

UNIVERSIDADE BANDEIRANTE DE SÃO PAULO
HELIEL FERREIRA DOS SANTOS

**SIMETRIA E REFLEXÃO: INVESTIGAÇÕES EM
UMA ESCOLA INCLUSIVA**

MESTRADO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

São Paulo

2012

UNIVERSIDADE BANDEIRANTE DE SÃO PAULO

HELIEL FERREIRA DOS SANTOS

**SIMETRIA E REFLEXÃO: INVESTIGAÇÕES EM
UMA ESCOLA INCLUSIVA**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Universidade Bandeirante de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de **MESTRE EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**, sob a orientação da **Prof^a. Dra. Lulu Healy (Siobhan Victoria Healy)**.

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Dissertação por processos de fotocopiadoras ou eletrônicos.

Assinatura: _____ Local e Data: _____

RESUMO

Este estudo tem como objetivo contribuir para o desenvolvimento de situações de aprendizagem nas quais alunos surdos e alunos ouvintes podem trabalhar juntos com atividades matemáticas. Ele também visa compreender os processos de aprendizagem matemática que emergem durante a negociação das demandas dessas situações. Mais especificamente, centra-se nos conceitos de simetria e reflexão e nas interações de alunos com uma ferramenta digital, um micromundo matemático, no qual objetos geométricos são representados por tartarugas programáveis e seus movimentos na tela. O micromundo foi elaborado para permitir acesso para uma diversidade de maneiras de ver e sentir relações geométricas. Como fundamentação teórica, utilizou ideias de Vygotsky sobre a mediação e sobre como aprendizes sem acesso a um ou outro campo sensorial buscam superar esta ausência por meio de ferramentas substitutas. O estudo também foi guiado pela visão construcionista de Papert e especialmente sua crença que uma sintonicidade entre representações matemáticas e aspectos do corpo humano é importante em possibilitar aprendizagem matemática. Foi realizada uma pesquisa de caráter exploratório, com base nos métodos associados a *Design Experiments*, uma metodologia que tem como meta estudar os processos por meio do qual os aprendizes apropriam ideias matemáticas específicas, junto com as práticas e tarefas que sustentam estes processos. Um grupo de oito alunos da 6ª. Série participaram no estudo. Cinco dos alunos eram surdos ou tinham deficiência auditiva e três eram ouvintes. As análises exploraram como os alunos interagem com as ferramentas do micromundo e as diferentes línguas pelas quais estas explorações foram mediadas, incluindo língua oral, língua de sinais, gestos e a linguagem de programação do micromundo. Os resultados indicam que todos os alunos ficaram envolvidos na apropriação de propriedades matemáticas associadas à transformação reflexão, com os significados expressos emergindo de suas tentativas de coordenar os diferentes recursos linguísticos com as manifestações físicas associadas aos movimentos dos objetos computacionais na tela e seus próprios corpos.

Palavras Chave: Educação Matemática, Inclusão, Micromundos, Reflexão, Alunos Surdos, Mediação, Corpo e Cognição.

ABSTRACT

This study aims to contribute to the development of learning situations in which deaf and hearing students can work together on mathematical activities. It also seeks to understand the processes of mathematics learning which emerge as the demands of these situations are negotiated. More specifically, it centres on the concepts of symmetry and reflection, considering students' interactions with a digital tool, a mathematical microworld, in which geometrical objects are represented by programmable turtles and their movements on screen. The microworld was developed to enable access to a variety of different means of seeing and feeling geometrical relationships. Theoretical support was drawn from Vygotsky's ideas about tool mediation, as well as from his views on how learners who lack access to one or other sensory field endeavour to overcome this absence through the use of substitute tools. The study was also informed by the constructionist vision of Papert and especially by his belief that syntonicity between mathematical representations and aspects of the body is important in enabling mathematics learning. The research undertaken was of an exploratory nature, with the empirical aspects based on methods associated with Design Experiments, a methodology which aims to permit the study of both the processes by which learners appropriate particular mathematical ideas and the practices and tasks which sustain these processes. A group of eight 6th grade students, five of who were deaf or hard of hearing, along with three hearing students participated in the study. Analyses explored how the students interacted with the tools of the microworld and the different languages through which these explorations were mediated, including spoken language, sign language, gestures and the programming language of the microworld. The results suggest that all the students become involved in appropriating properties related to the reflection transformation, with the meanings for the mathematical ideas expressed resulting from their attempts to coordinate their different linguistic resources with the physical manifestations associated with the movements of the computational objects on screen and their own bodies.

Keywords: Mathematics Education, Inclusion, Microworlds, Reflection, Deaf Learners, Mediation, Body and Cognition.

SUMÁRIO

Introdução.....	16
Capítulo 1 O Aprendiz Surdo, Inclusão e Educação Matemática.....	19
1.1 Política atual sobre inclusão.....	19
1.2 A inclusão dos alunos surdos.....	21
1.3 A perspectiva vygotskiana.....	23
1.3.1 Defectologia.....	24
1.3.2 Mediação.....	29
1.4 Micromundos.....	33
1.5 O objetivo de pesquisa.....	36
Capítulo 2 Metodologia.....	38
2.1 <i>Design Experiments</i>	38
2.2 O contexto da pesquisa.....	42
2.3 Participantes da pesquisa.....	42
2.4 O papel dos pesquisadores.....	44
2.5 Atividade inicial.....	45
2.6 O micromundo <i>Transtaruga</i>	45
2.7 As atividades.....	50
Capítulo 3 Análise dos dados.....	61
3.1 Coleta e análise de dados.....	61
3.2 Ideia 1: Construindo trajetórias simétricas (Atividades 1, 2 e 3).....	63

3.2.1	Atividade 1.....	63
3.2.2	Atividade 2.....	73
3.2.3	Atividade 3.....	81
3.2.4	Retomando a Atividade 2.....	81
3.3	Reflexões sobre a <i>ideia</i> : Construindo trajetória simétricas.....	85
3.4	Ideia 2: Encontrando no eixo (Atividades 4, 5 e 6).....	87
3.4.1	Atividade 4.....	93
3.4.2	Atividade 5.....	97
3.4.3	Atividade 6.....	105
3.5	Reflexões sobre a <i>ideia</i> : Encontrando no eixo.....	110
3.6	Ideia 3: Desenhando o eixo. (Atividade 7).....	111
3.7	Reflexões sobre a <i>ideia</i> : Desenhando o eixo.....	115
Capítulo 4 Reflexões Finais.....		117
4.1	Discutindo as questões de pesquisa.....	119
4.2	Uma palavra final.....	122
Referências Bibliográficas.....		123
Anexo 1.....		126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representa o caráter cíclico do <i>Design Experiments</i>	39
Figura 2: Tela do micromundo Transtaruga (Atividade 1).....	47
Figura 3: Tela inicial da atividade 1.....	51
Figura 4: Tartaruga vermelha girando para direita 45 graus.....	52
Figura 5: Tela da atividade 1.....	53
Figura 6: Tela da Atividade 2.....	53
Figura 7: Tela da Atividade 3.....	55
Figura 8: Tela da Atividade 4.....	56
Figura 9: Tela da Atividade 5.....	57
Figura 10: Tela da Atividade 6.....	58
Figura 11: Tela da Atividade 7.....	60
Figura 12: Tela da tarefa antes dos alunos efetuarem a reflexão com a tartaruga azul (introduzindo comandos).....	64
Figura 13: Interprete fazendo o sinal de igual em Libras.....	64
Figura 14: Interprete fazendo o sinal de linha, reta.....	65
Figura 15: Interprete mostrando na tela a linha, reta a qual se referia.....	66
Figura 16: Interprete fazendo o sinal de espelho.....	66
Figura 17: Interprete sinalizando o traço feito pela tartaruga vermelha.....	67
Figura 18: Interprete sinalizando: Como fazer o traço do outro lado do espelho?.....	67
Figura 19: Tela da segunda tarefa (introduzindo os comandos).....	69

Figura 20: Tela da segunda tarefa, onde os alunos digitaram PT ao invés de PF.....	69
Figura 21: O aluno Pedro usando gestos para representar a reflexão que eles deveriam fazer usando a tartaruga azul.....	70
Figura22: Percebendo que a Atividade estava errada devido à posição da tartaruga azul com digitação de PF e não de PT no caso da tartaruga vermelha que está na posição errada.....	71
Figura 23: Tarefa em andamento, mas foi realizada com sucesso.....	72
Figura 24: Tentativa de fazer com a tartaruga azul a reflexão da trajetória desenhada pela tartaruga vermelha.....	73
Figura 25: Professor Heliel perguntando se a reflexão dos alunos estava correta.....	74
Figura 26: Daniel usando seu dedo para imitar uma das tartarugas do micromundo Transtaruga.....	76
Figura 27: Daniel sinalizando o comando PF 200.....	77
Figura 28: Pedro digitando o comando PT 100.....	77
Figura 29: Daniel sinalizando que Pedro deu o comando errado.....	78
Figura 30: Daniel sinalizando T.....	78
Figura 31: Pedro questionando Daniel sobre o deslocamento de sua mão.....	79
Figura 32: Apagando, desfazendo.....	80
Figura 33: Daniel fazendo o movimento de giro com a mão.....	80
Figura 34: Fita adesiva representando o eixo de simetria.....	82
Figura 35: Sueli e André imitando as tartarugas.....	82
Figura 36: A aluna Nara (ouvinte) explicando um comando em Libras.....	83
Figura 37: O aluno Daniel explicando o seu comando para os outros alunos...	83

Figura 38: O aluno Daniel fazendo o sinal de reflexão.....	84
Figura 39: A aluna Lara fazendo o sinal de refletir.....	85
Figura 40: As alunas Tatiana e Nara imitando as tartarugas do Micromundo Transtaruga.....	88
Figura 41: Daniel sinalizando que a tartaruga tem que ir até o espelho.....	90
Figura 42: Os alunos respondendo que a distância é 142.....	90
Figura 43: Professores simulando o encontro de uma das tartarugas com o espelho.....	91
Figura 44: Professores mostrando que o comando dado levou a tartaruga para além do espelho.....	91
Figura 45: Professor explicando que precisava dividir por 2.....	92
Figura 46: Alunos sinalizando 71 como resultado da divisão.....	93
Figura 47: A tela mostrando um caminho a ser refletido no eixo.....	94
Figura 48: Daniel sinalizando PT 100, comando existente na história.....	95
Figura 49: No campo t2 foi digitado “espelho”.....	96
Figura 50: Caixa “memória” após o comando dado pelos alunos.....	96
Figura 51: Solução da primeira parte da atividade 5.....	97
Figura 52: Tentativa de fazer as tartarugas se encontrarem.....	98
Figura 53: Notamos na caixa memória à distância 200 e na tela esse deslocamento sendo realizado pela tartaruga vermelha.....	99
Figura 54: A pesquisadora Lulu desenhando o ângulo formado pelo espelho e a direção de Daniel.....	101
Figura 55: Pedro executando o comando GD 45.....	101
Figura 56: Pedro executando o comando PF 150.....	102

Figura 57: Daniel apontando para o ângulo desenhado no chão.....	102
Figura 58: Pedro explicando para Daniel que precisava dividir a distância por dois.....	104
Figura 59: Encontro no eixo de simetria.....	104
Figura 60: Pedro e Daniel concluindo o giro de 90°	105
Figura 61: Os comandos GD 45, PF 150 e GE 45 registrados na caixa “história”.....	106
Figura 62: Tela com os comandos GE 45 e PF 250 (na caixa “história”).....	107
Figura 63: Reflexão realizada pela dupla Pedro e Daniel usando a estratégia de trocar o comando de giro.....	107
Figura 64: Tartarugas na mesma direção.....	108
Figura 65: Tela após o comando PF 177.....	109
Figura 66: Encontro das tartarugas no eixo de simetria.....	110
Figura 67: Tela da Atividade 7.....	111
Figura 68: Executando o comando PF 173.....	112
Figura 69: A dupla Tatiana e Nara explicando como resolveram a Atividade7.....	113
Figura 70: Lulu apontando para a resolução das alunas Lara e Aline.....	114
Figura 71: Tela após utilização da ferramenta “ponto de encontro”.....	114
Figura 72: Tartarugas se encontrando com o ponto preto.....	115

ÍNDICE DE TABELA

Tabela 1: Nome, idade dos alunos e características quanto a surdez e relação com a matemática.....	43
--	----

Dedico este trabalho a todos que construíram comigo o caminho que me fez chegar até aqui, em especial meus familiares, América (avó), Sueli (mãe), Célia (tia), Sílvia (tia), Hérica (irmã), Heloisa (sobrinha), Douglas (tio), Eurides (tia) e Talita (irmã).

Dedico também as grandes professoras, (Osmarina, Flávia Fabiani, Eliane (Liu), Lulu Healy e Solange) que muito me ensinaram e sempre acreditaram no meu potencial para o desenvolvimento desse estudo. A amiga Fabiane (Fabi) pelo apoio e amizade ao longo do curso. Aos amigos de todas as horas Geraldo, Flávia Greco, Vivian e Maria João que tanto me incentivaram e compreenderam minha ausência.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter colocado em meu caminho pessoas especiais, que acreditaram em mim e tanto contribuíram para a realização desse trabalho.

À diretora Maria de Lourdes e amigos da E.M.E.F. Raposo Tavares pelo carinho e acolhimento ao longo dessa pesquisa.

Aos alunos que participaram desse estudo pelo comprometimento e envolvimento em todas as atividades desenvolvidas.

A interprete Jane Lais por suas contribuições durante as sessões de coleta de dados.

Aos professores e colegas de grupo de pesquisa, Kauan, Fabiane e Solange que muito contribuíram durante o processo de coleta de dados.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da Uniban-SP pelos ensinamentos e motivações.

À Universidade Bandeirante de São Paulo na pessoa da professora Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes pela bolsa tutor, sem a qual seria muito difícil a realização dessa pesquisa.

As professoras Solange Hassan Ahmad Ali Fernandes e Miriam Godoy Penteado pelas valiosas contribuições no momento da qualificação.

À pesquisadora Lulu Healy por seu carinho, amizade e dedicação na orientação desse trabalho e por ter me ensinado a dar os primeiros passos rumo à pesquisa.

TRAJETÓRIA PESSOAL

Desde quando terminei a graduação no interior do Estado de São Paulo (região noroeste) tinha o desejo de continuar estudando, mas num primeiro momento decidi dar início a carreira de professor e vim lecionar na região metropolitana de São Paulo. Comecei a lecionar em uma das Unidades da extinta FEBEM também na região metropolitana de São Paulo.

Num outro momento ingressei como professor titular na Secretaria Estadual da Educação e em seguida na Secretaria Municipal da Educação de Barueri também na região metropolitana de São Paulo.

Em 2008, comecei a lecionar em uma escola na rede municipal de ensino de Barueri que atendia alunos surdos e ouvintes em salas exclusivas. No princípio estava muito apreensivo por não saber me comunicar com esses estudantes que representam uma parcela muito pequena da sociedade e possuem uma língua própria para se comunicar, a Libras (Língua Brasileira de Sinais). Porém, após algum tempo de contato frequente com os estudantes e com a intérprete, profissional primordial na viabilização da comunicação com os estudantes surdos, percebi que seria possível me comunicar adequadamente com eles e, com o passar do tempo, fui aprendendo um pouco da Libras e atualmente me comunico mais facilmente com os estudantes.

No ano de 2009, participei do programa de gestão da aprendizagem escolar GESTAR II – Matemática, oferecido pela secretaria municipal da Educação de Barueri em parceria com o MEC. No final desse curso eu deveria apresentar um trabalho de conclusão de curso, trabalho este desenvolvido na escola em que lecionava. Realizei o trabalho com meus alunos surdos da 8ª série (sala só de surdos) e utilizei o modelo de Van Hiele como instrumento de análise dos dados coletados.

O conhecimento dos estudantes em geometria era bastante rudimentar e após as atividades desenvolvidas verificou-se um pequeno avanço, porém a análise dos dados revelou que eles continuavam em um nível baixo de compreensão geométrica.

Incentivado pela formadora Eliane Costa Santos (Liu) do curso GESTAR-II, inscrevi meu trabalho no II Seminário Internacional de Educação Matemática (SIEMAT) que ocorreu nos dias 30 e 31 de outubro de 2009 na UNIBAN-São Paulo. Nesse seminário apresentei meu trabalho no formato de pôster e durante a exposição a professora Lulu Healy conversou comigo fez algumas perguntas sobre o trabalho e sobre minha experiência com alunos surdos, depois me convidou a prestar a prova de seleção para o mestrado. Aceitei o convite e atualmente faço parte do grupo de pesquisa que tem como meta maior o desenvolvimento do projeto “Rumo À Educação Matemática Inclusiva”.

Desde então estou interessado em buscar caminhos para entender melhor o processo pelo qual alunos surdos aprendem conceitos matemáticos. Tendo em vista a escassez de pesquisas sobre estudantes surdos, se faz pertinente o desenvolvimento desse estudo a fim de contribuir não só com os sujeitos envolvidos na presente pesquisa, mas também produzir material de consulta e estudo, para futuras investigações.

Os conceitos matemáticos foram escolhidos com base no fato de que os sujeitos de pesquisa são surdos e por esse fator o canal visual que nos parece ser o mais favorável para o desenvolvimento das atividades a serem propostas, por isso a predileção em desenvolver a pesquisa na área de geometria. Mais especificamente, este estudo visa investigar os significados para reflexão expressos por alunos surdos e alunos ouvintes da 6^o série durante suas interações sobre os conceitos de simetria e reflexão com um Micromundo matemático (a noção do micromundo será apresentado no capítulo 1). O intuito é analisar o papel dos diversos recursos semióticos (as duas línguas naturais – Libras e Português – outras expressões corporais e a linguagem de

programação do micromundo) nas atividades matemáticas dos aprendizes. Assim, duas questões de pesquisa foram articuladas para nortear o estudo:

Quais as propriedades relacionadas a simetria e reflexão expressas durante as interações com o micromundo? E quais as formas de sua expressão?

Como aprendizes surdos coordenam as diferentes linguagens na negociação de significados matemáticos durante as atividades de aprendizagem?

Com a finalidade de buscar respostas para estas questões, a dissertação foi dividida em quatro capítulos.

CAPÍTULO 1: Nesse capítulo apresentamos de modo geral o processo de inclusão de alunos surdos nas escolas públicas brasileiras e o nosso referencial teórico com as ideias de Vygotsky sobre Defectologia e Mediação, as de Papert sobre micromundos e sintonicidade, que tanto contribuíram na construção desse trabalho.

CAPÍTULO 2: Foi dedicado a descrição da metodologia utilizada em nossa pesquisa, o contexto da pesquisa e seus participantes. Apresentamos também o micromundo “*Transtaruga*” e todas as atividades que compõem o processo de coleta de dados.

CAPÍTULO 3: Nesse capítulo fazemos a descrição do desenvolvimento das atividades pelos alunos e a análise desses dados baseada no nosso referencial teórico.

CAPÍTULO 4: Respondemos as questões de pesquisa destacando nossas conclusões.

O APRENDIZ SURDO, INCLUSÃO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.

Nesse capítulo apresentaremos de modo geral a atual política de inclusão na rede pública de ensino regular, em particular dos alunos surdos. Discorreremos também sobre os estudos de Vygotsky acerca da Defectologia e mediação e as ideias de Papert (1986) sobre micromundos e sintonicidade. Tais estudos nos inspiraram durante o desenvolvimento de nossa pesquisa e nortearão nossas análises de dados.

1.1 POLÍTICA ATUAL SOBRE INCLUSÃO

O movimento por uma educação inclusiva se fortalece a partir do direito que todos têm à Educação. Direito este que deve garantir acesso e permanência em todos os níveis de ensino.

Desejamos Educação de qualidade para todos, que a escola ensine sem restrições de acessibilidade e respeite as diferenças intelectuais, culturais, físicas, motoras ou sensoriais - dificuldades estas tão presentes na nova realidade escolar.

O Censo Escolar/MEC/INEP, realizado anualmente em todas as escolas de educação básica do Brasil, publicado em 2007 pela Secretaria de Educação Especial demonstra um expressivo aumento nas matrículas dos alunos com algum tipo de necessidades educacionais especiais em escolas regulares com classe comum que em 1998 eram 43.923 alunos matriculados saltando para 325.316 alunos matriculados em 2006. Esse número é ainda maior no resumo técnico – censo escolar – 2011, publicado pelo Ministério da Educação, com 752.305 matrículas na Educação Especial, sendo que desse total 558.423 são de alunos incluídos em salas de ensino regular demonstrando que essa política de inclusão dos alunos com necessidades educacionais especiais no sentido de trazer esse aluno para o convívio escolar vem se consolidando ao longo dos anos.

Essa nova ordem requer outro olhar para as escolas que recebem esses alunos, pois com a inclusão de tantos alunos com necessidades educacionais especiais é urgente a reorganização da estrutura física das escolas, da metodologia de ensino, da formação continuada dos professores, visando atender às necessidades individuais dos alunos.

“ A filosofia da inclusão defende uma educação eficaz para todos, sustentada em que as escolas, enquanto comunidades educativas, devem satisfazer às necessidades de todos os alunos, sejam quais forem as suas características pessoais, psicológicas ou sociais (com independência de ter ou não deficiência).”(INCLUSÃO - Revista da Educação Especial – 2005, p 11)

Então a educação inclusiva pode ser compreendida como mais uma maneira de atendimento aos alunos que apresentam algum tipo de dificuldade na aprendizagem e também como uma garantia de que eles tenham as mesmas oportunidades que os demais alunos, todos inclusos em escolas com classes de ensino regular.

“A educação inclusiva se propõe a aumentar a participação de todos os alunos no currículo escolar e a redução da exclusão escolar e social.” (INCLUSÃO - Revista da Educação Especial – 2005, p 12).

Nesse sentido, o aumento do número de alunos com necessidades educacionais especiais poderia ser visto como indício do sucesso do processo de inclusão, pois os alunos que estudavam em escolas especiais ou frequentavam classes especiais agora tomam posse do seu lugar de direito e conquistam a oportunidade de conviver continuamente nas escolas e classes regulares, supostamente tendo as mesmas experiências em situações de aprendizagem e relacionamento humano que os demais alunos.

Entretanto, inclusão demanda mais que presença. Quando falamos em educação inclusiva acreditamos numa educação que agregue a todos os alunos sem discriminação de nenhum aspecto inerente a suas individualidades (MANTOAN, 2009). É importante que todos os envolvidos sintam-se aceitos e pertencentes ao grupo caso contrário a inclusão perde o sentido. Assim cada aluno deve sentir-se participante do grupo, contribuindo com ele, expondo seus

pensamentos, dúvidas, dialogando com seus professores e colegas de classe, construindo assim seus conhecimentos e superando suas dificuldades.

Atualmente os esforços políticos estão voltados para o atendimento dos alunos em classes regulares de ensino exigindo das escolas mudanças na maneira como tratavam esses alunos, tendo agora como objetivo atender às especificidades de todos os alunos, se adaptando e criando situações de efetiva aprendizagem. Nossos estudos se concentraram nos alunos com surdez.

1.2 A INCLUSÃO DOS ALUNOS SURDOS

A legislação atual garante que todos os alunos em idade escolar tenham acesso e permanência a educação e que aos alunos com necessidades educacionais especiais as escolas ofereçam currículos, métodos e recursos educativos específicos para o atendimento de suas necessidades.

“As pessoas com surdez enfrentam inúmeros entraves para participar da educação escolar, decorrentes da perda da audição e da forma como se estruturam as propostas educacionais das escolas. Muitos alunos com surdez podem ser prejudicados pela falta de estímulos adequados ao seu potencial cognitivo, sócio-afetivo, lingüístico e político-cultural e ter perdas consideráveis no desenvolvimento da aprendizagem.” (DAMÁZIO, 2007, p. 13)

Os alunos com surdez compreendem o mundo a sua volta por meio de estímulos sensoriais tais como: a visão, olfação, paladar e tato. Acreditamos que, destes sentidos, a visão seja especialmente importante para os processos de aprendizagem e convívio social dentro e fora da escola. Um dos meios de comunicação mais importante para o sujeito surdo é a Libras (Língua Brasileira de Sinais), esta é uma linguagem visual-gestual que substitui a fala do sujeito surdo uma vez que ele não ouve, e por esse motivo também pode não conseguir se expressar adequadamente por meio da fala. Esta situação traz desafios particulares para o professor de matemática, que tem que atuar em

salas nas quais a comunicação matemática acontece por meio de mais que uma língua em salas inclusivas.

Fernandes e Healy apontam que nem sempre os professores se sentem preparados para enfrentar os desafios associados a inclusão escolar:

“Apesar das leis destinadas a normatizar o processo de inclusão de alunos com necessidades educacionais especiais, muitas pessoas ligadas a Educação afirmam não se sentirem preparadas para enfrentar tal desafio”
(FERNANDES E HEALY, 2007)

Um grande obstáculo no processo de ensino-aprendizagem do sujeito surdo é a ausência da comunicação por meio da Libras, isso ocorre quando não há a presença da (o) intérprete durante as aulas visto que grande parte dos professores que ministram aulas nas turmas com alunos surdos não possuem domínio dessa língua.

A utilização da Libras proporciona aos alunos que precisam deste recurso o direito de expressarem seu conhecimento diário, social, cultural e escolar por meio de uma língua natural. Com a inclusão dos alunos surdos em classes regulares a difusão dessa língua aumenta a partir do momento que todos os alunos começam a fazer parte dos diálogos durante as aulas e fora delas sejam eles entre professor e aluno ou entre aluno e aluno.

Desta forma as línguas Libras e Português podem se entrelaçar, rompendo barreiras antes tão sólidas. Na escola inclusiva, a visão é que alunos surdos e ouvintes consigam se comunicar entre si. Assim a inclusão de sujeitos em classes regulares também pode propiciar novas aprendizagens para os sujeitos ouvintes havendo dessa forma troca de conhecimento e aquisição de uma nova língua.

Segundo o decreto 5.626 de 22 de dezembro de 2005 artigo 3º, a Libras deve ser inserida como disciplina curricular obrigatória nos cursos de formação de professores para o exercício do magistério, em nível médio e superior, e nos

cursos de Fonoaudiologia, de instituições de ensino, públicas e privadas, do sistema federal de ensino e dos sistemas de ensino dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Tal medida é uma tentativa de proporcionar aos profissionais que venham a trabalhar com pessoas surdas, sejam elas mesmas ouvintes ou surdas, uma instrução mínima para estabelecer a comunicação com surdos.

A falta de conhecimento desta língua pode provocar inicialmente nos professores, além dos sentimentos de angústia e incapacidade, um momento rico de reflexão, pois nesse instante, ele senti-se excluído. Colocando-se no lugar do aluno surdo que vive em uma sociedade de maioria ouvinte que se comunica usando a Língua Portuguesa, que é sua segunda língua. É necessário imaginar o esforço que os alunos fazem para relacionar as duas línguas buscando entender os diálogos que emergem na rotina escolar bem como nas diferentes situações de aprendizagem.

Sendo assim o professor deve considerar que o domínio da Libras seja essencial, mas que apenas esse recurso não é suficiente como garantia de aprendizagem, tendo ele que oferecer outros recursos como materiais concretos, digitais, encenações, vídeos.

“[...] a perspectiva vygotskiana nos traz a convicção que as limitações sensoriais não causam necessariamente limitação cognitiva. Isso faz com que uma de nossas preocupações seja o design de ferramentas materiais, tecnológicas e semióticas que ofereçam estímulos multissensoriais.” (FERNANDES et al., 2011)

Nesse sentido apresentamos o referencial teórico que apoiou nossas reflexões durante o desenvolvimento da pesquisa.

1.3 A PERSPECTIVA VYGOTSKIANA

Lev Semyonovich Vygotsky nasceu em 5 de novembro de 1896 em Orsha, uma cidade provinciana nas proximidades de Minsk a capital da Bielo-

Rússia. Em 1934, ele morreu, vítima de tuberculose doença que já o acompanhava há catorze anos. Sua formação acadêmica inicial foi em medicina na Universidade de Moscou, porém logo depois que entrou na Universidade ele mudou de área, vindo a cursar e formar-se em Direito. Ele também se graduou em História e Filosofia na Universidade do Povo de Shanjavsky. Quando terminou seus cursos universitários em 1917, Vygotsky retornou para Gomel, onde depois da Revolução Russa começou a dar aulas em escolas estaduais.

De acordo com Veer e Valsiner (1996), no período de 1917 à 1924 quando muda-se para Moscou, não se tem muitas informações sobre as produções intelectuais de Vygotsky. Sabe-se que nesse intervalo que morou em Gomel esteve intimamente ligado a vida cultural da cidade ocupando um papel de destaque em seu cenário cultural. Nesse período lecionou diversos assuntos como: literatura, língua russa, psicologia e pedagogia. Montou também um pequeno laboratório de psicologia e a partir de pequenas investigações com seus alunos foi percebendo seu interesse cada vez maior no campo da psicologia vindo a publicar o livro “Psicologia pedagógica”, além de palestras com base em suas investigações no laboratório de psicologia.

Mudou-se com sua esposa para Moscou em 1924 onde trabalhou no Instituto de Psicologia Experimental de Kornilov no campo de estudo que naquela época foi conhecido como Defectologia.

1.3.1 DEFECTOLOGIA

Seu interesse pela área da Defectologia surgiu enquanto Vygotsky foi professor em Gomel e a confirmação desse interesse se concretiza em 1924 com sua primeira publicação nessa área. Tal publicação deixa transparecer o trabalho que desenvolvia com crianças denominadas naquela época “defeituosas” no Narkompros, concomitantemente com suas atividades em Moscou no Instituto de Psicologia Experimental.

“Os primeiros escritos de Vygotsky na área da defectologia concentraram-se nos problemas de crianças surdas-mudas, cegas e deficientes mentais”. (VALSINER E VEER, 1996, p.74).

Percebemos nesses escritos de Vygotsky uma preocupação com a educação social de crianças deficientes e no potencial que as mesmas teriam para um desenvolvimento normal. Sua posição era que qualquer defeito físico, cegueira, surdo-mudez ou retardamento mental congênito, afetava antes a vida social das crianças e não suas interações com o meio físico (VALSINER E VEER, 1996, p.74-75). Por exemplo, Vygotsky (1997, p.26) argumenta que para a criança surda o “defeito orgânico”, isto é o impedimento da audição não é, por si só, uma deficiência tão grave. Para ele, são as dificuldades de interação com a linguagem dominante na vida social que “cria uma das complicações mais penosas de todo desenvolvimento cultural” (VYGOTSKY, 1997, p.27).

Não contente com a situação das crianças com deficiências, Vygotsky acreditava que as escolas pouco faziam para proporcionar uma educação social, enfatizando as deficiências e deixando de estimular a participação como uma possível forma de compensar socialmente tais deficiências.

Vygotsky tinha certos receios sobre a educação oferecida nas escolas especiais da sua época, argumentando que elas tendiam a enfatizar a situação “infeliz” das crianças com deficiências e reforçavam a mentalidade burguesa do mundo ocidental. Ele desejava que a escola fosse um espaço de integração onde todos convivessem e compartilhassem as mesmas experiências. A educação social de Vygotsky propõe um olhar otimista para as crianças deficientes e ele afirmava que elas possuem potencial para um desenvolvimento normal.

Segundo Vygotsky, o fato de uma criança ser surda, pode a impedir de ter uma vida social plena e que é esse impedimento que representa o maior problema e não a sua surdez, ou seja *“na visão de Vygotsky, era o problema*

social resultante de uma deficiência física que deveria ser considerado como o problema principal” (VALSINER E VEER, 1996, p.75).

“Ele [Vygotsky] acreditava que a cegueira e a surdez não eram nada mais do que a falta de uma das possíveis vias para a formação de reflexos condicionados com o ambiente. A solução consistia em substituir uma via tradicional por outra, o que indicava não ser necessária nenhuma teoria especial para o tratamento de crianças surdas e cegas” (FERNANDES e HEALY, 2008, p. 04).

