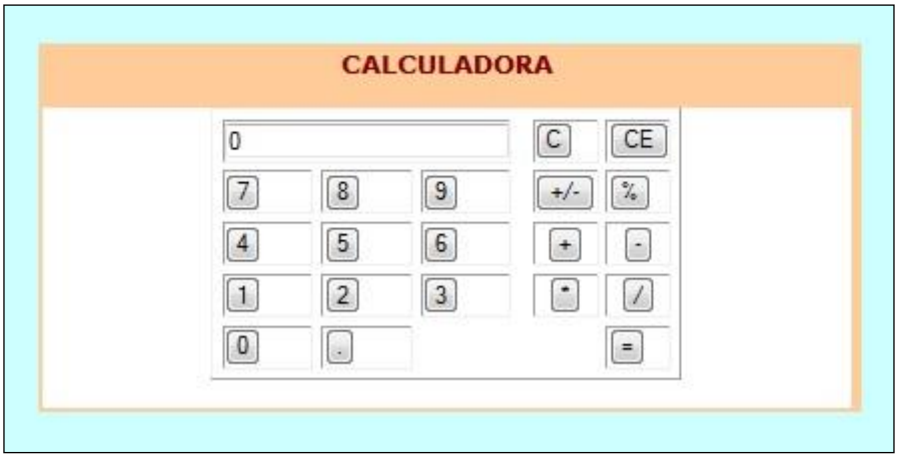
Janela 16 – Jogo *online* de estratégia.

Fonte: http://www.ojogos.com.br/jogo/Bubble-Hit.html

Janela 17 - Nesta janela “Atividades no aplicativo *JClic*” são trabalhadas atividades lúdicas, atividades de raciocínio lógico e atividades envolvendo os conceitos de adição e subtração. Ao todo são 47 atividades com 238 ações que compõem esta janela.



Janela 18– Calculadora *online.*



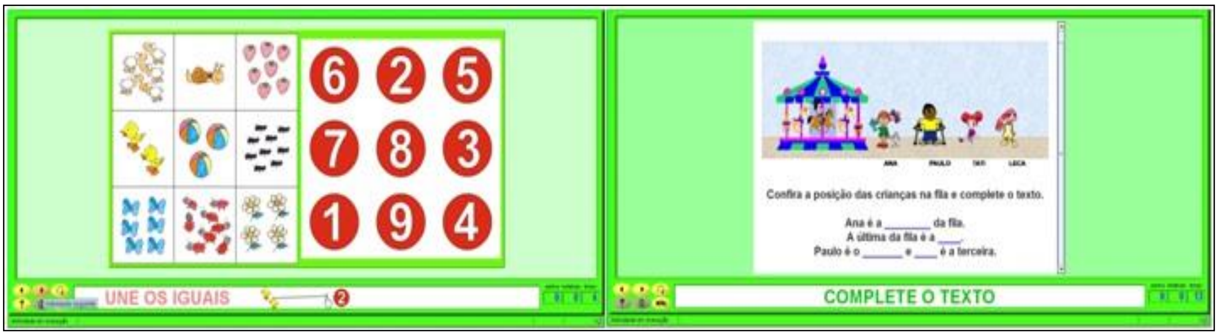
Fonte: http://www.begur.net/calculadora/

Fonte: a pesquisa

2) Exemplos de atividades da sequência didática individualizada eletrônica e no papel, sobre o desenvolvimento do sistema de numeração decimal.

Nível 1 – Pré-valor posicional dos números

Contagem



Nodo um – janela 5

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 4, questão 16).

Lucas colocou várias frutas em fila. Observe a figura e responde as questões.

a) Quantas frutas Lucas colocou em fila? ____________________
b) Que fruta está em primeiro lugar na fila? ___________________
c) Que fruta está em último lugar na fila? ____________________
d) Que lugar o abacaxi ocupa na fila? ______________________
e) Que fruta está em terceiro lugar? _______________________
f) O morango ocupa a ______________________ posição na fila.

Decomposição

Fonte: http://www.ictgames.com/save_the_whale_v4.html

Nodo um – janela 9

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 5, questão 21).

Um homem disse a G: “Eu tenho 10 balas nas mãos. Vou colocar algumas em um saco e o resto em outro”. Quantas balas poderiam estar em cada saco?

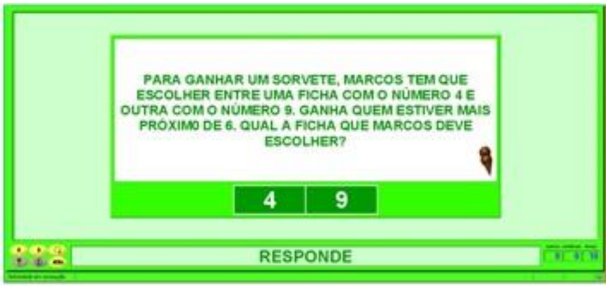
Agrupamento

Nodo um – janela 9

Atividades no lápis e papel: Sistema de numeração decimal (p. 5, questão 19).

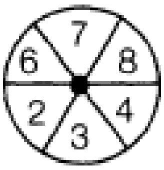
Tenho dois cubos na minha mão. Com uma mão, pegue um punhado de cubos de dentro da caixa.
1) Quantos cubos tu achas que vais conseguir pegar? ____________________
2) Como tu achas que poderias contar os cubos de uma maneira mais fácil e rápida? _______
3) Conte os cubos.

Relações numéricas



Nodo um – janela 9

Atividades no papel: Sistema de numeração decimal (p. 6, questão 23).
Gustav vai para uma feira e pode ganhar um prêmio se disser quanto maior ou menor que 5 são os números que estão marcados na roleta. Tente acertar.



2: ____________________ 6: ____________________

3: ____________________ 7: ____________________

4: ____________________ 8: ____________________

Nível 2 – Início do valor posicional dos algarismos

Contagem

Nodo um – janela 13

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 7, questão 28).