Essa substituição de uma via por outra deveria ocorrer com o auxílio das pessoas que trabalham com essas crianças. No caso das crianças cegas o olho (a visão) poderia ser substituído por outro instrumento ou canal sensorial como o tato ou a audição, assim a leitura por parte delas não sofreria alteração, já que ler seria reconhecer as letras ou a escrita em braile, ou seja, a mudança de signo não provoca mudança no processo pelo qual a pessoa efetua a leitura.

No que diz respeito aos sujeitos surdos, Vygotsky afirmava que:

“...devemos utilizar na prática todas as possibilidades de atividade linguística da criança surdamuda, sem tratar com desprezo a mímica [...]. A pedagogia não pode fechar os olhos ao fato de que, excluindo a mímica dos limites da comunicação linguística permitida às crianças surdamudas, elimina do seu próprio âmbito uma parte enorme da vida coletiva e da atividade dessas crianças, reforça, aumenta e amplia as resistências para seu desenvolvimento, ou seja, as dificuldades na formação de sua atividade coletiva. [...]. A linguagem desengajada da atividade coletiva das crianças resulta uma língua morta”. (VYGOTSKY, 1997, p.233)

Notamos que nesta citação Vygotsky usava o termo “surdamuda” para se referir a pessoas com surdez. Hoje, a prática mais aceita é o uso do termo “surda”, já que a surdez não implica em mudez. Independentemente do termo utilizado, a citação mostra como Vygotsky apoiava o uso da linguagem gestual-visual, ou seja uma linguagem de sinais, enfatizando que ela deveria

fazer parte das atividades diárias das crianças, proporcionando dessa forma condições para que elas tenham uma atividade coletiva ativa.

Ao longo dos anos de 1924 a 1926 podemos observar a apresentação e defesa de várias ideias de importância primária nos trabalhos de Vygotsky, nos possibilitando a compreensão dos vários aspectos do seu pensamento, incluindo: a diferenciação que ele faz entre signo e significado, a ideia de que o olho nada mais é do que um instrumento a serviço de determinada atividade podendo este ser substituído por outro instrumento, a fala também aparece como um instrumento para a realização de alguma atividade (pensar), o que seria a primeira formulação da ideia de mediação (FERNANDES e HEALY, 2010).

Valsiner e Veer (1996) descrevem como em 1927, as ideias de Vygotsky sobre Defectologia, a partir da influência de Adler sofreram mudanças. Adler, psiquiatra e psicólogo austríaco, se opõe a ideia que comportamento humano deveria ser interpretado como repostas reflexos para determinados estímulos. Ele atribui uma intencionalidade ao comportamento humano e acreditava que seres humanos tem como característica alcançar metas. Adler acreditou que não podemos entender verdadeiramente o comportamento de uma pessoa a não ser que se conheça sua função e seu objetivo ou meta. Em particular, ele argumentou que todas as pessoas são motivadas para uma meta, em grande parte inconsciente de ser superior às outras pessoas que compõem sua vida social. Isto significa que cada fracasso ou incapacidade é sentido como um obstáculo a ser superado. Ele descreveu as tentativas de superar sensações de inferioridade como “a luta psicológica para compensação ou supercompensação” (ADLER, 1927, apud VALSINER E VEER, 1996; p.80).

Alguns pontos da teoria de Adler são consonantes com os pensamentos de Vygotsky sobre Defectologia. Adler afirmava que a inferioridade poderia ser superada e que a luta por essa compensação, poderia resultar até em uma supercompensação. Comparamos a ideia de “inferioridade” de Adler com a de “defeito” de Vygotsky e notamos que ambos são otimistas ao acreditarem na compensação dos “defeitos” ou das “inferioridades” pelas crianças deficientes e que uma maneira de contribuir para que essa superação fosse alcançada seria

oferecer a essas crianças uma educação social (Vygotsky) ou a conquista de uma posição social (Adler) ambos defendem que as crianças deficientes convivam na coletividade.

Vygotsky ficou entusiasmado com a posição defendida por Adler e em particular, com a ideia de que as compensações seriam de origem natural nas crianças com deficiências. Esta ideia permitiu que Vygotsky colocasse “o defeito” como uma fonte de estímulos primários no desenvolvimento da personalidade da criança, podendo o processo educacional aproveitar essa tendência natural para compensar qualquer sentimento de inferioridade que poderiam ser associado a esse defeito.

Após o contato com a teoria de Adler algumas idéias mudaram definitivamente no pensamento de Vygotsky. Antes, Vygotsky afirmava que o olho era um instrumento que poderia ser substituído facilmente, sendo a cegueira um defeito superado pela utilização de outro instrumento diferente do olho. Depois, ele começou a refletir sobre como esta substituição implicaria em uma reorganização da própria personalidade do indivíduo.

“A essa afirmação ele acrescentou que a cegueira não é somente a falta da visão, ela provoca uma intensa reestruturação das forças do organismo e da personalidade. Acreditando agora que uma deficiência (defeito) provoca um processo de reorganização de toda a mente, envolvendo a utilização de outros meios, instrumentos e maneiras para alcançar as mesmas metas”(VALSINER E VEER, 1996, p.82-83).

No caso da cegueira e da surdez, nessa perspectiva a criança cega e ou surda reestruturaria os canais receptivos preservados de estímulos sensoriais de forma a tentar superar a falta da visão e/ou da audição por meio de outros instrumentos diferentes dos utilizados pelas crianças videntes e ouvintes, porém que possibilitem a realização das mesmas atividades praticadas por essas crianças.

Em 1929, Vygotsky publicou um trabalho que marcou a transição de seus pensamentos com a influência da teoria de Adler, para a abordagem histórico-cultural. Mas isso não significa que ele abandonou a teoria Adleriana,

ainda era perceptível traços dessa teoria em trabalhos posteriores, porém não com a mesma ênfase e entusiasmo de outras publicações.

“Só em 1931, Vygotsky amplia a proposta de Adler, afirmando que as oportunidades que as crianças “defeituosas” encontram no seu meio social são mais importantes para a possibilidade de compensação do que seus sentimentos subjetivos de inferioridade. Vygotsky adota então uma abordagem histórico-cultural, onde o problema das crianças deficientes têm origem na falta de adequações entre a sua condição psicofisiológica e os meios culturais disponíveis”. (FERNANDES, 2004, p.33 – 34)

Tal afirmação corrobora com a urgência de uma educação social que se preocupe com as necessidades individuais das crianças deficientes. De acordo com Fernandes (2004), a posição de Vygotsky era que a relação dessas crianças com os meios culturais existentes poderia não ser harmoniosa, uma vez que esses meios se originaram baseados nas necessidades de uma sociedade padrão. Para atingir uma relação mais harmoniosa, Vygotsky atribuiu um papel central a linguagem, acreditando que “os defeitos” deveriam ser superados por meio da palavra (FERNANDES E HEALY, 2008).

Entretanto, como consideramos anteriormente, a questão da linguagem, ou talvez melhor, língua, é complexo no contexto de aprendizes surdos. A posição de Vygotsky era que os obstáculos experienciados pela pessoa com surdez como resultado da ausência de audição podiam ser totalmente superados através de vias alternativas para o desenvolvimento cultural. Neste sentido, ele concorda com a ideia que *“o ensino da linguagem de sinais iria restaurar a comunicação e possibilitar que a criança surda levasse uma vida completamente normal e satisfatória” (VALSINER E VEER, 1996, p. 90)*. Esta citação sinaliza o papel mediador da língua de sinais na interação do sujeito surdo com seu mundo. Este conceito de mediação é um elemento fundamental na perspectiva Vygotskiana.

1.3.2 MEDIAÇÃO

Com base nos estudos de Vygotsky, entendemos por mediação a ação intencional que envolve o uso de alguma ferramenta (elemento) que irá mediar

à tarefa a ser realizada. Com a utilização de tal ferramenta a ação sobre a tarefa deixa de ser direta e passa a ser mediada. Segundo Oliveira (1998, p.27) *“a presença de elementos mediadores introduz um elo a mais nas relações organismo/meio, tornando-as mais complexas”*.

Nessa perspectiva, as ferramentas mediadoras se interpõem entre quem as utiliza e a atividade na qual ela será usada. Utilizamos uma determinada ferramenta com um objetivo próprio:

“As ferramentas são criadas e modificadas pelos seres humanos como forma de se ligarem ao mundo real e de regularem o seu comportamento e as suas interações com o mundo e com os outros”. (BLANTON, THOMPSON, E ZIMERMAN, 1993; apud FINO, 2001)

Para Vygotsky, a relação que o ser humano tem com o mundo é fundamentalmente mediada, e as estruturas mentais superiores que ele possui permitem com que ele utilize ferramentas que o ajudem no desenvolvimento de diversas atividades. Segundo Vygotsky, essas ferramentas são: os instrumentos e os signos.

O instrumento é um objeto social criado pelo homem com uma determinada finalidade, este objeto se coloca entre a tarefa a ser realizada e o sujeito que irá realizá-la, dessa forma o instrumento é um elemento mediador que contribui com o sujeito que realizará a tarefa, provocando uma interação entre o homem, o instrumento e a tarefa. Assim, como explica Oliveira (1998), por Vygotsky instrumentos são ferramentas materiais que modificam relações com o mundo exterior. Os signos, por outro lado, são ferramentas psicológicas:

“Os signos por sua vez também chamado por Vygotsky de “instrumento psicológico”, são orientados para o próprio sujeito, para dentro do indivíduo; dirigem-se ao controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo, seja de outras pessoas. São ferramentas que auxiliam nos processos psicológicos e não nas ações concretas, como os instrumentos.” (OLIVEIRA, 1998, p.30)

Nessa perspectiva, podemos entender que o signo ajuda o homem em tarefas que envolvam atenção e memória e outras funções intelectuais.

Segundo Oliveira (1998), ao longo da evolução da humanidade e do desenvolvimento individual ocorrem duas mudanças qualitativas fundamentais

na utilização dos signos. De um lado a utilização de marcas externas que se transformam em processos internos de mediação esse processo é chamado por Vygotsky de processo de internalização.

Por outro lado, são desenvolvidos sistemas simbólicos, que organizam os signos em estruturas complexas e articuladas. *“O sujeito deixa de usar marcas externas e passa a utilizar signos internos, ou seja, representações mentais que substituem os objetos do mundo real.”* (FERNANDES, 2004). Essas representações mentais do mundo exterior são na verdade mediadores de grande importância na relação que o homem estabelece com o mundo.

Na teoria de Vygotsky, o processo de internalização é caracterizado a partir das funções psicológicas superiores, essas funções tais como atenção, pensamento, memória, se diferenciam de outros mecanismos mais elementares como ações reflexas, reações automatizadas ou processos de associações simples entre eventos (OLIVEIRA, 1998, p. 26). Para ele os processos sociais e individuais são fundamentalmente mediados por instrumentos sendo o processo individual originado a partir do processo social.

Daí a importância de se promover uma educação inclusiva, onde as experiências coletivas vivenciadas por todos podem contribuir para uma aprendizagem individual. Quando um colega de turma que tem conhecimento maior sobre algum assunto ajuda outro que seja menos experiente naquele assunto a entender determinada tarefa, o colega está atuando como um instrumento mediador e sua intervenção deverá ser direcionada para o que Vygotsky chama a “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP) do outro estudante, pois sua intervenção tem a intenção de ajudar seu colega a sair da zona de conhecimento real (já aprendido) e por meio de novas reflexões ampliar seu modo de pensar. A zona de desenvolvimento proximal (ZDP) é definida como o intervalo entre o conhecimento real do aluno (já aprendido) e o conhecimento a ser aprendido (COLL, et al, 2004). É durante esse processo e neste intervalo que o professor deve fazer intervenções significativas conduzindo os estudantes à construção de novos conhecimentos.

“De acordo com a caracterização de Vygotsky e seus seguidores, é na ZDP que pode produzir-se o aparecimento de novas maneiras de o participante menos competente

entender e enfrentar as tarefas e os problemas, graças à ajuda e aos recursos oferecidos por seu ou seus colegas mais competentes ao longo da interação".(COLL, et al, 2004, p.128)

Nessa perspectiva, para possibilitar aprendizagem matemática é interessante organizar atividades de forma a serem realizadas em grupos possibilitando que os estudantes possam dividir suas experiências. Durante esse processo de compartilhamento, o aluno com menos conhecimento referente a tarefa, pode com a ajuda do mais experiente, se apropriar do conhecimento matemático envolvido nas atividades. Dessa forma, alunos surdos e ouvintes podem compartilhar suas percepções e maneiras de pensar sobre o conhecimento matemático, e juntos chegarem a solução da tarefa, que necessariamente não percorrerá o mesmo caminho nem terão a mesma solução.

A surdez é uma deficiência sensorial, assim sua característica fundamental é a ausência total ou parcial da audição que é um dos canais para a aquisição das informações. Essa ausência pode comprometer o processo de internalização, sendo este essencial para o desenvolvimento cognitivo dos alunos surdos, uma vez que eles não aprendem necessariamente pelo mesmo caminho dos alunos ouvintes. Devemos então proporcionar situações de aprendizagem com uma mediação diferente das disponibilizadas para os ouvintes. (FERNANDES, 2004, p.36).

As informações chegam aos alunos surdos mediadas principalmente pelo canal visual, sendo este também o canal utilizado para sua comunicação por meio da Libras, por esse motivo é importante que atividades sejam elaboradas com intenção de otimizar essa característica do sujeito surdo, permitindo com que o mesmo também faça uso da língua preferida por ele para explicar seu raciocínio.

Quando os alunos estão justificando ou explicando suas respostas ou a maneira como pensaram sobre suas atividades, também utilizam o corpo para expressar tais respostas ou imitar partes da atividade. Dessa forma, destacamos a importância do corpo nas interações: ele assume às vezes o papel de instrumento e outras vezes o papel de signo. Para Papert (1986), a

atenção para o papel do corpo na aprendizagem é particularmente importante no caso de matemática, pois para as ideias matemáticas tornam-se mais acessíveis quando apresentadas em “sintonicidade” com o corpo humano. Ele também se preocupou com a mediação do conhecimento matemático, concentrando-se em particular na potencialidade oferecida pelas ferramentas digitais para criação de uma matemática que tem mais sintonicidade com o corpo que a matemática escolar convencional. Na próxima sessão, exploramos a visão dele sobre micromundos para aprendizagem matemática e em particular a geometria da tartaruga, uma geometria que pretende *fazer “uso de um campo de conhecimento bem familiar à criança, a “geometria do corpo”, como um ponto de partida para o desenvolvimento de conexões com a geometria formal.”* (PAPERT, 1986, p.81)

1.4 MICROMUNDOS

“[...] Papert inverte o atual quadro de uso do computador na escola. O computador deixa de ser o meio de transferir informação, e passa a ser ferramenta com a qual a criança pode formalizar os seus conhecimentos intuitivos.” (VALENTE, 1985, p. 9)

Essa citação aponta para a visão inovadora de Papert sobre a utilização de computadores nas escolas. Ele quis trazer os alunos para o comando da sua própria aprendizagem e argumentou que os computadores representam instrumentos mediadores que podem revolucionar a maneira que a Matemática é aprendida. Na sua visão, durante a resolução de desafios matemáticos em ambientes computacionais, os alunos precisam se comunicar com o computador, na linguagem dele – uma linguagem formal.

“Programar significa, nada mais, nada menos, comunicar-se com o computador numa linguagem que tanto ele quanto o homem podem “entender”. E aprender línguas é uma das coisas que crianças fazem bem. Toda criança normal aprende a falar. Por que então não deveria aprender a “falar” com um computador.” (PAPERT, 1986, p. 18).

Seguindo a perspectiva de Papert, ao desenvolvermos atividades apoiados também na linguagem LOGO de programação, estamos garantindo que todos os envolvidos nesse estudo se comuniquem com o computador por

meio de uma linguagem formal. No caso de situação de aprendizagem envolvendo alunos surdos e alunos ouvintes, esta proposta é particularmente interessante, já que as explicações entre os alunos e as justificativas de suas respostas para todos os participantes nos pareça mais acessível, pois todos estariam utilizando a língua das tartarugas como uma das formas para comunicarem suas ideias.

Segundo Papert (1986, p.151) um micromundo pode ser visto como:

“[...] um ambiente de aprendizagem interativa baseado no computador onde os pré-requisitos estão embutidos no sistema e onde os aprendizes podem tornar-se ativos, arquitetos construtores de sua própria aprendizagem.”

Podemos compreender então que os micromundos são ambientes dinâmicos visando possibilitar aos alunos a observação em tempo real de seus pensamentos. Durante as interações com os objetos do micromundo, os alunos precisam expressar seus pensamentos por meio da língua das tartarugas (linguagem LOGO). Nas ações das tartarugas, estes pensamentos se manifestam visualmente na tela do computador. Assim, os alunos podem vivenciar os resultados das suas interações e refletir sobre qual conhecimento matemático é necessário para a realização da tarefa.

Dessa forma, os alunos são colocados diante de situações diferentes das vivenciadas em sala de aula no ambiente de papel e lápis. E ao simularem suas hipóteses ou conjecturas na ação de programar o computador, passam a ser construtores de sua aprendizagem criando modelos matemáticos que expressam seus pensamentos sobre os conceitos abordados.

“Na maioria das situações educacionais contemporâneas em que crianças são postas em contato com computadores, o computador é usado para fornecer-lhes informações respeitando-se ritmo e características individuais de cada criança, e para prover atividades dentro de um nível apropriado de dificuldade. É o computador programando a criança. No ambiente do micro-mundo a relação é inversa: a criança programa o computador. E ao ensinar o computador a “pensar”, a criança embarca numa exploração sobre a maneira como ela própria pensa”.(PAPERT, 1986, p.35)

Acreditamos como ele, que um micromundo matemático pode servir como um instrumento mediador inovador. O micromundo com seus habitantes computacionais podem encorajar os alunos a descoberta de uma matemática que só é possível quando estamos mergulhados nele *“onde falso ou verdadeiro, certo ou errado não são os critérios decisivos.”*(PAPERT, 1986, p.163).

Papert (1986) aponta ainda que quando aprendemos algo novo devemos primeiro relacioná-lo com algo que já conhecemos. Depois que já aprendemos devemos fazer algo de diferente com esse conhecimento novo a fim de estreitar a intimidade com o conhecimento recém aprendido. Assim, o trabalho com micromundo pode contribuir na tentativa de *“estabelecer firme conexão entre a atividade pessoal e a criação de conhecimento formal”* (PAPERT, 1986, p.82). Pois a partir das interações dos alunos com esse ambiente é possível que eles, ao longo das atividades, desenvolvam modelos pessoais para resolvê-las. Depois dessa vivência, a ideia é que os alunos poderão associar a maneira com que pensaram e a resolução da atividade, aprendendo dessa forma os conceitos matemáticos envolvidos na realização desse processo.

Em relação ao estabelecimento de conexões entre perspectivas pessoais e a matemática a ser aprendida, Papert (1986) introduziu a noção de sintonicidade, e em particular *“sintonicidade corporal”* e *“sintonicidade com o ego”*.

“Neste sentido, o micromundo pretende proporcionar uma aprendizagem sintônica, ou seja, uma aprendizagem associada à maneira de pensar e agir, relacionada tanto com o que se conhece do próprio corpo quanto ao que se conhece dos próprios sentimentos quando se está aprendendo algo”. (RODRIGUES, 2009, p.36)

Segundo Papert (1986) a sintonicidade corporal está profundamente relacionada à maneira com que percebemos e conhecemos nosso corpo. Ou seja, ele acreditou que quando os alunos são encorajados a se colocarem no lugar dos objetos dos micromundos para realizar uma tarefa, as percepções de seus movimentos corporais podem favorecer a compreensão de conceitos matemáticos.

A sintonicidade com o ego está relacionada à percepção que temos de nos mesmos, nossos “*desejos, metas, intenções, gostos e desgostos*” (PAPERT,1986). Quando o aluno é convidado a fazer o papel de um objeto computacional, e imita seus comportamentos na realização de uma tarefa, ele pode se sentir conectado a uma experiência matemática de sucesso: o aluno se sente capaz de agir como um ser virtual que entende uma linguagem formal. A identificação com os objetos computacionais poderia minimizar sensações de medo associados à participação no desenvolvimento da atividade, tornando assim a matemática mais atraente.

1.5 O OBJETIVO DE PESQUISA

Como já exposto na introdução, este estudo visa investigar os significados para reflexão expressos por alunos surdos e alunos ouvintes durante suas interações com um Micromundo matemático. Mais especificamente, pretende analisar o papel dos diversos recursos semióticos (as duas línguas naturais – Libras e Português – outras expressões corporais e a linguagem de programação) nas atividades matemáticas dos aprendizes e na negociação de significados matemáticos.

Com base em nossas leituras sobre Defectologia e mediação onde Vygotsky aponta que as deficiências como a cegueira e a surdez podem ser superadas por meio da estimulação de outros canais sensoriais, o presente estudo visa contribuir apresentando aos aprendizes o micromundo “*Transtaruga*”. Esse ambiente pretende fornecer para os aprendizes uma ferramenta de mediação do conhecimento matemático. Ao mesmo tempo o micromundo pode ajudar a quebrar a barreira linguística entre os alunos surdos e ouvintes, proporcionando a eles uma comunicação formal, porém interativa (a linguagem Logo) a ser utilizados por todos eles durante as atividades.

Inspirados nos trabalhos de Healy (2002) e Fernandes (2004), e pelo fato de que para os alunos surdos nos parece à visão ser o principal canal sensorial para a aprendizagem, escolhemos desenvolver essa pesquisa na

área de geometria por possibilitar uma boa exploração visual, em particular trabalharemos com simetria e reflexão.

No próximo capítulo apresentaremos a metodologia de pesquisa que apoiou nosso estudo, o micromundo “Transtaruga” e as atividades propostas aos alunos.

METODOLOGIA

Esta pesquisa está inserida no projeto Rumo à Educação Matemática Inclusiva (CAPES-PROESP), objetivando investigar os significados para reflexão expressos por alunos surdos e alunos ouvintes durante suas interações com um Micromundo matemático. Mais especificamente, pretende analisar o papel dos diversos recursos semióticos (as duas línguas naturais – Libras e Português – outras expressões corporais e a linguagem de programação) nas atividades matemáticas dos aprendizes.

2.1 DESIGN EXPERIMENTS

Nosso estudo tem como abordagem metodológica o *Design Experiment* (COBB ET AL. 2003), Essa metodologia e as técnicas associadas a ela tem suas raízes nos experimentos de ensino na União Soviética por Vygotsky e seus colegas na década de 30 (THOMPSON, 1979). Por volta de 1970, pesquisadores que nos Estados Unidos trabalhavam na perspectiva construtivista estavam preocupados com as limitações dos métodos clássicos de investigação e assim, inicia-se também a utilização de métodos inspirados nos experimentos de ensino desenvolvidos dentro da psicologia histórica cultural na área de Educação Matemática (COBB e STEFFE, 1983). Assim, segundo Karrer (2006), a metodologia que caracteriza o que hoje chamamos *Design Experiments* surgiu da necessidade de validar pesquisas em Educação Matemática por meio de modelos que não fossem de outras áreas como: filosofia e epistemologia. Além de se preencher a lacuna que existia entre a prática da pesquisa e a prática do ensino.

Esse método se preocupa em compreender como os estudantes aprendem, buscando meios para apoiar tal aprendizagem, bem como analisar

se os meios utilizados contribuíram no desenvolvimento dessa aprendizagem no decorrer do processo.

Dessa forma, uma característica importante de um Design Experiment é que o pesquisador, após cada aplicação de atividade de pesquisa faça a análise da mesma e identifique quais modificações são necessárias para atingir o objetivo específico daquela atividade, revelando assim o caráter cíclico dessa metodologia (Figura 1) (atividade, aplicação da atividade, análise, design de nova atividade, aplicação...)

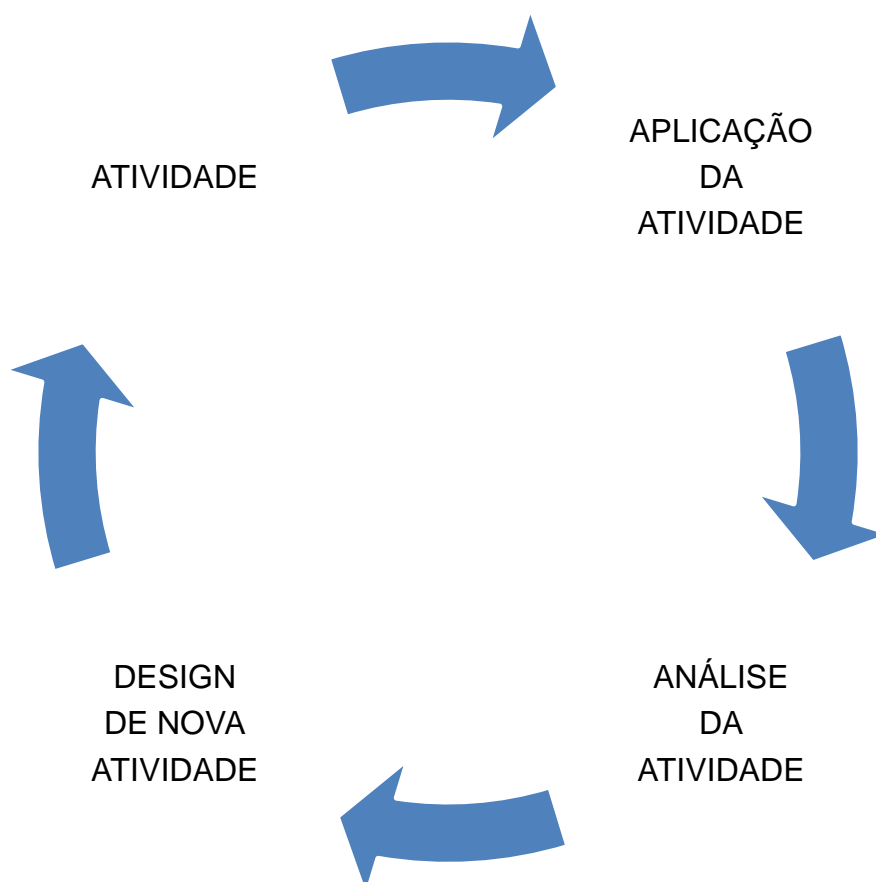


Figura 1 – Representa o caráter cíclico do *Design Experiments*.

Portanto ao final da realização de cada atividade o pesquisador procura avaliar se a atividade proposta proporcionou o êxito esperado e se as intervenções feitas contribuíram ou foram adequadas para que os alunos entendessem a atividade e aprendessem o conhecimento matemático abordado pela mesma.

Assim, as atividades planejadas não possuem caráter de atividade “pronta” podendo durante o seu desenvolvimento ou para o próximo encontro (ciclo) serem modificadas com vistas nas interações dos aprendizes com o ambiente de pesquisa, tendo como objetivo a compreensão do conceito ou ideia matemática abordada pela atividade (MARTINS, 2010).

“[...] esse tipo de metodologia é considerado uma ecologia de aprendizagem, no sentido de representar um sistema complexo e interativo, envolvendo múltiplos elementos de diferentes tipos e níveis.” (KARRER, 2006, pg.197)

Nessa perspectiva tentamos oferecer aos alunos ao longo das atividades diferentes estímulos para a realização das tarefas propostas, afim de fazer com que os mesmos participassem das atividades de diferentes formas e com essa participação poderíamos observar quais os conceitos matemáticos e quais formas de expressão desses conceitos emergem.

“Com essa metodologia, podemos pesquisar o entendimento dos aprendizes sobre os objetos matemáticos por meio de suas falas e ações, considerando a Matemática como algo que se constrói, não apenas manipulando modelos prontos, mas em constante interação dos aprendizes com o objeto matemático, o meio físico e sociocultural.” (RODRIGUES, 2010, p. 63)

Dessa forma, de acordo com Karrer (2006), além das atividades propostas aos alunos, deve-se levar em conta as ferramentas e materiais que serão utilizadas bem como o provável discurso a ser desenvolvido e os sentidos das relações entre esses elementos.

Por meio desta metodologia buscaremos compreender e interpretar as produções dos aprendizes no desenvolvimento de seus diferentes caminhos para a aprendizagem do conhecimento matemático. Um dos pontos centrais dessa metodologia é a atenção dada para como os alunos formalizam e expressão os conhecimentos matemáticos aprendidos e quais meios de expressão utilizam para comunicar suas ideias.

“A busca por criar novas situações e investigar novas possibilidades de aprendizagem, determina o caráter intervencionista dessa metodologia.” (RODRIGUES, 2010, p.64)

Baseados em Rodrigues (2010), acreditamos que cada fase das atividades necessita de atenção e observação para que a intervenção realizada modifique o estágio atual dos aprendizes, oferecendo um novo momento de reflexão acerca do conhecimento em questão.

Segundo Cobb *et al.* (2003), essa metodologia possui algumas características relevantes como:

- ✓ A tentativa de proporcionar o desenvolvimento de modelos ou teorias que apoiem a aprendizagem dos alunos.
- ✓ Trazer para os aprendizes uma nova abordagem de estudo diferente da convencional, praticada na maioria das escolas. Essa nova abordagem com caráter intervencionista poderá possibilitar o surgimento de modelos inéditos por parte dos alunos.
- ✓ O aspecto prospectivo e reflexivo, sendo as conjecturas iniciais que guiam o primeiro ciclo de design baseadas no corpo de pesquisa existente e a análise dessas conjecturas com base na interação dos alunos com a atividade,. Caso as conjecturas iniciais sejam refutadas, outras conjecturas podem emergir a partir das atividades, interações e intervenções realizadas com os alunos.
- ✓ O caráter cíclico possibilita aos pesquisadores fazer análises sobre suas conjecturas durante todo o processo.
- ✓ O redesign revela uma característica pragmática sua preocupação está em oferecer meios para que os alunos criem modelos de aprendizagem em domínios específicos.

2.2 O CONTEXTO DA PESQUISA

Nossos estudos foram realizados em uma escola de ensino fundamental da rede municipal de Barueri. Essa instituição não é uma Escola Especial, porém, desde 2004 atende alunos surdos da 1ª série (atual 2º Ano) a 8ª série (atual 9º Ano). Até o término do ano de 2009, esse atendimento foi realizado em classes exclusivas para os alunos surdos. De fato, entre 2004 e o fim de 2009, tinha classes exclusivas para surdos da 1ª série até 8ª série e apenas classes da 1ª série até 4ª série para alunos ouvintes.

No caso dos alunos surdos da 1ª Série (atual 2º Ano) até a 4ª Série (atual 5º Ano), a professora que ministrava as aulas tinha formação na área de Educação Especial em particular na área da surdez com conhecimento da Libras. Já na outra etapa do ensino, 5ª série (atual 6º Ano) até a 8ª série (atual 9º Ano), onde cada disciplina é ministrada por um professor (a), há em cada sala com alunos surdos uma interprete.

A partir de 2010, iniciou-se o processo de inclusão na rede municipal de Barueri, ocasionando nessa escola a inserção de alunos ouvintes que estudavam em classes de ensino regular nas salas que antes desse movimento de inclusão eram exclusivas de alunos surdos, fazendo assim um caminho um pouco diferente do que vem acontecendo na trajetória da inclusão no Brasil, já que usualmente são os alunos com necessidades educacionais especiais os incluídos em salas de ensino regular.

2.3 PARTICIPANTES DA PESQUISA

A presente pesquisa foi realizada com alunos de uma turma da 6ª Série (atual 7º Ano). A turma era formada por 40 alunos, destes 8 possuem surdez profunda e 2 conseguem ouvir algum som (surdez parcial). Assim, essa turma é composta de 10 alunos surdos e 30 alunos ouvintes.

Para participar dessa pesquisa foram selecionados 8 alunos (Tabela 1), 5 alunos surdos e 3 alunos ouvintes para que pudéssemos formar quatro duplas. Duas das duplas foram formadas apenas com alunos surdos, uma

dupla foi mista, contando com uma aluna com surdez parcial e uma aluna ouvinte, e a quarta dupla foi formada com dois alunos ouvintes.