Em cada saco tem 10 chicletes. Diga quantos chicletes tem na figura.

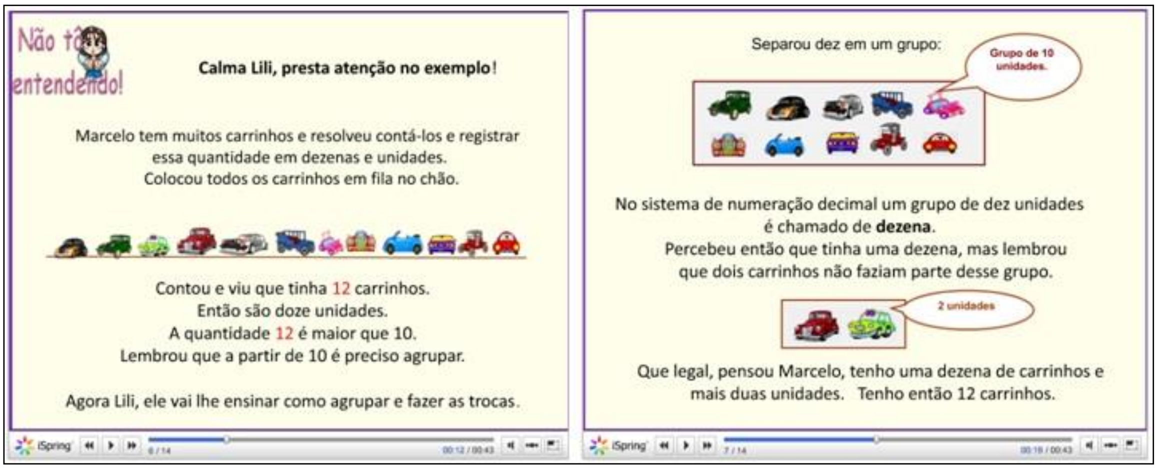
	
	

Decomposição

Nodo um – janela 13

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 7, questão 29).
Gustav precisa comprar 37 bolinhas de gude. O atendente da loja diz: “Vendo bolinhas de gude em sacos com 10 ou avulsas”. De quantas maneiras Gustav pode comprar as bolinhas? Quais são elas?

Agrupamento



Nodo um – janela 12

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 11, questão 40).
Pegue dois punhados de cubos com as mãos. Agora estime quantos grupos de 10 você pode formar. Conte os cubos e registre.

Relações numéricas

Nodo um – janela 11

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 10, questão 37).
Qual número é o maior?
(   ) seis dezenas
(   ) cinco dezenas e oito unidades
Qual o número é o menor?
(   ) cinco dezenas
(   ) quatro dezenas e nove unidades

Nível 3 – Desenvolvimento do valor posicional dos números

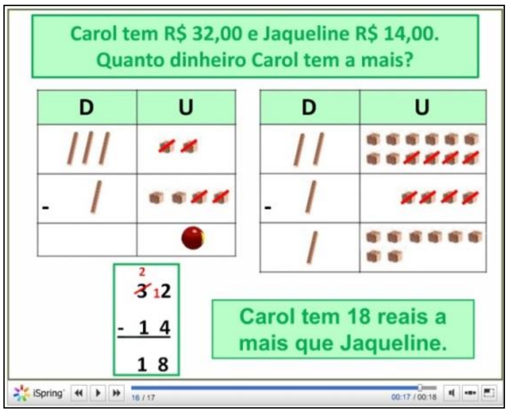
Contagem

Nodo um – janela 28

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 12, questão 44).

Ontem eu contei 24 figurinhas no meu álbum. Hoje eu contei 18 a mais. Quantas figurinhas eu contei hoje?

Decomposição



Nodo três – janela 8

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 12, questão 45).

Tenho 69 reais, mas preciso de 75 reais para comprar uma bola de basquete. Quantos reais me faltam para comprar a bola?

Agrupamento

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 13, questão 47).
Se eu comprar um boné por 21 reais e uma manta por 32 reais, o total da compra vai ser um número que fica na dezena
( ) 40 ( ) 50 ( ) 60

Relações numéricas

Atividade no papel: Sistema de numeração decimal (p. 14, questão 50).
Marcos escolheu duas fichas numeradas. A primeira era o número 61 e a segunda o número 27.
a) Adicione os dois números.

	D	U

b) Agora inverta os algarismos dos dois números. Quais serão eles? _________________
c) Adicione estes números.

	D	U

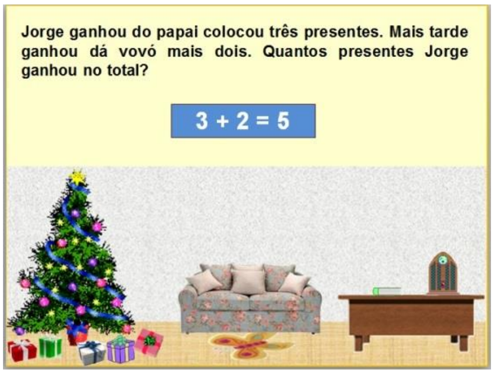
d) Em qual das duas situações a soma é maior?

Fonte: a pesquisa

3) Exemplos de atividades desenvolvidas na sequência didática individualizada eletrônica e no papel, sobre a resolução de problemas do campo aditivo.

Categoria semântica: Transformação

Tipo T1: Acrescentar. Resultado desconhecido.



Nodo dois – janela 1

Atividade no papel: Adição (p. 2, questão 1).