Todos os alunos surdos participantes desta pesquisa iniciaram sua vida escolar com pelo menos um ano de atraso. Seus familiares são ouvintes e não possuem domínio da Libras e os alunos tiveram o primeiro contato com a língua de sinais apenas depois que ingressaram no Ensino Fundamental.

Nome e idade dos Alunos ²	Características para a pesquisa
Aline, 13 anos	Aluna surda com baixo desempenho em matemática.
André, 12 anos	Aluno ouvinte com desempenho regular em matemática.
Daniel, 14 anos	Aluno surdo com baixo desempenho em matemática.
Lara, 13 anos	Aluna surda com desempenho regular em matemática.
Nara, 12 anos	Aluna ouvinte com desempenho regular em matemática.
Pedro, 16 anos	Aluno surdo com desempenho regular em matemática.
Sueli, 12 anos	Aluna ouvinte com bom desempenho em matemática.
Tatiana, 14 anos	Aluna parcialmente surda com baixo desempenho em matemática.

Tabela 1: Nome, idade dos alunos e características quanto a surdez e relação com a matemática.

Os alunos surdos envolvidos nessa pesquisa foram aqueles que apresentaram como necessidade educacional especial apenas a surdez, tendo em vista que outros alunos da classe apresentam outras necessidades educacionais especiais além da surdez. Os três alunos ouvintes foram escolhidos pelo professor-pesquisador tendo como critérios, serem alunos com uma boa assiduidade, terem se mostrado dispostos a pensar e resolver

exercícios e problemas durante as aulas de matemática e pela afinidade existente entre as duplas a serem formadas.

Os agrupamentos entre os alunos surdos foram organizados de maneira livre onde eles decidiram quem seria seu parceiro (a). Foi apenas no caso da dupla mista formada por uma aluna surda e uma aluna ouvinte que o professor interferiu, escolhendo a aluna ouvinte que demonstrava ter bastante amizade com a aluna surda e certa fluência em Libras, possibilitando um bom diálogo entre elas.

Pensamos em formar duplas por acreditarmos que dessa forma a troca de informações entre os alunos seria mais eficiente, que um poderia ajudar o outro na realização das atividades e que juntos trocando os conhecimentos aprendidos poderiam formalizar suas respostas.

Durante o processo de coleta de dados, além dos alunos contamos com a participação dos cinco membros da nossa equipe de pesquisadores: o autor, dois professores do Programa de Pós-Graduação da UNIBAN, dois colegas pós-graduandos e a interprete da sala.

2.4 O PAPEL DOS PESQUISADORES

Participaram das três sessões de coleta de dados cinco pesquisadores e uma intérprete. Os pesquisadores desempenharam dois papéis: um relacionado à área técnica cuidando dos equipamentos de filmagem e dos notebooks e o outro como professores/pesquisadores.

No primeiro papel, nossa preocupação era com o funcionamento adequado de todos os artefatos tecnológicos que estavam sendo disponibilizados para a coleta de dados. Já no duplo papel de professor/pesquisador nos coube, estimular, encorajar, envolver e, quando surgir alguma situação de impasse, interferir tentando esclarecer as indagações dos alunos. Nas intervenções o intuito era sempre de tentar respeitar o modelo de resolução dos alunos. Como pesquisadores, observamos com atenção o desenvolvimento das atividades, devendo registrar e analisar a luz do referencial teórico toda a produção dos alunos ao longo das sessões de

coleta de dados e entre as sessões de pesquisa discutir as possíveis modificações para os próximos encontros com base nas análises preliminares.

2.5 ATIVIDADE INICIAL

Antes de darmos início ao processo de coleta de dados com os alunos selecionados, todos os alunos da 6ª Série participaram de uma Atividade com o uso de papel e lápis que tinha por objetivo investigar seus conhecimentos sobre simetria e reflexão. Essa Atividade (Anexo 1) era composta de questões abertas e questões de múltipla escolha, todas abordando ideias relacionadas a simetria e reflexão.

Foi a partir das respostas desta Atividade, que planejamos o primeiro *design* das Atividades que seriam desenvolvidas pelos alunos num ambiente computacional. Essas Atividades foram elaboradas para serem realizadas com a utilização do micromundo *Transtaruga* (“*trans*” de transformações geométricas e “*taruga*” da palavra tartaruga) que é uma adaptação do micromundo *Multiple Turtle Geometry (MTG)*, descrito em Healy (2002).

2.6 O MICROMUNDO TRANSTARUGA

Transtaruga é um ambiente dinâmico, interativo que possui uma linguagem própria, nesse caso a comunicação estabelecida entre os objetos desse micromundo e os alunos acontece por meio da linguagem de programação LOGO. O *Transtaruga* foi elaborado usando como base a perspectiva de Papert descrita no Capítulo 1. O modelo de Geometria que sustenta o micromundo é a Geometria de Tartarugas, uma Geometria criada para incorporar as características de sintonicidade que Papert (1986) acredita ser central para a aprendizagem matemática. Mais especificamente, neste modelo, tartarugas computacionais, seus movimentos e as relações espaciais entre eles representaram os elementos básicos da Geometria. O aprendiz, ao interagir com estes elementos, pode identificar-se corporalmente com as

tartarugas, se colocando no lugar delas e imaginando as trajetórias necessárias para construir certas propriedades e relações matemáticas.

No caso deste estudo, o objetivo em particular era permitir que os alunos interagissem com propriedades e relações relacionadas à simetria e reflexão. No design do micromundo fizemos várias escolhas destinadas a permitir que os alunos fizessem associações entre reflexão como transformação geométrica e suas experiências com reflexão em suas vidas cotidianas – ou seja, estas escolhas também tinham como objetivo promover uma sintonicidade entre o comportamento matemático dos objetos computacionais e os sentidos dos alunos de seus corpos e de si mesmo.

Nesta direção, assim como os comandos de deslocamento e de giros, os nomes das ferramentas, botões, caixas de comandos e até as tartarugas foram escolhidos sempre com o objetivo de oferecer contextos que ajudariam na compreensão da sua função. Por exemplo, a tartaruga responsável por traçar o eixo de simetria foi chamada “*espelho*” e o botão utilizado para reposicionar este eixo foi denominado “*espelho novo*”¹. Usamos suas cores como nomes para as outras duas tartarugas (vermelha e azul), a ideia em todas as tarefas era que uma dessas duas tartarugas – usualmente a vermelha – seria utilizada para produzir uma figura (ou trajetória) inicial e a outra sua imagem por reflexão no eixo traçado pela terceira tartaruga. Assim, lembrando a perspectiva de Papert (1986), na qual o ato de programar um objeto computacional é usado como uma metáfora para ensinar a ele um comportamento matemático, consideramos que neste micromundo, um objetivo principal era que os alunos ensinassem uma tartaruga construir a reflexão da outra.

A ideia de memória foi utilizada para ajudar os alunos atribuir significado às variáveis pelas ferramentas “*distância*”, “*olhar*” e “*mesma direção*” – enquanto elas tinham utilidade, foram guardadas na caixa de memória e depois poderiam ser “esquecidas”. Da mesma forma, sequências de comandos eram gravados na caixa chamada “*história*”, com intuito de mostrar um recorte das atividades das tartarugas em cada tarefa. Talvez, quando estas associações

¹ De fato, esta associação entre a transformação geométrica e o ato de olhar em um espelho já estava presente na versão original do micromundo TMG.

foram oferecidas apenas por meio de palavras em português, elas ficaram mais evidentes para os alunos ouvintes que para os alunos surdos, já que sabemos que os alunos surdos têm algumas dificuldades na leitura e entendimento de novos vocábulos. Por esse motivo, em relação as funções das diferentes ferramentas, tentamos providenciar uma imagem visual da sua função e não apenas uma representação escrita (evidente nos ícones para as ferramentas “*ponto de encontro*”, “*distância*”, “*olhar*” e “*mesma direção*”). Na Figura 2 apresentamos uma tela do micromundo.

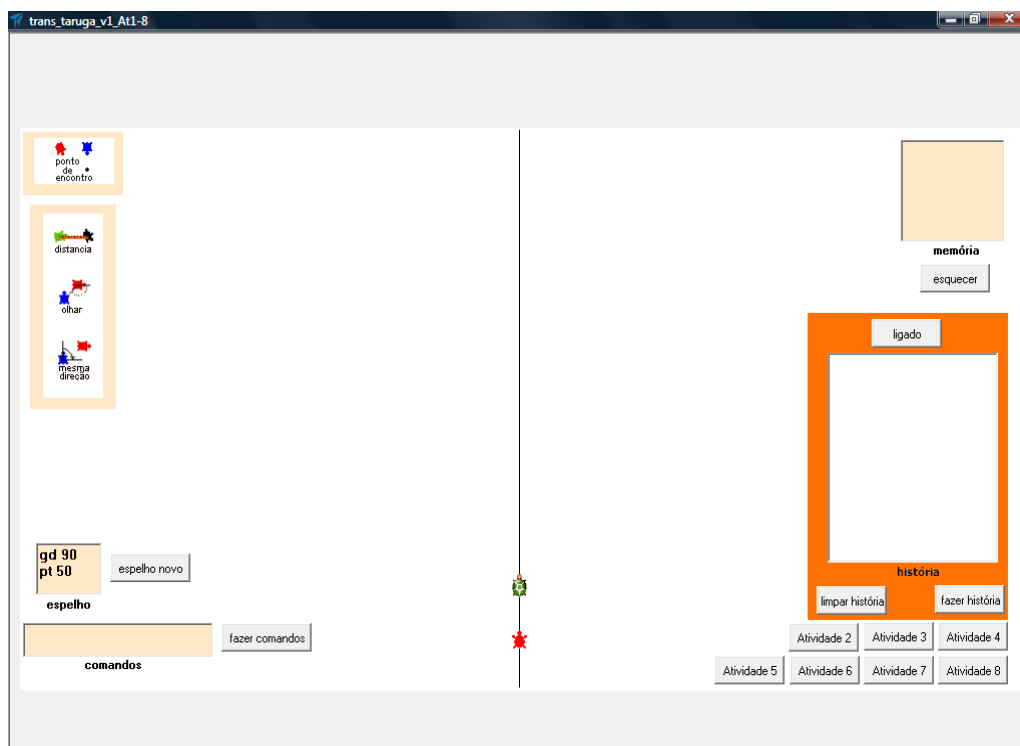


Figura 2: Tela do micromundo Transtaruga (Atividade 1)



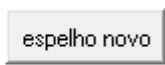
Esse botão poderia ser utilizado pelos alunos para que as tartarugas se encontrassem no ponto de interseção das retas definidas pelas direções das tartarugas. Esta ferramenta poderia ser utilizada para checar as construções dos aprendizes por exemplo, se uma tartaruga é a imagem da outra no eixo dado, o ponto de encontro será localizado neste eixo.



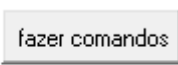
O botão “*distância*” pode ser usado para medir a distância entre as tartarugas ou entre cada tartaruga e a tartaruga “*espelho*”.

O botão “*olhar*” pode ser utilizado para descobrir o ângulo que uma tartaruga deve virar para apontar para outra.

O botão “*mesma direção*” pode ser ativado para encontrar o ângulo necessário para que uma tartaruga tenha a mesma direção de outra.



O botão “*novo espelho*” tem a finalidade de limpar a tela e trocar o espelho (eixo de simetria). É na caixa de comando “*espelho*” que a localização e orientação do espelho está definida, como os comandos a serem seguidos pela tartaruga “*espelho*”.

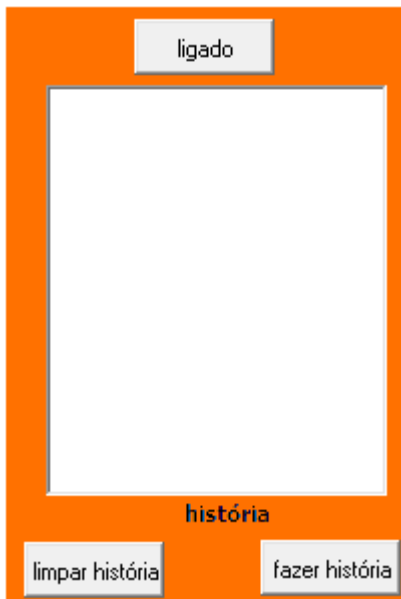


A caixa “*comandos*” é o local onde os alunos digitam todos os comandos que as tartarugas deverão executar. O botão “*fazer comandos*” deve ser clicado para que a tartaruga realize os comandos solicitados pelos alunos.



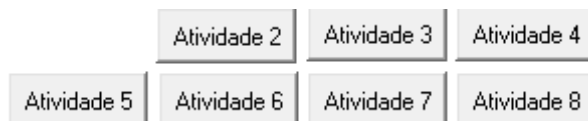
Na caixa de comando “*memória*” fica o registro dos dados referente aos botões: “*distância*”, “*olhar*” e “*mesma direção*”.

E o botão “*esquecer*” tem a finalidade de apagar a informação que não será mais utilizada.



A caixa de comando “*história*” possui três botões, um deles com dois títulos “*ligado*” e “*desligado*”. Quando o botão “*ligado*” é acionado todos os comandos executados pelas tartarugas ficam armazenados na caixa “*história*”, conseqüentemente quando esse botão não é acionado esses comandos não são armazenados. Ao acionar esse botão a caixa “*história*” muda de cor.

Essa caixa ainda conta com mais dois botões, “*limpar história*” caso queiram apagar todos os comandos executados e o botão “*fazer história*” caso queira fazer ou refazer todos os comandos executados anteriormente usando um “*espelho*” (eixo de simetria) com inclinação diferente da utilizada anteriormente.



Esses botões mostram a Atividade que os alunos devem realizar.

A linha preta é o “*espelho*” (eixo de simetria), desenhado pela tartaruga chamada “*espelho*” (tartaruga verde). A vista está à tartaruga vermelha, mas sob ela está a tartaruga azul. Ambas executam os comandos dados pelos alunos ao longo das Atividades realizadas.



2.7 AS ATIVIDADES

No planejamento das Atividades de pesquisa era importante fazer um levantamento sobre o que as pesquisas já tinham explorado em relação à apropriação de noções sobre simetria e reflexão. Não localizamos estudos com alunos surdos, então baseamos nosso planejamento inicial nas revisões de literatura feitas por Healy (2002) e Fernandes (2004) nas quais os sujeitos de pesquisa eram ouvintes. De acordo com estas revisões, pesquisas relacionadas às concepções de reflexão e simetria de aprendizes ouvintes indicam que em geral a maioria deles tem pelo menos alguma ideia matematicamente válida: por exemplo, a maioria sabe que um objeto e sua reflexão têm a mesma forma e o mesmo tamanho e também que possuir alguma consideração a respeito de distâncias ao eixo de reflexão é importante. Entretanto, esses conhecimentos nem sempre correspondem às definições matemáticas formais e, quando aplicados na resolução de tarefas, nem sempre todas as propriedades de reflexão são respeitadas ou obtidas. Healy (2002) também aponta para uma tendência de adotar diferentes estratégias dependendo das características específicas dessas tarefas (por exemplo, a orientação do eixo, posição dos objetos, se o objeto a ser refletido é apresentado em um lado ou ambos os lados do eixo). Outro consenso nos resultados de estudos com aprendizes ouvintes é que eles têm menos dificuldade com tarefas que enfatizam reflexão em termos de relações dentro de uma configuração geométrica (ou seja, um objeto simétrico) e mais dificuldades com tarefas envolvendo mapeamentos entre objetos. No *design* das atividades, levamos em conta estes resultados e começamos com atividades envolvendo a construção de Figuras e trajetórias simétricas e gradualmente avançamos para Atividades que necessitavam de uma atenção para as propriedades da reflexão como mapeamento.

ATIVIDADE 1

A primeira atividade (Figura 3) foi explorada de maneira a apresentar o micromundo para os alunos utilizando o “*Data Show*” para reproduzir as imagens desse micromundo, o que facilitaria a visualização e explicação de

todos os comandos que poderiam ser dados para as tartarugas. Vale a pena destacar que nenhum dos alunos tiveram contato anterior com este micromundo, nem com a linguagem LOGO. Assim, esta atividade serviu para uma primeira familiarização com ambos alguns comandos do LOGO e algumas das ferramentas do micromundo.

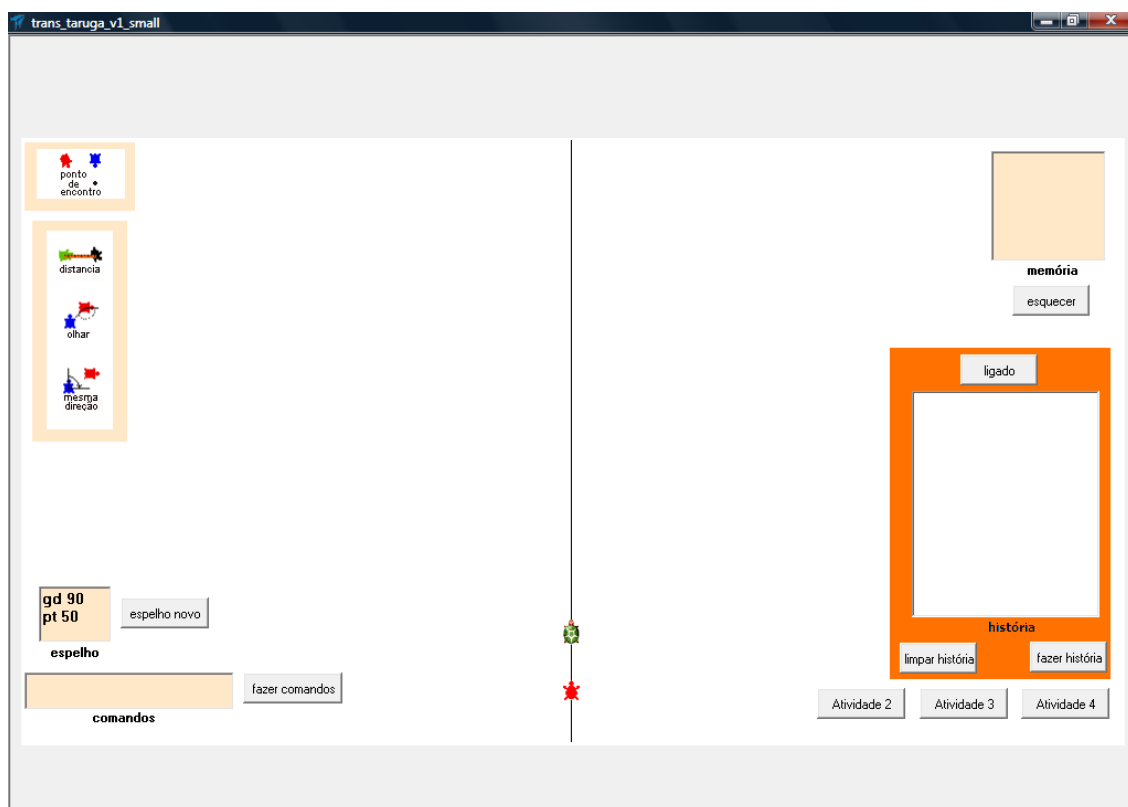


Figura 3 – Tela inicial da Atividade 1

Nessa Atividade foi explicado aos alunos a linguagem que as tartarugas entendem (língua das tartarugas), elas se movimentam e fazem desenhos na tela do computador através dos comandos:

UL – significa que as tartarugas devem usar o lápis, deixando visível seu rastro ou desenho, fruto dos comandos que os alunos solicitaram que ela executasse.

UN – significa que as tartarugas não devem utilizar o lápis, dessa forma o rastro ou caminho que elas percorrerem não ficará visível.

PF n – esse comando faz com que as tartarugas se movimentem para frente dado um número (n) de passos.

PT n – esse comando faz com que as tartarugas se movimentem para trás dado um número (n) de passos.

GD n – possibilita que ao receber esse comando as tartarugas girem (n) graus para a direita.

GE n – esse comando possibilita que as tartarugas girem (n) graus para a esquerda.

Quando os comandos de movimento são dados as tartarugas eles precisam ser acompanhados de um espaço e depois devemos digitar o número que indica o quanto elas devem se deslocar ou qual o giro que devem executar. Por exemplo: GD 45 significa que a tartaruga deve realizar um giro de 45 graus.

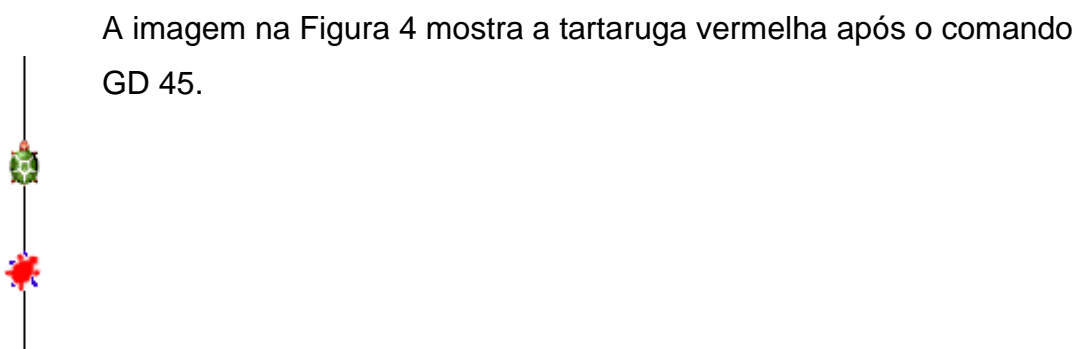


Figura 4 - Tartaruga vermelha girando para direita 45 graus.

A Atividade 1 foi conduzida coletivamente. Os alunos acompanharam e reproduziram os comandos executados por um dos professores-pesquisadores, fazendo sugestões sobre os passos apropriados. A atividade envolve a construção de um desenho simétrico de fácil visualização (Figura 5), pois neste momento era fundamental que os alunos compreendessem as funções dos comandos que eles posteriormente precisariam utilizar para se comunicarem com as tartarugas nas Atividades seguintes.

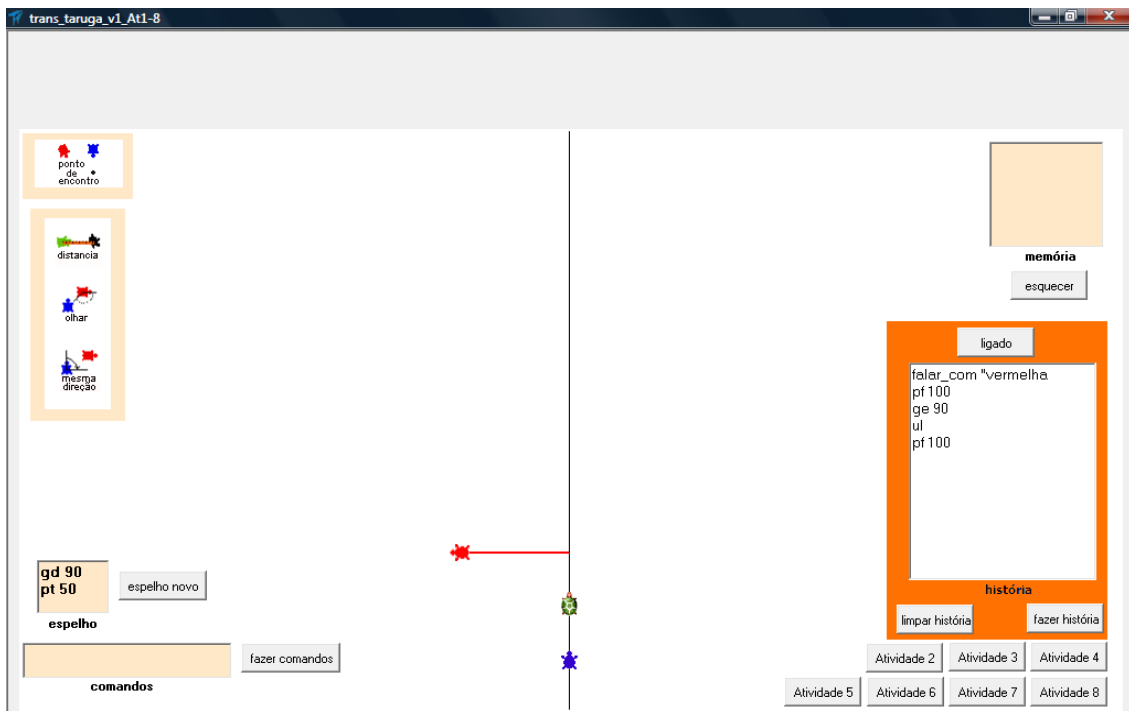


Figura 5 – Tela da atividade 1.

ATIVIDADE 2

Iniciamos a Atividade 2 utilizando o “Data Show” para ampliar as imagens do micromundo, com o objetivo de facilitar a visualização e explicação de todos os comandos que poderiam ser dados para as tartarugas.

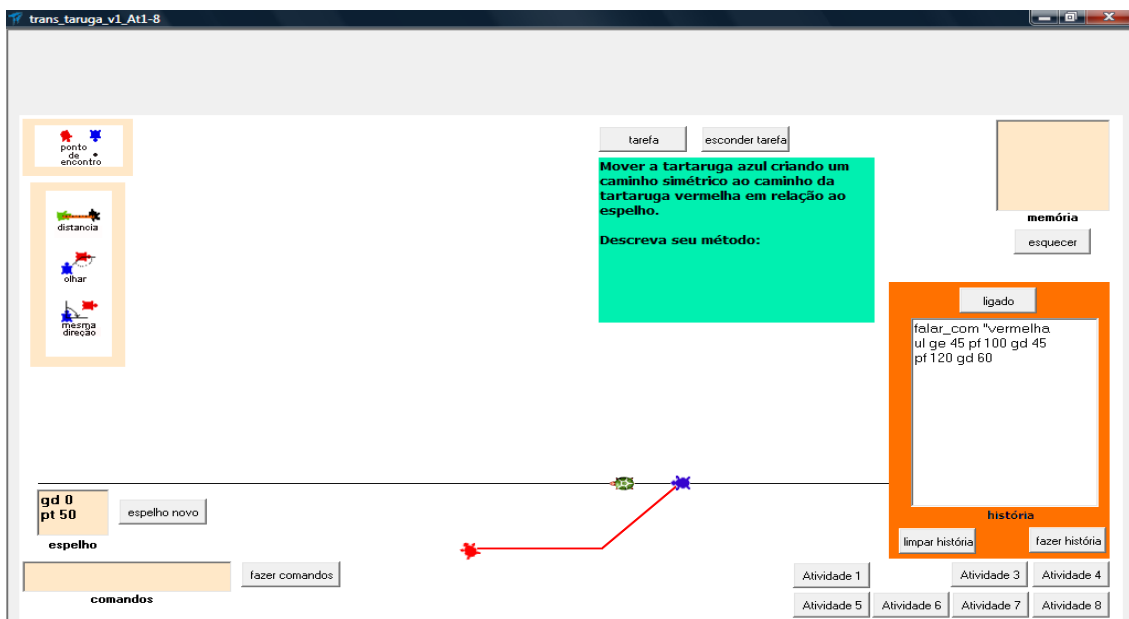


Figura 6 – Tela da Atividade 2

A partir dessa Atividade o micromundo trazia os botões “*tarefa*” e “*esconder tarefa*”



O botão “*tarefa*” ao ser clicado abre uma janela que mostra a tarefa a ser realizada e nessa janela também é possível que os alunos descrevam o método usado para fazer a tarefa. Já o botão “*esconder tarefa*” oculta o enunciado da tarefa.

Nessa atividade na caixa de comando “*história*” já estava registrado o caminho que a tartaruga vermelha tinha percorrido essa informação talvez pudesse auxiliar os alunos na realização da tarefa que consistia em fazer um caminho simétrico ao da tartaruga vermelha utilizando para isso a tartaruga azul.

Depois que apresentamos o micromundo para os alunos fizemos juntos as Atividades 1 e 2 que foram realizadas passo a passo com os alunos explicando todos os comandos que as tartarugas deveriam executar.

ATIVIDADE 3

Nesta atividade, cada dupla tinha que desenhar um caminho com a tartaruga azul e depois trocar com outra dupla para que esta faça com a tartaruga vermelha o caminho simétrico ao desenhado pela tartaruga azul em relação ao espelho. As duas tartarugas estavam inicialmente localizadas no mesmo ponto do eixo de simetria (Figura 7). O objetivo principal da atividade foi enfatizar, novamente, as relações entre os comandos para movimentar e girar as tartarugas nos seus caminhos. A expectativa era que os alunos percebessem que os comandos PF e PT deveriam ser iguais nos dois caminhos, enquanto os comandos GD e GE deveriam ser trocados.

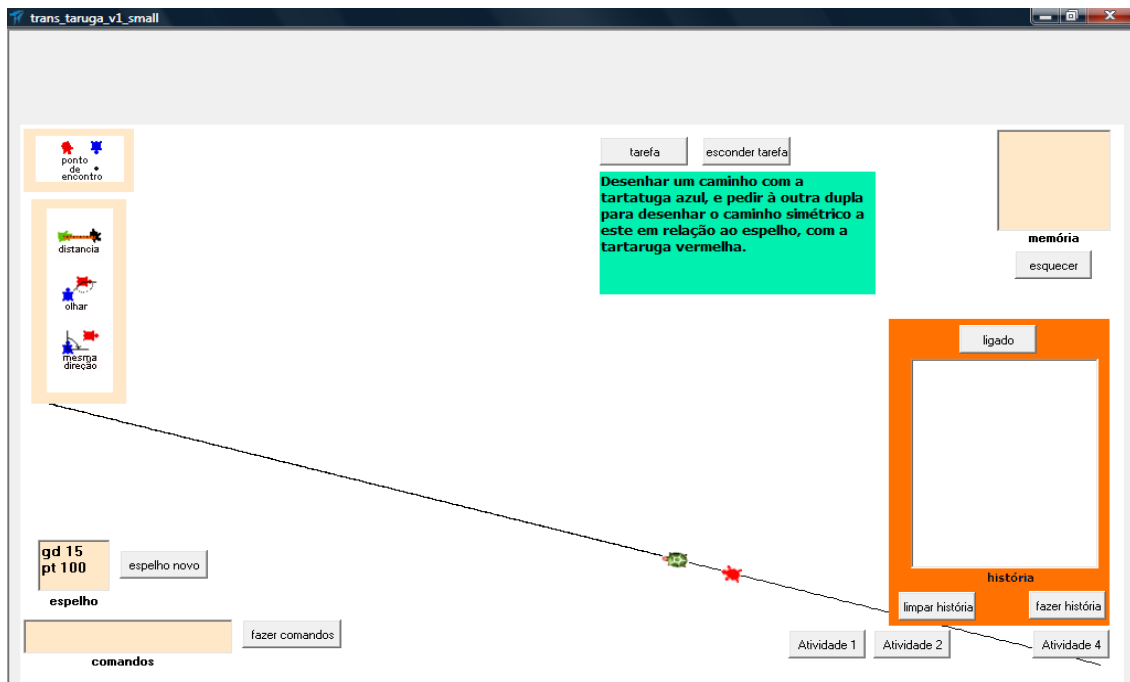


Figura 7 – Tela da Atividade 3.

Comparando com as Atividades 1 e 2, o eixo de simetria dessa Atividade está inclinado. Nosso interesse era observar se a mudança na inclinação influenciaria as estratégias adotadas pelos alunos.

Essa atividade prevê também interação entre as duplas, de tal forma que eles poderiam conhecer a atividade desenvolvida por outros colegas com diferentes caminhos desenhados pela tartaruga e também diferentes graus de dificuldade para fazer o caminho simétrico ao desenhado pela dupla de colegas.

ATIVIDADE 4

Nesta atividade, os alunos precisavam completar um desenho feito pela tartaruga azul, porém esse desenho estava uma parte do lado esquerdo do espelho (eixo de simetria) e outra parte estava do lado direito do espelho (Figura 8). Então usando a tartaruga vermelha os alunos tinham que completar o desenho em relação ao espelho (eixo de simetria). Novamente as duas tartarugas estavam localizadas no mesmo ponto sobre o eixo no início da Atividade.