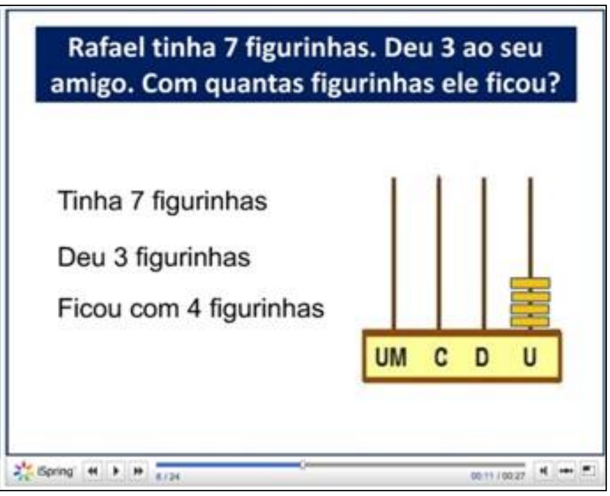
Domingo vai ser a festa de aniversário de Paulo e Clara. Paulo faz 5 anos, e Clara, 3 anos. Quantas velas a mãe deles deve comprar para colocar nos bolos?

1) Quem faz 5 anos? _________________
2) Quem faz 3 anos? _________________
3) Que dia vai ser a festa de aniversário? _________________
4) O que o problema pergunta? ____
5) O que devo fazer para resolver o problema? _____________________________________

Resolvendo	Verificando

6) Respondendo: A mãe deles deve comprar _________ velas para colocar nos bolos.

Tipo T2: Diminuir. Resultado desconhecido.



Nodo três – janela 1

Atividade no papel: Subtração (p. 2, questão 1).

Marta e Laís colecionam figurinhas. Com as figurinhas, elas brincam de bafo.

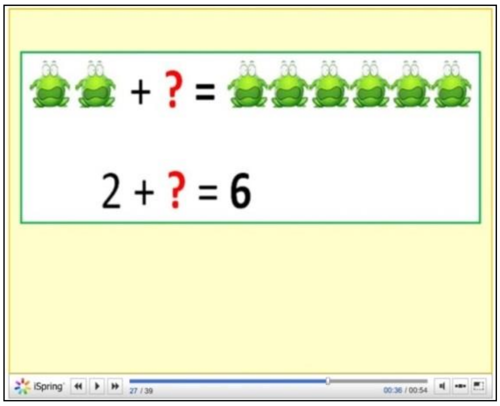





Marta começou a partida com 6 figurinhas e logo perdeu 2.

1) Risque as figurinhas que Marta perdeu.
2) Havia ______ figurinhas. Foram riscadas ________. Restaram ________.
3) Podemos escrever: ____ - ____ = ____

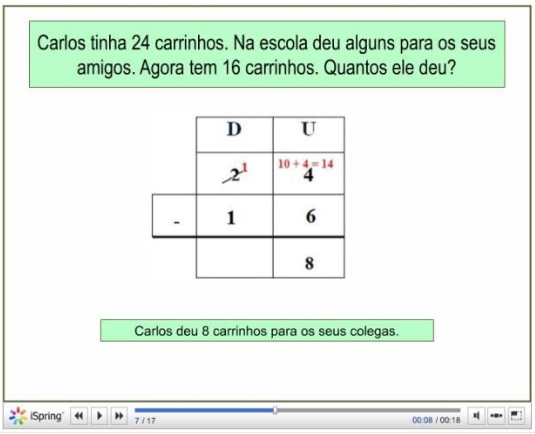
Tipo T3: Acrescentar. Mudança desconhecida.



Nodo dois – janela 1

Atividade no papel: Subtração (p. 16, questão 19).
Gustav tinha 6 canetas. Ele ganhou mais algumas da Tania. Agora ele tem 13 canetas. Quantas canetas Gustav ganhou?

Tipo T4: Diminuir. Mudança desconhecida.



Nodo três – janela 8

Atividade no papel: Subtração (p. 17, questão 20).

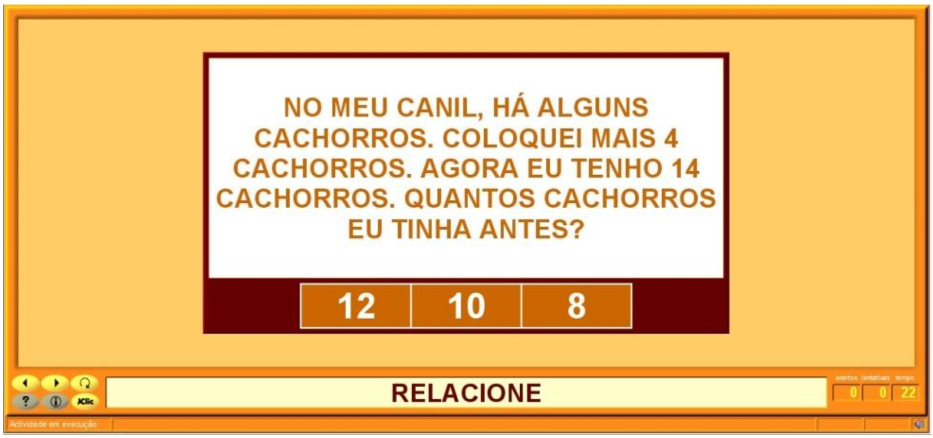
Ajude-me a resolver este problema:
Eu tinha 20 figurinhas. Dei algumas para os meus amigos. Agora eu tenho 12 figurinhas. Quantas figurinhas eu dei?

a) Quantas figurinhas eu tinha? _______________
b) Quantas figurinhas eu tenho agora? _______________
c) O que o problema pergunta? ____
d) Qual a operação que devo fazer para resolver o problema?
( ) adicionar ( ) subtrair

Resolvendo	Verificando

e) Eu dei ___________ figurinhas.

Tipo T5: Acrescentar. Início desconhecido.

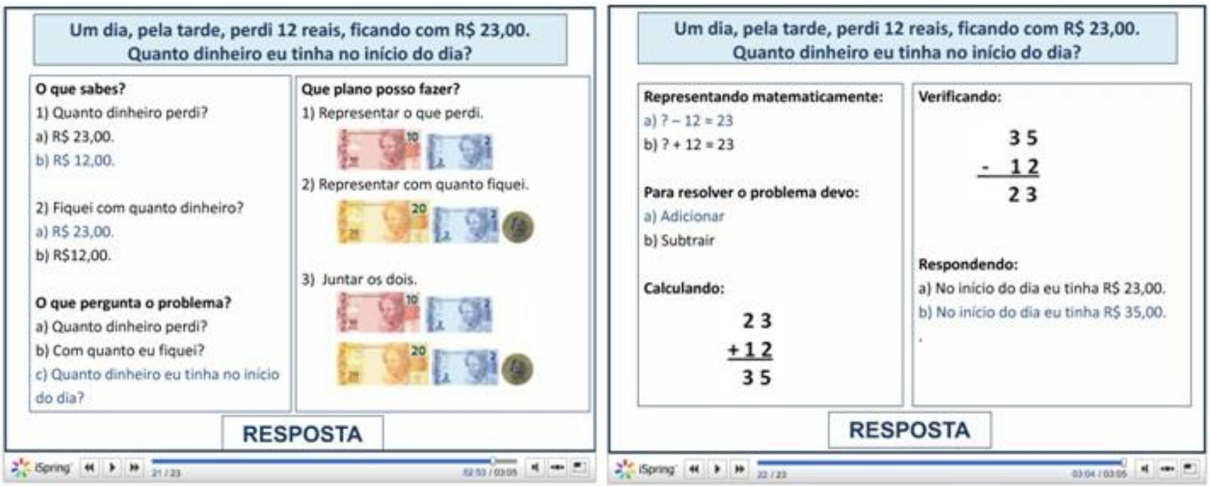


Nodo dois – janela 7

Atividade no papel: Subtração (p. 9, questão 19).

Em um aquário havia peixes. Gabriela colocou mais dois peixes. Agora tem nove peixes no aquário. Quantos peixes tinham inicialmente no aquário?

Tipo T6: Diminuir. Início desconhecido.



Nodo quatro – janela 8

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 3, questão 2).

Em uma partida, perdi 12 bolinhas de gude, ficando com 21. Quantas bolinhas de gude eu tinha no início do jogo?

- Leia o problema e complete com as informações.
  Na partida de bolinhas de gude eu perdi _______ bolinhas.
  Quando a partida terminou eu fiquei com _______ bolinhas.

- Sublinhe a pergunta do problema.
  Quantas bolinhas de gude eu perdi?
  Quantas bolinhas de gude eu tinha no início do jogo?
  Quantas bolinhas de gude eu tinha no fim do jogo?

- A operação que devo fazer para resolver o problema é:
  ☐ Adição ☐ Subtração

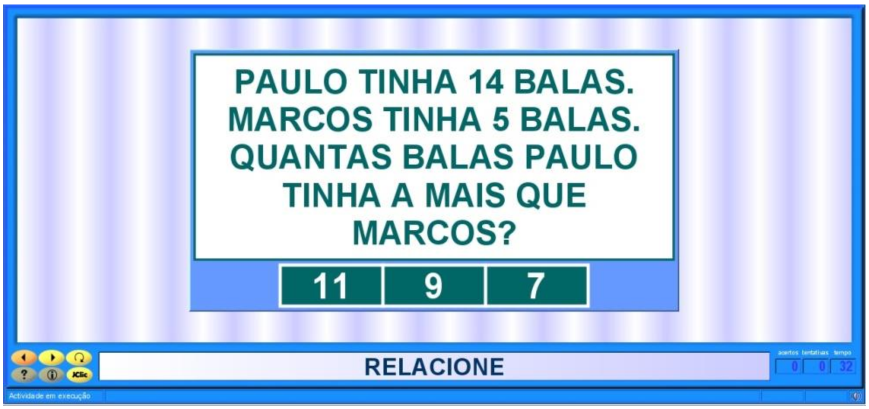
- Calcule.

	D	U

- Responda o problema:
  No início do jogo eu tinha _______ bolinhas de gude.

Categoria semântica: Comparação

Tipo CP1: Mais que. Diferença desconhecida.



Nodo dois – janela 7

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 5, questão 4).

Rubens tinha 14 balas. Terezinha tinha 6 balas. Quantas balas Rubens tinha a mais que Terezinha?

- Complete com as informações do problema:
  Terezinha tinha _______ balas.
  Rubens tinha _______ 14 balas.

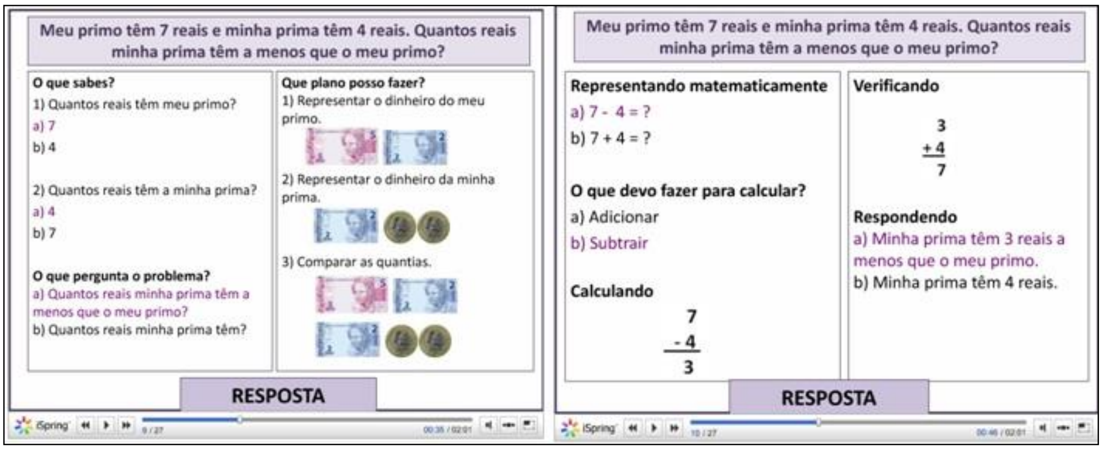
- Sublinhe qual a pergunta do problema.
  Quantas balas Rubens tinha a mais que Terezinha? Quantas balas os dois tinham juntos?