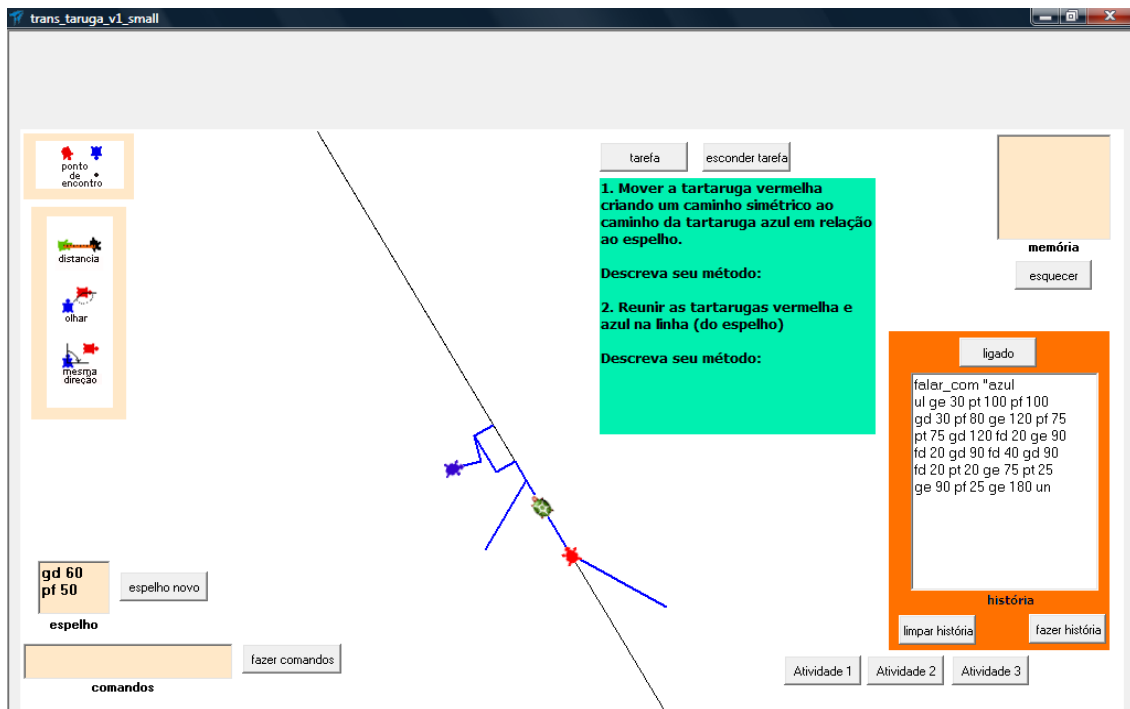



Figura 8 – Tela da Atividade 4.

Depois que os alunos completassem o desenho eles tinham que registrar na janela que se abriu quando eles clicaram no botão “*tarefa*” o método que eles utilizaram para realizar a tarefa.

Na caixa “*história*” tinha o registro de como a tartaruga azul desenhou sua parte do desenho. Assim, os alunos poderiam utilizar essas informações para fazer a outra parte do desenho.

Quando terminarem de completar o desenho os alunos terão que fazer com que as duas tartarugas se encontrem no espelho (eixo de simetria) e depois registrar o método utilizado para promover esse encontro. Neste momento, as ferramentas “*ponto de encontro*”, “*distância*” e “*olhar*” serão introduzidas e discutiremos sua utilização com os alunos. A pretensão é que essas ferramentas e a atividade do encontro encorajem os alunos a explicitar as relações entre um objeto (tartaruga), sua reflexão e o eixo.

ATIVIDADE 5

Nessa Atividade introduzimos o botão “cabeça” . Ao clicar nesse botão as tartarugas desenham uma pessoa palito na posição em que elas estiverem.

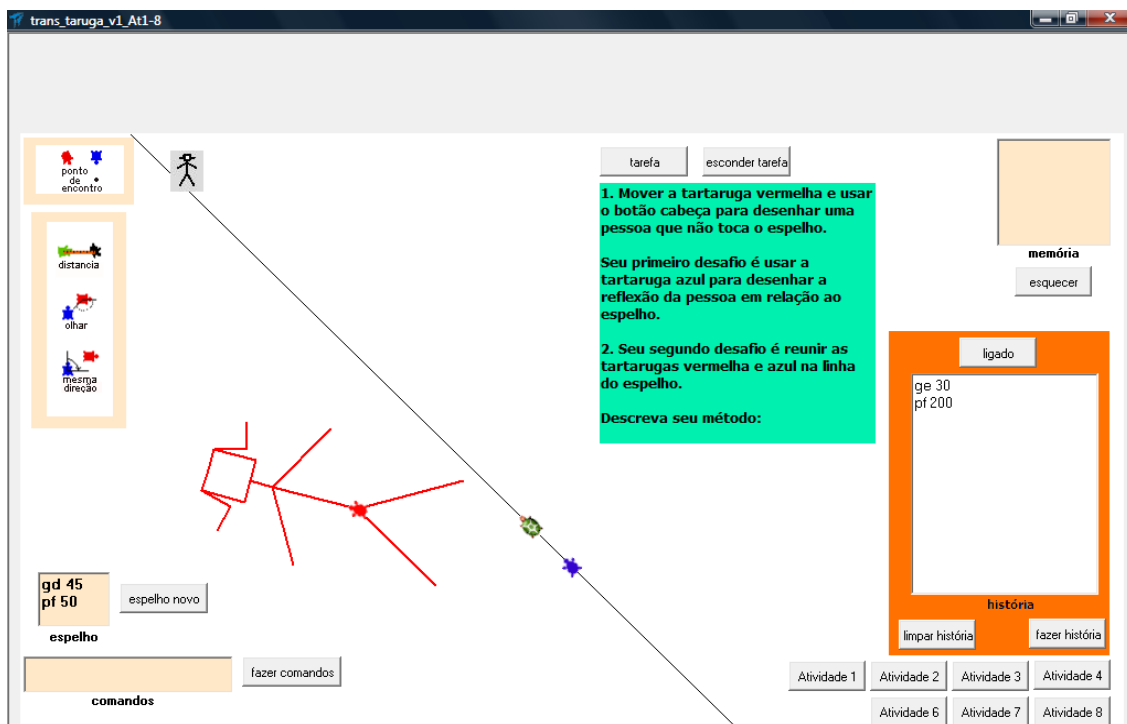


Figura 9 – Tela da Atividade 5.

A primeira parte dessa tarefa consistia em movimentar a tartaruga vermelha deslocando-a do espelho e depois clicar no botão “cabeça” de maneira que o desenho da pessoa palito não tocasse no espelho, a Figura 9 representa essa situação. Importante destacar que, em comum com as Atividades de 1 a 4, nesta atividade também as duas tartarugas começam no mesmo ponto.

Agora os alunos tinham que desenhar a reflexão dessa pessoa palito em relação ao espelho só que utilizando a tartaruga azul. A diferença principal entre essa atividade e a Atividade 4 era que enquanto que a Atividade 4 envolveu a construção de *um* desenho simétrico – a personagem cabeça – nesta atividade pretende privilegiar as relação entre os dois desenhos e o eixo. Na segunda parte da tarefa os alunos tinham que promover, mais uma vez, a

reunião das tartarugas no espelho (eixo de simetria) e registrar o método utilizado para a realização das tarefas.

ATIVIDADE 6

Nesta Atividade, inicialmente os alunos tinham que arrastar a tartaruga vermelha deslocando-a do eixo de simetria e clicar no botão “*cabeça*” dessa forma a tartaruga vermelha desenharia uma pessoa palito que não deve tocar no eixo de simetria. Assim, os comandos especificando a relação dessa tartaruga com o eixo não estão disponíveis na caixa história, sendo necessário a utilização das ferramentas de medida (“*olhar*” e “*distância*”) para realizar a tarefa de desenhar a reflexão da pessoa palito em relação ao eixo dado (espelho) com a tartaruga azul.

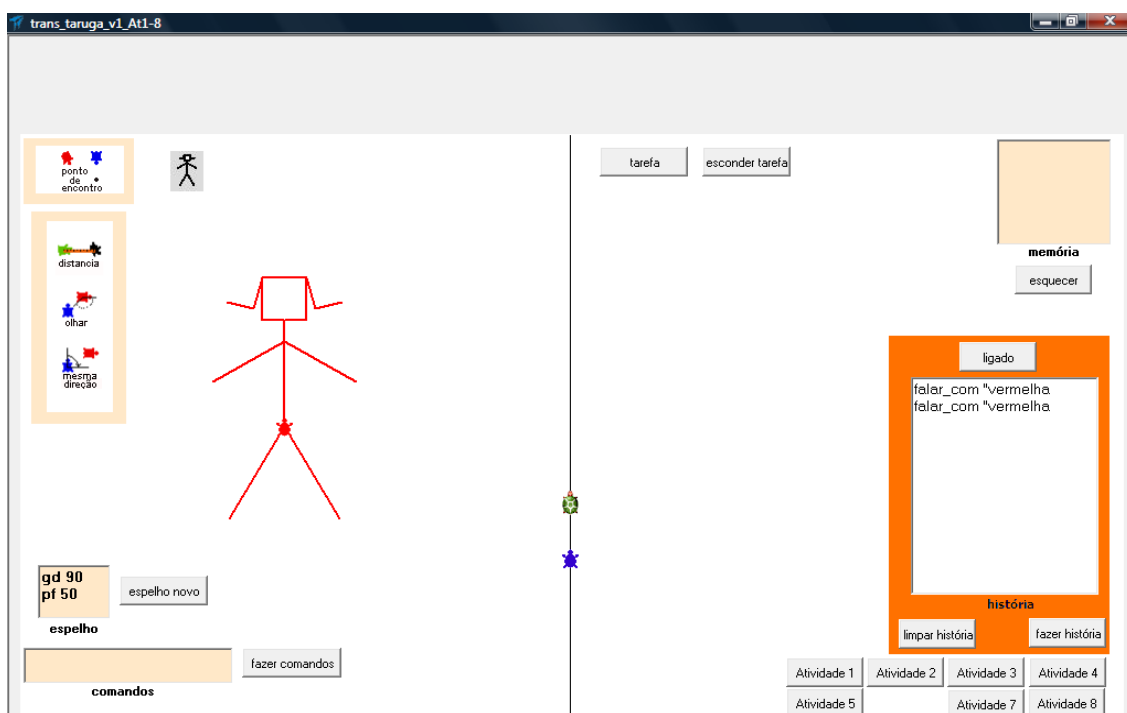


Figura 10 – Tela da Atividade 6.

Depois de fazer a reflexão com a tartaruga azul os alunos tinham que explicar o método utilizado para desenhar a outra pessoa palito.

Na segunda etapa dessa atividade os alunos precisavam validar seu método modificando a inclinação do espelho (eixo de simetria) e verificar se

uma pessoa palito continuava sendo a reflexão da outra apesar da mudança na inclinação do espelho. E para finalizar eles tinham que reunir as tartarugas no espelho.

ATIVIDADE 7

Nessa atividade os alunos não visualizam o eixo de simetria (Figura 11), mas foram informados que a tartaruga azul é a imagem da tartaruga vermelha, e que o desafio agora é desenhar o eixo de simetria ou espelho no lugar certo. Uma possível estratégia de resolução envolveria a construção do ponto médio das tartarugas e a percepção que o segmento ligando elas é perpendicular ao eixo de simetria. No micromundo, esta estratégia envolveria o uso da ferramenta *distância* para obter a distância entre as tartarugas vermelha e azul e o uso da ferramenta *olhar* para virar uma dessas tartarugas para olhar na outra. Em seguida, seria necessário mandar esta tartaruga PF (*para frente*) metade da distância obtida e finalmente girar GD ou GE 90 para se posicionar corretamente para desenhar o eixo. Uma segunda possibilidade seria usar o fato de que o eixo representa a bissetriz do ângulo formado no encontro das trajetórias das tartarugas vermelha e azul. Para realizar esta estratégia, uma opção seria utilizar a ferramenta *Ponto de encontro* para criar um ponto no qual as tartarugas se encontram no eixo, e em seguida mandar uma das tartarugas para frente a distância entre ela e esse ponto. Usando a ferramenta *mesma direção*, descobrir o ângulo necessário para esta tartaruga virar para a mesma direção da outra. Metade da medida deste ângulo seria a posição correta que a tartaruga deveria girar para desenhar o eixo. Outra opção, ainda usando a ferramenta *Ponto de encontro*, que talvez seria mais acessível, envolve a criação de vários pontos de encontro, mantendo as tartarugas azul e vermelha sempre em posições simétricas.

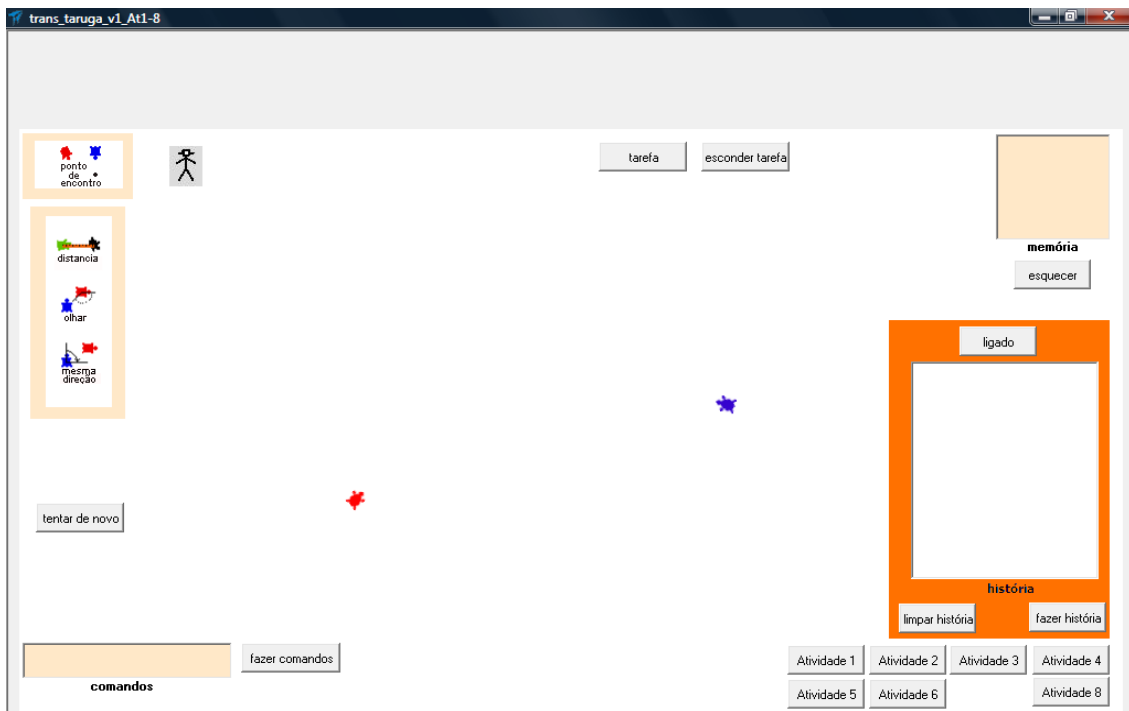


Figura 11 – Tela da Atividade 7.

Após realizar o desenho do eixo de simetria os alunos deverão descrever o método utilizado para tal construção.

Neste capítulo apresentamos os dados coletados ao longo das três sessões de pesquisa, cada uma com duração aproximada de 2hs.

ANÁLISE DOS DADOS

As atividades de pesquisa foram estruturadas em torno de três principais ideias matemáticas. Decidimos apresentar nossa análise considerando as interações dos alunos com estas ideias, explorando suas tentativas de internalizá-las. **Ideia 1** é relacionada com a noção de simetria que foi investigada em atividades que tem como foco principal as trajetórias simétricas das tartarugas azul e vermelha nas situações na qual elas iniciaram no mesmo ponto sobre o eixo de simetria. A resolução destas atividades depende principalmente da identificação da relação entre os comandos utilizados para a trajetória inicial e os comandos que produzirá sua imagem (Atividades 1,2 e 3). **Ideia 2** envolve atenção às relações entre as tartarugas azul, vermelha e o eixo de simetria e o desenvolvimento de estratégias para reunir tartarugas simétricas no eixo de simetria (Atividades 4, 5 e 6). **Ideia 3** centra-se mais explicitamente no posicionamento do eixo de simetria entre duas tartarugas simétricas, esta **ideia** envolve às mesmas propriedades matemáticas da Ideia 2, mas sua expressão acontece em uma forma diferente (Atividade 7).

Para cada *Ideia* concentramos principalmente nos processos de resolução da dupla Pedro e Daniel, ambos surdos, para conhecermos mais sobre os processos de coordenação dos vários meios de mediação que contribuíram para as suas estratégias de resolução. Incluímos descrições das interações com as outras duplas quando estas são importantes para entender as atividades de Pedro e Daniel.

3.1 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Para coletar os dados, durante cada sessão de pesquisa capturamos, usando o software Camtasia, a tela e imagens de webcam do notebook

utilizado por cada dupla. Também fizemos uso de 3 filmadoras para gravar todas as atividades corporais das duplas que incluíram pelo menos um aprendiz surdo. Estas filmagens adicionais foram necessárias para não perdermos aspectos de suas comunicações por meio da Libras.

Tivemos dois momentos de análise de dados, a análise preliminar e a análise retrospectiva. A análise preliminar aconteceu imediatamente depois de cada sessão de pesquisa e procurou-se refletir sobre as atividades realizadas e as interações entre os aprendizes com intuito de planejar eventuais modificações para a próxima sessão. O segundo momento de análise aconteceu depois da coleta de todos os dados. Esta análise retrospectiva buscou, de forma geral, identificar e compreender os processos de mobilização e apropriação de conhecimentos sobre simetria e reflexão que ocorreram durante a interação com o micromundo Transtaruga. Delineamos alguns aspectos para nortear nossas considerações dessas interações, definindo seis categorias para usar na organização dos dados. Estas categorias são:

- As estratégias utilizadas pelos alunos para o desenvolvimento das Atividades;
- As dificuldades apresentadas pelos alunos durante a utilização do micromundo Transtaruga;
- As propriedades relacionadas à simetria e reflexão expressas durante as interações com o micromundo e as formas de sua expressão (linguagem formal do Logo, língua falada, língua de sinais e também o uso de gestos);
- As particularidades associadas ao uso da língua de sinais como uma forma de mediar à apropriação de noções matemáticas;
- As principais ações, decisões e interações dos pesquisadores;
- Aspectos nos comportamentos dos aprendizes indicativos de sintonicidade entre as representações exploradas e seus corpos e egos.

3.2 IDEIA 1: “CONSTRUINDO TRAJETÓRIAS SIMÉTRICAS”

(Atividades 1, 2 e 3)

As tartarugas azul e vermelha iniciaram em cada uma dessas atividades no mesmo lugar do eixo de simetria. E nossa preocupação principal era fazer com que os alunos percebessem que para construírem trajetórias simétricas eles precisavam trocar os comandos de giro GD por GE e vice e versa.

3.2.1 ATIVIDADE 1

Iniciamos a apresentação do ambiente Transtaruga aos alunos e os informamos que esse é um ambiente (micromundo) inédito criado especialmente para eles que ninguém no mundo o utilizou e que possivelmente teremos alguns problemas (*Bugs*).

Explicamos que na tela aparecem três tartarugas a verde desenhou o espelho e em baixo da vermelha está à azul e que vamos usar as tartarugas vermelha e azul para criar desenhos. Essas tartarugas entendem uma linguagem chamada LOGO e algumas poucas palavras como: “para frente” seguida de um número, “para trás”, “girar para direita” e “girar para esquerda”.

Pedimos para eles clicarem na tartaruga vermelha e observar que o comando “*falar_com* “*vermelha*” deve aparecer na caixa “*história*”. Pedimos para a tartaruga vermelha ir para frente 100 (PF 100), indicando o local onde eles deveriam digitar o comando e em seguida pedimos que a tartaruga gire para a esquerda 90 (GD 90). Depois explicamos que a tartaruga carrega um lápis e que para por o lápis no papel é necessário pedir para a tartaruga usar o lápis digitando o comando (UL). Como seu próximo passo, a tartaruga vermelha foi para frente 100 (PF 100), deixando na tela um traço vermelho. Lançamos a questão onde deve ser o traço que a tartaruga azul tem que fazer para ser um traço simétrico ao da tartaruga vermelha.

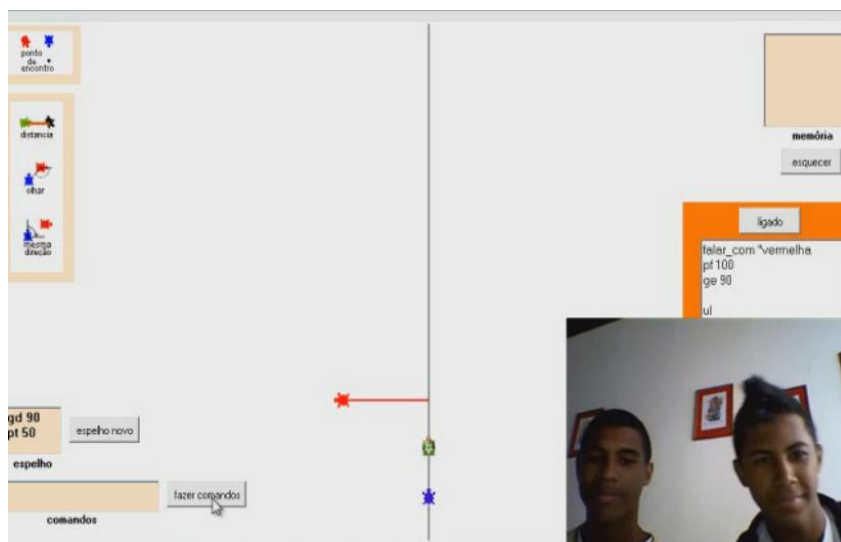


Figura 12 – Tela da tarefa antes dos alunos efetuarem a reflexão com a tartaruga azul (introduzindo comandos).

Nesse momento tivemos dificuldade para apresentar o termo “simetria” em Libras. Não sabíamos se tinha um sinal próprio para essa palavra e quando a interprete estava traduzindo nossa fala para a Libras ela usou o sinal de igual, o que para nós não seria o sinal mais adequado, pois queremos que os alunos identifiquem essa propriedade nas imagens simétricas.

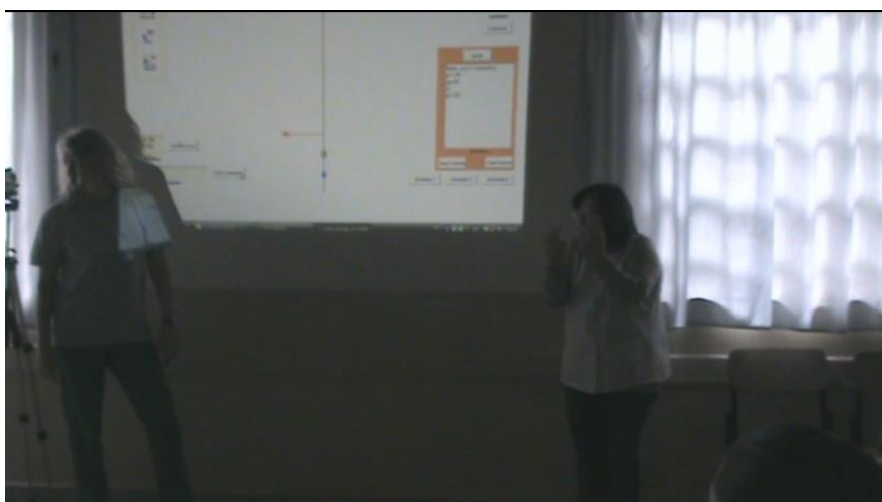


Figura 13 – Interprete fazendo o sinal de igual em Libras.

Neste momento, tivemos que decidir como prosseguir. Poderia ter digitado a palavra letra por letra, soletrando ela em Libras, mas julgamos que

isso não ajudaria os alunos a entender o que estava sendo pedido. Assim decidimos trabalhar com a ideia de imagem no espelho (reflexão), e no lugar da palavra “simétrico”, a intérprete usou o sinal de espelho e sinalizou que era para imaginar que a linha vertical era um espelho e sua tarefa era fazer a imagem do traço vermelho neste espelho. De certa forma, esta decisão enfatizou algumas das escolhas feitas durante o design do micromundo, ou seja, a ideia de associar o espelho com o eixo de simetria, que foi já incorporada no micromundo. Entretanto, talvez esta associação não fosse percebida inicialmente pelos alunos surdos – eles ainda não tinham se comunicado explicitamente com a tartaruga chamada “espelho” e talvez nem tinham reconhecido ainda esta palavra na tela do micromundo.

Nas Figuras 14 a 18, apresentamos a sequência de sinais utilizados para explicar a tarefa. Na Figura 14, uma linha vertical é sinalizada e depois associada com a linha que é sua correspondente na tela (Figura 15).



Figura 14 – Intérprete fazendo o sinal de linha, reta.

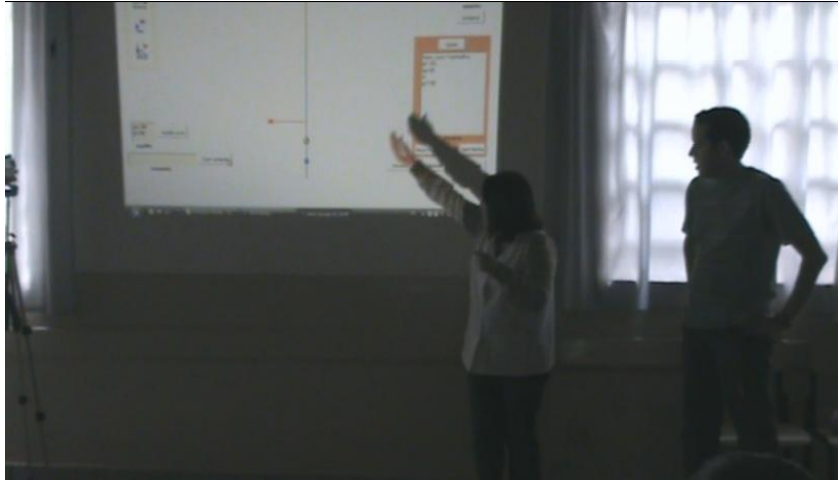


Figura 15 – Interprete mostrando na tela a linha, reta a qual se referia.

Em seguida, ela faz o sinal de espelho, insinuando que a linha na tela representa um espelho (Figura 16)

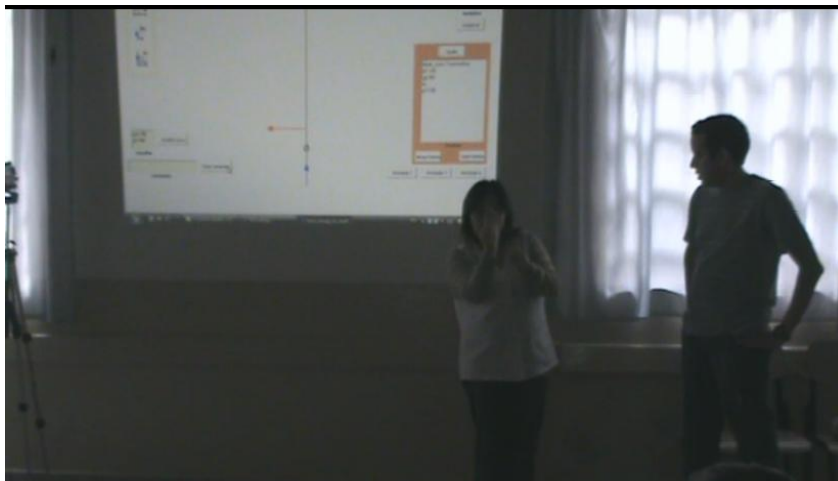


Figura 16 – Interprete fazendo o sinal de espelho.

No seu próximo sinal (Figura 17), ela sinaliza o traço vermelho, e em seguida questiona como fazer sua imagem (Figura 18).



Figura 17 – Interprete sinalizando o traço feito pela tartaruga vermelha.

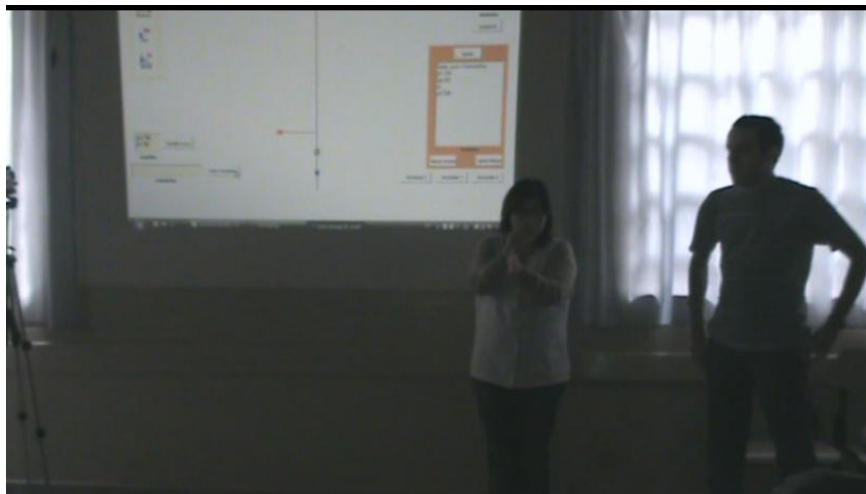


Figura 18 – Interprete sinalizando a questão: “Como fazer o traço do outro lado do espelho?”.

O fato de não sabermos o sinal para simetria, foi por um momento, um limitador na comunicação, porém a ausência desse sinal não impediu que os alunos realizassem a tarefa. Na ausência de um sinal específico, tivemos que rapidamente redesenhar nosso discurso e isso foi possível devido à metodologia utilizada “*Design Experiments*” que permite aos pesquisadores um movimento de constantes intervenções ao longo das atividades, na busca de atingir os objetivos específicos da tarefa em questão.

Após essa modificação e ajustamento nos sinais os alunos compreenderam a tarefa a ser realizada e obtiveram sucesso no desenvolvimento da mesma.

Antes de iniciar a segunda atividade fizemos uma retomada de todos os comandos que os alunos poderiam pedir para as tartarugas executarem com o objetivo de promover a familiarização entre esses comandos e os aprendizes, visto que alguns alunos, e particularmente aqueles das duplas compostas por dois alunos surdos, ainda demonstravam alguma dificuldade com os referidos comandos. Talvez essa dificuldade tenha relação com o fato de que os comandos são no formato de siglas como (PF) que significa “*Para Frente*”. Para o aluno ouvinte é realmente fácil associar a sigla as duas palavras – os sons “P” e “F” iniciam as palavras em questão. Essa relação não é tão direta para o aluno surdo, e especialmente o aluno surdo que utiliza Libras, acreditamos que esse fator (domínio limitado da língua portuguesa) pode ter dificultado inicialmente a aquisição dos comandos por parte desses alunos.

A segunda tarefa foi iniciada mostrando aos alunos como limpar a tela e a história para fazer um novo desenho. No Data-show, e juntos com os alunos, a tartaruga vermelha segue uma sequência de comandos passo a passo. Dessa forma, na tela do computador tínhamos a imagem do caminho que a tartaruga vermelha tinha desenhado e na caixa “*história*” os comandos utilizados foram registrados. O desafio dos alunos era fazer, usando a tartaruga azul, a reflexão do desenho, que a tartaruga vermelha fez (Figura 19).