- Para saber resolver o problema tenho que:
  ☐ Adicionar ☐ Subtrair
- Faça o cálculo:

	D	U

- Responde o problema:
  Rubens tinha _______ balas a mais que Terezinha.

Tipo CP2: Menos que. Diferença desconhecida.



Nodo quatro – janela 14

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 7, questão 7).
Observe a idade dos meus tios e responda as questões.

Eu tenho 56 anos.

Eu tenho 73 anos.

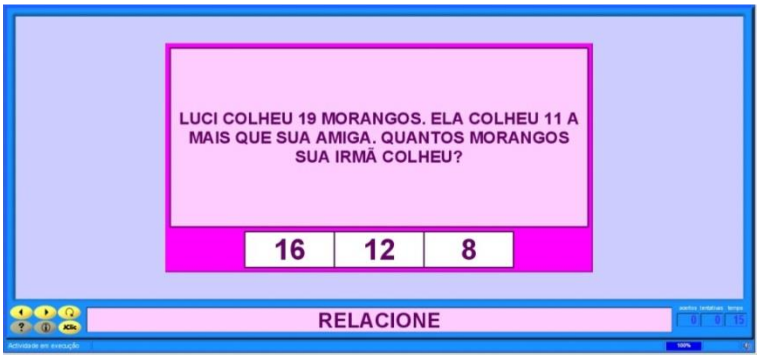
- Quem é mais velho? ______________________________
- Quantos anos minha tia tem? _______________________________
- Quantos anos meu tio tem a menos que a minha tia?

	D	U

- Complete a resposta do problema.

  Meu tio tem ________ anos a menos que a minha tia.

Tipo CP3: Mais que. Quantidade menor desconhecida.



Nodo dois – janela 11

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 9, questão 10).

Marcos ganhou 28 bombons. Ele ganhou 15 a mais que o seu irmão. Quantos bombons seu irmão ganhou?

- Leia e complete com as informações do problema.

  Marcos ganhou ____ bombons.

  Ele ganhou _____ a mais que o seu irmão.

- Sublinhe a questão do problema.

  Quantos bombons Marcos ganhou?

  Quantos bombons o irmão de marcos ganhou?

- Marque a operação que tens que fazer para resolver o problema.

  ☐ Adição ☐ Subtração.

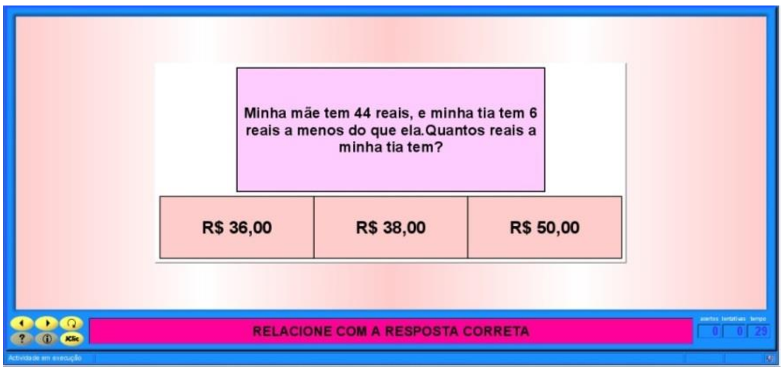
- Calcule:

	D	U

- Verifique se sua resposta esta correta.

- Responde a pergunta do problema.

Tipo CP4: Menos que. Quantidade menor desconhecida.



Nodo quatro – janela 7

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 11, questão 15).

Francisco tem R$ 40,00 na sua carteira, e Cláudia tem R$ 18,00 a menos que ele. Quantos reais Cláudia tem na carteira?

- Calcule

- Responde a pergunta do problema.
  Cláudia tem _______ reais na carteira.

Tipo CP5: Mais que. Quantidade maior desconhecida.

Nodo dois – janela 7

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 12, questão 17).

Gabriela comprou uma carteira por 17 reais e uma blusa que custou 5 reais a mais que a carteira. Quantos reais Gabriela pagou pela blusa?

Tipo CP6: Menos que. Quantidade maior desconhecida.

Nodo quatro – janela 7

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 13, questão 20).

Marcos caminhou 84 metros para ir até a sua escola. Pedro caminhou 15 metros a menos que Marcos. Quantos metros Pedro caminhou?

- Sublinhe a pergunta do problema.
  Quantos metros Marcos caminhou?
  Quantos metros Pedro caminhou?

- Marque a operação que deve ser realizada para resolver o problema.

  Adição Subtração

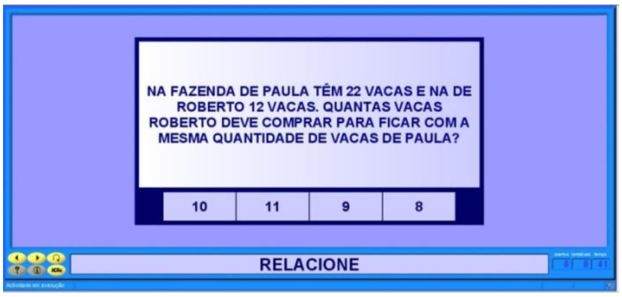
- Resolve a operação.

	D	U

- Responde a pergunta do problema.

Categoria semântica: Igualação

Tipo I1: Acréscimo. Valor de igualação desconhecido.



Nodo dois – janela 11

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 15, questão 22).