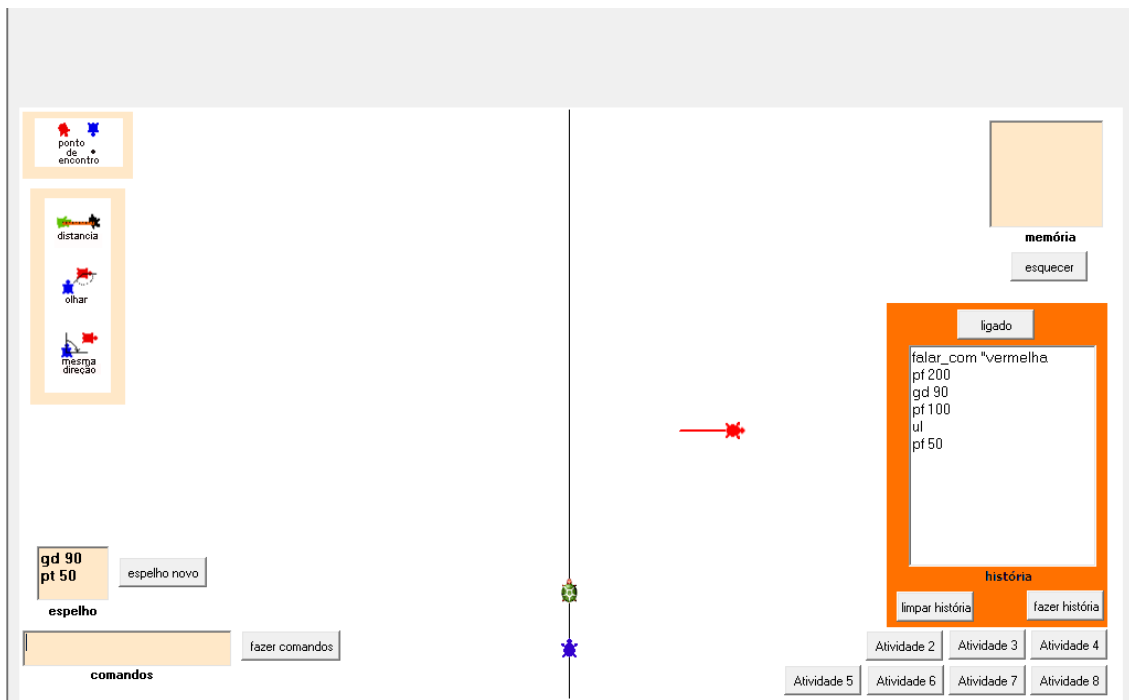


Figura 19 – Tela da segunda tarefa (introduzindo os comandos).

Durante a realização dessa tarefa percebemos uma grande interação entre Pedro e Daniel, notamos também que a dupla ainda estava com alguma dificuldade na utilização dos comandos, pois se confundiram digitando PT ao invés de PF (Figura 20) e com isso a tartaruga vermelha estava numa posição que não permitiria, de acordo com os comandos solicitados pelos pesquisadores, que a tartaruga azul fizesse a reflexão correta de seu caminho.

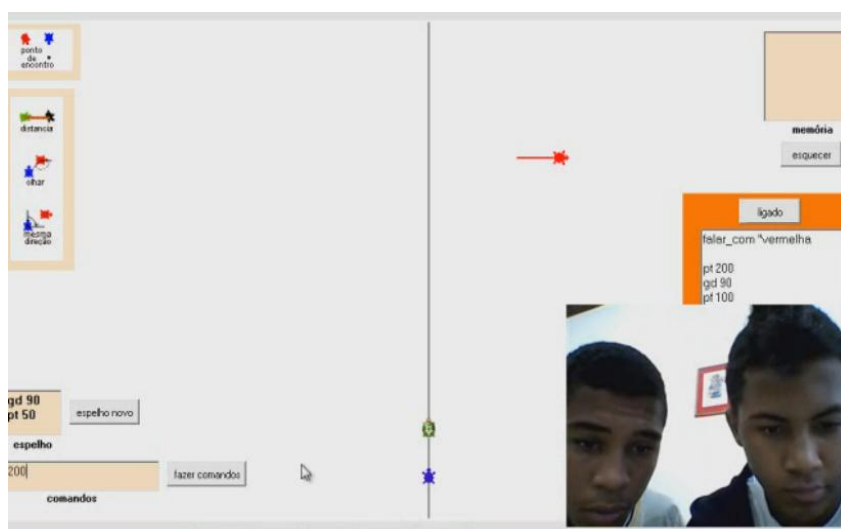


Figura 20 – Tela da segunda tarefa, onde os alunos digitaram PT ao invés de PF.

Quando Pedro e Daniel foram fazer a reflexão do desenho usando a tartaruga azul digitaram o comando PF e a tartaruga se deslocou corretamente, mas em relação à tartaruga vermelha não tínhamos uma reflexão. Os alunos percebem que não tinham completado ainda a reflexão e Pedro, usando gestos, sinaliza como deveria ser o desenho na tela do computador (Figura 21), demonstrando assim que em seu pensamento já tinha a representação da tarefa em andamento, mas por terem usado um comando errado no início da tarefa o que ele via na tela do computador era diferente daquilo que ele tinha construído mentalmente. Incorporado no gesto de Pedro estão algumas propriedades associadas com reflexão, ou seja, o gesto que ele usou é simétrico – talvez um candidato interessante para o sinal que estava faltando no nosso discurso.



Figura 21 – O aluno Pedro usando gestos para representar a reflexão que eles deveriam fazer usando a tartaruga azul.

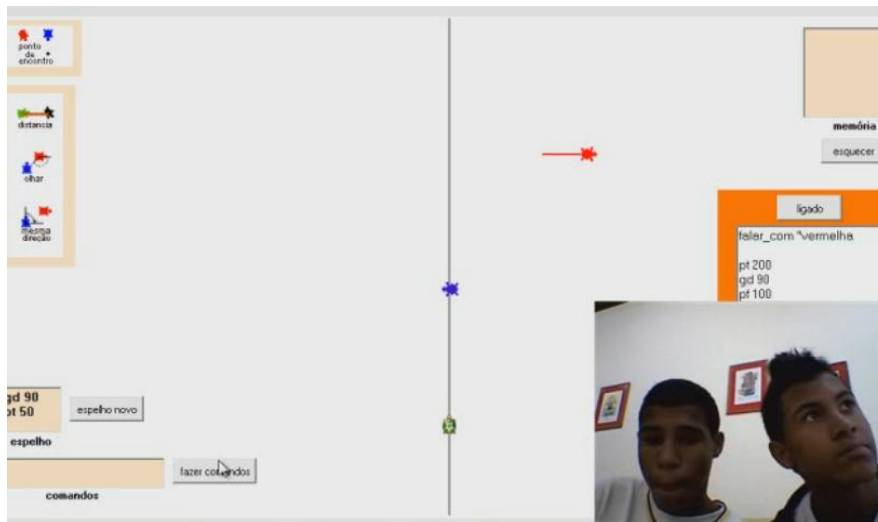


Figura 22 – Percebendo que a Atividade estava errada devido à posição da tartaruga azul com digitação de PF e não de PT no caso da tartaruga vermelha que está na posição errada.

Os alunos Pedro e Daniel recomeçam a atividade com auxílio do professor Heliel que, por meio da Libras, sinalizou que os comandos a serem utilizados estavam escritos na lousa dando o comando inicial (PF 200). Os alunos estavam reconstruindo a atividade conversando muito um com o outro trocando ideias, mas em dado momento eles estavam com dificuldade para fazer o traço com a tartaruga azul (Figura 23), foi quando o professor Heliel perguntou em Libras o que faltava fazer e Pedro sinalizou que faltava fazer o traço (caminho que a tartaruga faz) e novamente o professor interferiu perguntando como fazia para usar o lápis e o aluno Pedro respondeu (UL) esse comando faz com que a tartaruga use o lápis para desenhar o traço em questão. Os alunos tinham dado o comando para a tartaruga usar o lápis, porém o traço ainda não tinha sido desenhado então o professor Heliel interferiu

Heliel: *Agora falta o que? Falta o traço?*

Pedro: *O traço nada* (ou seja, ele indica que um traço não foi ainda realizado), *parece PF 50.*

Os alunos digitaram esse comando e sinalizaram positivamente OK. Os lados do desenho estavam iguais e acreditamos que eles associaram simetria como sendo dois desenhos idênticos nesse caso. O professor sinalizou

parabéns para os alunos, Daniel ressaltou que o comando foi PF 50, ambos demonstraram bastante alegria por terem concluído com sucesso a tarefa proposta.

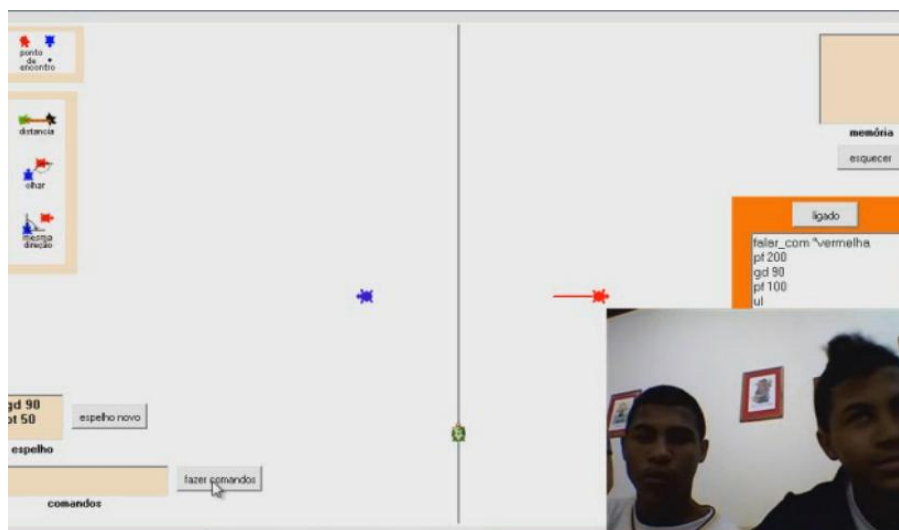


Figura 23 – Tarefa em andamento, mas foi realizada com sucesso.

Durante essa tarefa os alunos Pedro e Daniel estavam tão preocupados e concentrados em sua realização que nem deram atenção para seus colegas que foram à frente da classe explicar sua maneira de fazer a reflexão. Durante esta discussão, Sueli e André apresentaram seu método e explicaram que a imagem simétrica da trajetória da tartaruga vermelha poderia ser construída pela tartaruga azul usando os mesmos comandos, mas trocando os sentidos dos giros (ou seja, GD para GE e vice versa). Eles usaram linguagem oral, mas suas colocações foram traduzidas para Libras. Como Pedro e Daniel estavam tão envolvidos na sua própria tarefa, perderam completamente esta discussão.

Depois a dupla completou a reflexão, o próximo passo era mudar a inclinação (ângulo) do espelho e testar se a mesma história (utilização dos mesmos comandos) continuariam a produzir imagens simétricas corretas mesmo tendo modificado a inclinação do eixo de simetria. Os alunos fizeram a mudança na inclinação do eixo de simetria com sucesso, porém quando foram dar o clique no botão “fazer história” clicaram no botão “limpar história” e assim perderam a história (desenho da reflexão) que já haviam realizado. Novamente, a dificuldade na leitura da língua portuguesa interferiu no andamento da atividade dos alunos e foi apenas depois de testar os botões que os alunos

perceberam suas funções. Neste caso, talvez porque o resultado de clicar no botão errado era instantâneo e radical, (pois o desenho sumiu da tela instantaneamente após o clique no botão errado) os alunos aprenderam rapidamente qual era a função de cada um dos dois botões da caixa “história” .

3.2.2 ATIVIDADE 2

Para iniciar a segunda atividade os alunos clicaram no botão tarefa e efetuamos a leitura e interpretação da tarefa em Libras, que consistia mais uma vez em mover a tartaruga azul criando um caminho simétrico ao caminho da tartaruga vermelha em relação ao espelho. Pedro e Daniel começaram a movimentar a tartaruga azul usando, inicialmente, os valores relacionados na caixa *história*, entretanto, confundiram a ordem dos comandos (para a tartaruga vermelha os alunos usaram respectivamente os comandos de deslocamento PF 100 e PF 120, já para a tartaruga azul usaram respectivamente PF 120 e PF 100). Como eles não utilizaram os mesmos valores dos comandos dados para as tartarugas vermelha e azul, as duas trajetórias não eram congruentes (Figura 24).

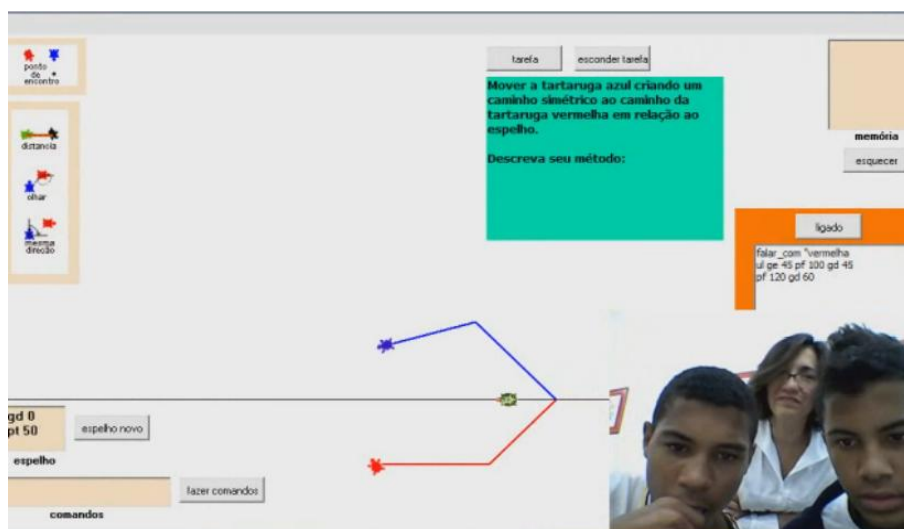


Figura 24 – Tentativa de fazer com a tartaruga azul a reflexão da trajetória desenhada pela tartaruga vermelha.

Ao observarmos a tarefa de ambos, a pesquisadora Lulu pediu para o professor Heliel perguntar para eles se o desenho que foi feito pela tartaruga

azul estava correto (Figura 25). O professor enfatiza que os alunos devem observar o traço desenhado pela tartaruga azul, o tamanho desse traço e mesmo assim eles responderam que o desenho estava correto.



Figura 25 – Professor Heliel perguntando se a reflexão dos alunos estava correta.

Então perguntamos qual era o problema daquele desenho, pois apesar deles afirmarem que estavam corretos os números utilizados ao longo dos comandos não possibilitava que o traçado desenhado pela tartaruga azul fosse simétrico ao traçado desenhado pela tartaruga vermelha. Pedro e Daniel estavam construindo a reflexão com a tartaruga azul baseados em aspectos visuais. Acreditamos que nos alunos surdos esse aspecto é bastante forte e talvez por isso eles não tenham sido influenciados pelo registro da tartaruga vermelha na caixa “história”. Foi então que o professor Heliel sugeriu que eles apagassem a parte da história referente à tartaruga azul e iniciassem novamente a tarefa prestando atenção no desenho feito pela tartaruga vermelha para depois construírem o seu desenho utilizando a tartaruga azul.

A partir dessas orientações eles concluíram a atividade. Então pedimos para os alunos expressarem como eles realizaram a tarefa, percebemos que eles estavam reproduzindo os comandos utilizados e usando as mãos para representar o desenho (traçado) feito pela tartaruga, porém não demonstraram

relacionar os comandos da tartaruga vermelha para construir um caminho simétrico com a tartaruga azul nem que para que o caminho fosse simétrico os comandos GE e GD deveriam ser trocados. Acreditamos que nessa etapa do estudo os alunos Pedro e Daniel estavam apoiando suas ações na construção visual do desenho feito pela tartaruga por meio dos comandos que ela executa.

Motivados pelo fato de que Pedro e Daniel ainda apresentavam dificuldade em trabalhar com os comandos do Micromundo “*Transtaruga*”, os professores pesquisadores Lulu e Heliel começaram a simular as atividades das tartarugas do micromundo. Ainda assim, no início, os alunos não perceberam que os comandos a serem dados precisavam ter a mesma medida, mas com uma direção contrária para que a construção fosse simétrica. De fato, eles sabiam a direção, indicando corretamente com suas mãos, mas não estavam ainda associando estes movimentos com os comandos correspondentes, ou seja, os alunos demonstravam estarem bastante ligados na percepção visual dos movimentos de Heliel e Lulu e não na percepção dos comandos que eles estavam executando. Novamente, para os alunos que utilizaram português falado, as conexões entre os comandos GD e GE, as palavras “girar para direita” e as “girar para esquerda” e giros físicos acontecerem automaticamente, mas para Pedro e Daniel as mesmas conexões requeriam mediação explícitas, esta vez, por parte dos professores e pesquisadores. Após algumas simulações os alunos perceberam que os comandos relacionados ao traçado que as tartarugas deviam fazer tinham que ter o mesmo comprimento (tamanho) e que os movimentos relacionados a medida angular também deveriam ter a mesma medida, mas com sentido contrário. Acreditamos que quando estávamos simulando ser as tartarugas nossos corpos assumiram o papel de instrumento mediador possibilitando que os alunos aprendessem a partir dos movimentos desenhados por eles. Nessa perspectiva podemos dizer ainda que segundo Papert (1986) a sintonicidade entre os corpos e os envolvidos nessa atividade contribuiu para a aprendizagem dos alunos uma vez que é por meio da percepção dos movimentos corporais que se manifesta a sintonicidade entre os objetos do micromundo e as pessoas que estão os imitando.

No término desta sessão observamos um diálogo interessante iniciado por Daniel perguntando para Pedro “se ele sabia”, nossa interpretação é que ele estava perguntando se Pedro entendeu a atividade. Pedro responde dizendo que entendeu e começa recordar alguns comandos já utilizados por eles. Daniel utiliza seu dedo indicador esquerdo para simular uma das tartarugas do micromundo (Figura 26), seguindo os comandos sinalizados (Libras) por Pedro. Em seguida Pedro, também imita o micromundo usando seus dedos indicadores para representar as tartarugas. Os alunos parecem estar desafiando um ao outro, e ambos mostram que, como os pesquisadores, eles podiam assumir o papel da tartaruga.

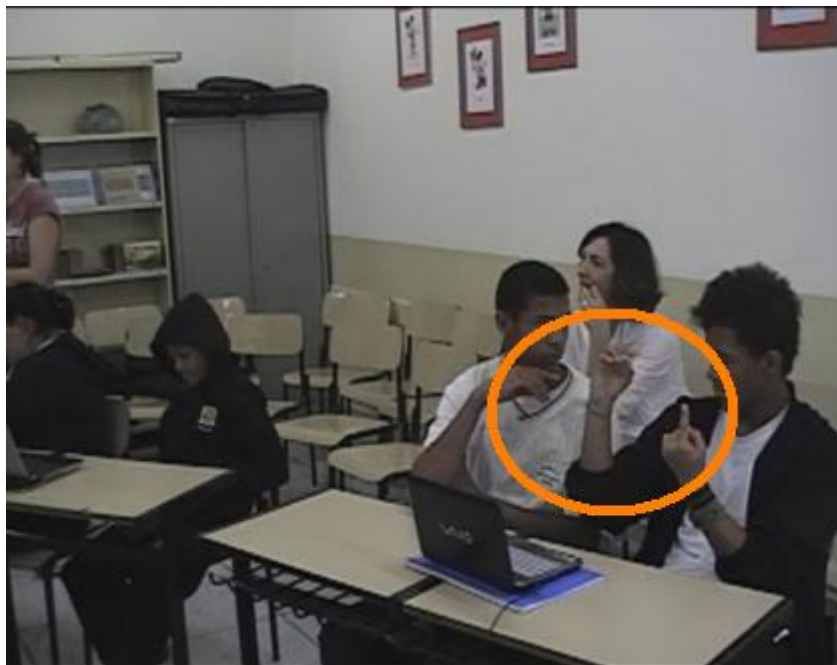


Figura 26 – Daniel usando seu dedo para imitar uma das tartarugas do micromundo Transtaruga.

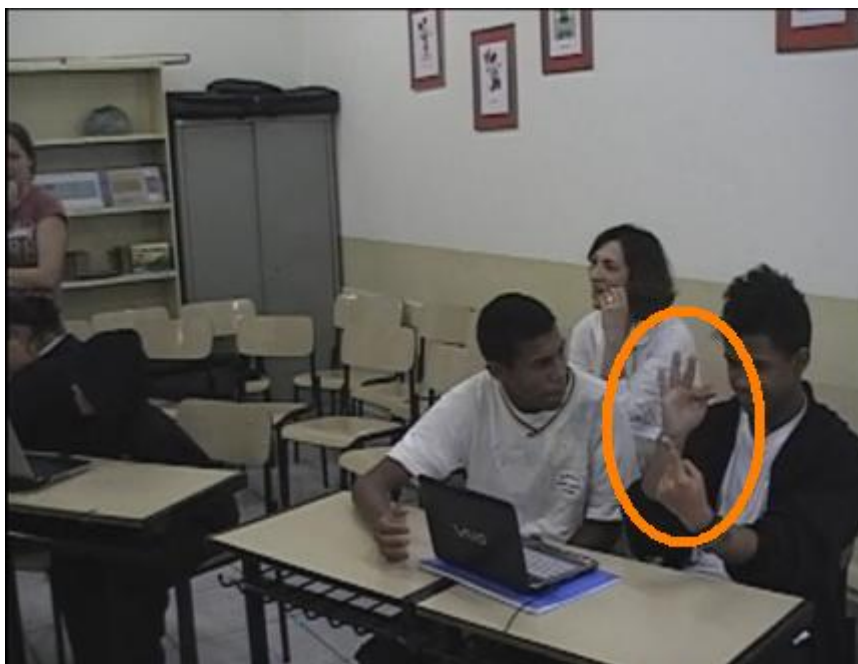


Figura 27– Daniel sinalizando o comando PF 200.

Na Figura 27 Daniel sinaliza o comando PF 200 e executa tal comando utilizando sua mão esquerda fazendo um movimento que traz sua mão para perto de seu ombro, podemos observar esse movimento na Figura 28.



Figura 28 – Pedro digitando o comando PT 100.

Pedro tem que sinalizar para Daniel (Figura 28) o comando que ele deve fazer com a outra mão para que haja simetria na situação criada por Daniel.

Como no micromundo só que agora as mãos dos alunos cumprem o papel das tartarugas.



Figura 29 – Daniel sinalizando que Pedro deu o comando errado.

Pedro sinaliza para Daniel que ele deve executar o comando PT 100 e ele sinaliza negativamente e repete para Pedro T não, T, induzindo Pedro a corrigir seu comando (Figura 30) para PF.



Figura 30 – Daniel sinalizando T

Acreditamos que quando Daniel sinaliza para Pedro, T, colocando em dúvida tal comando ele faz com que Pedro reflita sobre esse comando. Neste

momento podemos ter uma evidência que a maneira como os alunos estavam agrupados pode ter favorecido a troca de conhecimento ao longo das atividades e dessa forma também contribuir para a aprendizagem matemática.

Apesar de Pedro ter percebido seu erro e em seguida ter sinalizado para Daniel o comando PF corretamente, quando digitou o valor do deslocamento que a mão de Daniel deveria realizar digitou o valor 100 e Daniel tinha dado o comando com o valor 200 (Figura 27).

Daniel efetua o deslocamento e Pedro o questiona (Figura 31), pois a posição das mãos não era simétrica, Daniel digita PF 200 lembrando o comando inicial e Pedro diz para Daniel, lembra você disse 100, e Daniel diz para ele "presta atenção na mão", apontando para a mão que realiza o primeiro comando, como no micromundo uma das tartarugas tinha feito um desenho e a tarefa era usar a outra tartaruga para fazer a reflexão daquele desenho.



Figura 31 – Pedro questionando Daniel sobre o deslocamento de sua mão.

Nesse caso o primeiro comando dado por Daniel e o movimento desenhado no ar desse comando era como o desenho feito pela primeira tartaruga no micromundo e o comando que Pedro tem que pedir para Daniel executar é como a reflexão que a outra tartaruga tem que fazer também em analogia com o micromundo. Para recomençar o desafio entre os alunos, Daniel

faz movimentos circulares com suas mãos simbolizando um recomeço e que eles apagassem o que já havia sido sinalizado antes (Figura 32).



Figura 32 – Apagando, desfazendo.

E inicia com o mesmo comando (Figura 27) agora Pedro digita corretamente PF 200 e eles continuam com Daniel movimentando sua mão esquerda desenhando no ar um giro de 90° (Figura 33).



Figura 33 – Daniel fazendo o movimento de giro com a mão.

Pedro não consegue dar o comando simétrico a esse e Daniel ajuda seu amigo concluindo a tarefa em conjunto.

Esse diálogo entre os alunos demonstra fortemente que ambos estão envolvidos no trabalho com o micromundo “*Transtaruga*” e que esse micromundo foi incorporado pelos alunos uma vez que eles utilizaram suas mãos e braços para imitar os seus objetos, fazendo assim uma relação entre os objetos, seus comportamentos, e seus corpos – os alunos estão utilizando seus corpos para se apropriarem de conceitos matemáticos, mais uma indicação da sintonicidade corporal descrita por Papert (1986).

3.2.3 ATIVIDADE 3

Essa atividade foi realizada apenas pelas duplas Nara e Tatiana e André e Sueli, já que as outras duplas demoraram mais para finalizar a atividade anterior. Cada dupla criou uma trajetória que foi dada a outra para que fizessem a reflexão. Em ambos os casos, a trajetória simétrica foi traçada sem dificuldade usando a estratégia de inverter os comandos de giros.

3.2.4 RETOMANDO A ATIVIDADE 2

Antes de iniciarmos as atividades relacionado à *Ideia 2*, retomamos com o grupo inteiro a Atividade 2 com o objetivo de relembrar os comandos já utilizados e destacar a *Ideia 1*.

Fixamos uma fita adesiva no chão para recriar o eixo de simetria ou espelho (Figura 34) do micromundo e os alunos foram convidados a serem as tartarugas. Dessa forma estávamos dando vida aos objetos do Micromundo Transtaruga.



Figura 34 – Fita adesiva representando o eixo de simetria.

André e Sueli foram os primeiros voluntários a assumirem o papel das tartarugas (Figura35). Nessa primeira parte da atividade Sueli, que representou a tartaruga vermelha, executava os comandos que estavam na lousa bem como na caixa história do micromundo. A pesquisadora Lulu falava os comandos e Sueli os executava, as demais duplas de alunos repetiam os comandos no ambiente “*Transtaruga*”, a imagem que aparecia projetada na lousa era do computador da dupla Tatiana e Nara.

Dando continuidade a essa atividade, os alunos tinham que dar os comandos para o aluno André, que representava a tartaruga azul, e ele tinha que executar desenhando um caminho que fosse a reflexão do caminho desenhado por Sueli.

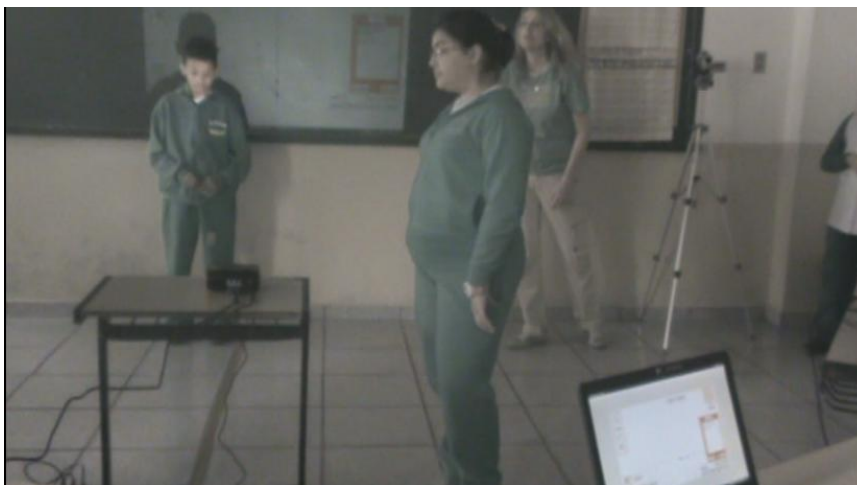


Figura 35 – Sueli e André imitando as tartarugas.

A cada comando dado pelos alunos nós os questionávamos se o comando estava correto e se todos concordavam quanto a esse comando. Quando algum aluno não concordava com o comando dado por outro aluno, esse tinha que oferecer para seus colegas um outro comando (Figuras 36 e 37) e convencê-los do porque de seu comando ser o correto.



Figura 36 – A aluna Nara (ouvinte) explicando um comando em Libras.



Figura 37 – O aluno Daniel explicando o seu comando para os outros alunos.

A dupla Aline e Lara demonstrou ter maior dificuldade na compreensão dos comandos que a tartaruga azul (André) deveria executar para desenhar a reflexão em relação a tartaruga vermelha (Sueli), e nas tentativas de Pedro e Daniel para explicar, Daniel fez um sinal desconhecido (Figura 38). O questionamos sobre o significado desse sinal, o mesmo nos explicou dando a entender que significava refletir ou reflexão. Mais precisamente, Pedro e Daniel estavam tentando explicar que a tartaruga azul deveria usar os mesmos passos da vermelha, invertendo a direção dos giros, para garantir uma trajetória simétrica. Para relacionar simetria com a questão de direita e esquerda, ele usou como exemplo a simetria do próprio corpo, batendo primeiro no ombro esquerdo e em seguida no ombro direito.



Figura 38 – O aluno Daniel fazendo o sinal de reflexão.

Dessa forma percebemos que a dinâmica utilizada possibilitou o surgimento de um sinal até então desconhecido por nós. Quando os meninos finalizaram sua explicação Aline e Lara indicaram que entenderam o sinal que Daniel utilizou para representar a reflexão, mas Lara sugeriu um sinal que envolveu um movimento de giro com sua mão, podemos observar na Figura 39. Dessa forma os alunos parecem estar construindo suas formalizações pessoais para suas respostas.

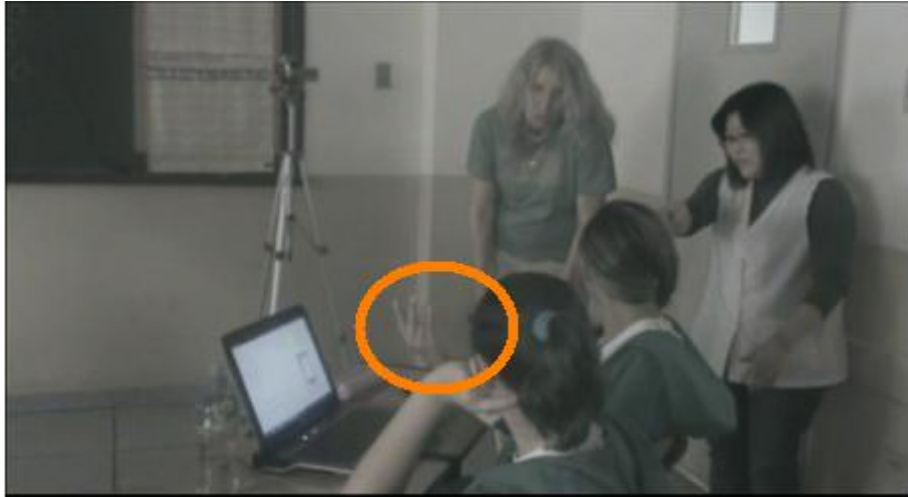


Figura 39 – A aluna Lara fazendo o sinal de refletir.

3.3 REFLEXÕES SOBRE A *IDEIA* “CONSTRUINDO TRAJETÓRIAS SIMÉTRICAS”

No fim da primeira sessão podemos perceber que os alunos já estavam um pouco mais íntimos da linguagem LOGO, utilizada para se comunicarem com as tartarugas.

Percebemos ainda que a ausência de sinais específicos como o de “simetria” pode ser um limitador momentâneo na comunicação, mas que rapidamente essa comunicação é restabelecida por meio de uma sequência de sinais, que explica ou contextualiza para dar significado ao sinal que não sabemos em Libras. Esta estratégia de criar um novo sinal para representar novas ações e ideias é uma atividade relativamente comum em interações entre pessoas surdas. Na criação do sinal para reflexão, vemos a natureza social deste processo: para explicar o sinal sendo sugerido, Daniel fez referências atividades que eles todas estavam participando, o papel do sinal, assim, é de representar e permitir comunicação sobre atividades compartilhadas.