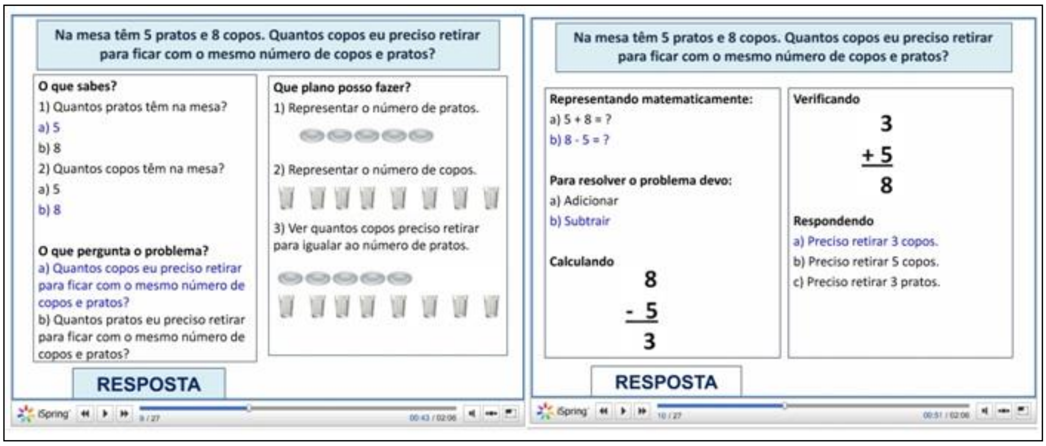
Carlos tem 6 peixes no seu aquário e no aquário da Cíntia tem 2 peixes. Quantos peixes Cíntia deve comprar para ficar com a mesma quantidade de peixes de Carlos?

- Calcule

- Verifique se a sua resposta esta correta.

- Responde a pergunta do problema.
  Cíntia deve comprar ____________ peixes.

Tipo I2: Decréscimo. Valor de igualação desconhecido.

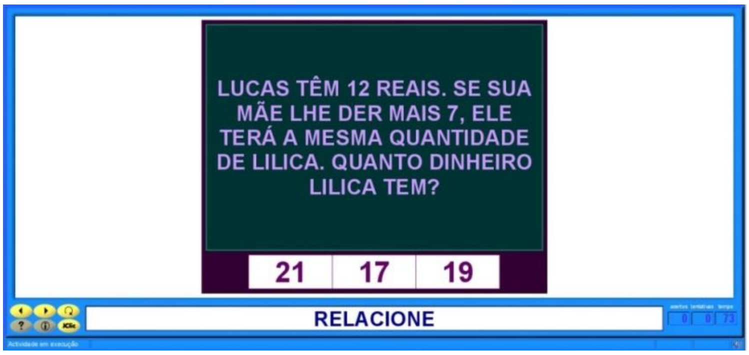


Nodo 4 – janela 12

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 16, questão 25).

Comprei 26 ingressos para o parque de diversão e vieram apenas 19 crianças. Quantos ingressos eu preciso devolver para ficar com a mesma quantidade de ingressos e de crianças?

Tipo I3: Acréscimo. Fazer o valor conhecido igualar.



Nodo dois - janela 11

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 17, questão 30).

Marcelo tem 15 reais. Se sua mãe lhe der mais 9, ele terá a mesma quantia que Davi. Quanto dinheiro tem Davi?

- Complete as lacunas.
  Marcelo tem _____________ reais.
  A mãe de Marcelo deu mais _______ reais para ele.

- Para saber quanto dinheiro Davi tem é preciso juntar a quantidade de dinheiro de Marcelo tinha e a quantidade de dinheiro que sua mãe lhe deu. Para isso devo fazer uma
  (   ) adição   (   ) subtração.

- Calcule

- Verifique se a sua resposta esta correta.

- Responde a pergunta do problema.
  Davi tem _________ reais.

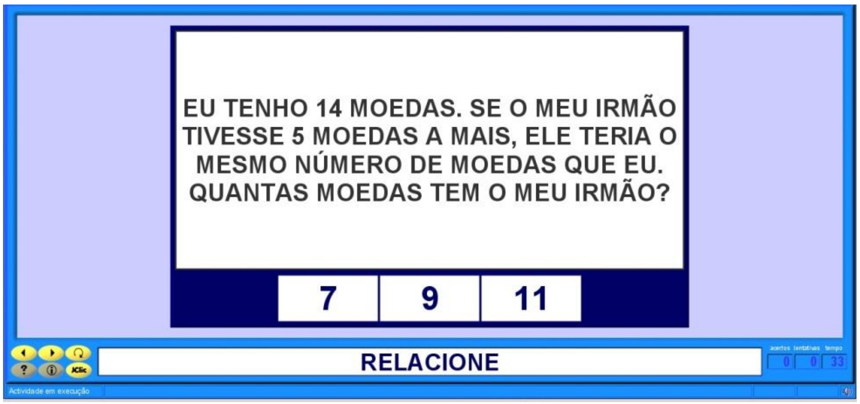
Tipo I4: Decréscimo. Fazer o valor conhecido igualar.

Nodo quatro – janela 12

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 18, questão 31).

A turma A da minha escola tem 28 alunos. Se três pessoas saírem da turma A para a turma B, as duas terão o mesmo número de alunos. Quantos alunos têm na turma B?

Tipo I5: Acréscimo. Fazer o valor desconhecido igualar.



Nodo dois – janela 11

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 19, questão 34).

Eu tenho 18 bonecos na minha caixa de brinquedos. Se meu amigo tivesse 7 bonecos a mais em sua caixa ele teria o mesmo número de bonecos que eu. Quantos bonecos têm na caixa do meu amigo?

- Responde:
  Quantos bonecos eu tenho na minha caixa?
  (   ) 7   (   ) 18

  Qual a pergunta do problema?
  (   ) Quantos bonecos a menos tem na caixa do meu amigo?
  (   ) Quantos bonecos têm na caixa do meu amigo?