Nesta forma, a ausência de sinal, por um lado, pode limitar e comprometer de certa forma a comunicação entre os envolvidos nos diálogos, mas, por outro lado, pode favorecer o surgimento de outros sinais mesmo que

seja um sinal que será utilizado particularmente para o grupo envolvido nas atividades em andamento. No caso deste estudo foi o que ocorreu na ausência de sinal para simetria e um aspecto marcante quando o grupo inteiro estava junto para discutir as atividades foi a negociação entre os alunos surdos de um possível sinal para representar esta palavra.

Podemos notar também que os alunos surdos demonstravam maior dificuldade em termos da apropriação dos comandos apresentados nessa fase do estudo, talvez por serem comandos no formato de siglas como (PF e PT) que representam “*Para Frente*” e “*Para Trás*” respectivamente ou no formato de palavras em alguns botões, que permitem uma associação imediata com a linguagem oral, os alunos ouvintes não apresentaram esse tipo de dificuldade.

Alguns alunos demonstraram ainda possuir dificuldades em perceber a conservação do deslocamento que as tartarugas deveriam realizar para que suas trajetórias fossem simétricas, mas que depois que o professor Heliel e a pesquisadora Lulu simularam ser as tartarugas, essa forma de explicar os comandos fazendo uso de seus corpos imitando os objetos do micromundo, contribuiu para que esses alunos percebessem tal propriedade. Temos então mais um indício de que a sintonicidade apontada por Papert (1986) pode favorecer a aprendizagem de conceitos matemáticos. Seguindo ainda nessa perspectiva notamos também que o fato dos pesquisadores imitarem os objetos do micromundo favoreceu a aprendizagem de que para desenhar a reflexão da trajetória de uma tartaruga os comandos (GE, GD e vice versa) deveriam ser trocados.

Em relação aos comandos de movimento (PF e PT) e de giro (GD e GE), observamos como para os alunos surdos foi necessário internalizar sua função através de várias investigações, que não aconteceram com os alunos ouvintes. Uma conjectura para explicar esta diferença envolve a noção de substituição de uma ferramenta por uma outra proposta por Vygotsky. Ou seja, para os ouvintes, que já estão acostumados associar o som de certas letras com palavras, ou comandos PF, PT, GE e GD foi fácil fazer tal relação e utilizar os comandos. Para os alunos surdos, foi o feedback (visual) e a encenação

corporal dos comandos (por eles e pelos professores) que permitiram a eles entender as funções respectivas destes comandos.

Nossas análises em relação a esta primeira *ideia* sugerem que depois da discussão da Atividade 2 (retomada) todos os alunos entenderam como produzir trajetórias simétricas e as relações entre os giros e essas trajetórias.

3.4 IDEIA 2 “ENCONTRANDO NO EIXO” (Atividades 4, 5 e 6)

Depois da retomada da Atividade 2 e antes da introdução da Atividade 4, quisemos introduzir algumas novas ferramentas do micromundo. Neste momento, Sueli e André ainda estavam no papel das tartarugas simétricas em relação o eixo de simetria traçado no chão (Figura 40). As três outras duplas tinha a mesma configuração nas suas telas (tartarugas vermelha e azul simétricas em relação ao eixo). A ferramenta “*ponto de encontro*” foi introduzida: imitando a funcionalidade desta ferramenta, Sueli e André andaram na mesma velocidade até seu ponto de encontro no eixo de simetria. Desenhemos um ponto neste local e depois eles retornaram as suas posições anteriores. No micromundo, o ponto de encontro é representado por um ponto preto no local onde as tartarugas se encontrarem. Os outros alunos realizaram essa tarefa nos laptops e visualizaram o ponto sem dificuldades. Em seguida explicamos como eles fariam para descobrir a distância entre o ponto e a tartaruga vermelha, utilizando para isso a ferramenta “*distância*”. Explicamos também que na caixa “*memória*” fica o registro dessa distância e pedimos aos alunos que dessem o comando para a tartaruga vermelha ir para frente o valor que estava registrado na caixa “*memória*”.

A aluna Sueli que estava representando a tartaruga vermelha também executou tal comando, e agora os alunos tinham que descobrir o comando necessário para que o aluno André que estava representando a tartaruga azul se encontrasse com a aluna Sueli, os alunos não encontraram grandes dificuldades na realização dessa tarefa, pedindo para André se movimentar a mesma distância percorrida por Sueli.

Neste momento, André e Sueli voltaram para seu computador e Tatiana e Nara (Figura 40) passaram a imitar as tartarugas.



Figura 40 – As alunas Tatiana e Nara imitando as tartarugas do Micromundo Transtaruga.

Apresentamos aos alunos a ferramenta “*olhar*” que poderia auxiliá-los em executar outra estratégia para fazer as tartarugas se encontrarem no eixo de simetria. Essa ferramenta nos fornece o ângulo que uma tartaruga deve girar para apontar para a outra. Nesse momento, solicitamos aos alunos que clicassem em “*olhar*” e escrevessem nos dois campos digitáveis que aparecem os nomes das duas tartarugas vermelha e azul. Esta instrução indica que queremos o ângulo que a tartaruga vermelha deve girar para apontar para a azul. Quando os alunos efetuaram este comando nos seus notebooks, obtiveram como informação na caixa “*memória*” o comando GD 30. Significando que a tartaruga vermelha (Nara) deveria girar para direita 30° apontando assim para a tartaruga azul (Tatiana). Realizamos essa parte da tarefa em conjunto e todos os alunos acompanharam sem dificuldades.

Perguntamos aos alunos quanto Tatiana deveria girar para apontar para Nara e os alunos responderam corretamente GE 30 (usando Ideia 1) e executaram o comando com facilidade. Agora questionados sobre como descobrir a distância que cada tartaruga deve andar para se encontrarem no espelho, e se tem uma ferramenta que pode ajudar nessa questão, todas as duplas demonstraram dificuldade em responder tal questionamento, exceto a

dupla Tatiana e Nara que na ocasião estavam imitando as tartarugas. Apesar das tartarugas no micromundo, não falarem Nara (ouvinte) respondeu dizendo que deveriam usar a ferramenta “*distância*”. Questionamos também sobre a função da ferramenta “*distância*”. O que ela faz? E novamente Nara responde corretamente que ela serve para medir a distância entre as tartarugas. Talvez o fato das alunas estarem vivenciando corporalmente essa situação, tenha de alguma forma contribuído para que elas respondessem corretamente tal questionamento, pois de modo geral os demais alunos estavam demonstrando certa dificuldade nessa parte da tarefa.

A dupla Aline e Lara usou a ferramenta “*distância*” para encontrar a distância entre as tartarugas tendo como resultado 142, a pesquisadora Lulu disse que essa distância levaria Nara até o lugar que Tatiana estava. Mas queremos que ela vá até o espelho. Sueli e André sugerem que para isso a distância tinha que ser dividida por dois, encontrando assim a distância 71. A dupla que representava as tartarugas também já tinha manifestado saber a resposta. Em seguida os alunos concluíram com sucesso a tarefa proposta, mas tivemos indícios que as duplas Pedro e Daniel e Aline e Lara não tinham certeza sobre o porquê do uso deste comando.

Pedro e Daniel entenderam que as tartarugas tinham que se encontrar no espelho (Figura 41), porém não estavam compreendendo como descobrir a distância exata que cada tartaruga deveria percorrer para chegar até o espelho, ambos nos diziam valores aleatórios para essa distância.



Figura 41 – Daniel sinalizando que a tartaruga tem que ir até o espelho.

Quando os alunos foram questionados sobre a distância de uma tartaruga até a outra, nos responderam corretamente 142 (Figura 42).



Figura 42 – Os alunos respondendo que a distância é 142.

Numa nova tentativa de fazer os alunos compreenderem a questão imitamos no ar o micromundo (Figura 43).



Figura 43 – Professores simulando o encontro de uma das tartarugas com o espelho.

Mesmo assim, tentando diversificar a maneira de perguntar para os alunos, eles continuavam nos dando respostas aleatórias como: 100, 120, 90.

Heliel e Solange mostraram o que aconteceria se o comando PF 90 foi usado (Figura 44).



Figura 44 – Professores mostrando que o comando dado levou a tartaruga para além do espelho.

Entretando, mesmo assim, os alunos não estavam percebendo que para saber a distância que cada tartaruga tinha que percorrer para chegar até o espelho era necessário efetuar a divisão por dois da distância entre elas. E decidimos explicitar a necessidade desta divisão para eles (Figura 45)



Figura 45 – Professor explicando que precisava dividir por 2.

Quando perguntamos o resultado da divisão rapidamente ambos responderam 71 (Figura 46), demonstrando assim que não tinham problemas com o cálculo, mas que eles não tinham percebido que o resultado desta divisão daria o ponto no espelho onde as tartarugas encontrariam (o ponto médio entre as duas tartarugas).



Figura 46 – Alunos sinalizando 71 como resultado da divisão.

Acreditamos que é possível que Pedro e Daniel não chegassem sozinhos a resolução da tarefa, apesar de estarem conscientes que a imagem por reflexão de um objeto e esse mesmo objeto devem equidistar do espelho ou eixo de simetria, já que eles não sabiam que para esse encontro ocorrer era necessário efetuar a divisão por dois da distância que existe entre essas tartarugas. Talvez esta dificuldade indique que os alunos não estavam acostumados a aplicar o resultado de uma “conta” em atividades desse tipo.

3.4.1 ATIVIDADE 4

Iniciamos a Atividade 4 efetuando a leitura da tarefa a ser realizada, já que os alunos surdos não tentaram ler o texto associado ao botão “*tarefa*” (talvez seja melhor incluir um vídeo explicando a tarefa em Libras). Na primeira parte dessa tarefa, as duplas precisam usar a tartaruga vermelha para desenhar um caminho simétrico ao desenhado pela tartaruga azul já presente na tela (Figura 47) e depois descrever o método utilizado.

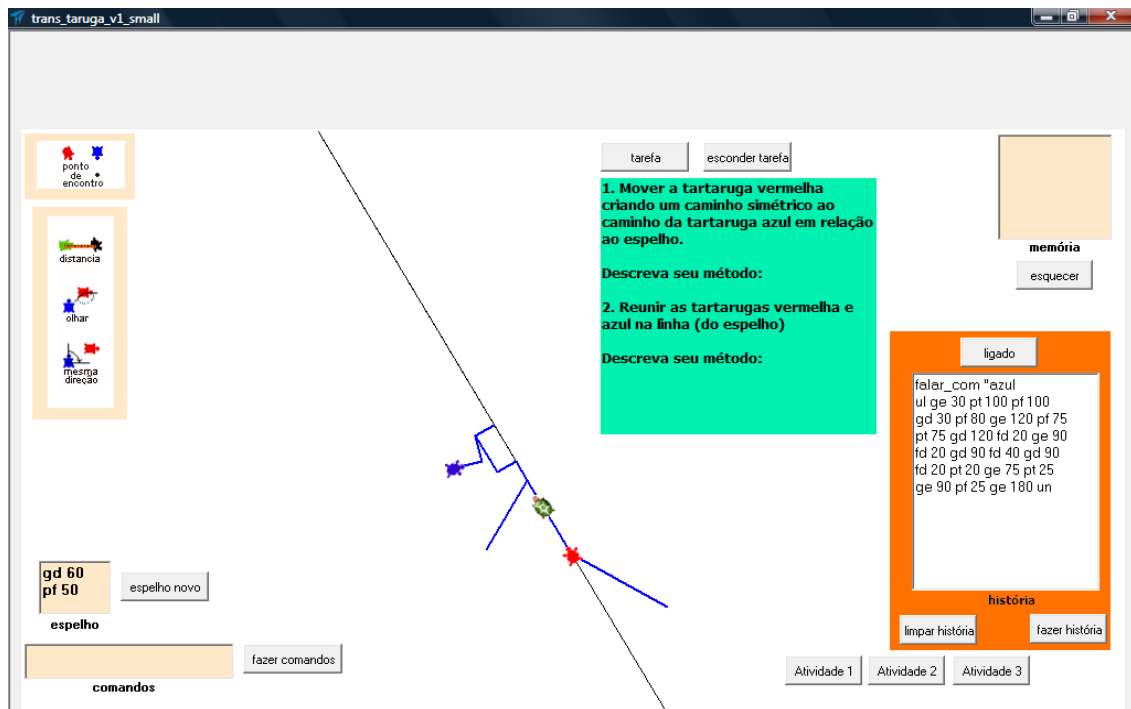


Figura 47: A tela mostrando um caminho a ser refletido no eixo.

Todas as duplas realizaram a primeira parte da tarefa sem grandes dificuldades, mostrando que todos os alunos já tinham se apropriado da estratégia que preserva os comandos de deslocamento e inverte os comandos de giro (*Ideia 1*). Entretanto, ninguém produziu uma descrição do método usado. O próximo desafio era criar uma estratégia para que as tartarugas se encontrassem no eixo de simetria.

Num primeiro momento, Pedro e Daniel pensaram em usar comandos contidos na caixa “*história*”, que foram utilizados na realização da primeira parte desta tarefa, para fazer com que as tartarugas se encontrassem, nos sinalizando comandos contidos na caixa “*história*” (Figura 48). De fato, teria sido possível realizar o encontro, se todos os comandos fossem feitos invertidos, (trocando GD por GE e PF por PT) entretando não ficou claro que era exatamente isso que os meninos estavam tentando fazer e, eles pareciam confusos.



Figura 48– Daniel sinalizando PT 100, comando existente na história.

Percebemos que os alunos não tinham notado que poderiam usar os botões “*ponto de encontro*”, “*distância*”, “*olhar*” e dissemos a eles que esses botões também poderiam ser acionados. Em seguida, Pedro sinalizou “*ponto preto*” indicando assim que sabia o que precisava acontecer para que as tartarugas se encontrassem, ou seja, quando aparece o ponto preto significa que as tartarugas se encontraram. Mas não lembrava qual ferramenta gera o ponto preto. Importante destacar que o ícone desta ferramenta tinha seu nome “*ponto de encontro*” escrito nele e também tinha o desenho do ponto preto. Apesar destas informações, Pedro e Daniel não escolheram esta ferramenta como primeira opção.

Inicialmente os alunos utilizaram a ferramenta “*distância*”. Talvez eles tenham se confundido com a escrita embora seja bem diferente, talvez mudaram de ideia e decidiram descobrir a distância entre as tartarugas para depois fazer com que elas se encontrassem no eixo, ou talvez eles estavam simplesmente chutando. De qualquer forma, eles pediram a distância entre a tartaruga vermelha e a tartaruga do espelho (Figura 49).

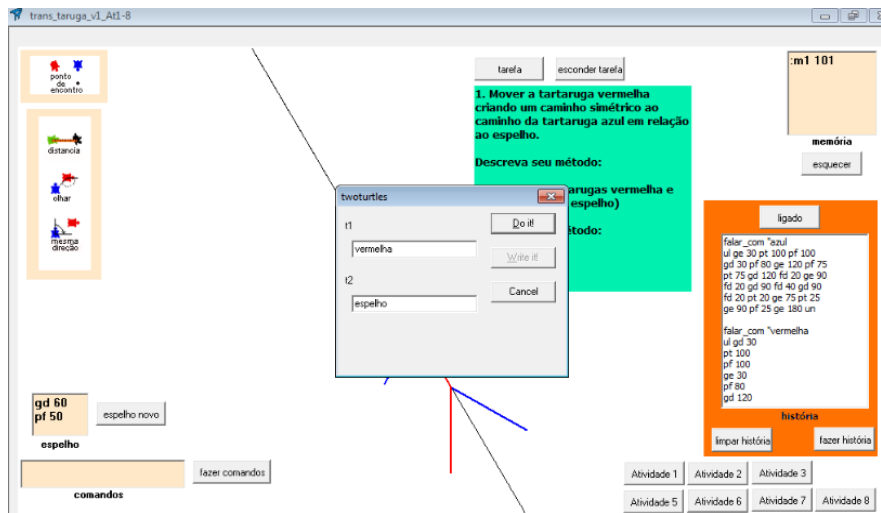


Figura 49 - No campo t2 foi digitado “espelho”.

Em seguida, os alunos clicam em fechar, abandonando assim a ideia de descobrir a distância entre a tartaruga vermelha e o espelho.

A próxima ferramenta a ser escolhida foi o botão “*ponto de encontro*” (Figura 50).

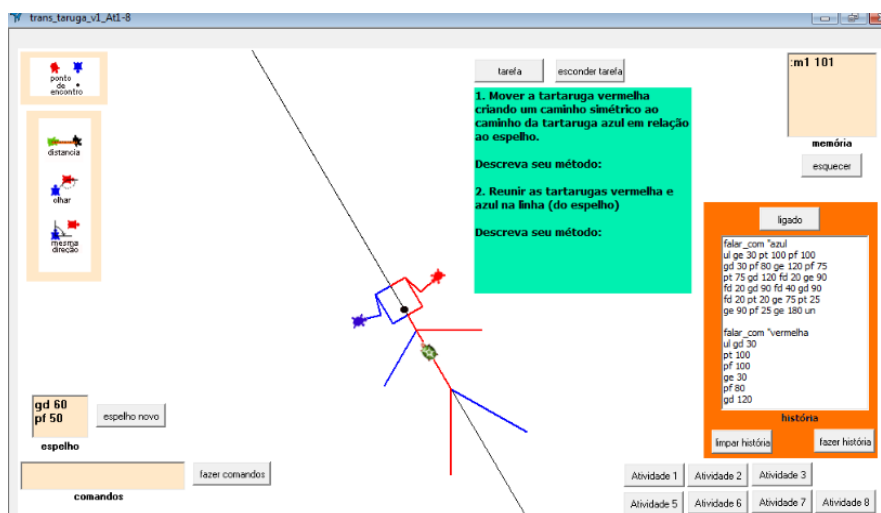


Figura 50 – Caixa “*memória*” após o comando dado pelos alunos.

Quando foi solicitada uma explicação de como resolveram a tarefa, esperávamos uma resposta pautada no enunciado da ferramenta ou nas propriedades da reflexão, mas eles nos contaram que as tartarugas se encontraram no ponto preto e voltaram para suas posições anteriores,

insistindo nessa resposta por várias vezes. É possível que sua resposta tenha sido motivada pelo feedback visual associada a esta ferramenta, pois, essencialmente, eles estavam descrevendo o que eles observaram na tela.

3.4.2 ATIVIDADE 5

Iniciamos a Atividade 5 interpretando a primeira parte da tarefa para os alunos, que logo começaram a resolve-la por meio dos comandos GD 90 e PF 100 para a tartaruga vermelha e para a tartaruga azul deram os comandos GE 90 e PF 100 depois dos comandos os alunos clicaram no botão “cabeça”, esse desenhou uma pessoa palito (Figura 51).

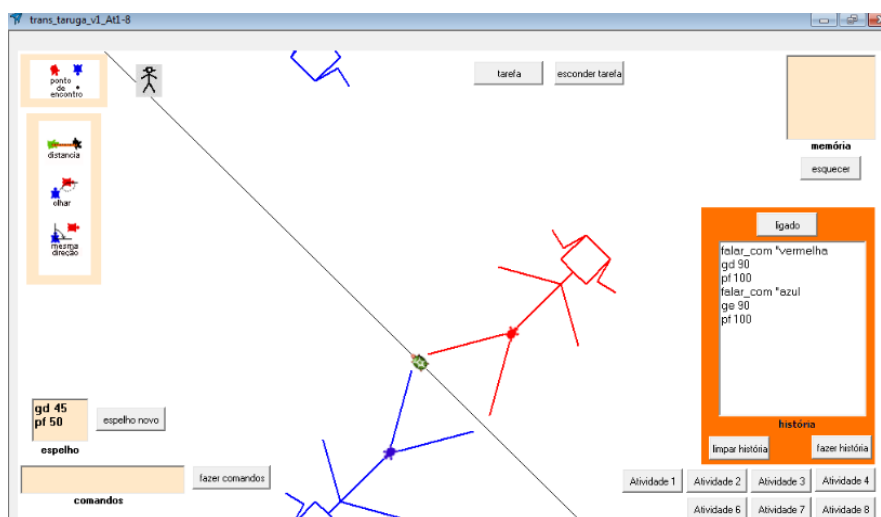


Figura 51 – Solução da primeira parte da atividade 5.

O fato dos alunos Paulo e Danilo digitarem os comandos GD e GE invertidos e conservarem o comando PF 100 para conseguirem desenhos que representam uma reflexão revelam que eles estavam respeitando a propriedade de equidistância entre objeto e espelho e imagem e espelho, entanto é possível que como eles estavam utilizando o que tinha tornado uma rotina familiar (associada a *Ideia 1*), talvez a propriedade não estivesse clara para eles.

Na segunda parte da tarefa os alunos tinham que reunir as tartarugas no espelho e depois explicar a estratégia utilizada.

Depois mudando a inclinação do eixo de simetria (para os dois bonecos aparecerem inteiros na tela), eles tentaram fazer as tartarugas se encontrarem utilizando, mais uma vez, a ferramenta “*ponto de encontro*”. Entretanto, esta ferramenta não funciona quando tartarugas tem orientações paralelas (já que não há encontro, ou elas podem se encontrar em qualquer ponto, se suas orientações são paralelas sobrepostas (Figura 52).

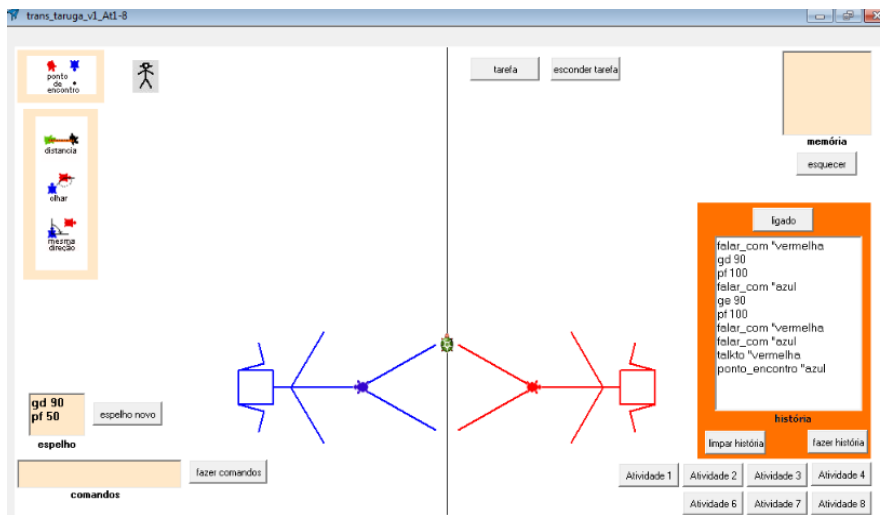


Figura 52 – Tentativa de fazer as tartarugas se encontrarem.

Uma vez que não conseguiram fazer com que as tartarugas se encontrassem no espelho usando “*ponto de encontro*” a dupla utilizou a ferramenta “*distância*” e descobriu que a distância entre as tartarugas era de 200 (Figura 53). Em seguida usaram essa informação pedindo para a tartaruga vermelha executar o comando PF 200 (Figura 53).

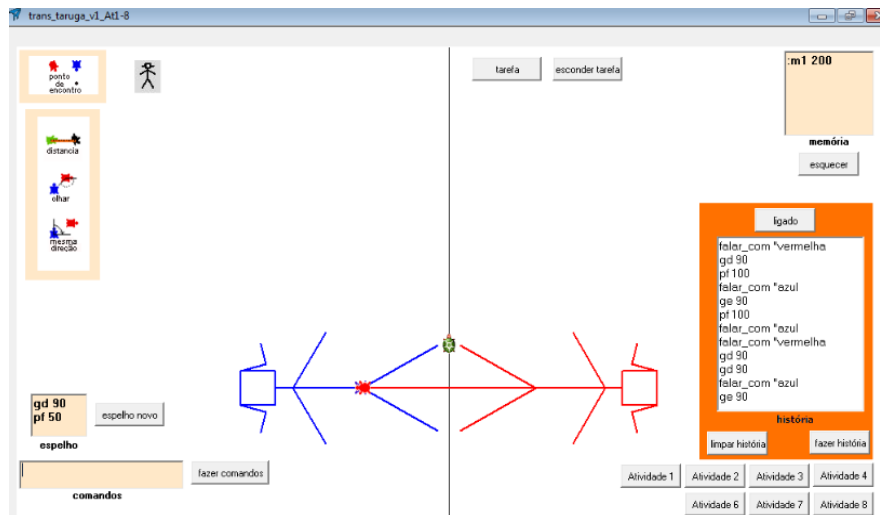


Figura 53 – Notamos na caixa memória à distância 200 e na tela esse deslocamento sendo realizado pela tartaruga vermelha.

Podemos observar que a dupla ainda não percebeu a necessidade de dividir esta distância por 2 – mesmo depois de toda a discussão que aconteceu antes da Atividade 4. Por esta razão, antes de iniciarmos a Atividade 6 fizemos uma atividade parecida com a Atividade 5, para verificar se os alunos estavam sabendo utilizar todas as ferramentas que as tartarugas podem usar no micromundo. Colamos na lousa as representações dos ícones de todas as ferramentas (impressas no papel) e no chão uma fita adesiva para representar o espelho, dessa forma buscamos imitar o micromundo “*Transtaruga*”.

Pedro e Daniel iniciaram a atividade imitando as tartarugas azul e vermelha respectivamente. Pedro estava junto ao espelho e Daniel não, porém nesse momento ambos tinham a mesma direção. A tarefa agora era descobrir os comandos que seriam necessários para Pedro fazer um caminho que representasse a reflexão de Daniel.

Os alunos foram questionados sobre quais eram as informações que devíamos usar para Pedro (tartaruga azul) se posicionasse como reflexão de Daniel. A aluna Sueli nos respondeu dizendo que precisávamos saber a distância entre Pedro (tartaruga azul) e Daniel (tartaruga vermelha). Questionados sobre qual ferramenta deveríamos utilizar para descobrir a distância a aluna Aline apontou na tela do micromundo para a ferramenta “*distância*” e para confirmar seu pensamento a aluna levantou e foi até a lousa

e simulou um clique na ferramenta “*distância*” que era representada por uma folha colada na lousa. A concordância geral de todos os alunos era indicativa, mais uma vez, que a propriedade da equidistância do objeto e imagem do espelho foi reconhecida por elas.

A pesquisadora Lulu, utilizando uma régua, mediu essa distância e a registrou o valor 150 na lousa na caixa “*memória*”. Os alunos disseram que precisávamos usar GD e GE indicando que Pedro precisava fazer um giro, mas ainda não sabiam o ângulo que ele deveria girar. Pedro simulou o comando GD 90, mas percebeu visualmente em relação a Daniel que estava errado e voltou para sua posição anterior. Daniel então sugeriu que Pedro executasse o comando GD 60, os alunos estavam dizendo valores aleatórios e ainda não tinham percebido que poderiam usar uma das ferramentas do micromundo para encontrar esse valor.

Para ajudar os alunos determinar o tamanho do giro em questão, a pesquisadora Lulu desenhou no chão o ângulo formado pelo espelho e a direção de Daniel (Figura 54) e em seguida pergunta se esse ângulo ajuda a descobrir o ângulo que Pedro deveria girar e todos concordam. Sueli explica que esse ângulo ajuda porque a medida que ele tem de um lado do espelho é a mesma do outro lado. Com exceção de Tatiana todos compreendem a explicação de Sueli. As colocações dos alunos durante estas interações trazem evidências mostrando que, mesmo que eles não tinham certeza sobre a medida do ângulo ou como medi-lo, eles sabiam que os ângulos de cada lado no eixo deveriam ser congruentes.



Figura 54 – A pesquisadora Lulu desenhando o ângulo formado pelo espelho e a direção de Daniel.

Quando a pesquisadora Lulu desenhou o ângulo no chão, o aluno Pedro disse que ele media 45° . Ele estava enfático, mas não sabia explicar o por que dessa medida, talvez o aluno tenha se apoiado na observação visual para descobrir a medida do ângulo.

Perguntamos se o comando que Pedro deveria executar tinha que ser GD ou GE e os alunos responderam que Pedro deveria executar o comando GD 45 (Figura 55), demonstrando, mais uma vez assim que sabiam que para fazer uma reflexão os comandos GE e GD deveriam ser trocados.



Figura 55 – Pedro executando o comando GD 45.

Em seguida perguntamos qual era a distância que Pedro deveria ir para frente(PF) e os alunos responderam sem dificuldades 150 (Figura 56).



Figura 56 – Pedro executando o comando PF 150.

Perguntamos agora quanto Pedro deveria girar para que completássemos a reflexão em relação a Daniel. Pedro responde GE 90, depois GE 60, percebemos que ele sabia a direção do giro, mas não sabia quanto deveria girar. Daniel *“diz: não, gira GE 45, lembra igual”* se referindo ao ângulo que a pesquisadora Lulu fez no chão no início da tarefa (Figura 57).



Figura 57 – Daniel apontando para o ângulo desenhado no chão.

Perguntamos a todos se Pedro e Daniel eram reflexões e como poderíamos saber se de fato eles representavam uma reflexão. Todas as duplas disseram que eles eram uma reflexão. Continuando Pedro disse que

para confirmar que eles eram uma reflexão poderia usar o “*ponto preto*” - uma expressão usada pelo aluno para dizer que devemos utilizar o “*ponto de encontro*”.

Mais uma vez, as “tartarugas” tiveram orientações paralelas e, neste caso, não teria ponto de encontro. Sugerimos que utilizassem a ferramenta “*olhar*” clicando na lousa e desenhando no chão descobrimos o ângulo que Pedro deveria girar para olhar para Daniel e assim para Daniel olhar para Pedro, ele utilizou o mesmo ângulo, mas na direção contrária.

Agora Pedro e Daniel estavam um de frente para o outro e perguntamos o que deveríamos fazer para que eles se encontrassem no eixo de simetria. A aluna Nara sugeriu, mais uma vez, o comando “*ponto de encontro*” e explicamos que esse comando não poderia ser usado nesse momento, pois como os alunos estavam um de frente para o outro esse comando não funcionaria. Temos que pensar em uma outra maneira de promover esse encontro, então a aluna Nara diz para medirmos a distância entre os alunos.

Utilizando a ferramenta “*distância*” a pesquisadora Lulu mede a distância entre eles que é de 240 e registra na caixa “*memória*” que foi desenhada na lousa.

Perguntamos aos alunos o que Pedro e Daniel tem que fazer para se encontrarem no eixo de simetria. Nara responde que eles tem que caminhar para frente a distância entre eles dividida por dois. Perguntamos qual seria essa distância e Pedro responde 120, mas Daniel discorda dizendo que a distância é 240, então Pedro explica para Daniel que ele tinha que dividir 240 por dois (Figura 58).



Figura 58 – Pedro explicando para Daniel que precisava dividir a distância por dois.

Depois da intervenção de Pedro, Daniel conclui o cálculo e encontra o valor 120. Ambos os alunos caminham 120 se abraçando no eixo de simetria (Figura 59), no seu ponto de encontro. A sequência de interações entre estes três alunos surdos, Nara, Pedro e Daniel, foi interessante, pois anteriormente nenhum deles pensou em usar a operação dividir por dois para calcular a distância entre a tartaruga vermelha e espelho e a tartaruga azul e o espelho.



Figura 59 – Encontro no eixo de simetria.

Com as duas “tartarugas” posicionadas no espelho, os alunos foram questionados sobre o ângulo que elas precisavam girar para terem a mesma direção do espelho. Nara sugeriu 45° , mas quando Daniel simulou esse giro os

alunos perceberam que estavam errados e logo disseram que eles deveriam girar 90° . Questionados por nós sobre esse giro os alunos afirmaram se apoiar em aspectos visuais para encontrar o giro de 90° . Dessa forma pedimos para os alunos Pedro e Daniel efetuarem os giros de 90° , no início eles tiveram dificuldade, mas depois que a pesquisadora Lulu simulou um giro de 90° e outro de 180° eles entenderam e efetuaram o comando em sentidos contrários corretamente concluindo assim a tarefa (Figura 60).



Figura 60 – Pedro e Daniel concluindo o giro de 90° .

3.4.3 ATIVIDADE 6

A interprete apresentou a Atividade 6 para os alunos surdos, explicando que precisavam desenhar uma pessoa palito utilizando o botão “cabeça,” mas essa pessoa palito não deveria tocar no eixo de simetria. A primeira vez que o micromundo oferece essa atividade à tartaruga vermelha já está deslocada do eixo e com ela deveria ser desenhado a pessoa palito vermelha. Em seguida os alunos tinham que desenhar a reflexão dessa pessoa palito utilizando a tartaruga azul.

Pedro e Daniel começaram a fazer a atividade girando para a direita 45° a tartaruga azul. Em seguida clicaram na tartaruga vermelha e com o botão “cabeça” desenharam a pessoa palito vermelha. Depois mandaram a tartaruga azul PF 150 e GE 45 (Figura 61). Embora não podemos ter certeza, acreditamos que os comandos que eles usaram para posicionar a tartaruga azul foram baseados nos comandos da atividade em que eles eram as

tartarugas. De qualquer maneira, eles não tentaram descobrir a distância da tartaruga vermelha até o eixo de simetria e a imagem que os alunos construíram com a tartaruga azul não representava a reflexão da imagem construída com a tartaruga vermelha (Figura 61).

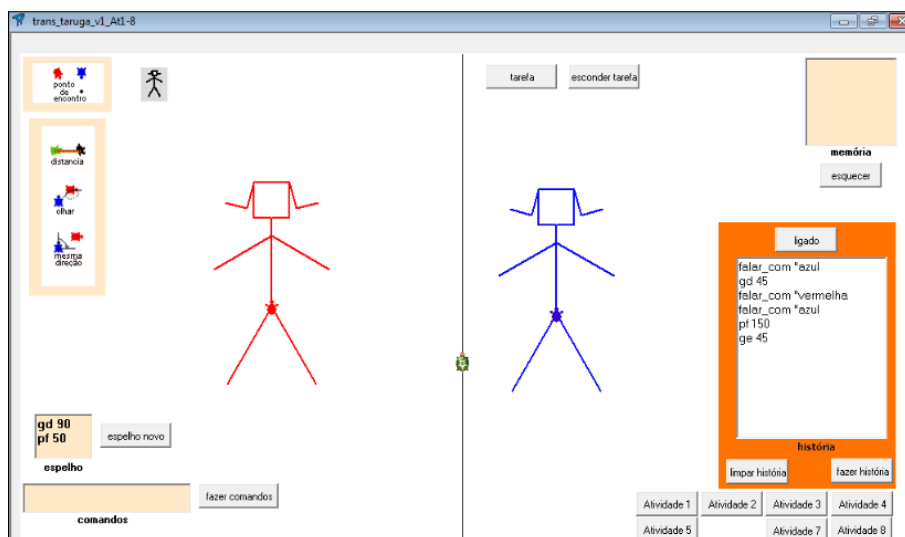


Figura 61 – Os comandos GD 45, PF 150 e GE 45 registrados na caixa “história”

A ideia era que os alunos utilizassem as ferramentas “olhar” e “distância” nessa atividade. Porém a dupla Pedro e Daniel não as utilizou. Como os alunos não fizeram a reflexão desejada solicitamos a eles que reiniciassem a Atividade 6, porém a partir da segunda tentativa o micromundo trás as duas tartarugas uma sobre a outra num mesmo ponto do espelho, reduzindo a complexidade da tarefa.

Dessa forma os alunos apagaram todas as informações da caixa “história” e recomeçaram a atividade clicando na tartaruga vermelha e executando os comandos GE 45 seguido de PF 250 (Figura 62).

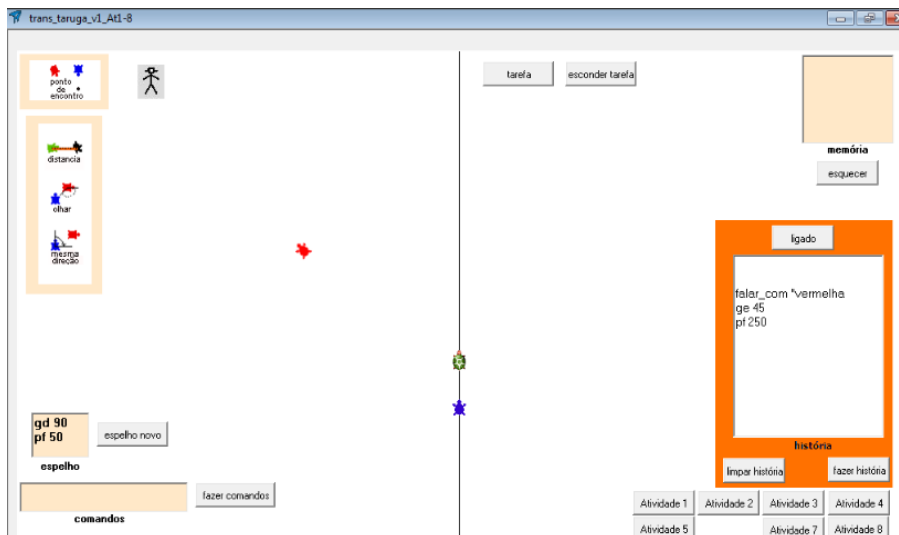


Figura 62 – Tela com os comandos GE 45 e PF 250 (na caixa “história”).

Em seguida a dupla Pedro e Daniel clicaram no botão “cabeça” para desenhar a pessoa palito vermelha. Para concluir essa parte da atividade eles usaram a estratégia de inverter o comando de giro trocando GE 45 por GD 45 e conservaram o comando PF 250, na sequência clicaram no botão “cabeça” e a tartaruga azul desenhou a pessoa palito azul (Figura 63).

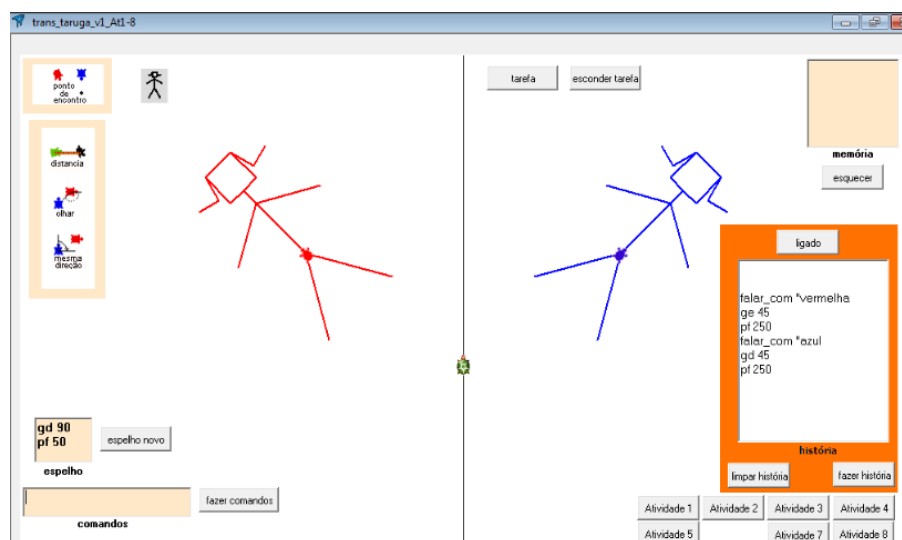


Figura 63 – Reflexão realizada pela dupla Pedro e Daniel usando a estratégia de trocar o comando de giro.

Os alunos mudaram o ângulo do espelho e perceberam que os desenhos continuavam sendo reflexões, em seguida eles precisavam fazer com que as tartarugas se encontrassem no espelho.

A dupla começou clicando na tartaruga vermelha e utilizando a ferramenta “*mesma direção*” para descobrir quanto a tartaruga azul deveria girar para ficar na mesma direção da vermelha, ficando o registro GD 90 na caixa “*memória*”, mas começaram clicando na tartaruga vermelha e quando deram o comando GE 90 não obtiveram o resultado esperado, mas perceberam rapidamente o erro e corrigiram com dois comandos GD 90 em seguida obtendo agora o resultado esperado, depois selecionaram a tartaruga azul e executaram o comando GE 90 deixando as tartarugas na mesma direção (Figura 64).

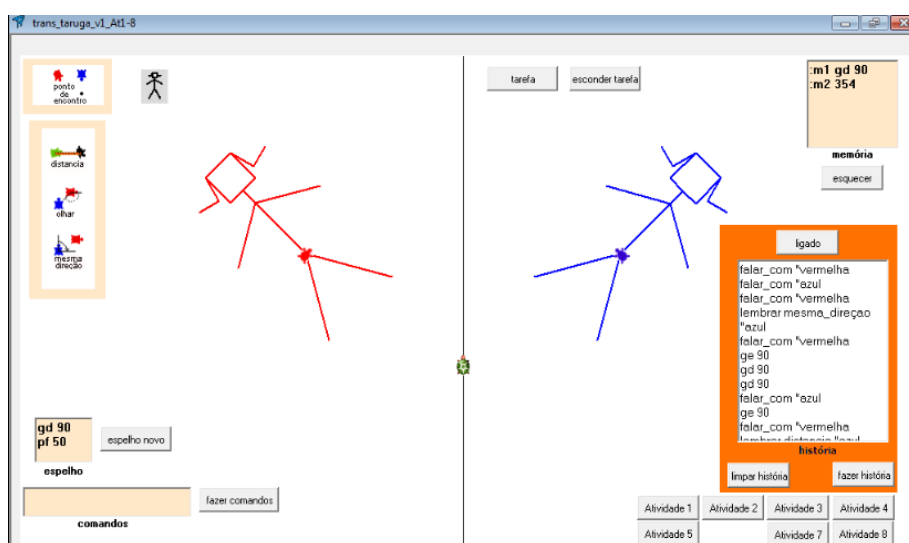


Figura 64 – Tartarugas na mesma direção.

Agora os alunos utilizaram a ferramenta “*distância*” para descobrir a distância entre as tartarugas, obtendo o valor 354 que ficou registrado na caixa “*memória*”. Continuando a atividade os alunos dividiram por dois o valor 354 obtendo o valor 177 que foi usado pela tartaruga vermelha no comando PF 177, a dupla percebe que esse comando não estava correto, pois a tartaruga não ficou sobre o espelho (Figura 65).

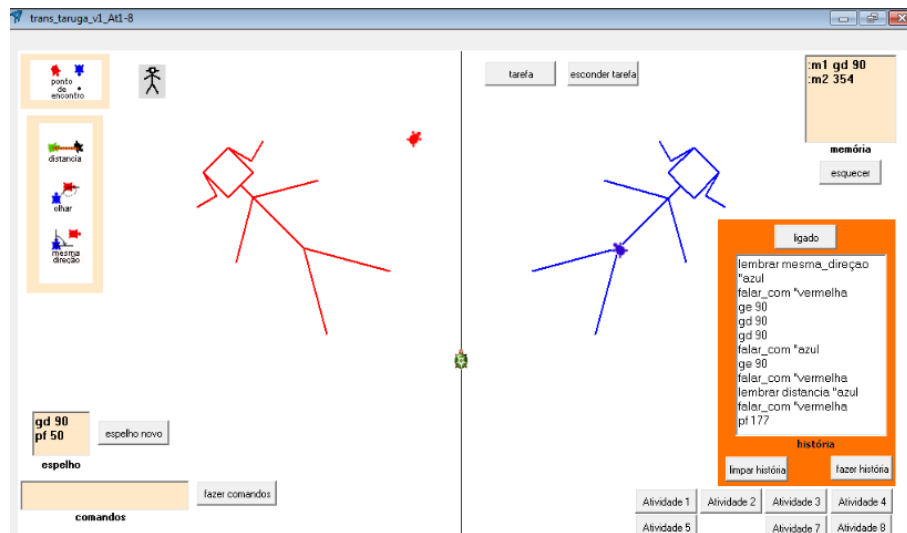


Figura 65 – Tela após o comando PF 177.

A dupla Pedro e Daniel começaram a atividade, eles apagaram o comando PF 177, executaram o comando “*espelho novo*” e clicaram no botão “*fazer história*”, aproveitando os comandos anteriores, porém eles chutaram o valor 120 para tentar promover o encontro da tartaruga no eixo, mas não conseguiram e começaram novamente a atividade. Percebemos que o pensamento deles está correto, pois utilizamos a ferramenta certa para descobrir a distância entre as tartarugas depois dividiram por dois essa distância demonstrando assim que entenderam que a distância entre cada tartaruga e o espelho deve ser a mesma. Acreditamos que eles não conseguiram perceber que quando utilizamos a ferramenta “*distância*” para que essa distância seja a medida entre a posição que uma tartaruga está até a posição que a outra se encontra elas precisam estar uma de frente para a outra.

Os alunos conseguiram promover o encontro das duas tartarugas no eixo, mas talvez esse encontro tenha ocorrido casualmente devido as várias tentativas da dupla, embora que eles utilizamos o comando PF 177 para realizar esse encontro (Figura 66).

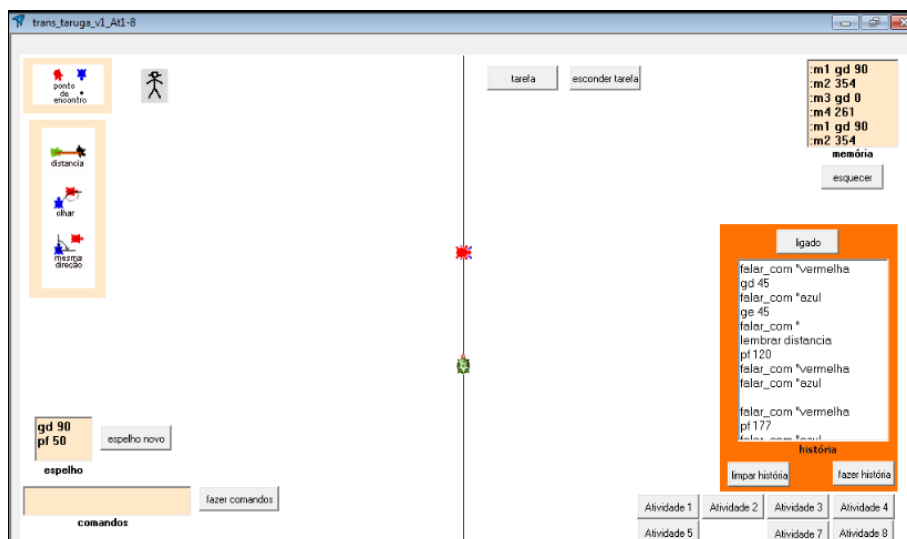


Figura 66 – Encontro das tartarugas no eixo de simetria.

3.5 REFLEXÕES SOBRE A IDEIA “ENCONTRANDO NO EIXO”

Introduzimos durante este conjunto de atividades as ferramentas, “*ponto de encontro*”, “*distância*”, “*olhar*” e “*mesma direção*”. Dessas ferramentas a mais marcante para os alunos foi “*ponto de encontro*” especialmente para Pedro e Daniel que durante o desenvolvimento das atividades desse conjunto utilizaram ou tentaram utilizar em vários momentos essa ferramenta que eles chamaram de “*ponto preto*”. Talvez isso tenha ocorrido devido ao fato de que quando os alunos executam o comando “*ponto de encontro*” e as tartarugas estão posicionadas corretamente, na tela do micromundo aparece um “*ponto preto*” no local onde as tartarugas se encontraram, esse fato reforça nossa crença de que para os alunos surdos a representação visual tem um papel especialmente forte na realização de suas atividades.

Das ferramentas introduzidas nesse conjunto de atividades “*ponto de encontro*” também foi a que de modo geral os alunos compreenderam mais rapidamente. As demais ferramentas também foram utilizadas, porém eles demonstraram um pouco mais de dificuldade na compreensão de suas funções.

Durante a realização das atividades, observamos a evolução dos alunos no domínio dos comandos do micromundo e na comunicação de seus

pensamentos seja dando comandos para outros alunos quando estes estavam imitando as tartarugas ou quando estavam explicando seus comandos para os colegas que não entendiam o comando dado. Percebemos também, no transcorrer das atividades, que o fato dos alunos terem incorporado os comportamentos das tartarugas, as imitando na execução dos comandos dados pelos outros alunos, pode ter contribuído para a compreensão de alguns comandos e ferramentas, bem como na aprendizagem de alguns conceitos relacionados à reflexão tais como: equidistância e a congruência entre os desenhos feitos por ambas às tartarugas.

3.6 IDEIA 3: “DESENHANDO O EIXO” (Atividade 7)

Essa atividade (Figura 67) consiste na reconstrução do eixo de simetria ou “*espelho*”. Desta vez a reflexão das tartarugas já está pronta o desafio agora é utilizar elas (ou uma delas) para desenhar o eixo de simetria dessa reflexão.

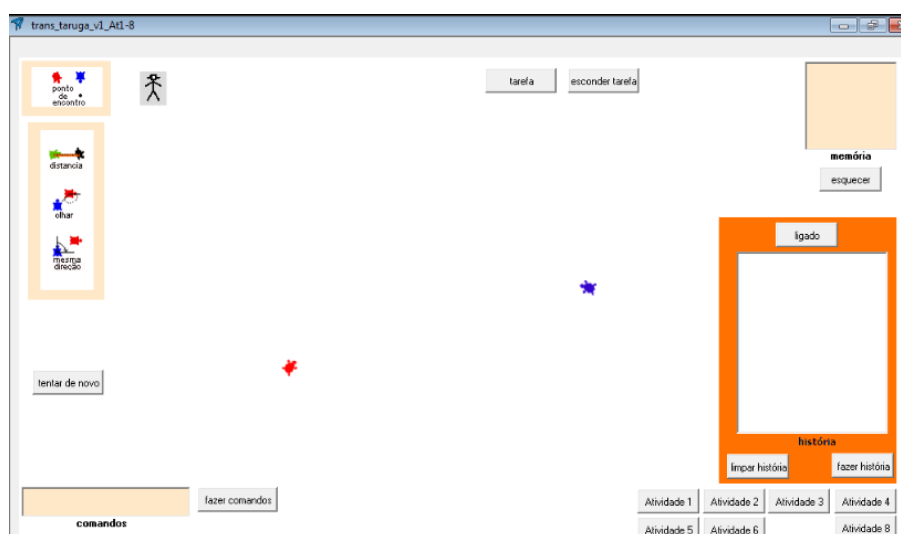


Figura 67 – Tela da Atividade 7.

Iniciamos essa atividade pedindo para Pedro e Daniel olharem na tela, em seguida perguntamos se tinha “*espelho*”. Eles responderam dizendo que não. Então explicamos que eles precisavam fazer o espelho no lugar certo, para que as tartarugas continuassem sendo uma a reflexão da outra.

A dupla começou utilizando a ferramenta “*olhar*”, para virar a tartaruga vermelha até ela apontar para a tartaruga azul. Embora esta ação pudesse ter servido como o início de uma estratégia de sucesso, a dupla não sabia como prosseguir e logo clicaram no botão “*tentar de novo*”, limpando a tela e deixando apenas os registros das caixas “*memória*” e “*história*”.

Recomeçaram a atividade com a ferramenta “*distância*” encontrando assim o valor da distância entre as tartarugas em seguida eles dividem por dois essa distância e executam o comando PF 173 para ambas as tartarugas (Figura 68). Porém, as tartarugas não se encontraram.

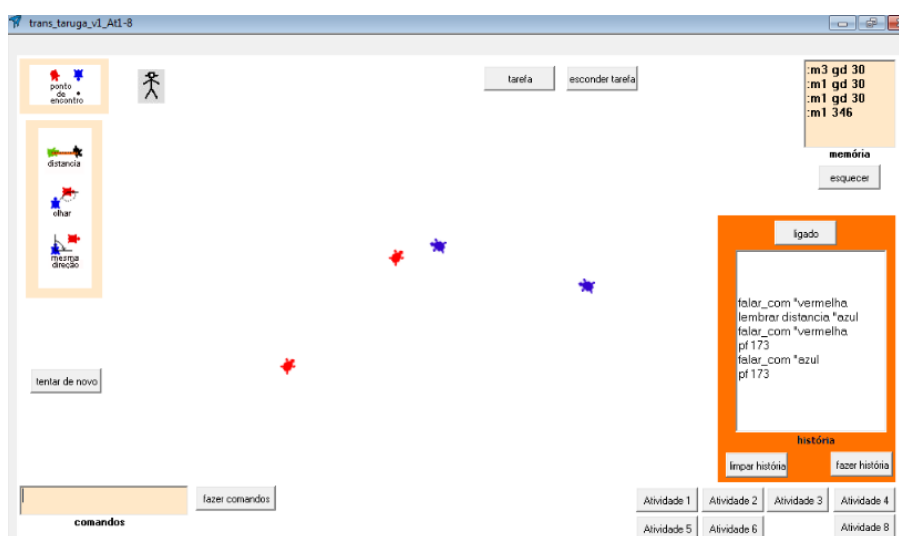


Figura 68 – Executando o comando PF 173.

Acreditamos que a ideia deles era fazer com que as tartarugas se encontrassem no eixo, por isso dividiram a distância entre elas por dois. O pensamento dos alunos estava correto, porém não lembraram que quando dividem por dois a distância entre as tartarugas, antes de executarem o comando PF acompanhado da distância pretendida as tartarugas precisam estar uma de frente para a outra, esse seria o momento adequado para utilizarem a informação que obtiveram no início da atividade quando clicaram em “*olhar*”.

Pedro e Daniel recomeçaram a atividade clicando no botão “*tentar de novo*” novamente, mas mantém o comando PF 173 na caixa “*história*”. Dessa

forma quando clicam no botão “*fazer história*” o que apareceu na tela para os alunos foi igual ao que eles tinham feito anteriormente.

Como os alunos estavam apresentando dificuldade na realização dessa atividade e a dupla Tatiana e Nara já tinham concluído tal atividade com sucesso, pedimos para elas apresentarem para a sala seu método de resolução (Figura 69).



Figura 69 – A dupla Tatiana e Nara explicando como resolveram a Atividade7

Durante a explicação das alunas, Nara (ouvinte) interpretou as falas (orais) de Tatiana (aluna parcialmente surda), demonstrando assim um alto grau de afinidade entre elas, a atividade desenvolvida e a língua utilizada para se expressarem. Em seguida, a dupla Aline e Lara, com ajuda da pesquisadora Lulu, também foram a frente da sala explicar seu método de resolução da atividade (Figura 70).

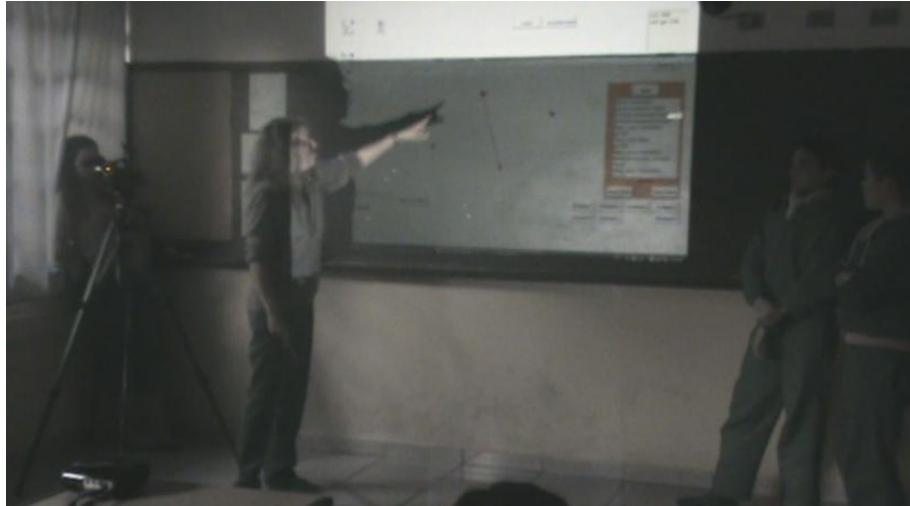


Figura 70 – Lulu apontando para a resolução das alunas Lara e Aline.

Após a apresentação das soluções das duplas Tatiana e Nara e Lara e Aline os alunos Pedro e Daniel recomeçaram a atividade, mas desta vez usando a ferramenta “*ponto de encontro*”, inspirados pelos métodos das outras duplas. Desta vez, apareceu na tela o ponto preto sinalizando assim o local onde as tartarugas se encontraram (Figura 71).

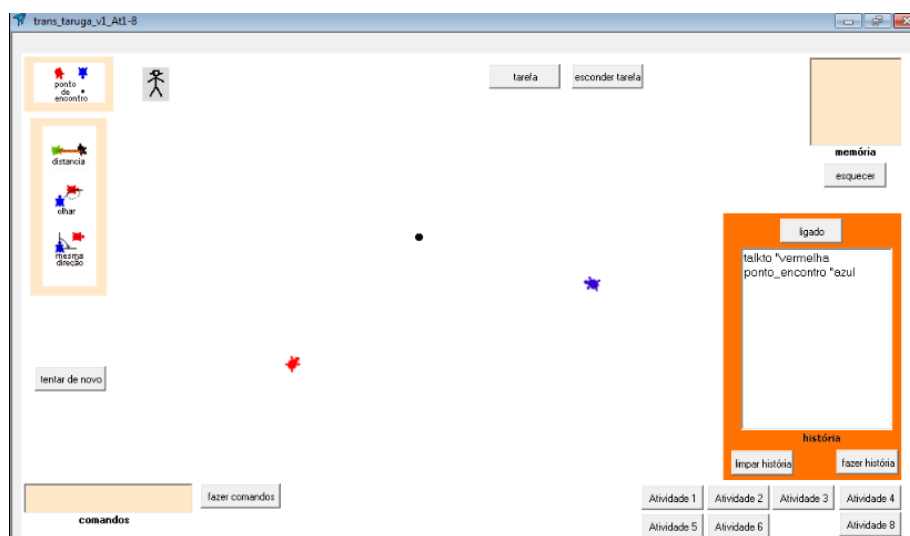


Figura 71 – Tela após utilização da ferramenta “*ponto de encontro*”.

Após promover o ponto de encontro das tartarugas os alunos utilizaram a ferramenta “*distância*” encontrando (novamente) o valor 346 que representava a distância entre as tartarugas. Acreditamos que eles lembraram que já tinham calculado essa distância no início dessa atividade e as tartarugas não se encontraram, por isso não deram atenção para essa informação

pedindo em seguida para a ferramenta “*distância*” calcular a distância entre a tartaruga vermelha e o ponto obtendo agora o valor 200, na sequência executaram o comando PF 200 com as tartarugas e ambas se encontraram no ponto preto (Figura 72).

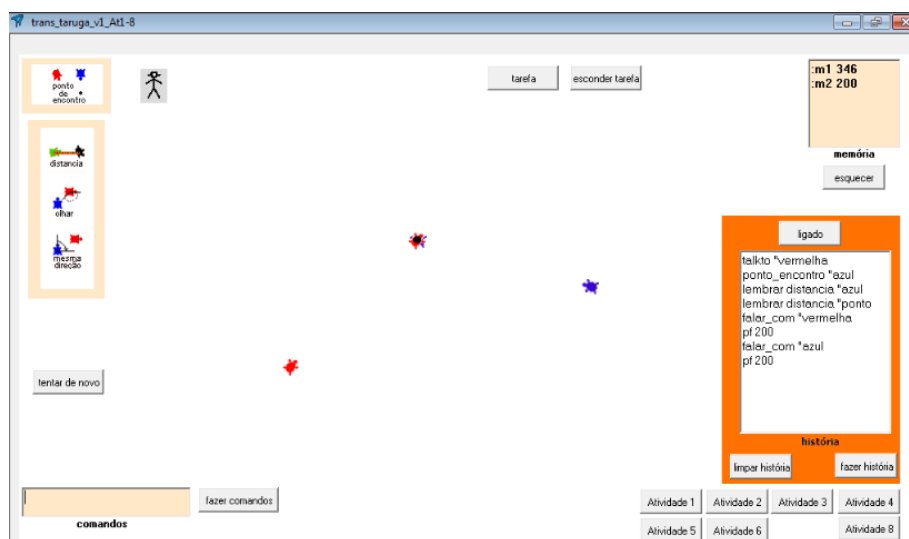


Figura 72 – Tartarugas se encontrando com o ponto preto.

A dupla Pedro e Daniel não conseguiu desenhar o “*espelho*”, porém realizaram grande parte da atividade demonstrando possuir conhecimento sobre a ferramenta “*ponto de encontro*” os comandos de deslocamento e o cálculo da distância entre as tartarugas.

3.7 REFLEXÕES SOBRE A *IDEIA* “DESENHANDO O EIXO”

Essa atividade foi diferente de todas as que os alunos já tinham realizado, foi a única que não tinha o eixo de simetria, aliás esse era o desafio dos alunos desenhar o eixo de simetria em relação a posição das duas tartarugas.

De modo geral os alunos encontraram algumas dificuldades na realização dessa atividade começando pela mudança no seu *design* que exigiu deles outro olhar para o micromundo, agora sem o eixo de simetria.

Nessa atividade os alunos precisavam escolher qual ferramenta utilizar para desenhar o eixo de simetria. Pedro e Daniel começaram utilizando “*olhar*”,

mas logo trocaram por “*distância*”, depois que descobriram a distância entre as tartarugas eles dividiram esse valor por dois e deram o comando de deslocamento com o valor da divisão (PF 173) para ambas as tartarugas. Elas não se encontraram porque suas posições não permitiram tal encontro (não estavam olhando uma para outra). Os alunos não perceberam que as tartarugas precisavam estar uma olhando para a outra para que o encontro por meio do comando (PF 173) ocorresse.

A dupla Pedro e Daniel inicialmente não conseguiu realizar o encontro das tartarugas para que a partir desse encontro desenhassem o eixo de simetria. Mas podemos perceber que a ideia de equidistância está presente no raciocínio utilizado pelos alunos ao longo de suas tentativas de realizar a atividade. Depois que outras duplas socializaram seus métodos de resolução da atividade, Pedro e Daniel, utilizando agora a ferramenta “*ponto de encontro*”, promoveram o encontro das tartarugas, porém ainda não conseguiram desenhar o eixo de simetria. Realmente, este último passo, não foi fácil para os alunos. A ideia era que eles descobrissem que o segmento que unia as tartarugas é perpendicular ao eixo, isto é, o eixo poderia ser desenhado usando a ferramenta “olhar” (para girar uma tartaruga para olhar na outra) mandando esta tartaruga deslocar-se metade da distância entre elas e depois girando a tartaruga 90° antes de ir para frente e para trás deixando um traço. Entretanto, a duplas que conseguiram terminar usaram outro método, construindo o eixo como bissetriz do ângulo do seu encontro do eixo. Este método é perfeitamente válido, mas mesmo as duplas que resolveram a tarefa precisavam de ajuda para localizar os ângulos em questão. Sentimos falta de tempo para discutir as dificuldades associadas a esta tarefa com o grupo, acreditando que o maior problema foi que os alunos (surdos e ouvintes) ainda não estavam muito familiarizados com as ferramentas para medir ângulos. Estes resultados sugeriram que em futuras aplicações destas atividades, tarefas adicionais explorando o funcionamento destas ferramentas sejam incluídas.

REFLEXÕES FINAIS

Esse trabalho buscou investigar como alunos surdos e ouvintes expressam conceitos sobre reflexão a partir, de interações com um micromundo matemático. Pretendíamos também analisar o papel dos diferentes recursos semióticos (as duas línguas naturais – Libras e Português – outras expressões corporais e a linguagem de programação) durante o desenvolvimento das atividades dos alunos.

Fundamentamos, teoricamente, nossa pesquisa com as ideias de Vygotsky sobre mediação. Segundo ele, mediação é a ação intencional envolvendo o uso de alguma ferramenta na realização de uma tarefa. Com a utilização dessa ferramenta a ação sobre essa tarefa deixa de ser direta e passa a ser mediada.