  O que devo fazer para encontrar a resposta do problema?
  (   ) Adição   (   ) Subtração

- Calcule:

	D	U

- Prove que a resposta está correta:

	D	U

- Responde a pergunta do problema:
  Na caixa do meu amigo tem __________ bonecos.

Tipo I6: Decréscimo. Fazer o valor desconhecido igualar.

Nodo quatro – janela 12

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 21, questão 36).

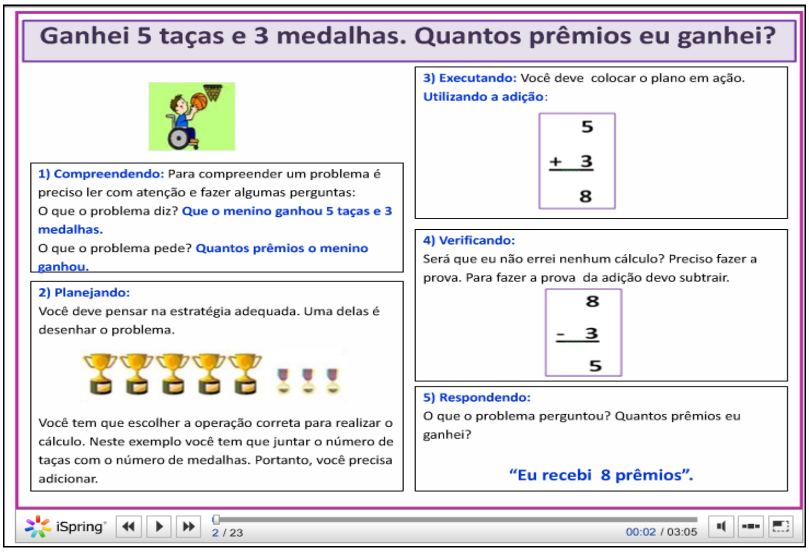
Clara tem 18 bonecas. Se ela der 7 das suas bonecas, ela terá o mesmo número de bonecas de Maria. Quantas bonecas têm Maria?

- Responde.
  Clara tem _______ bonecas.
- Para descobrir quantas bonecas Maria tem preciso fazer uma:
  ( ) Adição ( ) Subtração
- Calcule:

- Verifique se a resposta esta correta:
- Responde o problema:

Categoria semântica: Combinação

Tipo CB1: Todo desconhecido.



Nodo quatro – janela 8

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 7, questão 8).

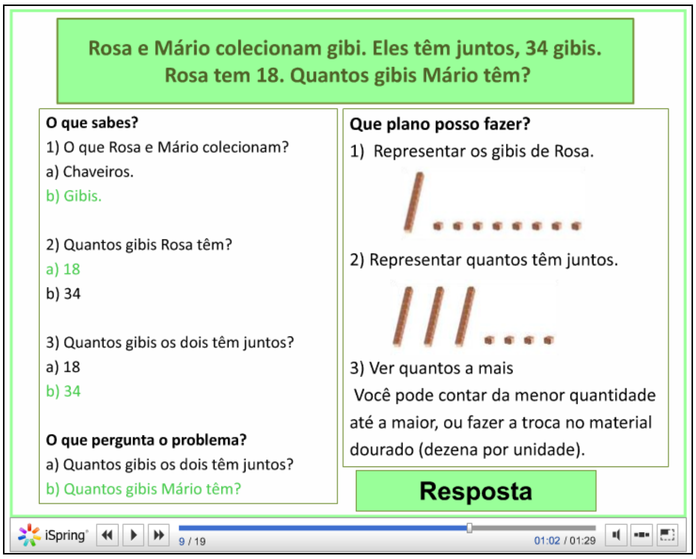
Observe a quantidade de dinheiro que tem cada criança e responde a pergunta.

Luís tem R$ 7,00

João tem R$ 8,00

Quantos reais os dois têm juntos?

Tipo CB2: Parte desconhecida.



Nodo quatro – janela 10

Atividade no papel: Resolução de problemas (p. 11, questão 14).

Juntos Paulo e Gabriel tem 15 jogos de computador. Paulo tem 8 jogos. Quantos jogos Gabriel têm?

- Calcule

- Responde a pergunta do problema.
  Gabriel tem ___________ jogos de computador.

Fonte: a pesquisa

APÊNDICE DIGITAL

APÊNDICES DIGITAL 1 – Sequência didática individualizada eletrônica

No *Pendrive* encontra-se, como apêndice digital 1, a sequência didática eletrônica implementada no intervenção pedagógica com G.

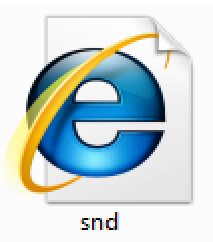
Para abri-la faz-se necessário seguir os passos descritos a seguir.

Nodo um: Sistema de Numeração Decimal.

1) Abrir a pasta “asequencia”.

2) Abrir a pasta “umsnd”.

3) Abrir o ícone.



4) Abrir as janelas, seguindo a numeração.

Nodo dois: Adição.

1) Abrir a pasta “asequencia”.

2) Abrir a pasta “doisadicaomodificada”.

3) Abrir o ícone.

4) Abrir as janelas, seguindo a numeração.

Nodo três: Subtração.

1) Abrir a pasta “asequencia”.

2) Abrir a pasta “tressubtracao”.

3) Abrir o ícone.

4) Abrir as janelas, seguindo a numeração.

Nodo quatro: Resolução de problemas.

1) Abrir a pasta “asequencia”.

2) Abrir a pasta “quatroprob”.

3) Abrir o ícone.

4) Abrir as janelas, seguindo a numeração.

APÊNDICE DIGITAL 2 – Sequência de atividades no papel.

Como apêndice digital 2, encontra-se a sequência de atividades no papel, implementada na intervenção pedagógica com G, no *Pendrive*, na pasta de mesmo nome.

ANEXOS

ANEXO 1 – Atividades com material concreto

Anexo 2 – Resolução de problema

3) Domingo vou ao shopping fazer comprar. Quero comprar um jogo que custa R$ 38,00 uma camiseta que custa vinte e cinco reais. Vou levar comigo uma nota de cinquenta reais.

a) Onde vou domingo? [illegible]

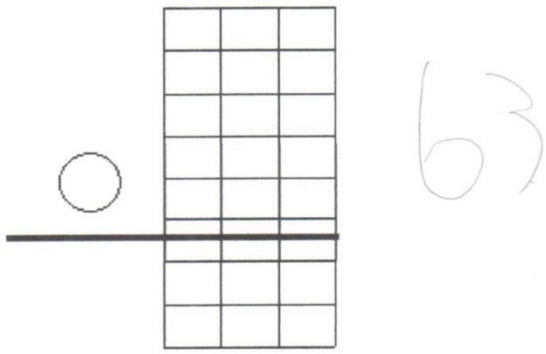
b) O que vou fazer? [illegible]

c) O que quero comprar? Jogo

d) Quanto custa o jogo que quero comprar? 38

e) Qual o preço da camiseta que quero comprar? 25

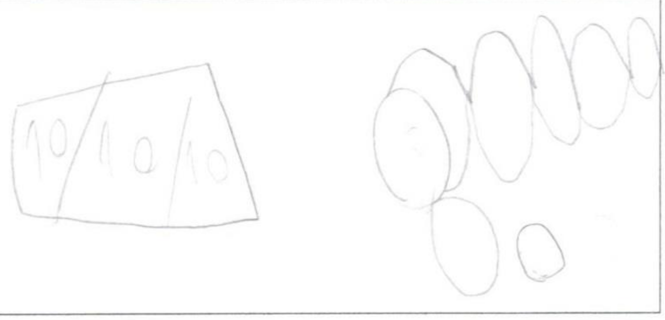
f) Se comprar os dois quanto vou gastar?



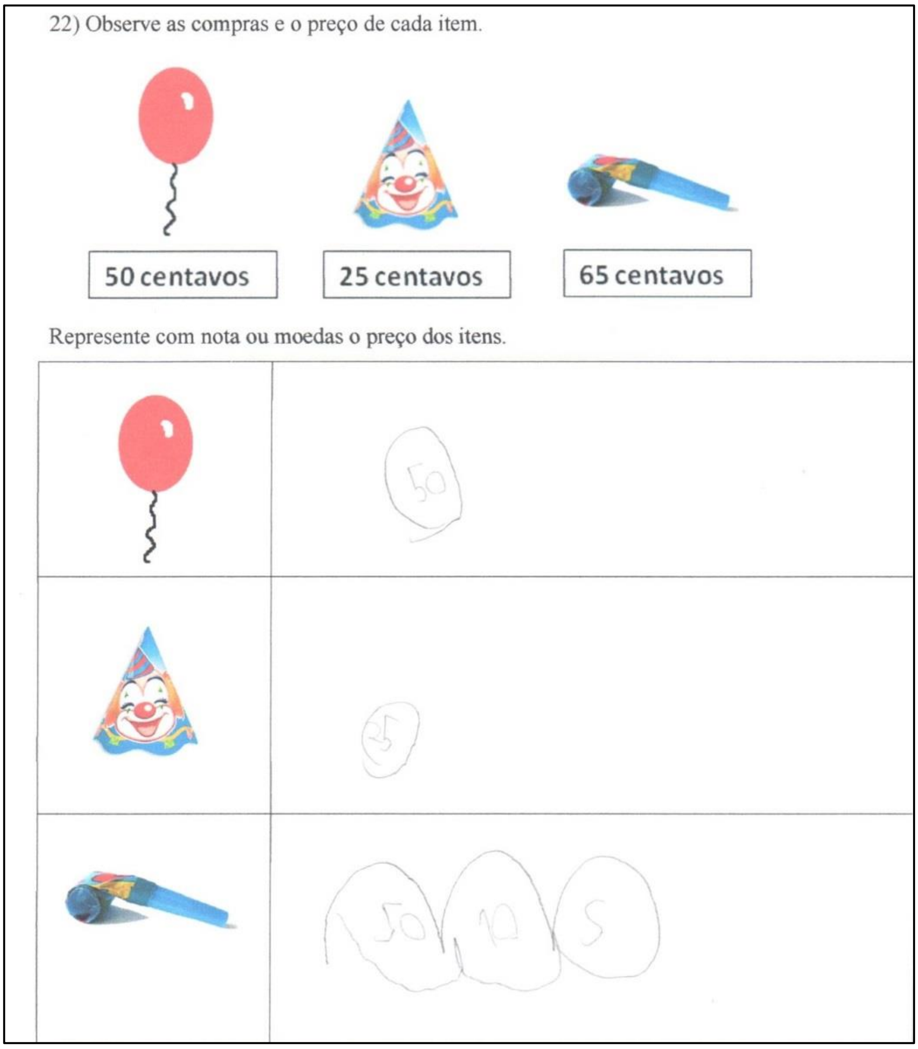
g) Vou ter dinheiro suficiente para comprar as duas coisas? Não

h) Se eu comprar somente o jogo vou receber troco? Sim

i) Represente com notas ou moedas as seguintes quantidades:

Dinheiro que vou levar.	
Preço do jogo	

Anexo 3 – Representando preços com moedas



22) Observe as compras e o preço de cada item.

50 centavos

25 centavos

65 centavos

Represente com nota ou moedas o preço dos itens.

	50
	25
	50 10 5

ANEXOS DIGITAIS

ANEXOS DIGITAIS – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25.

Os anexos digitais (1 a 25) encontram-se no *Pendrive*, (pasta anexos digitais) nomeados desta mesma forma.