Apoiamos nosso estudo e análise, também na ideia que Vygotsky tinha sobre a substituição de um canal sensorial por outro, assim, ele argumentou que o aluno surdo e/ou cego tentaria superar sua deficiência por meio de outro canal sensorial e essa busca pela superação teria como estímulo central a própria deficiência, que poderia provocar uma reestruturação de sua personalidade. Dessa forma, os alunos surdos substituiriam a audição pela Libras e essa substituição, nada simples, poderia dar condições de uma comunicação efetiva por parte dos alunos surdos. Entretanto, dado que Libras é uma língua visual e gestual, é esperado que a natureza da comunicação e as atividades cognitivas possibilitadas por esta substituição tenham algumas diferenças quando comparadas com a língua oral.

Ainda nessa perspectiva, Vygotsky sugere que as deficiências como a cegueira e a surdez podem ser superadas por meio da estimulação de outros canais sensoriais. Nesse sentido este trabalho pretende contribuir apresentando aos alunos o micromundo “*Transtaruga*”.

O micromundo Transtaruga é uma adaptação do micromundo *Multiple Turtle Geometry (MTG)*, descrito em Healy (2002).

Baseamo-nos em Papert (1986) para conceituar o termo “micromundos”. Segundo ele, os micromundos são ambientes dinâmicos que possibilitam a interação do aluno com o computador. Porém nessa interação o aluno tem o controle sobre a máquina, ou seja, ele vai dando comandos para o computador executar, testando assim suas conjecturas. Dessa forma o trabalho com micromundos pode oferecer aos alunos uma oportunidade de construir seus próprios modelos matemáticos. Nesse sentido Papert (1986), argumenta que o ato de programar um objeto computacional é utilizado como uma metáfora para ensinar a ele um comportamento matemático, no caso desse micromundo, um objetivo principal foi fazer com que os alunos ensinassem uma tartaruga construir a reflexão da outra.

A metodologia *Design Experiments* (COBB *et al.*, 2003) conduziu as decisões metodológicas de nossa pesquisa. A escolha dessa metodologia se fez em razão dela possibilitar modificações e até substituição de atividades no decorrer do processo de coleta de dados e pelo fato de que quando a utilizamos temos a possibilidade de tentar entender como os alunos surdos aprendem ideias matemáticas.

Nossa pesquisa foi realizada em uma escola da rede municipal de ensino de Barueri, participando quatro duplas de alunos da 6ª. Série, sendo duas duplas formadas apenas por alunos surdos, uma apenas por alunos ouvintes e a última dupla era mista formada, então, por uma aluna com surdez parcial e uma aluna ouvinte.

Com base nessa metodologia procuramos entender como os alunos surdos e ouvintes constroem e expressão seus modelos matemáticos durante a realização das atividades no micromundo “*Transtaruga*” e quando eles estão imitando os comportamentos dos objetos desse micromundo, numa situação onde simulam ser as tartarugas, e os demais alunos são responsáveis em dar os comandos que a outra tartaruga deve realizar para que o desenho feito por uma seja a reflexão da outra. As atividades foram realizadas ao longo de três

dias não consecutivos e cada sessão de coleta de dados teve duração aproximada de duas horas.

4.1 DISCUTINDO AS QUESTÕES DE PESQUISA

Agora vamos voltar nas questões de pesquisa que guiaram esse estudo na tentativa de respondê-las:

1)Quais as propriedades relacionadas a simetria e reflexão expressas durante as interações com o micromundo? E quais as formas de sua expressão?

Nossa proposta era oferecer aos alunos atividades com diferentes inclinações do eixo de simetria e que as tartarugas não iniciassem sempre no mesmo ponto. Outra preocupação era a de proporcionar aos alunos atividades que contemplassem inicialmente construções envolvendo apenas caminhos ou trajetórias simétricas e gradualmente avançaríamos para outras atividades que enfatizassem as propriedades da reflexão como mapeamento. Dessa forma, de modo geral as propriedades relacionadas à congruência, conservação de distância, ângulos e a troca da trajetória dos ângulos (giros) apareceram em todas as construções dos alunos, mesmo que inicialmente de forma ainda implícita, principalmente por parte dos alunos surdos que demonstraram maior dificuldade na internalização dos comandos do micromundo do que os alunos ouvintes. Acreditamos que isso possa ter ocorrido devido ao fato de que os alunos ouvintes podem facilmente relacionar esses comandos com os respectivos sons de suas palavras e também associá-los com as letras que iniciam as palavras em português escrito, facilitando assim a compreensão dos mesmos. Os alunos surdos não dispõem desse recurso, e para eles foi necessário procurar uma substituição dessa forma de dar sentido aos comandos de linguagem de programação por formas alternativas, que relacionou-se com o feedback visual e dinâmico das tartarugas e também com movimentos imaginários ou simulados dos seus próprios corpos.

Assim, os alunos surdos precisaram de uma reorganização para conectarem os comandos do micromundo com suas experiências visuais nesse

ambiente, necessitando de algumas simulações, por isso a justificativa de levar mais tempo na internalização desses comandos.

Essa situação é consonante com a ideia de substituição de Vygotsky, pois aqui os alunos surdos precisam substituir uma informação auditiva (leitura dos comandos do micromundo) por uma informação visual (comportamento da tartaruga após o comando). Apesar das dificuldades, e muitas vezes por caminhos diferentes dos percorridos pelos alunos ouvintes os alunos surdos, também compreenderam tais comandos.

Percebemos que após a retomada da Atividade 2 que antecedeu o início da Atividade 4, todos os alunos já estavam convencidos que para desenharem uma trajetória simétrica ou para realizarem a reflexão em relação a tarefa dada eles precisariam necessariamente de inverter os comandos de giros e conservar os de deslocamento. Observamos também que a participação nas atividades que envolveram a reunião das tartarugas simétricas no eixo de simetria chamou atenção às posições relativas destes elementos, ou seja a equidistância das tartarugas do eixo foi destacada e a congruência dos ângulos entre suas orientações e a orientação do eixo também recebeu atenção. Por outro lado, a propriedade relativa ao perpendicularismo do segmento unindo as tartarugas não foi explorado com muita profundidade.

2) Como aprendizes surdos coordenam as diferentes linguagens na negociação de significados matemáticos durante as atividades de aprendizagem?

As propriedades matemáticas destacadas durante as interações dos alunos foram expressas oralmente pelos alunos ouvintes, mas algumas vezes esses alunos também usaram gestos para comunicarem suas respostas principalmente quando estavam imitando as tartarugas. Já os alunos surdos expressaram suas respostas por meio da Libras, mas na maior parte do tempo se comunicavam tendo como base o micromundo e o comportamento das tartarugas. Gestos também acompanhavam as colocações dos alunos surdos. Em certos momentos, nem os alunos surdos e nem os professores ou

interprete conheciam os sinais para os termos matemáticos que estavam sendo explorados. Foi necessário, nessas ocasiões, buscar explicar estes termos usando outros contextos familiares aos alunos que poderiam ajudar na compreensão dele. Por exemplo, o resultado da transformação geométrica reflexão foi associado, tanto no micromundo como nas falas dos pesquisadores e da interprete, com a imagem produzida quando olhamos no espelho. Entretanto, acreditamos que os objetos matemáticos investigados nas atividades ganharam sentido principalmente como resultado das tentativas dos alunos de coordenar o comportamento das tartarugas na tela com os comandos da linguagem LOGO, uma coordenação mediada também para pensamento reflexivo sobre movimentos dos seus próprios corpos e os desenhos nas telas dos computadores. Nesse sentido, nossas evidências corroboram as ideias de Papert (1986) sobre aprendizagem “sintonica” – os alunos que participaram deste estudo frequentemente usaram seus corpos para imitar um objeto do micromundo, uma das tartarugas, estabelecendo uma conexão entre seus comportamentos e os comportamentos das tartarugas. Essas experiências podem trazer a tona uma matemática que conecte o aluno a uma experiência de sucesso, pois quando ele empresta seu corpo para executar os comandos no lugar da tartaruga e os executa para o desenvolvimento da atividade em curso ele pode estar associando suas decisões na execução dos comandos a uma matemática possível e prazerosa, uma matemática que está sintonizada com suas vontades.

Esta relação entre corpo e cognição também tem consonância com a perspectiva Vygotskiana: quando os alunos imitam as tartarugas talvez possamos considerar que seus corpos assumem também o papel de ferramenta, mediando as atividades realizadas pelos alunos. Nessa perspectiva podemos considerar que ao imitarem os objetos do micromundo além de vivenciar uma experiência que sintoniza seu corpo com a atividade que está realizando, ao mesmo tempo seu corpo também cumpre o papel de ferramenta mediadora, pois ele se coloca entre os comandos dados pelos alunos e o resultado final no caso desse estudo a reflexão.

Assim, juntando a ideia de sintonicidade corporal com mediação semiótica, acreditamos que os significados que vem a ser atribuídos aos

termos matemáticos, tanto falado oralmente quando por sinais (as vezes inventados especialmente pelos alunos surdos), foram baseados neste processo de coordenação entre elementos linguísticos e físicos: a cognição matemática assim não pode ser separada dos diferentes aspetos de percepção, especialmente visão e cinestesia, que entrou em jogo durante a realização das atividades.

4.2 UMA PALAVRA FINAL

Ingressei nesse curso de mestrado em Educação Matemática motivado pela formadora Eliane Costa Santos (Liu) e por querer investigar e compreender melhor como se dá o processo de aprendizagem matemática dos alunos surdos, tendo em vista que já lecionava para alunos surdos. Ao longo desse curso tivemos a oportunidade de aprender que o que esses alunos precisam vai além de ter uma interprete, eles devem ser estimulados de diversas maneiras utilizando para isso diferentes recursos materiais. Percebemos ainda que suas respostas nem sempre são da maneira convencional com qual estamos acostumados, mas isso não significa que eles não sabem responder. Assim, a inclusão de alunos surdos nas salas de matemática requer muito mais que aprendizagem da parte deles. Igualmente importante é que nós, como educadores matemáticos, temos que aprender, e valorizar, diferentes formas de fazer matemática e que devemos lutar por um currículo matemático que reflita a diversidade de nossos alunos, um currículo que reconheça que há várias maneiras de fazer matemática e vários caminhos para apropria-la.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL (2007). Ministério da Educação. *Evolução da Educação Especial no Brasil*. Secretaria da Educação Especial. Brasília: MEC/SEESP, 11 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/brasil.pdf>. Acesso em: 08 de junho 2010.

BRASIL (2010). Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Resumo Técnico – Censo Escolar 2010. Brasília: MEC/INEP/DEED. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/resumos_tecnicos/resumo_tecnico_censo_educacao_basica_2011.pdf. Acesso em: 21 de maio de 2012.

BRASIL(1997). Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática/Secretaria da Educação Fundamental*. Brasília: MEC / SEF/SEF.

COBB, Paul; CONFREY, Jere; DISESSA, Andrea; SCHAUBLE, Leona. (2003). *Design Experiments in Education Research*. Educational Researcher, v.32.1.

COLE, M.; SCRIBNER, S. (1998). Introdução. In: VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. Org. Michael Cole, et al. Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes.

COLL, C.; MARTÌN, E.; MAURI, T.; MIRAS, M.; ONRUBIA, J.; SOLÈ, I.; ZABALA, A. (2004). *O Construtivismo na Sala de Aula*. São Paulo: Ática

DAMAZIO, M. F. M. (2007). *Atendimento Educacional Especializado para Pessoas com Surdez*. Secretaria da Educação Especial. Brasília: MEC/SEESP. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seesp/arquivos/pdf/aee_da.pdf. Acesso em: 12 de julho de 2010.

FERNANDES, S.H.A.A. (2004). *Uma análise Vygotskiana da Apropriação do Conceito de Simetria por Aprendizes sem Acuidade Visual*. São Paulo. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 300f.

FERNANDES, S.H.A.A.; HEALY, L. (2007). Ensaio sobre a inclusão na Educação Matemática, *UNION*, 10, p. 59-76.

FERNANDES, S.H.A.A.; HEALY, L. (2008). Educação Matemática e Inclusão: Abrindo janelas teóricas para a aprendizagem de alunos cegos. *Educação e Cultura Contemporânea*. 5, 91-105

FERNANDES, S.H.A.A.; HEALY, L. (2010). As Concepções de alunos cegos para os conceitos de Área e Perímetro. *Bolema. Boletim de Educação Matemática*. 23(37), 1111–1135.

FERNANDES, S.H.A.A.; HEALY, L.; MARTINS, E.G.; RODRIGUES, M.A.S.; SOUZA, F.R. (2011). Ver e ouvir a Matemática com uma calculadora colorida e musical: estratégias para incluir aprendizes surdos e aprendizes cegos nas salas de aulas. Em M.D. Pletch e A.R. Damasceno (Eds). *Educação Especial e inclusão escolar: reflexões sobre o fazer pedagógico*, pp. 97-111 Seropédica/RJ: EDUR.

FINO, C. N. (2001). Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): Três Implicações Pedagógicas. *Revista Portuguesa de Educação.*, N° 002.

HEALY, L. (S) (2002). *Iterative design and comparison of learning systems for reflection in two dimensions*. Tese de Doutorado. Londres: University de London. 403f.

HEALY, L. (2009). *Rumo à Educação Matemática Inclusiva*. Projeto de pesquisa realizado no âmbito da Universidade Bandeirante de São Paulo.

KARRER, Mônica. (2006). *Articulação entre Álgebra Linear e Geometria: um estudo sobre as transformações lineares na perspectiva dos registros de representação semiótica*. Tese de Doutorado em Educação Matemática. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 412f.

MARCHESI, A. (1995). A Educação da Criança Surda na Escola Integradora. In: COLL, C. PALACIOS, J. MARCHESI, A., Colaboradores. *Desenvolvimento Psicológico e Educação: Necessidades Educativas Especiais e Aprendizagem Escolar*. Vol.3. Artes Médicas,.p.215-231.

OLIVEIRA, M. K. (1997). *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento - um processo sócio histórico*. 4ªed. São Paulo: Scipione.

PAPERT, S. (1986). Logo: Computadores e educação. Trad.: Valente, J. A.; Bitelman, B. e Ripper, A. V. 2ª ed. São Paulo: Editora Brasiliense..

RODRIGUES, M. A. S. (2010). *Explorando Números reais através de uma Representação Visual e Sonora: Um Estudo das Interações dos Alunos do*

Ensino Médio com a ferramenta MusiCALcolorida. Dissertação de Mestrado, Universidade Bandeirante de São Paulo, SP, Brasil.

SÁNCHEZ, P. A. (2005). A Educação Inclusiva : Um meio de construir escolas para todos no século XXI. In: *Inclusão-Revista da Educação Especial*, p. 7-18.

SOUZA, F. R. (2010). *Explorações De Frações Equivalentes Por Alunos Surdos: Uma Investigação Das Contribuições Da MusiCALcolorida*. Dissertação de Mestrado, Universidade Bandeirante de São Paulo, SP, Brasil.

VEER, R. V. D, VALSINER, J.(1996). *Vygotsky: Uma Síntese*. 6ª ed. São Paulo: Edições Loyola.

VYGOTSKY, L. (1997). *Obras escogidas V–Fundamentos da defectología [The Fundamentals of defectology]*. Traducción: Julio Guillermo Blank. Madrid: Visor.

Anexo 1: Atividade Inicial

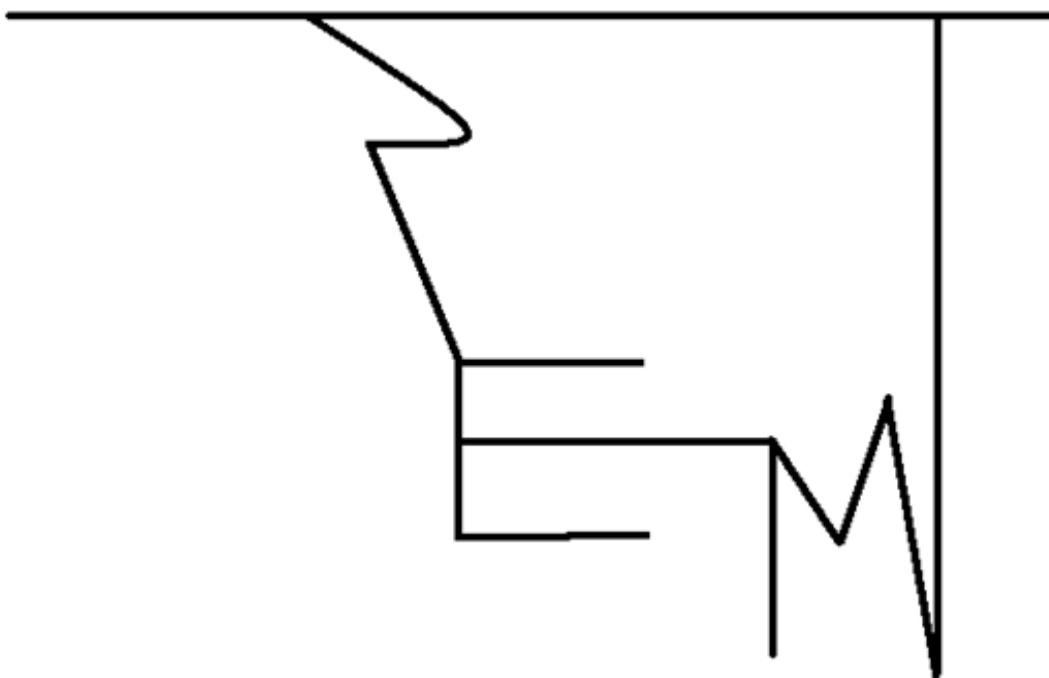


PROJETO RUMO Á EDUCAÇÃO MATEMÁTICA INCLUSIVA

Universidade Bandeirante de São Paulo - UNIBAN

QUESTIONÁRIO: SIMETRIA

E REFLEXÃO



Nome: _____

Idade: _____

Série: _____

Nome: _____ nº _____ Idade: _____ Série: _____

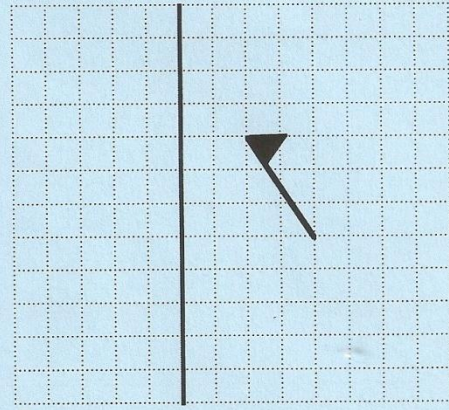
1) O que você sabe sobre reflexão e simetria?



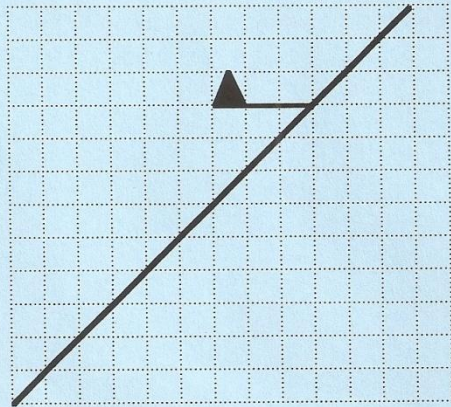
2) Usando a linha preta como eixo de simetria (a linha de espelho) desenhe a reflexão de cada uma das figuras abaixo:



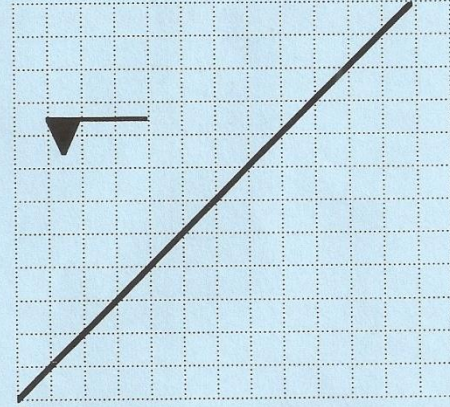
A



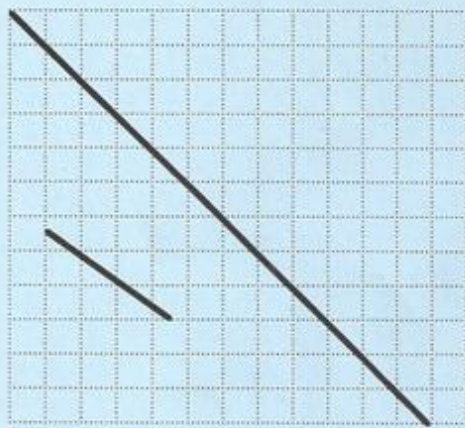
B



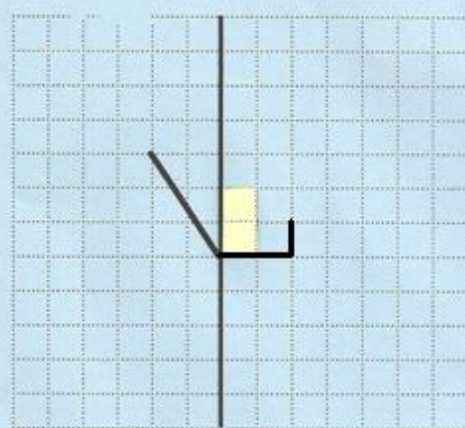
C



D

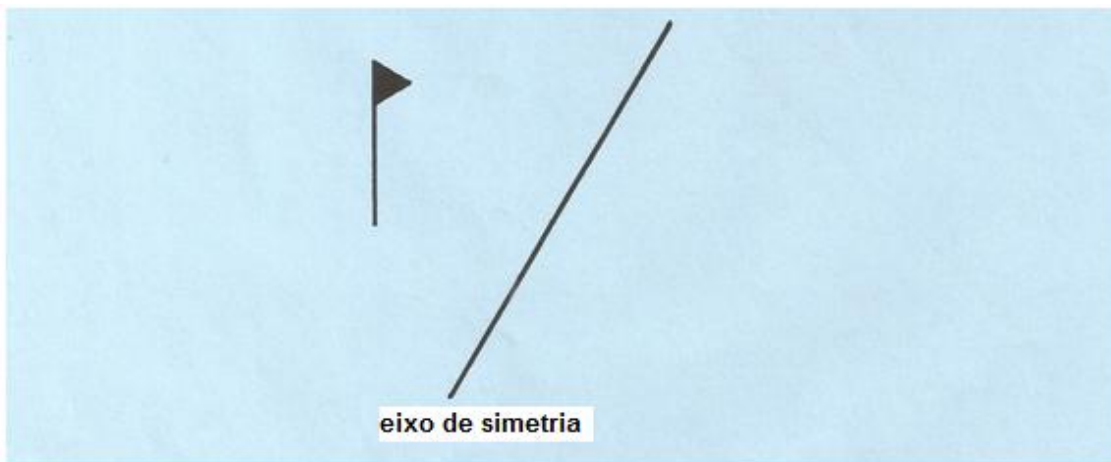


E

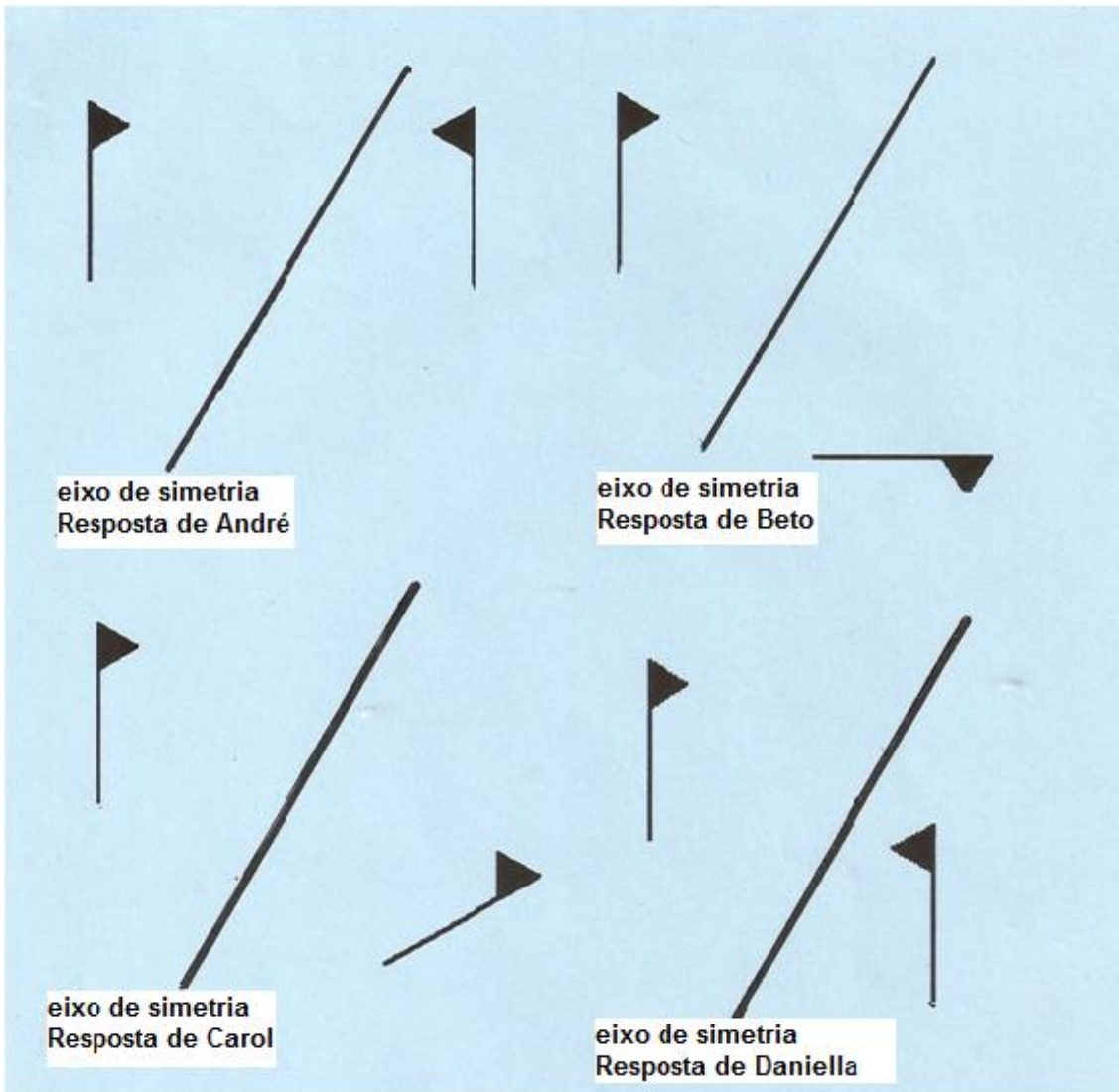


F

3) André, Beto, Carol e Daniella foram convidados a construir a reflexão da seguinte bandeirinha:



Todos desenharam a imagem de maneira diferente. Veja as respostas de cada um deles:



Quem você acha que desenhou a imagem correta?

André

Beto

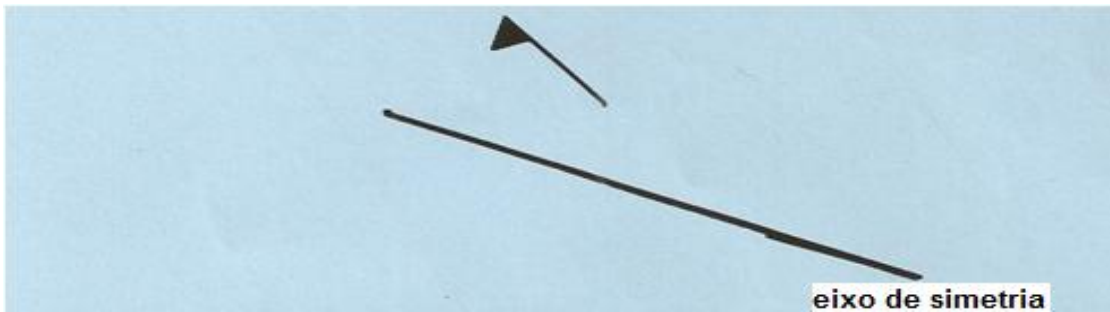
Carol

Daniella

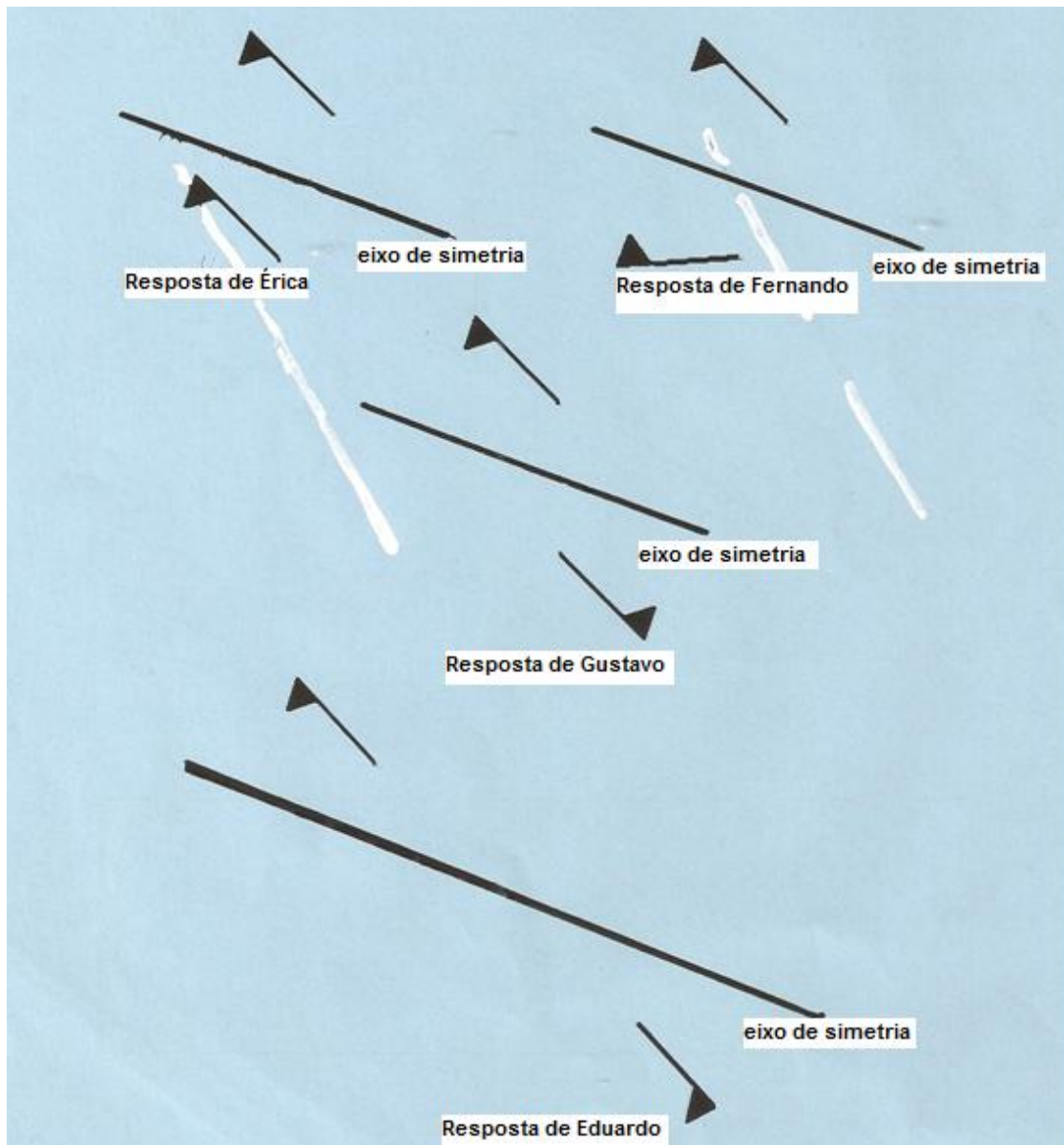
Ninguém

Explique sua resposta:

4) Èrica, Fernando, Gustavo e Eduardo foram convidados a construir a reflexão da bandeirinha abaixo:



Todos desenharam a imagem de maneira diferente. Veja as respostas logo abaixo:



Quem você acha que desenhou a imagem correta?

Érica

Fernando

Gustavo

Eduardo

Ninguém

Explique sua resposta:

5) Desenhe o eixo de simetria dos pontos abaixo.



Explique sua resposta:

