

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**A ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO COMO MEDIAÇÃO NO
DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO COMPUTACIONAL**

UAIANA E SILVA PRATES

São Carlos/SP

2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO E CIÊNCIAS HUMANAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

**A ATIVIDADE ORIENTADORA DE ENSINO COMO MEDIAÇÃO NO
DESENVOLVIMENTO DE UM JOGO COMPUTACIONAL**

UAIANA E SILVA PRATES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos, área de Processos de Ensino e Aprendizagem, linha de pesquisa Ensino de Ciências e Matemática, sob orientação da Profa. Dra. Maria do Carmo de Sousa, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Educação.

São Carlos/SP

2011

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P912ao

Prates, Uaiana e Silva.

A atividade orientadora de ensino como mediação no desenvolvimento de um jogo computacional / Uaiana e Silva Prates. -- São Carlos : UFSCar, 2011.

141 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2011.

1. Matemática - estudo e ensino (Ensino Fundamental). 2. Atividade orientadora de ensino. 3. Jogos educativos de computador. 4. Tecnologia. I. Título.

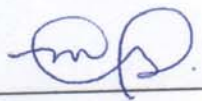
CDD: 372.7 (20ª)

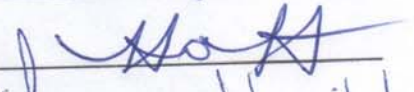
BANCA EXAMINADORA

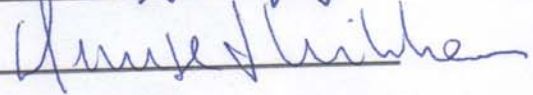
Profª Drª Maria do Carmo de Sousa

Prof. Dr. Manoel Oriosvaldo de Moura

Profª Drª Denise Silva Vilela







Dedico a

Lara (minha mãe) e Marcus (meu pai), por todos os sorrisos e todas as lágrimas
investidas na minha formação

AGRADECIMENTOS

Agradeço

à confiança, ao respeito, à orientação dedicada e comprometida da Profa. Dra. Maria do Carmo de Sousa;

ao professor Manoel Oriosvaldo de Moura e à professora Denise Silva Vilela, membros da banca, pelas leituras, sugestões e análises;

aos estudantes participantes dessa pesquisa, à professora Ana Paula e ao amigo Thiago por ter dividido momentos de construção e reflexão;

às leituras, discussões, críticas, ensinamentos, respeito e carinho de Diogo, marido, companheiro e amante fiel. Agradeço por ele ter aceitado viver esse desafio comigo;

à minha família, por todo amor, torcida e compreensão;

à correção final do texto e à amorosidade com que isso foi feito por tio João.

aos grupos de estudo que participei e que fizeram parte direta ou indiretamente dessa pesquisa: ao Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEM) pelos momentos de reflexão e trocas, ao Grupo de Práticas e Pesquisas em Danças Brasileiras – GiraFulô – por todo ensinamento, cor, música e alegria e ao Grupo Pró-grandezas: ensino e aprendizagem das grandezas e medidas por ter sido o principal mobilizador da continuidade dos meus estudos, agradeço em especial à educadora Paula Moreira Baltar Bellemain por todo respeito, ensinamento e amizade;

aos amigos e amigas, conquistados ao longo desses dois anos, de São Paulo, de Minas Gerais e do Pará, os/as quais formaram minha família em São Carlos e as/os quais me ajudaram a minimizar a saudade dos/das que ficaram em Pernambuco;

ao CNPq pelo apoio financeiro concedido desde o segundo semestre de 2009;

às funcionárias, professores e professoras, coordenadora e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São Carlos.

RESUMO

O presente trabalho teve como principal objetivo analisar em que medida as atividades orientadoras de ensino podem contribuir para o desenvolvimento de um jogo computacional educativo com a participação de estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental. As atividades orientadoras de ensino foram desenvolvidas, a princípio, no papel com o intuito de levar em consideração as elaborações, orais e escritas, dos estudantes enquanto o jogo estava sendo “gestado”. Tal estratégia baseia-se nas atuais metodologias, adotadas na Ciência da Computação, para construção de software ou jogos computacionais que levam em consideração a participação dos usuários no seu processo de desenvolvimento, como o “*design participativo*” ou o “*design centrado no usuário*”. Para utilizarmos dessas metodologias levamos em consideração algumas necessidades encontradas na sala de aula pelas atrizes e pelos atores da pesquisa (professora da turma, estudantes, programador e pesquisadora). A preocupação com os jogos computacionais educativos em sala de aula inspira-se nas práticas pedagógicas atuais, onde a tecnologia está cada vez mais inserida e, em alguns casos, não provocam mudanças “reais” nas tradicionais abordagens metodológicas em sala de aula. A construção dos dados ocorreu em uma escola pública estadual do interior do estado de São Paulo. A questão de pesquisa está assim definida: *em que medida as atividades orientadoras de ensino de conceitos geométricos podem contribuir para o desenvolvimento de um jogo computacional educativo com estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental?* A pesquisa é qualitativa e a análise dos dados foi construída a partir da organização, leitura e análise dos “episódios de ensino”. Tais análises são baseadas nas elaborações escritas e orais de estudantes identificando-se aquelas que podem auxiliar no processo de desenvolvimento do jogo computacional educativo. Ao mesmo tempo temos como intenção compreender como se dá tal processo a partir da interação entre estudantes, professora, pesquisadora e programador. Como principais resultados destacamos a contribuição das atividades orientadoras de ensino no sentido de revelar alguns inesperados ao longo do seu desenvolvimento os quais permitem um olhar diferenciado aos aspectos pedagógicos do jogo. Porém, destacamos uma necessidade de discutirmos elementos que vão além das questões pedagógicas, como uma necessária reconfiguração da escola para promover e auxiliar o diálogo com os estudantes do século XXI. Essa reconfiguração vai no sentido de pensarmos uma escola que dialogue com aspectos da sociedade atual como a informação em rede, sua não linearidade, assim como priorizar a criatividade e autonomia nos processos educativos.

Palavras-chave: Atividade Orientadora de Ensino. Jogo Computacional Educativo. Tecnologia.

ABSTRACT

This study aims to examine to what extent the teaching oriented activities can contribute to the development of an educational computer game with the participation of students in the sixth year of Elementary Education. The teaching oriented activities were developed at first on paper in order to take into account oral and written elaborations of the students while the game was being "gestated". This strategy is based on current methodologies adopted in Computer Science, to build software or computer games that take into consideration the participation of users in the development process, such as "participatory design" or "user-centered design ". To utilize these methodologies we took into account some necessity encountered in the classroom by the actresses and actors of the research (teacher, student, programmer and researcher). The concern with educational computer games in the classroom is inspired on current pedagogical practices, where technology is increasingly being used and in some cases do not cause "real" changes in the traditional methodological approaches in the classroom. The construction of the data occurred in a public school in the inland of the state of São Paulo. The research question was defined as: to what extent the teaching oriented activities of geometric concepts can contribute to the development of an educational computer game with students in the sixth year of elementary school? The research was qualitative and the data analysis was constructed from the organization, reading and analysis of "teaching episodes." Such reviews are based on written and oral elaborations of students, identifying those that can assist on the development of educational computer game. We also intend to understand how such a process takes place, regarding the interaction among students, teacher, researcher and developer. As main findings we highlight the contribution of teaching oriented activities in the reveal of some unexpected situations throughout its development, which allow a special look as for some pedagogical aspects of the game. However, we emphasize a need to discuss some aspects that go beyond pedagogical issues, such as a necessary reconfiguration of the school aiming to promote dialogue with students of the twenty-first century. This reconfiguration is in the sense of conceiving a school that takes into consideration aspects of current society such as the networked information, its nonlinearity, as well as a school that prioritizes creativity and autonomy in educational processes.

Keywords: Teaching Oriented Activities. Educational Computer Game. Technology.

SUMÁRIO

Introdução	11
Capítulo 1 – Os “primeiros passos” da Atividade de Pesquisa	14
1.1 Trajetória da pesquisadora	14
1.1.1 Contribuições das disciplinas de Prática de Ensino	17
1.1.2 Contribuições da Iniciação Científica	19
1.1.3 Contribuições do grupo de pesquisa Pró-Grandezas	20
1.1.4 Contribuições da disciplina de Estágio Supervisionado	22
1.2 A construção da questão de pesquisa	24
Capítulo 2 – A escola e a sociedade atual: necessidades	34
2.1 A escola	36
2.2 A sociedade atual	38
2.3 A relação entre a escola e a sociedade atual	40
2.4 A Educação Matemática e o uso das tecnologias	43
2.5 Algumas considerações sobre desenvolvimento de software educativo na perspectiva do trabalho colaborativo	48
Capítulo 3 – Atividades Orientadoras de Ensino e jogos computacionais educativos: objeto ou motivo real	53
3.1 Breve estudo do que vem a ser Atividades Orientadoras de Ensino	54
3.2 Jogos	58
3.2.1 Jogos computacionais educativos e o ensino da matemática	62
Capítulo 4 – Metodologia da pesquisa: ações e operações	67

4.1 Pressupostos metodológicos	68
4.2 Modalidade da pesquisa	70
4.3 Instrumentos de construção dos dados	71
4.4 Momentos da pesquisa	72
4.5 Caracterizações	84
4.5.1 Escola	85
4.5.2 Grupo	85
Capítulo 5 – Discussão e análise dos episódios: buscando respostas ..	87
5.1. Episódio “A mão de obra”	90
5.2 Episódio “A necessidade da contagem”	96
5.3 Episódio “ Cortar a peça: o que fazer com as sobras?”	107
5.4 Episódio “Área ou perímetro?”	113
5.5 Episódio “Desenhos e Personagens”	121
5.6 Episódio “Sugestões, <i>bugs</i> e testes finais”	129
Capítulo 6 – Educando o olhar	135
Referências Bibliográficas	144

INTRODUÇÃO

A mobilização em desenvolver essa investigação surgiu das situações vivenciadas durante a formação inicial da pesquisadora e dos estudos teóricos feitos ao longo dessa formação. Na ocasião do mestrado, conseguimos estabelecer uma forte relação com a escola campo dessa pesquisa, o que nos levou a desenvolver tal trabalho com maior entusiasmo e segurança sobre os aspectos éticos que envolvem uma investigação dessa natureza: uma pesquisa *com* estudantes e professora de uma escola.

Para entendermos o caminho que percorremos ao longo da formação inicial, o qual nos levou a formarmos diversas questões relativas ao ensino e aprendizagem de Matemática, faremos no Capítulo 1 um pequeno retrospecto da trajetória da pesquisadora e contextualizaremos a pesquisa tanto na formação inicial quanto nas discussões ao longo do mestrado. A seção que decidimos chamar de "Trajetória da pesquisadora" será a única escrita na primeira pessoa do singular, pois os relatos revelam algumas particularidades suas como estudante que foi de um curso de Licenciatura em Matemática e como professora em alguns momentos que só poderiam ser descritos dessa maneira. Em seguida delimitaremos nosso texto à atual investigação e às suas singularidades, como questão de pesquisa, objetivos e como ela foi modificando-se durante o mestrado.

No capítulo 2 são abordados os fundamentos teóricos da pesquisa relativos às atuais tecnologias. Faremos um estudo de alguns momentos históricos os quais influenciaram a escola que conhecemos. Além disso, discutiremos alguns trabalhos que percebem uma nova configuração de sociedade do século XXI.

Acreditamos que para discutirmos sobre desenvolvimento de um jogo computacional educativo, precisamos compreender algumas relações da nossa sociedade atual, imersa em um "mundo tecnológico", com a escola. Por isso, nesse capítulo discutiremos o que muitos autores (SCHAFF, 1992; MARCONDES FILHO, 1994; DERTOUZOS, 1998; GIDDENS, 2000) apontam como sendo a "Revolução da Informática" ou "Era da informática", a qual estamos passando desde o final do

século XX, e como encontramos nossas escolas, no contexto brasileiro, em meio a diversas mudanças sociais ocorridas a partir dessa “era”. Em seguida, faremos um paralelo entre a sociedade atual e a escola inserida nesta sociedade e analisaremos algumas relações e contradições entre essa sociedade e as escolas que encontramos nela inseridas. Chamaremos tal capítulo de “A escola e a sociedade atual: necessidades”, pois essa discussão vem mostrar algumas necessidades sentidas por nós ao percebermos tais relações. Essas necessidades impulsionaram, de alguma maneira, o desenvolvimento da atividade de pesquisa aqui descrita.

Ainda no capítulo 2 destacamos a constante presença do uso das tecnologias nas pesquisas em Educação Matemática (PAPERT, 1994; BORBA, 2009; MENDES, 2005) e do seu uso no ensino de matemática (RIBEIRO; PONTE, 2000; MARCO, 2004, 2009). Por fim, faremos um breve estudo das pesquisas que investigam o desenvolvimento de software e/ou jogos computacionais no âmbito da Educação e da Educação Matemática. Consideraremos, mais especificamente, os estudos de Gomes e Wanderley (2003), Perry (2005), Gomes e Padovani (2005) e Marco (2004, 2009).

No capítulo 3, faremos um breve estudo sobre as atividades orientadoras de ensino (AOE) a partir das discussões de Moura (2001), Sousa (2004), Moretti (2007) e Moura e colaboradores (2010). Esse conceito juntamente com o conceito de jogo computacional educativo materializam o principal objeto da investigação aqui relatada: analisar em que medida as atividades orientadoras de ensino contribuem no desenvolvimento de jogos computacionais. Em seguida, faremos uma discussão sobre o que vêm a ser jogos e como percebemos o uso de jogos computacionais educativos no ensino de Matemática.

Nesse sentido, discutiremos alguns aspectos históricos relacionados ao conceito de jogo. Para isso utilizaremos como principais referenciais os trabalhos de Grandó (1995), Alves (2006) e Kishimoto (2009). Por fim discorreremos sobre a utilização de jogos computacionais no ensino da Matemática utilizando como principais referenciais teóricos os trabalhos de Linderóth e colaboradores (2004) numa perspectiva da teoria sociocultural, Grandó (1995, 2000), Moura (1996) e Moura e colaboradores (2010). Esses referenciais também nos ajudaram a pensar

os aspectos lúdicos do jogo computacional.

A metodologia da pesquisa está detalhada no capítulo 4. Iniciamos uma discussão sobre as pesquisas qualitativas (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Definiremos a investigação como um estudo de caso (FIORENTINI; LORENZATO, 2006) e explicitaremos as particularidades e singularidades do caso que está sendo estudado. Dividimos a investigação em momentos. Detalharemos os seis “momentos da pesquisa” e por fim faremos uma caracterização da escola e do grupo que colaborou com essa investigação.

Reservamos o capítulo 5 para as discussões e análises dos dados construídos. Essas análises foram organizadas a partir de seis episódios de ensino, os quais julgamos ser os mais significativos e os quais ajudaram a responder à questão de investigação. Esses episódios foram nomeados a partir das cenas que concentram as diferentes elaborações dos estudantes (CATALANI, 2002). A análise foi feita concentrando-se nas modificações no jogo computacional a partir de tais elaborações.

O capítulo das considerações chamaremos de “Educando o olhar”, o qual buscamos responder à questão de investigação. Além disso, apresentaremos as aprendizagens, consequências desse trabalho. Discutiremos algumas questões relativas a nossa experiência na escola e do trabalho *com* a escola e não *para* a escola. Salientaremos a questão dos custos para produção de um jogo computacional educativo e como esse tipo de desenvolvimento vem sendo feito nas universidades e/ou empresas e implementados nas escolas. Ao desenvolvermos a pesquisa, apontamos alguns aspectos sobre o desenvolvimento de jogos computacionais que convergem para uma necessária revisão da escola em frente às transformações da sociedade do século XXI.

CAPÍTULO 1 – OS “PRIMEIROS PASSOS” DA ATIVIDADE DE PESQUISA

Pela sua actividade, os homens não fazem senão adaptar-se à natureza. Eles modificam-na em função do desenvolvimento das suas necessidades (LEONTIEV, 1978, p. 265).

Como se destaca na epígrafe e ao longo do texto, a investigação aqui desenvolvida está amparada pelos pressupostos da Teoria da Atividade (LEONTIEV, 1978) e mais especificamente pelo conceito de Atividade Orientadora de Ensino (MOURA, 2001; MOURA *et al*, 2010).

Neste capítulo destaca-se a trajetória da pesquisadora enquanto estudante de um curso de Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal de Pernambuco e enquanto estagiária e professora de Matemática em escolas da cidade de Recife. Tenta-se mostrar, ao longo desse processo, as necessidades, motivos e ações desencadeadoras das diferentes atividades vivenciadas pela pesquisadora. Destaca-se também a trajetória da investigação, aqui relatada, como um processo de atividade o qual se deu no coletivo e surgiu a partir de uma necessidade dos envolvidos. Assim, entende-se a importância desse capítulo para justificar a problemática da investigação e os motivos que levaram ao desenvolvimento da pesquisa, para assim compreendermos melhor as ações, como escolhas teóricas e metodológicas, procedimentos metodológicos, construção dos dados, entre outras, desenvolvidas ao longo da pesquisa.

Assim sendo, este será o único capítulo escrito na primeira pessoa do singular, por entender que ele descreve e analisa algumas singularidades e particularidades da pesquisadora, principal autora do texto, que só poderiam ser feitas dessa maneira.

1.1 Trajetória da pesquisadora

Ao iniciar a graduação em Licenciatura em Matemática pela

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) não imaginava o que faria como professora de Matemática. Sabia que gostava de Matemática (pelo menos daquela Matemática que tive contato até então) e sabia que teria mais sucesso profissional atuando no ensino do que sendo bacharel em Matemática, mas não sabia o que seria "ser professora".

No decorrer das disciplinas de Cálculo, Álgebra Linear, Física, Análise Numérica, entre outras, passei a ficar ainda mais confusa. O que faria com tudo aquilo que estudava? Nesse momento, percebo, como destacado por Moura (2001, p. 14) que “os sujeitos colocados em situação de aprendizagem muitas vezes devem realizar ações que não estão de acordo com os seus motivos para aprender”. O autor também faz uma distinção entre “estar em atividade” e “realizar uma tarefa”. Entendo que, nesse momento, o curso de Licenciatura em Matemática não proporcionava espaços para que, como estudante do curso, estivesse em atividade. Assim, realizava, ao longo do curso, algumas tarefas, como estudar Cálculo, Álgebra Linear, Análise Numérica, Física, Estruturas Algébricas, etc. Pois, minhas ações pareciam ser importantes para satisfazer a necessidade de outro e não a minha e o que deveria ser uma atividade era uma simples tarefa, afastando minhas ações do motivo de realizá-la (MOURA, 2001, p. 14).

Durante a graduação não entendia o que seria “estar em atividade”, mas identifico aqui algumas ações minhas motivadas pela necessidade de aprender e vivenciar situações além das propostas no currículo do meu curso de licenciatura, as quais me proporcionaram estar em atividade.

Foi nesse movimento de tentar entender o real sentido do curso, que participei de um projeto em Educação de Jovens e Adultos (EJA) para funcionários e funcionárias¹ da UFPE em 2005 como professora/estagiária. As orientações dos coordenadores desse projeto eram que trabalhássemos (os estagiários) sempre com alguma situação-problema da realidade dos/as estudantes, do dia a dia dos/as

1 Tomaremos nesse trabalho, por ideologia, a opção de escrevermos “homens e mulheres”, “professores e professoras”, etc. Faremos isso com o intuito de incluirmos em nosso discurso os homens e as mulheres e não usarmos das regras da nossa língua portuguesa e correremos o risco de excluirmos alguém. Freire (1992, p. 68) coloca que “a recusa à ideologia machista, que implica necessariamente a recriação da linguagem, faz parte do sonho possível em favor da mudança do mundo. Por isso mesmo, ao escrever ou falar da linguagem não mais colonial eu o faço não para agradar as mulheres ou desagradar os homens, mas para ser coerente com a minha opção por aquele mundo menos malvado de que falei antes”

trabalhadores/as. Procurava discutir, em sala de aula, situações de compra e venda, pagamento de contas, medição de superfícies, comprimento, tempo, entre outras.

Na EJA comecei a perceber a importância de vivenciar atividades que aproximassem os/as estudantes das situações práticas do seu cotidiano.

Em 2006 também desenvolvi um trabalho voluntário, como professora, em um projeto de extensão da UFPE, um pré-vestibular para estudantes da rede pública de Recife. Dividi com os outros dois estudantes da Licenciatura em Matemática envolvidos nesse projeto todo o conteúdo do vestibular das universidades federais e estadual de Pernambuco. Nesse curso também procurei relacionar algumas situações-problema do cotidiano com o conteúdo, no meu caso, a Geometria.

Foram experiências importantes para minha formação pela vivência em sala de aula, planejamento e preparação dos cursos e das aulas, reunião com outros(as) professores(as) iniciantes/estagiários(as), mas faltava um pouco da vivência em escola, já que os dois projetos eram na UFPE, o primeiro no Centro de Educação e o segundo no Centro de Artes e Comunicação.

Queria, nesse momento, colocar as minhas experiências práticas, em sala de aula, em sintonia com as minhas necessidades enquanto estudante, e isso desencadeou a busca de conhecimentos além dos curriculares (até então) da licenciatura. Conhecimentos que encontraria numa escola real, escola essa formada por desafios diários, sujeitos, interações, diretrizes, gestões, complexidades, ensino, aprendizagem, um lugar onde crianças e jovens vão “para aprender cultura e internalizar os meios cognitivos de compreender e transformar o mundo” (LIBANÊO, 2004, p. 3) e onde professores e professoras trabalham/ensinam objetivando tais aprendizagens.

Gostaria de entender como funcionava esse espaço em que sempre vivi como estudante e nunca como professora. Essa necessidade existe em todos os cursos de licenciatura já que, neles os estudantes formam-se para exercer uma profissão que parece já ser conhecida da maioria deles, mas não é vivenciada integralmente.

Nos últimos anos do curso, mais especificamente nas disciplinas de

Prática de Ensino, é que o "ser professora" foi ganhando significado e sentido para mim. Os estágios nas escolas mudaram a minha vida no sentido de entender e de me apaixonar pela profissão de professora de Matemática.

Foi vivenciando essas experiências que entendi o verdadeiro motivo do curso de Licenciatura em Matemática. Identifico, agora, alguns momentos em que estive em atividade de aprendizagem, de ensino e de pesquisa. Tentarei elucidar, aqui, as principais contribuições dessas vivências na minha formação.

1.1.1 Contribuições das disciplinas de Prática de Ensino

O curso de Licenciatura em Matemática da UFPE possui três disciplinas de Prática de Ensino da Matemática (PEM) como disciplinas obrigatórias. A primeira tem uma carga horária de 90 horas; a segunda, de 120 horas e a terceira, de 90 horas. Minha necessidade em estudar os processos de ensino e aprendizagem das grandezas e medidas surgiu nas disciplinas de PEM. Essas disciplinas promoveram alguns espaços e momentos, na minha formação, os quais me colocaram em atividade de ensino (nas PEM 2 e 3) e de aprendizagem (nas PEM 1, 2 e 3).

Durante o período das disciplinas de PEM convivi e me envolvi com diferentes escolas, educadores, educadoras, estudantes e diversos contextos educacionais. Nesse momento identifico uma mudança significativa da "realização de tarefas", a qual comentamos há pouco, para o movimento de "estar em atividade". As disciplinas de PEM me colocaram num movimento de descobertas e reflexões sobre os processos de ensino e aprendizagem, a sala de aula, a escola, a partir de trabalhos sobre metodologias de ensino (CHARNAY, 1988; MEIRIEU, 1998), contrato didático e sala de aula (MEDEIROS, 2001) e algumas diretrizes curriculares (como os Parâmetros Curriculares Nacionais, o qual estudamos nessa disciplina).

A partir da minha necessidade de conhecer e entender um pouco mais o que é "ser professora" e como se dá o movimento numa escola e numa sala de

aula, desenvolvi ações a partir dessa disciplina que me aproximassem ainda mais desses contextos.

Nos dezoito meses referentes a essa disciplina, as práticas pedagógicas, os problemas relacionados ao ensino e aprendizagem e os textos referentes à Educação Matemática fizeram-me refletir e buscar respostas a muitas das perguntas que formulava nessa vivência como: por que estudantes têm dificuldade em aprender Matemática? Por que professoras e professores de Matemática ainda trabalham da mesma forma que há 10 anos quando eu estava no Ensino Fundamental: com fórmulas prontas, excluindo os que não entendem as explicações e sem levar em consideração as mudanças na sociedade atual? Por que os próprios professores do curso de Licenciatura em Matemática não priorizam um ensino com fundamentos da educação?

Mobilizada por essas questões, continuei estudando no Centro de Educação, sendo orientada mais especificamente pela professora da disciplina PEM, do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, com o intuito de entender e refletir, teoricamente, um pouco mais sobre os problemas e as possibilidades de trabalho relacionados à sala de aula de Matemática.

Essa disciplina tratava de questões relacionadas ao ensino e aprendizagem de Matemática em diferentes níveis de ensino e abordando diferentes contextos educacionais. Por exemplo: na disciplina de Prática de Ensino da Matemática 2 deveríamos desenvolver uma oficina na escola da qual participamos com algumas “inserções” no início da disciplina para promover um maior envolvimento das/dos estagiárias/os. Essa oficina seria em duplas e os grupos foram divididos a partir dos “blocos de conteúdos” propostos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o Ensino Fundamental. Nossa dupla ficou com o bloco das “Grandezas e Medidas”.

A oficina foi sobre o esporte *trekking* de regularidade e foi desenvolvida em uma escola da rede federal de ensino a qual se localiza em Recife. A partir dessa vivência, escrevemos dois trabalhos que foram apresentados no IX Encontro Nacional de Educação Matemática. O verbo *trekken*, de origem africana, significa migrar. Nojosa e colaboradores (2007) discorrem sobre a etimologia da palavra

trekking baseado em alguns organizadores de campeonatos estaduais e nacionais desse esporte. Segundo estes organizadores:

A palavra trek tem sua origem na língua africâner. Ela passou a ser amplamente empregada no início do século XIX, pelos vortrekkers, os primeiros trabalhadores holandeses que colonizaram a África do Sul. O verbo trekken significa migrar e carregava uma conotação de sofrimento e resistência física, numa época em que a única forma de se locomover de um ponto para outro era caminhando. ([NOJOSA et al., 2007](#))

Assim, o esporte *trekking* está associado a caminhada por trilhas, no meio do mato, em estradas de terra, serras, terrenos acidentados, etc.

Vale ressaltar que o instrumento que o grupo utilizou no desenvolvimento dessa atividade era o *trekking* de regularidade, que é um esporte de caminhada formada por uma equipe que deve cumprir algumas tarefas em um percurso e um tempo predeterminado. Essa oficina tinha o esporte *trekking* como ponto de partida, mas foram os conceitos de tempo, comprimento, velocidade, direção que nos mobilizou a realizar o trabalho. O interesse era saber por que esses conceitos não eram tratados de maneira mais contextualizada? Por que conceitos como esses não podiam ser desenvolvido a partir de uma situação-problema que incorporasse aspectos do cotidiano e/ou de forma lúdica para os estudantes e as estudantes?

Na disciplina de Prática de Ensino 3, a qual teria o período de regência propriamente dito, propus atividades que utilizavam situações-problema relativas aos conceitos de comprimento, área e volume de maneira mais relacionada com a necessidade dos estudantes, os quais já conviviam há seis meses, e procurando compor tais atividades com materiais manipuláveis, jogos e problemas desafiadores. Além disso, participei de um projeto de iniciação científica no qual discutíamos, entre outros, os problemas relacionados ao ensino e à aprendizagem de tais conceitos.

1.1.2 Contribuições da Iniciação Científica

No segundo ano da disciplina de PEM, fui bolsista de Iniciação Científica e estudei os problemas relacionados ao ensino e aprendizagem de área e comprimento no ensino fundamental. Essa experiência me proporcionou conhecer diversas pesquisas, como Douady e Perrin-Glorian (1998), Bellemain e Lima (2000, 2002), Lima (1999), Brousseau (2001), que tratam da problemática das grandezas e medidas, todas na perspectiva da Didática da Matemática francesa. Nesse mesmo trabalho busquei, juntamente com minha orientadora na ocasião, atividades em livros didáticos, pesquisas, artigos e materiais de apoio ao professor e à professora que dessem sentido ao conceito de área como uma grandeza geométrica, baseadas nas obras supracitadas.

O projeto de iniciação científica estava vinculado a dois grupos de pesquisa da UFPE: o Grupo de Estudos em Tecnologia na Educação (GENTE) e o Pró-Grandezas: ensino-aprendizagem das grandezas e medidas. O primeiro relacionava-se pelo desenvolvimento de uma biblioteca virtual para auxiliar os professores e as professoras de Matemática no processo de ensino e aprendizagem.

O ADV (ambiente didático virtual), objeto central desse projeto, previa uma biblioteca virtual para cada disciplina do ensino fundamental e médio, e nesse sentido trabalhamos juntas com o GENTE as questões relacionadas com as novas tecnologias da informação e comunicação (TIC) na Educação a Distância (EaD).

Porém, foi no segundo grupo, no Pró-Grandezas, que realmente me envolvi nas questões que me mobilizaram para continuar trabalhando com Educação Matemática. Nesse momento, acredito, fui iniciada a uma atividade de pesquisa por ser ela produto de uma necessidade minha gerada pela vivência nas disciplinas de PEM e na Iniciação Científica: compreender como se dá o processo de aprendizagem, pelas/os estudantes, de conceitos matemáticos como área, comprimento, volume, etc. usando algum tipo de tecnologia, neste caso, um ambiente virtual.

1.1.3 Contribuições do grupo de pesquisa Pró-Grandezas

Foi no Pró-Grandezas que, intencionalmente, procurei respostas às diversas questões colocadas por mim durante a graduação. Nesse sentido, entendo que a participação num grupo de estudo me fez intensificar as ações decorrentes do movimento de “estar em atividade”. O grupo proporcionou a continuação dos meus questionamentos, reflexões, curiosidades e estudos sobre as grandezas e medidas e a Educação Matemática de uma forma mais ampla. Os trabalhos desenvolvidos no grupo visam:

aprofundar a compreensão de fenômenos didáticos dentro da linha da didática de conteúdos específicos. Este tipo de pesquisas permite subsidiar a elaboração de situações didáticas relativas às grandezas e medidas para o ensino fundamental e médio e para formação inicial e continuada do professor de matemática que irá atuar na educação básica. Portanto, as repercussões previstas são na direção da melhoria do ensino-aprendizagem e da formação de professores de Matemática. (PRÓ-GRANDEZAS, 2010)

A experiência nesse grupo levou-me a ações e operações como refletir sobre a importância desse tipo de estudo, sobre os contextos nos quais as grandezas e medidas estão inseridas (na sala de aula – as confluências com outros conteúdos matemáticos, como álgebra, geometria e número – e fora dela – cotidiano), as dificuldades que encontramos no ensino e aprendizagem desses conceitos e a precariedade de discussão, proveniente da pouca importância dada ao tema. Bittar e Bellemain (2002, p. 12) tratam desse “descuido” com tais conceitos e acrescentam que “os capítulos de geometria e grandezas e medidas eram frequentemente situados no fim dos livros didáticos e tratados de maneira fragmentada, sem estabelecer conexões com os outros campos da Matemática escolar”.

Inspirados na Didática da Matemática francesa os professores-pesquisadores e professoras-pesquisadoras do Pró-Grandezas vivenciam diferentes projetos, como os de: iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso e dissertações e teses relativas ao ensino e aprendizagem das grandezas e medidas.

Nesse contexto, entendo que as ações compartilhadas com o Pró-Grandezas, como apresentações de trabalhos em congressos de Educação

Matemática e desenvolvimento do meu trabalho de conclusão de curso (TCC) o qual teve como principal produção uma monografia que estuda algumas questões sobre o ladrilhamento do plano euclidiano, contribuíram diretamente para minha formação como pesquisadora. Esse grupo trabalha, ao meu ver, de forma bastante compartilhada e sempre que possível são apresentados os trabalhos produzidos pelos que compõem o grupo e eles são discutidos a partir dos diferentes “olhares” dos professores/as, pesquisadores/as e estudantes participantes do grupo.

1.1.4 Contribuições da disciplina de Estágio Supervisionado

Além da disciplina de PEM e dos grupos de pesquisa, desenvolvi o estágio supervisionado durante seis meses numa escola estadual de Recife, em Pernambuco. As pesquisas feitas pelo Pró-Grandezas, as leituras e orientações da iniciação científica me motivam para estudar e trabalhar as primeiras séries do Ensino Fundamental 2 – ou seja, estudantes com 10 a 13 anos.

A turma escolhida foi uma quinta série². Cheguei à escola com esperança de proporcionar aos estudantes a vivência de situações-problema, as quais abrangessem os conteúdos comprimento e área, mas os estudantes mostraram dificuldade com o conceito de número, com as quatro operações e com leitura.

A partir da constatação das dificuldades dos estudantes, procurei ajuda na universidade e mudei o meu plano de estágio tentando abordar tais aspectos. Foi uma experiência bem desafiadora, pois, apesar de ser um estágio, o professor responsável pela turma passou essa responsabilidade para mim durante todo o período do estágio. Na maioria das aulas estive desenvolvendo atividades sozinha na sala de aula para uma turma de quinta série com 40 estudantes, em média, na periferia da cidade de Recife: onde a realidade é bastante diferente da Universidade.

A maioria das atividades que desenvolvi durante a graduação levou-me a pensar sobre o ensino e a aprendizagem das grandezas geométricas. Influenciada

² A nomenclatura da época chamava de quinta série o que hoje é chamado de sexto ano.

pelas discussões do Pró-Grandezas e do Canteiro de Obras³, olhava para as situações em sala de aula que envolviam esses conteúdos sempre com um olhar especial, procurando entender como os estudantes constroem tais conceitos e como o processo de ensino revelaria tais construções.

Assim, a princípio fui motivada a entrar em atividade pelas discussões do grupo. Porém, quando fui para a escola é que percebi as diferentes dificuldades enfrentadas por todos/as que compõem esse complexo sistema e, mais especificamente, a dificuldade da escola em proporcionar situações para que os envolvidos (professoras/es e estudantes) entrem em atividade. Intensificou-se ainda mais minha motivação a estudar esse campo de investigação: a Educação Matemática.

Após a graduação, iniciei minha carreira profissional ministrando aulas de Matemática e aprendendo a ensinar, no ano de 2008, numa escola particular da cidade de Recife. Essa escola oferecia turmas para crianças e adolescentes de 9 a 18 anos, do 5º ano do Ensino Fundamental ao 3º ano do Ensino Médio. A escola se localizava em uma região central da cidade.

Desenvolvi meu trabalho com a disciplina de Matemática em dois quintos anos e com a disciplina de Desenho Geométrico (abordava apenas os conteúdos da geometria) no sexto, no sétimo e no oitavo ano. Essa experiência me aproximou do uso das tecnologias (mais especificamente do computador) nas aulas de Matemática. A escola possuía um amplo laboratório de informática o qual eu usava toda semana para desenvolver atividades com os estudantes.

Foi nesse movimento de vivência e criação de atividades, como construção e análise de plantas baixas, de origamis, Tangram, poliedros, situações-problema envolvendo compra e venda, entre outras, que estruturei um projeto de pesquisa o qual desenvolvi ao longo do mestrado. Meu foco inicial eram os processos de ensino e aprendizagem das grandezas e medidas a partir do uso de uma ferramenta tecnológica. Mostrarei, em seguida, como a atividade que

3 Grupo coordenado pela professora Paula Moreira Baltar Bellemain, cujo objetivo é reunir professores que atuavam nas escolas (na sua grande maioria, da região metropolitana de Recife) para discutir questões relacionadas com a teoria das situações didáticas e montar sequências didáticas de diferentes conteúdos da matemática trabalhada na educação básica. O nome Canteiro de Obras faz uma referência à engenharia didática dos franceses. O grupo iniciou seus trabalhos em 2008.

desenvolvi ao longo do mestrado foi modificando-se (pelos inesperados⁴ revelados por ela) e sendo modificada (pelos agentes da investigação).

1.2 A construção da questão de pesquisa

A partir da trajetória da pesquisadora, surgiu, a princípio, a preocupação em desenvolver uma atividade de pesquisa com o foco nas grandezas e medidas, mais especificamente nos conceitos de área e no uso das TICs em sala de aula. A participação em grupos de pesquisa que trabalhavam essas questões e a preocupação com a sala de aula de Matemática fazem com que as indagações venham no sentido de integrar essas tecnologias à escola. Porém, uma preocupação que tive com minha orientadora foi no sentido de entender os movimentos da sala de aula e como as novas demandas da sociedade em que vivemos, como as atuais tecnologia, nela se inserem. A ideia não era pensar no uso das tecnologias como solução para todos os problemas relacionados ao ensino e aprendizagem de Matemática, e sim no uso dessa ferramenta (mais especificamente o computador) como uma possibilidade de desenvolvermos atividades de ensino as quais compusessem aspectos lúdicos e mobilizassem as/os estudantes no desenvolvimento delas possibilitando momentos de criação e criatividade.

As ideias centrais do projeto do mestrado surgiram ainda na graduação quando participávamos do grupo de estudo Pró-Grandezas. Nessa ocasião escrevemos um artigo⁵ para ser publicado no IV HTEM – Colóquio de História e Tecnologia no Ensino da Matemática – em maio de 2008. Esse artigo e o colóquio me mobilizaram ainda mais a pesquisar sobre o uso das tecnologias em sala de aula e sobre as questões conceituais das grandezas e medidas.

No artigo usamos como principal referencial teórico os trabalhos que investigavam os problemas no ensino e na aprendizagem do conceito de área como

4 A definição de “inesperados” adotada nesse trabalho é a utilizada por Sousa (2004) inspirada em Caraça (1998) e a qual discutimos no capítulo 5. Um inesperado, aqui, é um gesto, ação, sugestão, diálogo, os quais revelam situações não previstas anteriormente na pesquisa. A atividade de pesquisa modifica-se a partir do surgimento de inesperados.

5 PRATES, U. S.; PEDROSA, D. C.; BELLEMAIN, P. M. B.; BELLEMAIN, F. Um jogo sobre medidas de área e perímetro para TV digital. IV Colóquio de História e Tecnologia no Ensino da Matemática, Anais do Congresso, Rio de Janeiro (RJ), 2008.

uma grandeza geométrica (DOUADY; PERRIN-GLORIAN, 1989; LIMA, 1999; BELLEMAIN; LIMA, 2000, 2002).

Durante os estudos ocorridos no grupo e para a escrita desse artigo, percebi, com os demais autores e autora, que os processos de ensino e aprendizagem da grandeza geométrica “área” descrevem uma relação peculiar entre professor, estudante e saber, na qual se encontram contradições e inquietações em dois extremos. De um lado está a realidade da sala de aula, descrita em pesquisas de caráter diagnóstico que discutem os erros e dificuldades no ensino e aprendizagem do conceito em foco, do outro lado, encontram-se os professores que julgam que esses conteúdos são fáceis de ensinar e que defendem o estudo de área e perímetro desde os primeiros anos do ensino fundamental (IGNÁCIO, 2006). Esses erros e dificuldades são diagnosticados em diferentes contextos, diferentes ambientes escolares e com diferentes tipos de figuras - como triângulos, retângulos, paralelogramos ou polígonos quaisquer (BELLEMAIN; LIMA, 2002).

Segundo Facco (2003), os professores de Matemática, apoiados em livros didáticos, introduzem o conceito de área como um número associado a uma superfície e rapidamente passam ao cálculo da área, utilizando fórmulas.

Douady e Perrin-Glorian (1989) propõem uma abordagem da área como grandeza. Discutem uma temática que chamam de “Jogo de quadros”, onde é necessário distinguir o quadro numérico (composto por números reais positivos, os quais são utilizados para representar a medida da área), o quadro geométrico (composto por figuras planas) e o quadro das grandezas (composto por uma classe de equivalência de figuras com a mesma área). Faz-se necessário mobilizar esses três quadros no sentido de compreender área como uma grandeza geométrica.

As pesquisas de Douady e Perrin-Glorian (1989) mostram que os estudantes, mobilizam dois tipos de concepções: a numérica e a geométrica. A primeira está ligada ao quadro numérico, e o/a estudante concebe a área de uma figura como um número, deixando de lado a unidade. Porém, quando modificamos a unidade de área (cm^2 , m^2 , km^2 , ha) a área como o par (número, unidade) também muda. Segundo Teles (2007, p.33):

As concepções numéricas são freqüentemente fortalecidas pela abordagem do tema na escola, que privilegia o aspecto computacional relacionado à aplicação das fórmulas. Desse ponto de vista, a área é um número que se calcula e há pouca ênfase nos aspectos geométricos do conceito.

Na segunda concepção, o/a estudante entende a área como uma figura plana imutável, pois, para os/as estudantes que mobilizam essa concepção, modificando a figura necessariamente modifica-se a área. Além disso, é mobilizando essa concepção que os/as estudantes confundem a área e o perímetro de figuras planas, acreditam que qualquer modificação na área o perímetro muda na mesma proporção. A autora acrescenta ainda que:

de acordo com esse tipo de concepção, quando se afirma que a área de uma figura aumenta, subentende-se que a figura é ampliada, ou seja, há semelhança entre a figura antiga e a nova. [...] As concepções geométricas são reforçadas pelos usos do termo 'área' nas práticas sociais, nas quais freqüentemente se associa a área a um determinado espaço ocupado, como por exemplo, na expressão 'área de serviço'.

De acordo com a proposta de abordar a área como uma grandeza, é preciso distinguir a figura e sua área, uma vez que figuras distintas podem ter mesma área. Da mesma maneira, quando há mudança de unidade, a medida varia e, portanto, é preciso também distinguir a área de uma figura e as diferentes medidas que podem ser obtidas.

A medida de área é um número real positivo, e qualquer par (número, unidade) é visto como uma forma de designar a grandeza. O uso de superfícies unitárias diversas para medição da área de figuras contribui para dar sentido à ideia de área como uma grandeza.

Douady e Perrin-Glorian (1989, p. 394) discorrem sobre erros frequentes relativos a tal conteúdo e destaca que:

a superfície unitária sendo uma superfície com certa forma faz com que a possibilidade de medida de uma superfície dependa de S ser efetivamente ladrilhável com elementos daquela forma. Assim, os alunos encontram dificuldade para exprimir a área de um triângulo em cm^2 (centímetros quadrados) dada a impossibilidade de cobri-lo com número finito de quadrados. (tradução nossa)

Sendo assim, faz-se necessário o uso de diferentes formas para a superfície unitária (triângulos, quadrados, paralelogramos, etc.), pois o estudante mobilizando a concepção geométrica do conceito de área entende que mudando a forma da figura, muda necessariamente a sua área e isso não é verdade.

A partir da problemática anunciada acima, busquei escrever um projeto de mestrado que tentasse auxiliar na superação de alguns entraves no ensino e na aprendizagem desses conteúdos.

Para Rigon e colaboradores (2010, p. 43), o sujeito está em atividade de pesquisa quando “organiza suas ações de forma intencional e consciente, buscando encontrar procedimentos teórico-metodológicos que permitam explicar suas indagações a respeito do objeto investigado”. Sendo assim, iniciei o processo de “estar em atividade de pesquisa” submetendo o projeto à seleção de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), na linha de pesquisa: ensino de Ciências e Matemática. Por entender que os pressupostos teóricos da linha nos orientariam na busca por respostas às minhas inquietações.

Ao longo do desenvolvimento dessa atividade, busquei, junto com minha orientadora, fundamentos teóricos e metodológicos para nortear a pesquisa, como por exemplo, teses e dissertações produzidas no Brasil. Constatei que, na sua grande maioria, estes trabalhos são desenvolvidos na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP), nas Universidades Federais de Pernambuco (UFPE) e de Santa Catarina (UFSC), todos numa abordagem estritamente da Didática da Matemática francesa.

Os trabalhos da PUC/SP em sua maioria usam como metodologia de pesquisa a engenharia didática (ARTIGUE; DOUADY, 1993; ARTIGUE, 1996; ARTIGUE, 2002; PAIS, 2002).

Segundo Artigue (1996, p. 196), a engenharia didática, vista como uma metodologia de investigação, caracteriza-se “por um esquema experimental baseado em 'realizações didáticas' na sala de aula, isto é, na concepção, na realização, na observação e na análise de sequências de ensino”.

Já as teses da PUC/SP utilizam a engenharia didática como

metodologia de pesquisa para a construção de sequências didáticas relativas a algum conteúdo da Matemática. Encontramos entre elas algumas que utilizavam softwares, como o Cabri-Géomètre, por exemplo, para elaborar tais sequências com o auxílio dessa ferramenta.

Dessa forma, quando elaborei a primeira versão do projeto de Mestrado, o interesse a princípio era investigar o desenvolvimento de um software que auxiliasse no processo de ensino e aprendizagem da grandeza área e suas medidas, na perspectiva da Didática francesa. Por isso a busca por essas teses.

Na UFSCar, ao reelaborar o projeto, a princípio decidi usar como metodologia de pesquisa a engenharia didática, já que o principal referencial do projeto inicial era da didática francesa, e, ao longo das reuniões de orientação, entendi que essa metodologia era a mais apropriada para responder nossas questões de pesquisa que estavam assim constituídas: quais as elaborações que os alunos do sexto ano do ensino fundamental fazem enquanto vivenciam situações problemas que envolvem o conceito de área como grandeza geométrica, auxiliados por um software educativo? Que possíveis dificuldades podem explicitar durante tais elaborações? Porém, pensamos muito na variável “tempo”.

Os estudos que fiz mostram que o mestrado não possui uma duração suficiente para cumprir todas as etapas de uma Engenharia Didática como está posta nos trabalhos analisados.

Em um de seus artigos sobre essa metodologia, Artigue e Douady (1993, p. 59) apontam os limites que a engenharia didática, como instrumento de investigação, enfrenta: “Além das dificuldades de execução e de controle de variáveis envolvidas, indicam-se questões deontológicas”. Essas “questões deontológicas” colocadas pelas autoras referem-se ao processo passado pela metodologia já que se faz necessário o cumprimento de algumas “fases” ou “regras” para efetivar o seu uso.

Segundo Fiorentini e Lorenzato (2006, p. 195), a “deontologia, como parte da ética, estuda os deveres, os princípios e as normas adotadas por um determinado grupo profissional”. Desta maneira também percebo essa questão deontológica como uma questão de ética e uma das preocupações da pesquisa se

deu, principalmente, com os riscos de uma pesquisa do tipo comparativa.

A maior preocupação que tinha, durante o estudo, era com a escola, com os colaboradores da pesquisa, os estudantes, professora, coordenadora, diretor, pais, entre outros.

Nesse sentido, Artigue e Douady (1993, p. 59) acrescentam que a realização dessas “sequências de aprendizagens”, como uma das fases de uma engenharia didática, “implica alunos reais e professores reais, em salas de aula reais”.

A ida pra escola, com os “alunos reais” e “professora real”, foi um momento muito importante para definições e redefinições de teorias e metodologias adotadas nesta pesquisa. Ao iniciar a construção dos dados, em agosto de 2009, foram percebidas algumas dificuldades na possível “execução” de uma Engenharia Didática, tais como: questões éticas, a questão do tempo disposto no mestrado e os cuidados em desenvolver tal metodologia numa “escola real”.

Até a ideia de desenvolvimento de software educativo mudou no início da convivência com a escola e com o movimento de pensar a construção dos seus dados.

Inicialmente pensei em estudar e analisar o conceito de área junto com os estudantes, com a professora e com a escola escolhida, de forma a desenvolver um jogo computacional que levasse em consideração as necessidades, sugestões e questionamentos encontrados na escola, campo da pesquisa.

A ideia não era fazer comparações e decidir se uma teoria é melhor ou pior do que a outra. Porém, uma decisão precisava ser tomada e, nesse sentido, decidi, junto com minha orientadora, optar por estudar outro referencial teórico, um referencial que olhasse um pouco mais para as questões culturais e sociais da escola e mais especificamente de uma sala de aula de Matemática.

Não podemos transpor uma metodologia desenvolvida, na sua origem, na França para o Brasil sem que nela sejam feitas algumas “adequações” e/ou modificações. Ao me deparar com uma escola na periferia de uma cidade no interior de São Paulo, surgiu um dilema: qual a metodologia de construção dos dados que deveria utilizar? Será que com a sequência didática (produto de uma Engenharia

Didática) conseguiria pensar no desenvolvimento de um jogo computacional com os/as estudantes? Conseguiria no mestrado (de dois anos de duração) aplicar o pré-teste, a sequência e o pós-teste na turma escolhida (uma vez que não gostaria de comprar o desenvolvimento de diferentes turmas) e ainda pensar no processo de implementação do jogo?

Ao longo de uma atividade de pesquisa acontecem definições e redefinições, surgem inesperados, dilemas, os quais nos levam a repensar o objeto de estudo. Nesse momento da pesquisa tive que tomar uma decisão e ao longo das leituras, reflexões, orientações e discussões acerca da metodologia adotada na construção dos dados da pesquisa, defini que seria mais interessante pensar as atividades de sala de aula, segundo o conceito de atividade orientadora de ensino (AOE) proposto por Moura (2001).

A AOE é um conceito que se baseia na Teoria da Atividade (LEONTIEV, 1978) e tem em sua essência o trabalho coletivo. É um conceito desenvolvido aqui no Brasil, o qual, direta ou indiretamente, leva em conta os aspectos culturais e sociais do nosso país. Além disso, o conceito de atividade de ensino, atividade de aprendizagem e AOE (tomada como unidade entre ensino e aprendizagem) têm sido usados em diversos trabalhos de mestrado (FAULIN, 2002; FERREIRA, 2005; SCARLASSARI, 2007) e doutorado (SOUSA, 2004; DIAS, 2007; MORETTI, 2007; CUNHA, 2008; MARCO, 2009), focando em diversos níveis de ensino (fundamental, médio e graduação) e eles têm contribuído de forma significativa na compreensão dos aspectos psicológicos, educativos e sociais na sala de aula.

Decidi, junto com minha orientadora, preparar as atividades que fossem para a escola como AOE, definindo objetivos, materiais e composição dos grupos.

Apesar de as experiências em Pernambuco serem variadas, no que diz respeito ao uso das novas tecnologias, estas limitaram-se à minha última experiência: uma escola particular situada num bairro de classe alta na capital do estado; essa escola nos oferecia um amplo e equipado laboratório de informática e, como professora de uma escola particular, era convocada a todo tempo para usar tal estrutura. Já a escola campo da atual pesquisa faz parte da esfera pública de

ensino. A escolha se deu também pelo fato de ela possuir um laboratório de informática e pela necessidade, sinalizada pela coordenadora e pelo diretor em utilizarmos tal espaço.

Como o principal objetivo dessa pesquisa era desenvolver um jogo computacional educativo a partir do desenvolvimento de AOE, iniciamos no segundo semestre de 2009 a construção dos dados dessa pesquisa em tal escola. Gostaria de observar, descrever e analisar as elaborações dos estudantes diante das vivências das atividades com o intuito de desenvolver um jogo computacional considerando uma “sala de aula real”.

Outras contribuições, que gostaria de destacar aqui, para o desenvolvimento dessa pesquisa foram o recebimento da bolsa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) iniciada em julho de 2009 através do PPGE e as discussões feitas nas próprias disciplinas que cursamos ao longo do ano de 2009, como Seminários de Dissertação, Pesquisa em Educação e Políticas Públicas.

Por exemplo, na disciplina de Seminários de Dissertação discutiam-se os projetos de todos/as estudantes ingressantes no mestrado do PPGE. Após esse processo, a questão de investigação ficou assim definida: *Como as elaborações de estudantes do sexto ano do ensino fundamental⁶ e o movimento da sala de aula podem auxiliar no desenvolvimento de um jogo computacional?*

Aqui, o foco do trabalho eram as elaborações dos estudantes.

Sousa (2004, p. 2) afirma que “as elaborações feitas em sala de aula contêm o singular e o particular de todas as pessoas que compõem a sala de aula”. As elaborações são, segundo Cunha (2008, p. 2) apoiada em Lanner de Moura (2001), “as manifestações do pensamento sobre os conceitos, quer orais ou escritas”. Essas autoras trabalham, também, com o lógico-histórico do conceito, apoiadas no trabalho de KOPNIN (1978), a primeira com a álgebra e a segunda com a medida. Para elas, o lógico “reflete o histórico de forma teórica. O histórico contém o processo de mudança do objeto, as etapas do seu surgimento e desenvolvimento, as casualidades dos fatos e da vida” (SOUSA, 2004, p. 2).

6 A escola usa ainda a nomenclatura “quinta série”, mas escolhemos adotar a nova nomenclatura, do ensino de nove anos, para ir ao encontro das novas propostas.

Assim, também foi assumida nesse trabalho, a importância de se conhecer movimentos históricos de criação de conceitos para a sua aprendizagem através de AOE em sala de aula. Entendemos a história como Moura (2007, p. 5), “não no sentido factual, cronológico, fortuito, mas no seu significado fundamental do homem criando a si próprio por meio do desenvolvimento de sua racionalidade conceitual”.

Optei por tais pressupostos teóricos, pois as primeiras idas à escola mostraram o quão complexo seria tentar desenvolver um jogo computacional com os estudantes do sexto ano sem a preocupação com as particularidades e singularidades da sala de aula, da escola, do bairro, do estado e do país em que estamos inseridos. As elaborações dos estudantes e os estudos em Educação Conceitual fizeram-me pensar na importância da história da criação desses conceitos, para tentar entender um pouco mais sobre as dificuldades e/ou facilidades dos/as estudantes no processo de aprendizagem do conceito de área.

Porém, como será mostrado nos próximos capítulos, a questão de pesquisa passou por algumas modificações a partir do que foi encontrado na escola campo da pesquisa e dos/as seus agentes e das reflexões feitas no Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEM). A questão de pesquisa, ao final desse processo, ficou assim definida: *em que medida as atividades orientadoras de ensino de conceitos geométricos podem contribuir para o desenvolvimento de um jogo computacional educativo com estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental?*

Para responder à questão de investigação delimitei com minha orientadora o principal objetivo: analisar as contribuições de AOE de conceitos geométricos para o desenvolvimento de um jogo computacional educativo com estudantes do sexto ano do ensino fundamental de uma escola pública do interior de São Paulo.

Essas contribuições são entendidas e percebidas a partir de algumas teorias da Ciência da Computação, que pressupõem uma aproximação entre os usuários de um software ou de um jogo computacional no desenvolvimento deles. Inspirada em alguns trabalhos sobre *design* participativo discutirei tais contribuições

a partir dos inesperados (CARAÇA, 1998) surgidos ao longo do desenvolvimento das AOE as quais representaram os protótipos⁷ que construímos. As AOE podem revelar algumas “não coincidências” que ocorrem entre a sala de aula e o planejamento inicial do/a professor/a.

Para as questões do uso das tecnologias e do desenvolvimento do jogo computacional educativo, discutirei teoricamente as questões relacionadas ao uso das TIC na sociedade atual, na Educação Matemática e nas escolas. Destacarei também as influências da Ciência da Computação – visto a vasta literatura em desenvolvimento de softwares educativos nesse campo de pesquisa – e, assim, tentarei elucidar os pressupostos teóricos nessa discussão.

⁷ Existe um tópico do próximo capítulo para discutir alguns elementos de tais teorias da Ciência da Computação. Ao longo do texto ficarão explicitadas algumas nomenclaturas de tal campo do conhecimento.

CAPÍTULO 2 – A ESCOLA E A SOCIEDADE ATUAL: NECESSIDADES

Não podemos deixar de examinar o impacto que a introdução de computadores no sistema escolar terá na feição destes. Os próprios conceitos de ensino e de aprendizagem necessitam profunda revisão. A escola, com sua configuração atual, provavelmente será inadequada para acomodar e utilizar, em todo o seu potencial, esse maravilhoso auxiliar (D'AMBRÓSIO, 1988, p. 63).

Entendemos a escola como uma instituição que tem como principal função “possibilitar a apropriação dos conhecimentos pelos indivíduos” (ROSA; MORAES; CEDRO, 2010, p. 153). Conhecimentos estes construídos historicamente e que proporcionam aos indivíduos “os elementos fundamentais para a vida em sociedade” (RIGON et al., 2010, p. 30). Sociedade esta que se modifica através dos tempos e que atualmente vive um momento de transformações científicas, culturais e sociais. Schaff (1992, p. 15) coloca a seguinte questão: “para onde e para o que nos leva essa mudança?”

A partir da concepção de escola adotada por nós, discutiremos, aqui, essas mudanças ocorridas na sociedade ao longo dos tempos e a sua relação com tal instituição (também modificada com as transformações da sociedade). Será que a escola que conhecemos comporta as mudanças vivenciadas pela sociedade atual? Como “adequar-se” para acomodar o computador, por exemplo?

Há mais de vinte anos Ubiratan D'Ambrósio duvidava dessa possível adequação. E agora? Existem computadores em algumas escolas, mas como se faz a sua introdução e o seu uso em sala de aula? A escola mudou diante das mudanças na sociedade?

As modificações relativas à escola deveriam estar, de certa maneira, relacionadas às modificações da sociedade. Historicamente falando percebemos que a relação do saber com a sociedade muda dependendo da época em que observamos. Penin (2001, p. 32) divide essa relação em três momentos: o surgimento da escrita, os ideais do século XVIII (Revolução Francesa, Iluminismo, etc.) e a informática. A influência do primeiro e do segundo momento histórico nas escolas atuais é notável e os discutiremos ao longo deste capítulo para assim tentarmos entender que demandas da sociedade atual serão importantes ou não

para as escolas e como elas vêm se modificando ao longo dos tempos para atender a tais demandas.

É pela sociedade (e com a sociedade) que modificamos, como educadores e responsáveis pela educação, conteúdos, organização do ensino, instrumentos, ações e operações para proporcionar aos indivíduos as aprendizagens necessárias objetivando a apropriação do mundo. Essas escolhas refletem “a expectativa de formação que um determinado grupo social tem acerca dos indivíduos que o compõem” (RIGON et al., 2010, p. 30). Grandó (2000, p. 11) afirma que “a escola necessita estar atenta às necessidades que a sociedade atual coloca. Ela não pode se isolar de todo um processo evolutivo tecnológico que transforma, a cada instante, a realidade sociocultural em que o aluno vive”.

Por isso, neste capítulo discutiremos a escola e suas influências sociais ao longo dos séculos, a sociedade e suas tecnologias atuais e como essa escola e essa sociedade se relacionam. Como percebemos a escola na sociedade em que vivemos? Será que, como estão postas, elas (a sociedade e a escola) conseguem “dialogar” e promover uma “atualização histórica” aos homens e às mulheres?

No âmbito da atividade de pesquisa realizada aqui, entendemos tais conceitos como primordiais para os motivos que nos levam a mobilizá-la: a necessidade de colocar a escola em sintonia com as atuais tecnologias da informação e comunicação, assim como as necessidades sociais impostas a partir dessas novas tecnologias.

Com isso, pretendemos contextualizar a necessidade manifestada na nossa trajetória, a qual gerou a atividade de pesquisa aqui desenvolvida. A necessidade relacionada ao uso (ou não) das tecnologias atuais (como o computador e/ou os jogos computacionais, por exemplo) na escola e, mais especificamente, na sala de aula de Matemática.

Além disso, é importante que façamos uma reflexão sobre a situação mais particular do uso das novas tecnologias no ensino de Matemática. Apoiaremos em Borba (2009) para discutirmos as pesquisas (ao longo dessas três últimas décadas) em Educação Matemática que tratam do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em sala de aula. Por fim, descreveremos o apoio

teórico e metodológico, para essa pesquisa, da Ciência da Computação, no que diz respeito ao desenvolvimento de jogos computacionais educativos.

2.1 A escola

A escola, como instituição de ensino, do século XXI ainda é bastante influenciada pela sociedade dos séculos passados. Saviani (1998) coloca em discussão a relação do trabalho e educação fazendo uma tomada histórica da antiguidade até os dias atuais. Observamos, entre outros aspectos, ao longo dos nossos estudos, algumas contradições entre essa escola que conhecemos e as demandas da sociedade atual.

Conhecemos (e idealizamos) uma escola que divide o ensino em disciplinas, com conteúdos fragmentados, idealizando (e nem sempre conhecendo) professores e professoras possuidores de todo saber”, “autoridades” em sala de aula, “alunos” e “alunas” também disciplinados, “obedientes” e “controlados”.

Quanto a esses aspectos da instituição escolar, Bittencout (2004, p. 78), apoiada nas ideias de Foucault, afirma que o termo “disciplina” forma, embora cada vez com maior dificuldade, “o eixo mantenedor das instituições escolares”. A autora acrescenta ainda que essa “racionalidade disciplinar corresponde a um processo de constituição dos sujeitos que é inseparável das estruturas de poder e da lógica do controle”.

Nesse sentido buscamos compreender historicamente a formação dessa instituição: a escola. Os séculos XVIII e XIX influenciaram diretamente a formação e reprodução desse modelo de educação que conhecemos hoje.

Saviani (1998, p. 11) destaca no final do século XVIII a primeira Revolução Industrial, que para esse autor também é a “Revolução Educacional” a qual “erigiu a escola em forma principal e dominante de educação” com a construção do nosso sistema de ensino influenciado diretamente por esse período. O autor acrescenta ainda que

a universalização da escola primária promoveu a socialização dos

indivíduos nas formas de convivência próprias da sociedade moderna. Familiarizando-os com os códigos formais integrantes do universo da cultura letrada, que é o mesmo da indústria moderna, capacitou-os a integrar o processo produtivo.

Os séculos XVIII e XIX também foram marcados por ideias de igualdade, pelo iluminismo, pela Revolução Francesa e pela Independência Americana, mas Penin (2001, p. 36) destaca que esses ideais só foram colocados em prática, efetivamente, no século XIX “com o sonho progressista da burguesia revolucionária”, dividindo a Europa (a do Norte e a Ibérica). A primeira (França, Inglaterra, Alemanha, norte da Itália, países nórdicos) teve um grande e rápido crescimento da população escolarizada, mas na segunda (a Europa Ibérica) a escolarização só se completou na primeira metade do século XX.

Devemos refletir um pouco sobre essa “tradição ibérica”, a qual Penin (2001) utiliza-se para explicar nossa história do século XX. Para a autora, no Brasil desse século louvam-se os ideais da Revolução Francesa,

mas praticamos, sobretudo, o reacionarismo da tradição ibérica, tensão que atravessou a história educacional brasileira ao longo do século e fez parte da nossa preocupação mais recente. De fato, nosso discurso é o da igualdade, da democracia, mas ainda praticamos uma escola seletiva, que não abriga adequadamente as diferenças. Convivemos com uma escola que não é para todos – apesar de termos sempre avançado, não fizemos ainda a ruptura radical.

A escola que conhecemos hoje organizada por “disciplinas” com o ensino fragmentado, as relações de poder e a lógica do controle é bastante parecida com a vida dos operários da fábrica no filme “Tempos Modernos” (1936) de Charles Chaplin, por exemplo. “A farsa exagerada (do filme) proporcionava uma advertência mais potente sobre os perigos da produção em massa do que as oferecidas pelos especialistas em administração” (SAMPSON, 1996, p. 64).

É com essa ideia da “produção em massa” que essa instituição se organizou a partir da chamada “Segunda Revolução Industrial”, colocada por Saviani (1998, p. 12) como sendo “o processo que preparou e desembocou no taylorismo/fordismo”.

Essa Revolução torna possível a “produção de alimentos com menos

mão-de-obra”, melhoria da “fabricação e o transporte de mercadorias”, o crescimento dos salários assim como o surgimento de “uma nova classe de trabalhadores, os empregados de escritório”. Porém surgiu “a onda materialista do consumo e o foco no indivíduo, afastando-o da família rigidamente organizada” (DERTOUZOS, 1998, p. 30). Essas diferentes mudanças atingem diretamente a escola e as suas formas de organização.



Figura 1: sala de aula brasileira do início do século XX (1923).

Fonte: blog “Documentos Históricos na Sala de Aula”.

Atualmente vivemos o que muitos autores chamam de uma nova “Revolução Industrial”, porém D’Ambrósio (1988, p. 49) refere-se a “era da microeletrônica”, pois para ele “o impacto (dessa nova era) é muito mais global que aquele que resultou da Revolução Industrial”. Nesse sentido tentaremos entender essa nova era e como esse impacto tem (ou não) chegado às escolas.

2.2 A sociedade atual

As mudanças por que passamos hoje em todas as esferas sociais acontecem a partir da chamada Terceira Revolução Industrial ou “Revolução da

Microeletrônica” (SCHAFF, 1992) ou “Revolução da Informática” (DERTOUZOS, 1998), ou “era tecnológica” (MARCONDES FILHO, 1994), ou “Revolução das Comunicações” (GIDDENS, 2000), ou “era da microeletrônica” (D’AMBRÓSIO, 1988). Ainda não sabemos as reais consequências que esse período que estamos vivendo trará às escolas, mas o fato é que a escola a qual conhecemos hoje não comporta as diferentes demandas da sociedade “informatizada”.

Em 1988 Ubiratan D’Ambrósio (1988, p. 49) já chamava nossa atenção sobre a “revolução da informática” e qual o papel dos países em desenvolvimento, como o caso do Brasil, nessa sociedade. O autor cita um exemplo de uma teleconferência internacional da qual participou e que com a ajuda da microeletrônica ela teve um preço acessível e irrisório pela grandeza do evento. Concluiu, a partir dessa experiência, que “o conceito de distância deve ser repensado. E é aí, no repensar uma série de conceitos que afetam o nosso dia a dia, que está o busílis⁸ da presença maciça da microeletrônica”.

Penin (2001, p. 36) destaca a informática como a “terceira grande transformação do saber de base gráfica”. A autora coloca um grande foco na Internet e acrescenta, ainda, que essas novas ferramentas têm como consequências transformações radicais que

são imprimidas no mundo do trabalho, não só das grandes empresas (como ocorreu com a revolução industrial, quando da descoberta da eletricidade), mas também nas médias e microempresas, da mesma forma que nos diferentes serviços, nas bibliotecas, nas escolas e, mais importante ainda, elas penetram o cotidiano dos cidadãos, a sua vida privada e toda a sua relação com o trabalho, o lazer e o estudo.

Ou seja, a era da informática implica uma mudança na sociedade, uma mudança das relações sociais. O ser humano modifica-se pela sociedade e para a sociedade. O uso da informática nas nossas vidas vem provocando mudanças reais na forma com que (com)vivemos uns com os outros. O uso do e-mail, dos caixas eletrônicos, das ferramentas de bate-papo e sites de relacionamento são só alguns exemplos “palpáveis” dessa mudança. Segundo D’Ambrósio (1988, p. 64)

A primeira revolução foi acompanhada pelo desenvolvimento das ciências

8 Segundo o Houaiss (2011), busílis é o “cerne da questão ou do problema; dificuldade”.

físicas; deve-se esperar que novas ciências relacionadas com a informática acompanhem a segunda. As expectativas, assim, são imensas; novas necessidades, novas ciências, novas tecnologias, novas qualificações, eliminação de trabalhos repetitivos e árduos e, certamente, novos desafios sociais a serem enfrentados.

Entre as ciências que ganham destaques atualmente e que se desenvolvem graças ao contributo da Ciência da Computação destacamos, por exemplo, a nanotecnologia⁹, a astronomia¹⁰, a biotecnologia¹¹, a mecânica quântica¹², etc. E essas mudanças e expectativas também são impressas nas escolas como veremos a seguir.

2.3 A relação entre a escola e a sociedade atual

Os atuais “auxiliares” tecnológicos fazem com que a sociedade repense diversos conceitos (como o de distância, de tempo, de relacionamento, etc.) que afetam o nosso dia a dia, assim como trazem mudanças na escola (aula, instrumentos, espaço físico, etc.) e, mais especificamente, nos currículos de Matemática. Sobre este último, D'Ambrósio (1988, p. 70) cita alguns exemplos de conteúdos os quais a informática modifica a maneira com os quais são (ou podem ser) trabalhados:

Hoje em dia, já existem programas para avaliar integrais definidas, para resolver equações diferenciais e mesmo para calcular soluções explícitas de certas equações funcionais. Assim, o ensino de Matemática pode dar menos ênfase do que antigamente à exposição e prática de métodos clássicos de integração. Por outro lado, nosso ensino pode permitir ao estudante encontrar, apelando para os sistemas atualmente disponíveis, um número muito maior de problemas e então compreender melhor a

9 “É o conjunto de estudos e procedimentos de fabricação e manipulação de estruturas, dispositivos e sistemas materiais na escala do nanômetro (nm) (ou seja, 10^{-9} m)”. (WIKIPIDEA, 2011, tradução nossa)

10 “ciência cujo objeto é a observação e o estudo sistemático do universo sideral e dos corpos celestes, com o fim de situá-los no espaço e no tempo, explicar suas origens e os seus movimentos, perquirir a sua natureza, a sua constituição e as suas características”. (HOUAISS, 2011)

11 “estudo e desenvolvimento de organismos geneticamente modificados e sua utilização para fins produtivos”. (HOUAISS, 2011)

12 A física quântica “diz respeito a um sistema físico cujas grandezas físicas observáveis assumem valores discretos, de tal modo que a passagem de um determinado valor para outro ocorre de maneira descontínua, segundo as leis da mecânica quântica”. (HOUAISS, 2011)

Matemática subjacente.

O autor ainda discorre sobre algumas consequências dessa era para as crianças e destaca as “novas oportunidades de criatividade e lazer” (D'AMBRÓSIO, 1988, p. 56). A informática proporciona um novo olhar as atividades e com o auxílio da internet a divulgação das criações humanas são viabilizadas com maior rapidez influenciando ainda mais outras criações. No caso da Matemática, D'Ambrósio (1988, p. 74) examina algumas áreas e nelas, a influência do uso do computador, tais como Estatística e Probabilidade, Geometria, Álgebra Linear, Análise, Números, Conjuntos, Combinatória e Lógica, as quais o autor afirma que “se observará o papel central da visualização, da experimentação, da simulação e do modo pelo qual o computador favorece a formação e refinamento de hipóteses”.

A pergunta que nos fazemos diante desse novo paradigma, o qual rompe com a convenção, com a ideia do treinamento e nos coloca diante da necessidade de criação, experimentação e simulação, é: como chegam essas mudanças a partir da nova revolução que vivemos hoje, a da “informática”, na escola que conhecemos, uma escola organizada por disciplinas “fragmentadas”, pela forte presença da “linearidade e estrutura de pré-requisitos na construção dos conceitos” além de ainda ser uma escola “seletiva”?

Bittencourt (2004, p. 74) afirma que os dois primeiros aspectos, o das disciplinas fragmentadas e da linearidade e estruturas de pré-requisitos na construção dos conceitos “têm se constituído como os parâmetros definidores dos currículos das Séries Iniciais ao Ensino Médio”, mais especificamente nos currículos de Matemática.

Numa dimensão maior, Penin (2001, p. 36) discorre sobre duas questões fundamentais as quais se apresentam para nós, educadores brasileiros desse início de terceiro milênio: a nossa dívida social do século passado, a qual precisamos saldar; e como “tornar a escola *contemporânea* ao novo momento civilizatório que se descortina”?

Ou seja, precisamos, garantir uma escola de qualidade para todas as crianças e jovens de no mínimo onze anos “para o término da Educação Básica” e entender e conviver com essa “terceira grande revolução do saber de base gráfica”

(PENIN, 2001, p. 36).

D'Ambrósio (1988) alerta sobre a importância de se examinar o impacto da introdução dos computadores nos sistemas escolares como mostrado na epígrafe. A previsão do autor ainda é válida e merece bastante atenção. Como o sistema escolar tem feito uso dessa tecnologia? E, como a tecnologia pode auxiliar a nova configuração dos sistemas escolares, exigida neste século?

Marco (2009, p. 46), mais de vinte anos depois, afirma que “a disseminação e a utilização de computadores nas escolas estão muito aquém do desejado, pois não estão consolidadas no sistema educacional”. É preciso mais investimentos, mais políticas públicas voltadas para a Educação (investimentos na estrutura física das escolas, em materiais, na formação – inicial e continuada – de professores, etc.), mais recursos, boa vontade dos governantes e mais pesquisas no âmbito da Educação para que possamos superar tais desafios.

Nesse sentido, afirma Bittencout (2004, p. 86) que é “no terreno da formação de professores que os modelos disciplinares são mais fortemente reforçados, exatamente onde deveriam incidir as políticas públicas que visam rever esses modelos”. Identificam-se, aqui, alguns possíveis motivos dessa não disseminação dos computadores na escola.

Além disso, a utilização feita pelos computadores fora da escola vai de encontro à forma como essa instituição é idealizada. O uso da *Web*, por exemplo, rompe com a perspectiva da linearidade, pois a forma como acessamos a informação está em rede e nos utilizamos dela de maneira nada “sequencial” ou “linear”. Essa “comunicação virtual”, como afirma Bittencourt (2004), também rompe com a ideia de disciplina – tão marcante na nossa vida escolar –, de conteúdos em “caixas” de maneira compartimentada.

Na tentativa de suprir as necessidades da sociedade atual, notam-se algumas preocupações em diretrizes curriculares (como os PCN's e a Proposta Curricular do Estado de São Paulo) com uma nova reconfiguração dos currículos, assim como sugestões de trabalhos em sala de aula que se diferencie, em alguns aspectos, das atuais abordagens metodológicas. E no caso da Matemática? Como são essas sugestões?

2.4 A Educação Matemática e o uso das tecnologias

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática, para o ensino fundamental, citam algumas possibilidades de trabalho no ensino de Matemática: “Dentre elas, destacam-se a História da Matemática, as tecnologias da comunicação e os jogos como recursos que podem fornecer os contextos dos problemas, como também os instrumentos para a construção das estratégias de resolução” (BRASIL, 1998, p. 42).

Como destaca Bittencourt (2004), esse material foi proposto apenas de “forma indicativa”, porém conseguimos identificar suas influências nas diferentes propostas curriculares, como as avaliações em larga escala, as políticas de avaliação e seleção de livros didáticos e na elaboração e distribuição de diferentes mídias e materiais de apoio.

Essas diferentes políticas influenciadas, em partes, pelas propostas curriculares como os PCN, por exemplo, nos mostram uma tentativa de solucionar os problemas encontrados nas escolas brasileiras, e essas soluções “apontam todas na direção de uma necessária revisão de uma escola que, mal ou bem, conseguiu se manter alheia ao dinamismo da nossa vida social” (BITTENCOURT, 2004, p. 79). Esse “dinamismo” relaciona-se diretamente a essa nova revolução que estamos vivendo e que se reflete na nova forma de comunicação, relacionamento e trabalhos que surgem com o advento da informática nas nossas vidas.

A partir disso, intensificam-se as pesquisas em Educação voltadas para o uso das tecnologias na sala de aula.

Borba (2009, p. 3) identifica três “fases” das pesquisas em Educação Matemática e tecnologias no Brasil. O autor situa historicamente essas pesquisas, apesar da “curta” história, e caracteriza as três épocas: a **primeira fase**, que o autor chama de “Período Logo”, inicia-se com algumas investigações “que não estavam necessariamente associadas à Matemática” (tradução nossa), mas apresentam as ideias do Logo.

Mais tarde, a partir do final dos anos 80, essa linguagem torna-se objeto de teses e dissertações aqui no Brasil; a **segunda fase** foca no uso de

software específicos, por exemplo, os de função e geometria dinâmica. Essa época, segundo o autor, encontrou algumas limitações com a implementação desses programas nas escolas, pois a “aplicação de computadores na educação no Brasil, nesta época (início dos anos 90), era limitada”, “poucas escolas tinham computadores disponíveis ou não tinham o apoio necessário para os projetos (normalmente de base universitária) de implementação do uso de *software* nas escolas” (BORBA, 2009, p. 4 – tradução nossa); a **terceira fase** caracteriza-se pela “crescente disponibilidade da internet”, inicia-se a oferta de cursos *online* e mais especificamente “cursos de Educação Matemática *online* começaram a se tornar disponíveis na virada do século” (BORBA, p. 4 – tradução nossa).

Essas fases colocadas por Borba (2009) se sobrepõem, já que não esgotamos pesquisas com o Logo ou *software*, por exemplo, para iniciarem-se investigações sobre Educação à Distância *online* (EaD). Dertouzos (1998, p. 228) alerta sobre a necessidade de examinarmos “repetidas vezes nossos sucessos e fracassos” e que “devemos fazer isso *antes* de utilizar qualquer abordagem tecnológica nova em escala mais ampla” (grifo nosso). Essa preocupação diz respeito a quantidade (e a forma) de investimentos financeiros de governos para a Educação. Precisamos otimizar esses investimentos, que em muitos casos são extremamente reduzidos.

Dertouzos (1998) reserva um capítulo do seu livro para discutir como o “Mercado da Informação” afetar o ensino. O autor inicia seu texto citando o projeto Logo que foi desenvolvido no início dos anos 70 por Seymour Papert e sua equipe. Destaca que apesar de muito utilizado nas escolas, esse programa não provocou nelas mudanças significativas.

Voltado para o ensino de geometria, Logo é uma linguagem de programação direcionada às crianças. O principal pressuposto da linguagem Logo é o “aprendizado conduzido pelo aprendiz”, um dos princípios da filosofia a qual Papert (1994, p. 124) chama de “construcionismo” e acrescenta que “é uma filosofia de uma família de filosofias educacionais” que visa “ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino”. A palavra “construcionismo” faz referência ao “construtivismo” o qual remete, na Educação, às ideias de Piaget. Papert (1994) coloca o “construcionismo” como sua “reconstrução pessoal do

construtivismo”.

Apesar de quase 40 anos de surgimento do Logo e do aumento expressivo das pesquisas em Educação na “Era da Informática”, a escola que conhecemos hoje ainda não rompeu com a ideia de padronização em massa, do da apresentação linear dos conteúdos, da disciplina, da lógica do controle.

A ideia de inserir as TICs – mais especificamente os jogos computacionais educativos – no ensino e aprendizagem de Matemática inspira-se nas práticas pedagógicas atuais, nas quais a tecnologia está cada vez mais inserida e nem sempre bem utilizada.

A história do uso da informática na educação nos mostra o aumento do acesso aos computadores na sala de aula (CYSNEIROS, 1998), sendo precedido pela entrada do rádio, da TV e dos filmes nas escolas. Essas tecnologias podem e devem auxiliar os/as professores/as nas diferentes etapas da atividade docente.

Acredita-se que o uso de jogos computacionais educativos pode trazer mudanças qualitativas nos processos de ensino e aprendizagem, no sentido de ampliar as possibilidades de interação dos estudantes e, segundo Marco (2004, p. 49):

[...] possibilitar despertar e desenvolver nos alunos uma nova visão de acesso à informação para a construção de seu conhecimento, utilizando ambientes computacionais nos quais possam fazer antecipações, simulações, conjecturas, experimentações e criar soluções para necessidades encontradas.

Contudo, a dinâmica da sala de aula também muda com a incorporação desses novos instrumentos. Estudantes e professores(as) precisam incorporar as diferentes possibilidades de uso dessas tecnologias. O principal é que se saiba qualificar esse processo e trabalhar na busca de estratégias adequadas a essa nova realidade.

Como vimos, as pesquisas em Educação Matemática e o uso das tecnologias mostram-nos três fases históricas relacionadas: o “Período Logo”, o uso de software de conteúdos específicos e a EaD.

Para Mendes (2006, p. 25) “as políticas e as propostas pedagógicas

brasileiras sempre foram fundamentadas nas pesquisas realizadas entre as universidades e escolas da rede pública”. Assim, tentaremos fazer um paralelo entre as três fases apontadas por Borba (2009) e o que acontece de fato nas escolas.

Borba e Penteado (2007, p. 19) citam algumas tentativas no âmbito das políticas públicas as quais acabam de certa maneira chagando (ou não) na sala de aula e acrescentam argumentos sobre a importância dos programas governamentais serem “articulados com ações de menor escala desenvolvidas por escolas e universidades”. Os autores fazem um resgate histórico de alguns projetos, mostrando, por exemplo, que uma das primeiras ações surgiu em 1981 com projetos como o Educom, o Formar e o Proninfe¹³.

Esses programas não se efetuaram diretamente na escola e só em 1997 foi que o governo federal lançou o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO).

O PROINFO equipou mais de 2000 escolas e impulsionou outras parcerias com estados, municípios, outros ministérios, organizações não governamentais e empresas. Os autores, citados acima, também indicam um programa do governo do estado de São Paulo chamado “a escola de cara nova na era da informática” o qual equipou “salas ambientes de informática” nas escolas com cinco computadores, duas impressoras, câmeras de vídeo, softwares¹⁴ (dentre eles o *Cabri-Geometric*, *Supermáticas*, *Fracionando*, *Divide and Conquer*, *Excel*, *Factory*, *Bulding Perspective*) e internet.

Ao tratar da temática dos programas de integração da informática na sala de aula, Ribeiro e Ponte (2000, p. 1) afirmam que “a integração de novas tecnologias nas práticas educativas parece ser um processo, algo indefinido, não tanto pela sua lentidão, mas, sobretudo, pela falta de rumo”.

Borba e Penteado (2007, p. 23) também discutem alguns fatores que contribuem para essa “falta de rumo” nas integrações da informática nas escolas

13 O primeiro projeto (Educom) foi desenvolvido em cinco universidades brasileiras com o objetivo de fomentar as pesquisas sobre as aplicações do computador na Educação; O segundo projeto tinha como objetivo formar recursos humanos para trabalhar com informática educativa, eram cursos de especialização para pessoas de diferentes estados que viriam a ser multiplicadores em suas respectivas regiões; O Proninfe foi um projeto do MEC e visava complementar os projetos anteriores com criação de laboratórios de informática e centro de formação de professores. (BORBA; PENTEADO, 2007, p. 19)

14 Esses softwares na sua maioria são softwares proprietários, ou seja, feitos por empresas privadas, a s quais cobram para comercialização desse material. No capítulo da metodologia faremos uma breve discussão sobre nossa opção pelo software livre e gratuito (MARINHO, 2010).

brasileiras. Destacam alguns limitantes desse processo: o fato de essas ações governamentais, no geral, atenderem a um número reduzido de escolas; “o temor de que a política possa influenciar a continuidade dos programas governamentais”; a forma como a “informática educativa” ou o uso das tecnologias (computadores, projetores e até mesmo a sala de informática como um todo) é coordenada nas escolas. Afirmam ainda que existem casos em que os “diretores colocam tantas normas para o uso dos equipamentos que inviabilizam qualquer iniciativa do professor no sentido de utilizá-los”; o problema da infraestrutura, por exemplo, “um técnico em informática deveria fazer parte do quadro de funcionários da escola” para qualquer tipo de contratempo que acontecer e para a manutenção dos computadores e do ambiente computacional como um todo.

Essas limitações estudadas pelos autores são realidade na grande maioria das escolas públicas do nosso país. Borba e Penteado (2007) também apontam para ficarmos atentos às tentativas isoladas do uso das tecnologias na Educação já que vivemos em um país de dimensões continentais. Por exemplo, o que desenvolvemos em São Paulo em termos de pesquisas e práticas com a informática na sala de aula pode não estar em consonância com as possibilidades e particularidades do estado de Pernambuco.

A ideia é utilizar-se dessas novas tecnologias no ensino e aprendizagem de Matemática com metodologias adequadas e bem fundamentadas a partir da realidade e possibilidade de cada escola e região. Partimos do pressuposto de que a “integração de novas tecnologias nas práticas educativas” pode acontecer nas diferentes etapas do processo de elaboração de propostas que utilizem as TICs em sala de aula.

Um exemplo dessa integração é a possibilidade de desenvolvermos um jogo computacional ou um software com a ajuda dos estudantes e professores. Um campo de investigação que vem ganhando bastante espaço na Ciência da Computação é a “Interação Usuário-Máquina” (IHC). Segundo Rocha e Baranauskas (2003, p. 14) “IHC é a disciplina preocupada com o design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para o uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor deles”. Algumas teorias relativas a desenvolvimento de softwares e jogos educativos vêm sendo desenvolvidas no

âmbito da IHC, as quais discutiremos a seguir.

2.5 Algumas considerações sobre desenvolvimento de software educativo na perspectiva do trabalho colaborativo¹⁵

Dentre as diferentes propostas metodológicas para desenvolvimento de software, educativos ou não, apresentaremos aqui o “*design* participativo” (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003).

Inspirados nessa metodologia, alguns autores (GOMES; WANDERLEY, 2003; GOMES; PADOVANI, 2005; PERRY, 2005) indicam caminhos para desenvolvimento de software educativo em diferentes trabalhos e pressupõem, como o nome já diz, uma participação ativa dos usuários do sistema ao longo da sua implementação.

Segundo Rocha e Baranauskas (2003, p. 136), o *design* participativo caracteriza-se:

pela participação ativa dos usuários finais do software ao longo de todo ciclo de design e desenvolvimento. Mais do que serem usados como fontes de informação ou serem observados em sua rotina de trabalho, ou no uso do produto, os usuários finais trazem contribuições efetivas em todas as fases do ciclo de design e desenvolvimento, que refletem suas perspectivas e necessidades. A participação do usuário não é restrita aos estágios de testes de protótipos ou avaliação, mas acontece ao longo do processo de design e desenvolvimento.

Partindo dos pressupostos acima, trabalhos como os de Perry (2005), de Gomes e Wanderley (2003) e de Gomes e Padovani (2005) destacam a importância da participação dos usuários no desenvolvimento de software ou jogos educativos em diferentes momentos do seu desenvolvimento. Perry (2005) utiliza-se de uma metodologia participativa e desenvolve um software educativo focado no conteúdo “equilíbrio químico”. A autora destaca a importância da “especialista de

15 Não gostaríamos, aqui, de discutir as diferentes especificidades das teorias utilizadas na Ciência da Computação. Escolhemos fazer uma breve discussão sobre “*design* participativo”, pois, como veremos mais adiante, baseamo-nos em aspectos de tal teoria para desenvolvermos o jogo computacional educativo com os/as estudantes e professora da escola.

domínio”, ou seja, da educadora, ao longo do processo de desenvolvimento e experimentação do sistema. Para essa autora, a presença da especialista em educação é mais determinante para o processo de desenvolvimento que a dos outros colaboradores (*designer*, programadores, roteiristas, etc.).

Os usuários, nos contextos dos software e/ou jogos educativos, são estudantes e professores/as e o objetivo desses estudos é trabalhar com a participação efetiva desses usuários, de preferência no seu ambiente natural, ou seja, na escola, na sala de aula.

Um trabalho inspirado na metodologia do *design* participativo precisa ser, acima de tudo, um trabalho colaborativo. Perry (2005, p. 60), ao iniciar a descrição da sua metodologia de desenvolvimento de software educativo inspirada no *design* participativo, afirma que ela tem como maior objetivo “ser participativa, no sentido de oferecer a todos os membros da equipe chances iguais de colaborar com o projeto”.

Chamaremos a atenção para o trabalho colaborativo (PASSOS et. al., 2006), pois entendemos que tal abordagem se aproxima das metodologias de desenvolvimento de jogos computacionais as quais têm como base o *design* participativo, uma vez que ele requer uma formação de grupos compostos por diferentes profissionais, por estudantes, professores, *designers*, programadores, entre outros.

A formação de um grupo que seja efetivamente colaborativo é, ao nosso entendimento, essencial para a concretização do jogo. Assim, buscamos em Passos et al. (2006, p. 202) a concepção de colaboração a qual corrobora o trabalho de Johnston e Kairschner (1996), ou seja:

A colaboração não pode ser imposta, ela deve ser construída. Ela é construída dentro de relacionamentos nos quais os indivíduos sentem vontade de compartilhar suas diferenças e, ao contrário das formas típicas de autoridade atribuídas aos papéis e relacionamentos institucionais, busca por formas mais inclusivas de envolver múltiplas perspectivas e fala através das questões da confiança, mutualidade e equidade. Estabelecer relacionamentos leva tempo. Os projetos podem parecer ineficientes e sem foco, especialmente no começo, porque os aspectos relacionais devem ser considerados, bem como as metas e procedimentos do projeto.

Nesse sentido percebemos o quão difícil é constituir um grupo que seja

realmente colaborativo. Ao longo de nossos estudos, percebemos algumas dificuldades em utilizar tais abordagens. Dentre elas destacamos:

- o fato de que atividades com os usuários são pouco estruturadas, por respeitar a interação e por muitas vezes revelar situações não previstas anteriormente. Isso se dá por se tratar de seres humanos, que pensam, agem, opinam, etc. "simplesmente inserir o usuário no processo não basta para assegurar o sucesso" (PERRY, 2005, p. 45);
- a dificuldade de formarmos um grupo realmente colaborativo, pois "estas atividades interferem em seu trabalho, em seus compromissos (dos usuários)" (PERRY, 2005, p. 46);
- o custo e tempo disponível para o projeto. Perry (2005, p. 46) também afirma que "o envolvimento extensivo de usuários no processo pode encarecer e talvez atrasar o desenvolvimento".

Perry (2005, p. 69) desenvolveu sua pesquisa com uma equipe muito pequena "composta por um especialista em educação (que acumulou a função de especialista em estatística e foi o autor do projeto educacional) e por um designer (que acumulou a função de programador)". Porém, a todo momento a autora ressalta a importância da colaboração entre os integrantes dessa equipe (PERRY, 2005, p. 13).

A Ciência da Computação também utiliza-se de "métodos etnográficos de design de interfaces" (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 142) para o desenvolvimento de software. As autoras indicadas chamam a atenção para métodos etnográficos, como a "observação participante", "o registro em vídeo" e citam o "trabalho pioneiro de Suchman (1987)", o qual "propõe que o ideal para a investigação da tecnologia em uso é aquele em que a atividade de trabalho ocorre naturalmente em cenários construídos pelos próprios participantes" (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 143).

Entende-se que esses métodos citados acima facilitam na captação da "densidades de detalhes" (ROCHA; BARANAUSKAS, 2003, p. 144) os quais revelam algumas necessidades dos usuários ao manipular o sistema. Gomes e Wanderley (2003, p. 10), na tentativa de desenvolver um software educativo que permita "aos alunos a resolução de problemas no campo das estruturas aditivas a

partir do uso de representações criadas pelo usuário”, destacam a importância de aproximar o software às necessidades dos usuários.

Para Gomes e Padovani (2005, p. 4) “o entendimento das necessidades do usuário é visto como um fator de sucesso para o desenvolvimento de um produto”. Ou seja, a partir das necessidades dos/as estudantes e professores/as é que podemos pensar nos requisitos¹⁶ do sistema. Para isso coloca-se imprescindível a participação dos/as colaboradores, estudantes e professores/as desde as primeiras fases do desenvolvimento ou no que Perry (2005, p. 37) determina como o “projeto pedagógico”.

No sentido de aproximar cada vez mais esses software com as necessidades da sala de aula, Gomes e Padovani (2005, p. 4), numa perspectiva da Teoria da Atividades de Leontiev, criticam algumas prioridades dos software baseados em Hinostroza e Mellar (2001):

os designers de softwares educativos priorizaram as questões relacionadas com a aprendizagem em detrimento das atividades de ensino, e isto seria uma das causas das dificuldades que os professores sentem ao tentarem incorporar estes materiais às suas atividades em sala de aula.

No contexto da Educação o pesquisador e a pesquisadora afirmam que a partir da análise da estrutura das atividades que ocorrem em sala de aula

é possível gerar requisitos para as aplicações de forma a adequá-las. Após a análise da estrutura das atividades, procedemos novamente com a análise de necessidades associadas a cada uma das dimensões da atividade. Identificamos, assim, necessidades relacionadas: aos usuários (user needs), as regras (rules needs), a comunidade (community needs), a divisão do trabalho (work needs), ao objeto (object needs).

Ressalta-se, aqui, além da importância já dita da participação dos/as estudantes e professores/as no processo de construção de softwares ou jogos educativos, numa perspectiva do trabalho colaborativo, um olhar especial para as possibilidades de entendermos esse desenvolvimento como uma atividade a qual

¹⁶ A Engenharia de Software é uma disciplina da Engenharia que “se ocupa de todos os aspectos da produção de software, desde os estágios iniciais de especificação do sistema até a manutenção desse sistema, depois que ele entrou em operação” (SOMMERVILLE, 2003, p. 5). Nesse processo de produção de software, uma fase muito importante é o que os autores chamam de “elicitação de requisitos”. Os requisitos são “as descrições das funções e das restrições de um sistema” e o processo de elicitar, descobrir, analisar, documentar e verificar as funções e as restrições é chamada de “engenharia de requisitos” (*ibid.*, 2003, p. 82)

permite a análise de tais necessidades.

Numa dimensão maior, as necessidades que nos motivam a investigar as novas tecnologias e o ensino da Matemática estão associadas à problemática apontada acima: o não diálogo entre escola e sociedade atual. Tal necessidade objetivou-se materialmente no motivo de desenvolver um jogo computacional com os estudantes e tal desenvolvimento foi mediado por atividades orientadoras de ensino.

Segundo Moretti (2007, p. 85), “um sujeito encontra-se em atividade quando o objeto de sua ação coincide com o motivo de sua atividade”, no nosso caso, o objeto da nossa ação é o jogo computacional mediado pela atividade orientadora. Discutiremos as definições de tais objetos no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3 – ATIVIDADES ORIENTADORAS DE ENSINO E JOGOS COMPUTACIONAIS EDUCATIVOS: OBJETO OU MOTIVO REAL

Toda ação humana está orientada para um objeto, de forma que a atividade tem sempre um caráter objetal. O êxito de uma atividade está em estabelecer seu conteúdo objetal. (LIBANEO, 2004, p. 7)

A atividade de pesquisa desenvolvida tem como principal objeto a análise do desenvolvimento de um jogo computacional educativo, com estudantes do Ensino Fundamental, mediado por atividades orientadoras de ensino.

Nesse capítulo discutiremos os dois conceitos os quais materializam o objeto central da nossa investigação: jogos computacionais educativos e atividades orientadoras de ensino.

Concordamos com Moura (1996) quando afirma que, a utilização de jogos no ensino de Matemática pode ser entendida como um meio de proporcionar às/aos estudantes a vivência de situações de solução de problemas. Porém, essa consequência do uso do jogo vai depender da intencionalidade e direcionamento dado pelo professor ao usar tal ferramenta de ensino.

Grando (2004, p. 15) afirma que a grande maioria dos professores “vem desenvolvendo as atividades com jogos espontaneamente, isto é, com um fim em si mesmo, 'o jogo pelo jogo', ou imaginando privilegiar apenas o caráter motivacional”.

Para nós o jogo computacional educativo pode e deve levar as/os estudantes à construção de um conceito matemático, além de propiciar a estes momentos de vivências de atividade lúdica (GRANDO, 2004, p. 8), que proporcionem a eles momentos de criatividade e de criação, colocando, assim, o estudante em atividade de aprendizagem.

Assim, neste capítulo apresentaremos um breve estudo do que vêm a ser atividades orientadoras de ensino (AOE) mostrando sua importância nas escolas e mais especificamente na sala de aula de Matemática. Com isso e entendendo o jogo computacional como uma possibilidade de recurso metodológico para o desenvolvimento de AOE, discutiremos também tal conceito partindo do conceito de jogo de uma forma mais ampla para depois focarmos nos jogos computacionais e o ensino de Matemática.

3.1 Breve estudo do que vêm a ser Atividades Orientadoras de Ensino

O conceito de AOE foi desenvolvido por Moura (1998, 2001, 2010) a partir da Teoria da Atividade de Leontiev (1978). O autor define uma AOE como “aquela que se estrutura de modo a permitir que sujeitos interajam, mediados por um conteúdo, negociando significados, com o objetivo de solucionar coletivamente uma situação-problema” (MOURA, 1998, p. 155).

Percebemos, a partir da definição acima, elementos como a coletividade, interação e negociação, os quais são imprescindíveis no processo de aprendizagem. Moura e colaboradoras (2010, p. 83) discutem o conceito de aprendizagem a partir dos pressupostos de Vygotsky e afirma que é no “movimento do social ao individual que se dá a apropriação de conceitos e significações, ou seja, que se dá a apropriação da experiência social da humanidade”. E esse movimento do social só é possível se proporcionarmos, como educadores e educadoras nos ambientes escolares, momentos de interação e negociação entre os/as estudantes.

A atividade é orientadora, segundo o mesmo autor, “porque define os elementos essenciais da ação educativa e respeita a dinâmica das interações que nem sempre chegam a resultados esperados pelo professor” (MOURA, 1998, p. 155).

Ao vivenciar os processos de elaboração e concretização de uma AOE, professores e estudantes formam e formam-se como tais. Ao planejar uma situação problema, instrumento no desenvolvimento de uma AOE, o/a professor/a define elementos como objetivos, materiais, composição da sala de aula, tempo, porém não detém todo processo, pois surgem inesperados, os quais são típicos de um movimento de atividade.

Moura e colaboradores (2010, p. 108) entendem que o/a estudante, como sujeito na atividade de aprendizagem, forma-se ao se apropriar “do conhecimento teórico, desenvolvendo-se, transformando-se; humanizando-se, no movimento de análise e síntese inerente ao processo de solução-problema de aprendizagem da AOE”. E a formação do professor, como sujeito que “tem por

objetivo ensinar o estudante” acontece “nas discussões coletivas, no movimento dos motivos de sua atividade, das ações, operações e reflexões que realiza”, através das quais ele “aprende a ser professor aproximando o sentido pessoal de suas ações da significação da atividade pedagógica como concretizadora de um objeto social”.

Nesse sentido, a AOE é uma unidade entre a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem. Professores/as e estudantes são os principais sujeitos desses processos na medida em que ambos são agentes e sujeitos da atividade pedagógica. Entendemos que o jogo computacional relaciona-se com a AOE no sentido em que ele pode representar um objeto social o qual é concretizado a partir dela.

Marco (2009, p. 68) coloca "o computador, como instrumento, objeto social que favorece e faz a mediação entre homem-mundo". Assim, identificamos nas AOE uma grande potencialidade pedagógica nas salas de aulas atuais por promover, além da apropriação de cultura pelos/as estudantes, a possibilidade de concretização de objetos sociais (como o computador e os jogos computacionais) os quais favorecem e medeiam a relação do homem com o mundo.

Identificamos no trabalho de Moura e colaboradores (2010) alguns elementos das AOE, os quais preservam a estrutura de atividade proposta por Leontiev, ou seja, indicam uma necessidade, um motivo real, objetivos e propõe ações que considere as condições da estrutura escolar (MOURA e colaboradores, 2010). A partir dos elementos de uma AOE, percebe-se a intencionalidade dos/as envolvidos/as. A intencionalidade existe quando, como professores e professoras, elaboramos e desenvolvemos atividade de ensino em nossas salas de aula ou ainda quando, como professores/as, desenvolvemos instrumentos que auxiliam na mediação da aprendizagem, na apropriação da cultura e na relação homem-mundo.

Assim, a partir da elaboração de uma atividade de ensino, delimitamos, como professores(as), o conteúdo, os objetivos e os instrumentos com a intenção de responder à necessidade de organizar o ensino de modo a favorecer a aprendizagem dos estudantes sobre um conteúdo construído historicamente (MORETTI, 2007, p. 96). Identifica-se, então, como um dos papéis da AOE, o de contribuir com a organização do ensino no processo de ensino e aprendizagem como uma atividade humana (DIAS, 2007, p. 35).

Moretti (2007, p. 79) discorre sobre o conceito de atividade de forma mais ampla e afirma que ela “é associada a movimento, a ação. É o processo pelo qual um agente modifica uma determinada matéria exterior a ele e obtém como resultado um produto”.

Acrescenta ainda que para essa atividade ser considerada humana, teremos que considerar a intencionalidade, que busca contemplar alguma necessidade. Nesse sentido, apresenta duas dimensões da ideia de atividade adotada por Leontiev (1978, p. 92): uma dimensão teórica e outra prática. Assim, “na sua dimensão teórica, encontramos o motivo, o objetivo, o plano de ações a serem realizadas, a escolha dos instrumentos.[...] Já na dimensão prática temos as ações, as operações e o objeto da atividade”.

Esses elementos que compõem a estrutura da atividade foram sistematizados por Garnier e colaboradoras (2003, p. 13) da seguinte maneira:



Figura 2: esquema da estrutura da Atividade.

Fonte: livro “Após Vygotsky e Piaget”.

Nesse trabalho nos apoiamos na estrutura da atividade e mais especificamente da AOE como mediadora do desenvolvimento de um jogo computacional educativo e ela tem um papel fundamental de contribuir na organização, mediação e análise desse processo. E essas AOE, ao mesmo tempo em que contribuem para a mediação do desenvolvimento do jogo, auxiliam na organização e mediação da apropriação de conceitos geométricos (no nosso caso), ou seja, conteúdos construídos historicamente, pelos estudantes.

Dentre os diversos trabalhos desenvolvidos no Brasil sobre AOE, destacamos o de Marco (2009, p. 21) por ser, no nosso entendimento, o que mais se aproxima do contexto da investigação aqui desenvolvida. O trabalho intitulado “Atividades Computacionais de Ensino na formação inicial do professor de

Matemática” teve como principal objetivo “analisar as implicações didáticas que a vivência de atividades de ensino e as produções de atividades computacionais de ensino por licenciandos podem trazer para a formação do futuro professor de Matemática”.

Apesar de trabalhar com futuros professores de Matemática, o ambiente de interesse da pesquisa de Marco (2009) era a informática, a possibilidade de desenvolver atividades orientadoras de ensino em um ambiente computacional. Nosso trabalho tem como principal interesse as atividades orientadoras de ensino para mediar o desenvolvimento de jogos computacionais educativos, ou seja, um possível instrumento para auxiliar na vivência do que Marco (2009, 38) chama de atividades computacionais de ensino.

Uma atividade computacional de ensino, para Marco (2009), é uma atividade de ensino desenvolvida em algum ambiente computacional.

A autora desenvolve atividades de ensino, no contexto da disciplina de Informática na Educação em um curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Para ela a atividade foi uma proposta coletiva a ser produzida, a necessidade gerada foi a exigência da disciplina, o ensino era o seu objeto e os motivos foram propor situações para o desenvolvimento de conceitos matemáticos, pensar a aprendizagem do futuro aluno e trabalhar com ambientes computacionais.

Segundo a autora:

Quando o grupo discute e define idéias e instrumentos (softwares) a serem inseridos e utilizados na proposta, está realizando uma operação; e a discussão como um todo é uma ação dentro da produção de uma atividade computacional de ensino, motivada pelo objetivo de levar os futuros alunos a compreender significativamente um conceito matemático. No entanto, isso só acontecerá quando a intencionalidade da atividade de formação coincidir com o motivo do aluno (graduandos, neste caso) para realizá-la. Além disso, é importante que o professor tenha uma intencionalidade com a atividade proposta e faça a mediação do trabalho sempre.

As ações se dão a partir do desenvolvimento da atividade, desde as “operações” iniciais (elaboração de situações-problema, escolha dos recursos didáticos, definições de ideias e instrumentos) passando pela discussão da atividade e seu desenvolvimento.

Por fim, Marco (2009, p. 40) define uma atividade computacional de ensino, na sua investigação, como “um conjunto de ações planejadas pelo professor com a intencionalidade de propor para o aluno atividades de aprendizagem de modo que este tenha um motivo que mobilize suas ações para aprender”. Ou seja, a autora incorpora na definição de atividade de ensino a conotação que ela atribui para uma atividade computacional de ensino.

A intencionalidade é um elemento que perpassa todas as atividades, computacionais ou não e ela apresenta-se nas atitudes dos(as) professores(as), na escolha dos instrumentos, nas ações e nas mediações do trabalho do professor.

A pesquisa acima citada diferencia-se da nossa em vários aspectos: nossos colaboradores são estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental; as AOE, no nosso caso, foram desenvolvidas com a intenção de mediar o desenvolvimento de um jogo computacional educativo, o qual tinha situações-problema relativas ao conceito de área; além disso, a escola básica foi o principal local de seu desenvolvimento.

Sendo assim, precisamos discorrer sobre jogos computacionais os quais entendemos, aqui, como um recurso metodológico no desenvolvimento de atividades de ensino. Esses jogos computacionais são, também, objetos sociais os quais fazem parte da nova configuração de sociedade que conhecemos atualmente.

3.2 Jogos

Para trabalharmos com jogos computacionais, achamos importante, primeiramente, uma discussão sobre jogos, no sentido mais amplo.

Assim podemos entender o interesse da investigação aqui descrita na medida em que, sendo jogo um elemento cultural (Huizinga, 2007) e este no formato computacional, está cada vez mais presente na nossa sociedade e, ao mesmo tempo, vem criando novas configurações de interações, negociações e criações, que são, como já foi dito, elementos essenciais no processo de aprendizagem.

Para isso, vamos, aqui, discutir sobre o conceito de jogo (no sentido amplo da palavra) e depois sobre jogos computacionais.

Estudando a etimologia da palavra jogo, encontramos que ela significa “gracejo, graça, pilhéria, mofa, escárnio, zombaria”. A palavra origina-se do latim: *jocus*. Porém, essa definição originou-se do Latim clássico, o qual tem a palavra *ludus* que significa “jogo, divertimento, recreação” (HOUAISS, 2011).

Grando (1995) e Kishimoto (2009) discorrem sobre essas questões e como a palavra jogo pode ter diferentes significados, dependendo da língua que utilizamos.

Por exemplo na língua portuguesa a palavra jogo é usada com o mesmo significado de brincadeira e brinquedo, assim como no francês: *jeu* significa jogo e brincadeira. Já no inglês são usadas duas palavras distintas: *game* e *play*.

O fato é que, na maioria das vezes, associamos a palavra jogo a uma brincadeira ou atividade recreativa.

Huizinga (2007, p. 3) afirma que o jogo, no sentido da brincadeira, da atividade lúdica, existe antes mesmo do surgimento da humanidade. Para esse autor “os animais não esperavam que os homens os iniciassem na atividade lúdica”, eles “brincam tal como os homens”.

Historicamente a relação da humanidade com o jogo foi um pouco contraditória. Destacamos, por exemplo, a dicotomia criada pela sociedade Antiga sobre a importância do jogo.

De um lado encontravam-se na Idade Antiga povos como os egípcios, romanos e maias os quais entendiam que “os jogos ocupavam uma posição de transmissão de conhecimentos culturais na sociedade, com objetivos educacionais, sendo estimulados” (MARCO, 2004, p. 31) por tais povos, por exemplo.

Por outro lado, os jogos eram vistos como “profanos, imorais, delituosos e sua prática não era admitida de forma alguma” (ALVES, 2006) pela Igreja.

Assim, com o fortalecimento do cristianismo, na Idade Média, o interesse pelos jogos foi perdendo a força.

Segundo Kishimoto (2009, p. 28), “durante a Idade Média o jogo foi considerado ‘não-sério’, por sua associação com o jogo de azar bastante divulgado na época”. Porém, a partir do Renascimento o jogo foi visto como uma forma de favorecer o desenvolvimento da inteligência e facilitar a aprendizagem.

Kishimoto (2009, p. 28) cita alguns autores que representam esse período histórico como Rabelais e Montaigne. O primeiro, Rabelais, estuda alguns passatempos que eram vistos, por ele, como instrumento de ensino, como: “os de cartas, movimentos, simulação, seleção, enfim, jogos tradicionais da época”. Já Montaigne considera inúteis os jogos de caça e a dança, mas concorda com caráter educativo dos jogos.

Kishimoto (2009, p. 29) citando Brougère (1993) acrescenta que foi Vives em 1612 na obra *Traité de l'enseignement* que completa o sentido do jogo, veiculado na atualidade:

como um meio de expressão de qualidades espontâneas ou naturais da criança, como recriação, momento adequado para observar a criança, que expressa através dele sua natureza psicológica e inclinações. Uma tal concepção mantém o jogo à margem da atividade educativa, mas sublinha sua espontaneidade.

Tal forma de entender o jogo fixa-se mais no Romantismo, onde o jogo aparece como uma conduta típica e espontânea da criança (KISHIMOTO, 2009).

Alves (2006) discutindo sobre esse período histórico, afirma que “assim como a linguagem é a primeira forma de expressão social, o brinquedo é uma forma de autoexpressão” fazendo referência à espontaneidade dele.

Kishimoto (2009) afirma que é a partir dos trabalhos de Bruner e Vygotsky que se encontram novos paradigmas partindo de pressupostos sociais e da linguística e que ele “oferece novos fundamentos teóricos ao papel dos brinquedos e das brincadeiras na educação pré-escolar” (KISHIMOTO, 2009, p. 35). Ou seja, acredita-se que ao inserir-se no ambiente lúdico, a aprendizagem da língua materna é bem mais rápida para as crianças.

Alves (2006, p. 22) conclui que “a educação por meio de atividades lúdicas vem estimulando as relações cognitivas, afetivas, sociais, além de proporcionar também atitudes de crítica e criação nos alunos que se envolvem nesse processo”.

Porém, gostaríamos de destacar, além desse caráter criativo e lúdico do jogo, a possibilidade de ele colocar a criança num processo de descobertas e de resolução de problema. É esse último aspecto, o de solucionar problemas, que pode,

também, ser explorado no ensino de Matemática.

Moura (1996, p. 86), ao discutir o lúdico na Matemática, destaca que ela “deve buscar no jogo (no sentido amplo) a ludicidade das soluções construídas para as situações-problema seriamente vividas pelo homem”. Ou seja, devemos buscar nos desafios vividos pela humanidade ao encontrar-se com situações-problema relacionadas à Matemática uma possibilidade de estudo de novos conceitos.

Sousa (2004, p. 62), ao estudar o conceito de “nexos conceituais”, afirma que estes são “o elo entre as formas de pensar o conceito”, nesse caso busca-se na história da humanidade a ludicidade das soluções construídas como uma possibilidade de entendermos a ligação entre a necessidade que levou os conceitos a serem criados pela humanidade e como ele foi formalizado.

Acrescentamos ainda que o jogo desenvolve a capacidade de lidar com informações e cria significados culturais para os conceitos matemáticos e estudo de novos conteúdos (MOURA, 2009, p. 85).

Essa maneira de entender a ludicidade e o uso de jogos na sala de aula vai ao encontro da necessidade colocada por Grando (2000, p. 11) aos futuros professores de Matemática. A autora afirma que “mais importante que ‘ensinar Matemática’ é formar cidadãos que sejam capazes de se expressar matematicamente, que saibam criar e manipular conceitos matemáticos segundo suas necessidade atuais, de vida em sociedade” (grifo nosso). Uma necessidade que se coloca diante dos novos paradigmas de sociedade e do uso (cada vez maior) das novas tecnologias é a necessidade de criar, de resolver problemas, de ser autônomo. E isso também é destacado por Alves (2006, p. 102) ao concluir que as atividades lúdicas promovem como consequências na sala de aula a motivação e interesse, a criatividade e a autonomia.

Entendemos que a importância do jogo, como colocado por Moura (1996, p. 86), “está nas possibilidades de aproximar a criança do conhecimento científico, levando-a a vivenciar ‘virtualmente’ situações de solução de problemas que a aproximem daquelas que o homem ‘realmente’ enfrenta ou enfrentou”. Nessa possibilidade de vivenciar “virtualmente” tais situações, procura-se a espontaneidade e criatividade típica da criança.

Assim, gostaríamos de discutir algumas características que no nosso entendimento estão bastante presentes em atividades com jogos computacionais educativos como a ludicidade, a possibilidade de solucionar problemas e de vivenciar momentos de criação (mobilizar as crianças para criarem, produzirem de maneira livre e inovadora).

3.2.1 Jogos computacionais educativos e o ensino da Matemática

Ao estudarmos os jogos computacionais educativos como ferramenta metodológica no ensino de Matemática, fazemos isso com a intenção de aproximarmos nossa “linguagem” às dos/das estudantes do século XXI. Como discutimos no Capítulo 2, a sociedade atual desfruta de instrumentos, como o computador, que podem e devem ser utilizados no ensino, como uma maneira de colocar em diálogo o(a) professor(a) e o(a) estudante objetivando o ensino e a aprendizagem do conteúdo em questão.

Jogos (educativos) computacionais, segundo Marco (2004, p. 50), são “programas desenvolvidos para lazer e diversão, mas também podem ser utilizados com finalidades educacional por trazerem implícitos aspectos pedagógicos que ajudarão o aluno a construir ou (re)elaborar conhecimentos, além de ser um convite ao desafio, à fantasia e à curiosidade”. Esses jogos computacionais são utilizados por diversas crianças e jovens no mundo todo.

Linderoth e colaboradores (2004, p. 157) afirmam que “os jogos de computador fazem parte das atividades diárias de muitas pessoas e é um fenômeno cultural em expansão”¹⁷. Por que não podemos aproveitar tal fenômeno na Educação?

Ao jogar, a criança ou o/a jovem vivencia uma atividade lúdica que contempla aspectos de simulação, “faz de conta”, fantasia, imaginação, as quais podem ser momentos de produção de conhecimento e de criatividade.

Grando (2000, p. 16) afirma que:

¹⁷ “Computer games are a part of many people's everyday activities and an expanding cultural phenomenon.” (LINDEROTH et al., 2004, p. 157, tradução nossa).

A necessidade do Homem em desenvolver as atividades lúdicas, ou seja, atividades cujo fim seja o prazer que a própria atividade pode oferecer, determina a criação de diferentes jogos e brincadeiras. Esta necessidade não é minimizada ou modificada em função da idade do indivíduo. Exercer as atividades lúdicas representa uma necessidade para as pessoas em qualquer momento de suas vidas.

O “faz de conta” como colocado por Huizinga (2007) é uma forma de atividade lúdica. Os jogos computacionais são, no geral, recheados de ludicidade, sempre com personagens variados, com um *design* elaborado, histórias de “faz de conta”, etc. Porém, quando se acrescentam aos jogos computacionais os aspectos pedagógicos, perde-se um pouco essa ludicidade. Nesse sentido, Grando (2000, p. 35) chama a atenção para a “perda da ludicidade do jogo”, uma vez que a autora responsabiliza a constante interferência do(a) professor(a).

Toda atividade de ensino pressupõe a mediação do professor e podemos integrar a essa atividade os jogos educativos, porém eles perdem um pouco da ludicidade com a mediação do professor, uma vez que, ao “entrar” no mundo da imaginação, da criação e da simulação, a criança se envolve em desafios e situações que nem sempre estão ligadas a conteúdos e/ou conceitos (foco de interesse do professor ao propor tal atividade). Assim, um jogo, como afirma Huizinga (2007), pressupõe uma atividade livre, voluntária, ou seja, sem interferência e sem obrigações, o que faz com que na sala de aula o jogo perca um pouco o caráter lúdico.

Grando (2000, p. 46), citando Bousquet, acrescenta que “toda tentativa de instruir, doutrinar ou informar mediante o lúdico está fadada ao fracasso, porque contraria a própria essência dos jogos”. Nos jogos computacionais educativos essa ludicidade aparece no sentido da fantasia, desafios, personagens.

Encontramos no mercado e nas escolas dois tipos de programas ditos “jogos computacionais educativos”: os desenvolvidos pelos cientistas da computação com ajuda de *designers* e os desenvolvidos por educadores que sabem programar ou utilizar software de fácil programação¹⁸.

Os jogos do primeiro tipo são, no geral, ricos em termos lúdicos e

18 Exemplo do software Flash utilizado no trabalho de Marco (2009) para desenvolvimento do que ela chamou de atividades computacionais de ensino por estudantes do curso de licenciatura em matemática.

visuais, mas não contemplam os aspectos pedagógicos e/ou os limitam.

Já os jogos enquadrados como sendo do segundo tipo são desenvolvidos por educadores. Por este motivo, ao que parece, perdem muito a ludicidade necessária e fundamental para o jogo ao preocupar-se exclusivamente com os aspectos pedagógicos.

Linderoth e colaboradores (2004, p. 158) afirmam que é difícil de questionar “as ideias populares de que jogo e divertimento são essenciais para o aprendizado e desenvolvimento” das crianças. Esses autores estudam as aprendizagens com jogos computacionais a partir da teoria sociocultural e entendem que o importante não é analisar “a eficácia dos jogos nas práticas educativas” e sim o “jogar como uma atividade situada” (LAVE, 1999, p. 160)¹⁹. Ou seja, os autores preocupam-se em analisar o jogar na situação de jogar sem pensar em até que ponto o jogador está ou não mobilizando conceitos necessários na prática educativa.

Miguel e Vilela (2008, p. 113), ao discutirem a teoria da atividade situada desenvolvida por Lave, afirmam que “não só o que se aprende na escola não é transferido para práticas situadas não-escolares, como também, inversamente, Matemáticas mobilizadas por práticas não-escolares não são transferidas para a escola”. Ao jogarem (mesmo que seja um jogo do tipo “computacional educativo”), a criança ou o jovem não, necessariamente, mobilizam a Matemática “escolar” para solucionar desafios.

Porém, não é pelo fato afirmado acima que não podemos (ou não devemos) explorar tais ferramentas na sala de aula de Matemática. O não uso da Matemática “escolar” na solução de um determinado desafio de um jogo, por exemplo, não implica que a criança não tem capacidade de mobilizar conceitos matemáticos adquiridos em práticas “não-escolares”. Por que tais capacidades não são valorizadas?

Acreditamos na possibilidade de trabalharmos em situações escolares, como professoras e professores de Matemática, atividades de ensino que tenham como instrumento jogos computacionais ou ainda na possibilidade de existirem aprendizagens ao jogar em situações não-escolares, por exemplo.

No campo didático, Grando (2000, p. 35) alerta para a importância do

¹⁹ “*The popular ideas that play and fun are essential for learning and development*” (LINDEROTH et al., 2004, p. 158, tradução nossa).

planejamento e o uso do jogo não com “um caráter puramente aleatório, tornando-se um 'apêndice' em sala de aula” e sim com um propósito pedagógico definido, como um “recurso metodológico” que materialize as situações desencadeadoras de aprendizagem (MOURA et al., 2010, p. 105).

Por outro lado, todo jogo possui suas próprias regras e com isso, “cria ordem e é ordem” (HUIZINGA, 2007, p. 13). A importância dessa característica nos jogos ditos “educativos” é o fato de considerar que “os sujeitos, ao jogarem, passam a lidar com regras que lhes permitem a compreensão do conjunto de conhecimentos veiculados socialmente, permitindo-lhes novos elementos para apreender os conhecimentos futuros” (MOURA, 1996, p. 80).

Diante das possibilidades de explorar a ludicidade, a criatividade, a compreensão de conhecimentos criados socialmente e até mesmo da possibilidade de trabalharmos com Matemáticas diferentes da “escolar”, percebe-se um certo desconforto pela “ameaça” surgida com o uso do computador (ou de outro instrumento tecnológico, como a calculadora de bolso, por exemplo) em sala de aula.

Nesse sentido, D'Ambrósio (1988, p. 54) afirma que “o professor, sem dúvida, sente sua autoridade ameaçada no momento em que vê seus alunos dominarem, em poucas horas, um conteúdo que normalmente ele passaria dois ou três anos ensinando”, exemplificando esta afirmação, a partir da seguinte questão: “o que fazer com o tempo livre gerado pelo aceleração de dois ou três anos no ensino das quatro operações?”

Notam-se, então, algumas dificuldades com o uso do computador, ou de jogos computacionais (ou de uma simples calculadora de bolso) em sala de aula. Essa dificuldade também é refletida no planejamento de aula onde o jogo poderia ser um instrumento que auxiliasse no processo de construção do conhecimento: qual jogo escolher? Esse jogo é ou não é educativo?

Moura (1996, p. 84) afirma que essas dúvidas poderiam ser solucionadas se “o educador tomasse para si o papel de organizador do ensino”.

Para isso, segundo o autor, o professor deve ter consciência do seu trabalho e de que para o estudante tomar consciência do significado do conhecimento a ser adquirido, é necessário um conjunto de ações a serem executadas com métodos adequados. Essas ações podem ser vivenciadas com o

uso de algum instrumento. Assim, o professor ao considerar – nos planos afetivos e cognitivos – os objetivos, a capacidade do estudante, os elementos culturais e os instrumentos, “vivencia a unicidade do significado de jogo” elaborando, assim, uma atividade de ensino (MOURA, 1996, p. 84).

Libaneo (2004, p. 13) citando Leontiev (1992) afirma que:

o ciclo que vai de necessidades a objetos se consuma quando a necessidade é satisfeita, sendo que o objeto da necessidade ou motivo é tanto material quanto ideal. Para que estes objetivos sejam atingidos, são requeridas ações. O objetivo precisa sempre estar de acordo com o motivo geral da atividade, mas são as condições concretas da atividade que determinarão as operações vinculadas a cada ação.

No próximo capítulo descreveremos as ações e operações desenvolvidas nesse processo de atividade de pesquisa, o percurso da investigação, as condições concretas da atividade, seus e suas protagonistas e quais os procedimentos utilizados para atingir o objetivo proposto por tal atividade: avaliar em que medida as AOE podem contribuir para o desenvolvimento de um jogo computacional educativo.

CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA DA PESQUISA: AÇÕES E OPERAÇÕES

A pesquisa é um processo de estudo que busca metódica e sistematicamente construir saberes e compreensões sobre um fenômeno presente na realidade que inquieta e instiga o pesquisador (BERTUCCI, 2010, p. 69).

Para essa construção de saberes e compreensões faz-se necessário uma organização e análise do fenômeno. Diante do principal objetivo do estudo desenvolvido e da problemática apresentada nos capítulos anteriores, com o intuito de contextualizar e organizar o fenômeno estudado, indicaremos, aqui, a metodologia de pesquisa, considerando-se os caminhos percorridos e como fizemos para responder à questão de investigação, assim definida: *em que medida as atividades orientadoras de ensino de conceitos geométricos podem contribuir para o desenvolvimento de um jogo computacional educativo com estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental?*

Aqui, o termo “em que medida” remete-nos ao aspecto qualitativo das possibilidades de desenvolvimento do jogo *com* os estudantes e não *para* os estudantes. A resposta à pergunta não é meramente quantitativa, uma vez que não há como indicar, numericamente, as contribuições que, por ventura haja, da AOE no processo de construção do jogo. Logo, essa resposta é indicada a partir da análise de gestos, diálogos, sentimentos, sensações e movimento vivido no ambiente de sala de aula. O termo “em que medida” também indica movimento e essa impossibilidade de quantificar tais expressões.

Temos como intenção, responder à questão de investigação explicitando como se dá o desenvolvimento de AOE de conceitos geométricos no movimento do interior de uma sala de aula de uma escola pública, que possui problemas particulares e singulares relacionados ao uso de tecnologias, como por exemplo, o uso do computador. E esse desenvolvimento tem como intuito contribuir para a construção de um jogo computacional educativo baseando-se nos princípios do *design* participativo.

Dessa forma, no presente capítulo apresentaremos e caracterizaremos

a investigação a partir dos pressupostos da pesquisa qualitativa assim como a definimos. Discutiremos também a escolha da modalidade da pesquisa: um estudo de caso. Mostraremos como se deu a construção dos dados da investigação identificando nossos instrumentos de construção. Delimitaremos também o que chamamos de “momentos da pesquisa” vislumbrando identificar os diferentes procedimentos e processos por que passamos ao longo da investigação. Faremos por fim uma caracterização do grupo em que trabalhamos e da escola à qual o grupo está inserido para embasarmos com maior propriedade o tipo de pesquisa que decidimos vivenciar.

A análise dos dados construídos foi feita a partir da seleção e leitura dos episódios de ensino. Tentamos identificar em cada episódio a contribuição (ou não) para o desenvolvimento do jogo computacional.

4.1 Pressupostos metodológicos

Entende-se que a pesquisa a ser desenvolvida é do tipo investigação qualitativa proposto por Bogdan e Biklen (1994, p. 70), uma vez que, em seus estudos, esses autores têm como objetivo “[...] o de melhor compreender o comportamento e experiência humanos. Tentam compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrever em que consistem estes mesmos significados”. Caracterizam esse tipo de investigação a partir de cinco pontos.

Vamos apontar em que medida a pesquisa que estamos desenvolvendo parece aproximar-se dessas características, levando em consideração o fato de que nem todos os estudos qualitativos “patenteiam estas características com igual eloquência” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 70):

Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47). O trabalho de campo foi desenvolvido numa escola estadual do interior de São Paulo. A pesquisadora esteve na escola durante um ano, com todo trabalho de “conquista” da escola, professora, coordenadora e estudantes, num primeiro

momento e a construção dos dados ocorreu durante todo o segundo semestre de 2009. O “ambiente natural” das pesquisas em Educação é a sala de aula e foi nesse lugar onde passamos todo nosso tempo de construção dos dados.

A investigação qualitativa é descritiva (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 48). Utilizamos de três principais instrumentos para construção dos dados (áudio gravação e/ou vídeo gravação, diário de campo e as elaborações escritas dos estudantes) e estes foram todos transcritos. Em seguida descreveremos, com detalhes, como foram analisados tais dados e a forma “descritiva” a qual nos apoiamos para realizá-la. Numa investigação do tipo qualitativo não nos apegamos às quantidades, os resultados não são numéricos, importamo-nos com as narrativas, o material escrito dos estudantes, as expressões, os gestos, os inesperados (ações, sugestões, diálogos, soluções para situações-problema, as quais não prevíamos e as quais não esperávamos), etc.

Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49). Qualquer tipo de interação, intervenção ou até mesmo observação de um “agente externo” em sala de aula influenciam a maneira como os colaboradores de uma pesquisa agem. A maneira como essa interação ocorre, no início, ao longo e ao fim da investigação, as mudanças (ou não) dessa forma de interagir, da amorosidade e da confiança do grupo pesquisado, assim como relação do grupo com a pesquisadora ou do grupo com o próprio grupo são de extrema importância para nossa pesquisa. Essas mudanças levam em consideração todo trabalho feito antes, durante e depois do período de intervenção na sala de aula, propriamente dito. Ao longo do processo, surgem situações, afirmações e surpresas as quais nos levam a entender e até definir objeto, questão e objetivos da investigação.

Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 50). Depois da organização, estudo (leituras incansáveis) e seleção dos dados e dos episódios de ensino²⁰ é que conseguimos visualizar nossa análise. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 50), o processo de análise dos dados numa pesquisa qualitativa inicia-se de forma muito aberta e especifica-se ao longo da análise. A análise dos dados construídos nessa

20 Os quais definiremos na página 73 a partir dos trabalhos de Moura (1995).

pesquisa iniciou-se de maneira muito ampla, até pela quantidade de material construído, e só após as leituras incansáveis do material organizado e das primeiras tentativas de análise é que fomos focando-a de modo a responder à questão de investigação.

O significado é de importância vital na abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 50). A partir da análise, procuramos dar significado aos dados construídos durante o semestre que passamos na escola. Os episódios de ensino nos mostram elementos que vão além de respostas às situações-problema discutidas, são “os gestos, as falas mais eloquentes, os diálogos, os escritos” (SOUSA, 2004, p. 36) que revelam um significado maior para as atividades orientadoras de ensino desenvolvidas. São nessas expressões que entendemos o que é o “estar em atividade” (MORETTI, 2007, p. 99). Durante a análise, tentamos dar significado a esses elementos, organizando essa análise por episódios onde tais elementos se destacavam na medida em que nos faziam pensar sobre o desenvolvimento do jogo, e aos mais explícitos como as elaborações escritas e orais, as quais foram gravadas e transcritas, sobre a situação propriamente dita.

4.2 Modalidade da pesquisa

Definiremos a pesquisa como um estudo de caso.

Para Fiorentini e Lorenzato (2006, p. 110), “o caso” do estudo “não significa apenas uma pessoa, grupo de pessoas ou escola”. O caso pode ser qualquer 'sistema delimitado'. Acrescentam ainda que o caso pode ser “uma instituição, um programa, uma comunidade, uma associação, uma experiência, um grupo de professores de uma escola, uma classe de alunos ou até mesmo um aluno diferente dos demais que apresenta características peculiares”.

Definimos o caso desta pesquisa como uma experiência com uma classe de estudantes. Uma experiência cheia de particularidades como, por exemplo, as singularidades da escola escolhida (uma escola pública do interior de São Paulo), a turma escolhida, a comunidade na qual essa escola está inserida e a possibilidade de desenvolvermos um jogo computacional em colaboração com o

grupo.

Além do grupo, delimitamos a experiência com o desenvolvimento do jogo computacional educativo auxiliado por estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental levando em consideração parte do movimento encontrado na escola e na sala de aula de Matemática, o qual (movimento) é bastante peculiar, pois numa sala de aula há diversos sentimentos, problemas, situações as quais nem sempre presenciamos, mas que, de uma maneira ou outra, fazem parte daquele momento.

O estudo de caso, segundo Fiorentini e Lorenzato (2006, p. 110), procura “retratar a realidade de forma profunda e mais completa possível, enfatizando a interpretação ou a análise do objeto no contexto em que ele se encontra, mas não permite a manipulação das variáveis e não favorece a generalização” (p. 110). Dessa forma, vamos descrever com detalhes a construção dos dados. Não reservamos um item específico para os instrumentos de construção de dados utilizados como, por exemplo, filmagens, diário de campo da pesquisadora, áudio gravações, as elaborações escritas dos estudantes, pois eles serão apresentados ao longo do que chamamos de “momentos da pesquisa”.

4.3 Instrumentos de construção dos dados

Foram feitas observações com áudio gravações, anotações no diário de campo e algumas vídeo gravações. Os instrumentos como diários de campo da pesquisadora e as reuniões áudio gravadas entre os pesquisadores envolvidos nessa pesquisa foram utilizados para percebermos os diferentes aspectos do trabalho desenvolvido, como o da sala de aula, a partir da interação com os/as estudantes e o que pensamos (professora-pesquisadora e programador) enquanto desenvolvedores de um jogo computacional educativo.

Entendemos o uso dos instrumentos de construção de dados acima citados a partir da “observação participante”, que, segundo Fiorentini e Lorenzato (2006, p. 108), “é uma estratégia que envolve não só as observações diretas, mas todo um conjunto de técnicas metodológicas (incluindo entrevistas, consulta a

materiais etc.), pressupondo um grande envolvimento do pesquisador na situação estudada”. Além desses instrumentos, destacamos as AOE, as quais geraram elaborações orais e escritas dos/as estudantes e as quais também foram utilizadas na nossa pesquisa.

4.4 Momentos da pesquisa

Em termos metodológicos, a pesquisa foi constituída a partir de alguns momentos:

1º Momento: a elaboração da proposta

As propostas iniciais foram elaboradas, no âmbito do conteúdo, a partir dos estudos de Douady e Perrin-Glorian (1998), de Lima (1999) e de Bellemain e Lima (2000, 2002), os quais trabalham com o conceito de área a partir de uma grandeza geométrica.

Ao longo da construção dos dados, algumas atividades e/ou intervenções foram sendo modificadas e até eliminadas da proposta inicial. A princípio, todas as atividades se limitavam a situações-problema relativas ao ladrilhamento do plano com a utilização de diferentes unidades de medidas.

Porém, ao desenvolvermos um jogo computacional a partir da teoria do Design Participativo ou Design Centrado no Usuário, faz-se necessário a presença dos usuários (no nosso caso os/as estudantes) em todas as fases do processo e isso nos fez redefinir a proposta ao longo da construção dos dados.

Nesse sentido, os/as estudantes não poderiam apenas resolver os problemas propostos sem ter um espaço para colocar sua opinião sobre os personagens, a história, as situações-problema e o jogo. Eliminamos algumas situações que ao longo da construção foram se repetindo e modificamos outras para que houvesse efetivamente uma contribuição por parte dos estudantes.

Além disso, discutimos com a professora da escola a possibilidade de

agregarmos atividades da Proposta Curricular do Estado de São Paulo (FINI *et al.*, 2009) nas nossas intervenções. Não gostaríamos de atrasar o conteúdo anual planejado pela escola e pelo seu grupo de Matemática. Selecionamos o período de construção dos dados de maneira que ele coincidissem com o conteúdo área na Proposta Curricular. Porém, a professora mostrou interesse em intercalar nossas atividades com as atividades da Proposta Curricular já que o conteúdo era o mesmo e em alguns momentos (com o uso dos pentaminós e do Tangram, por exemplo) notamos convergência no planejado por nós e pela escola.

Durante a elaboração das atividades, pensamos e registramos os seus objetivos, analisando tanto as possibilidades de soluções dos estudantes, quanto as possibilidades de realizar trabalho em grupo, em dupla ou individualmente e elaboramos o cronograma de desenvolvimento da pesquisa. Partindo da ideia que fundamenta a Educação Conceitual em contraposição à “Pedagogia do Treinamento”, para Lima (1998, p. 102) trata-se de:

elaborar situações em que o agrupamento da sala de aula, em movimento, se mobilize no sentido de identificar a questão atual que tensiona o processo criativo na prática pedagógica, formulando claramente o problema (chamamos de fase da problematização este primeiro passo da criação coletiva), contextualizando-o tanto no âmbito da história de aprendizagem do aluno quanto no das condições concretas em que ocorre a ação pedagógica (chamamos de fase da contextualização este segundo passo da criação coletiva), elaborando respostas e resoluções ao problema (fase da resolução) e, por fim, escolhendo coletivamente a resposta mais adequada e que corresponde às necessidades da maioria para a ação educativa (fase da escolha coletiva).

Nesse sentido, pensamos nessas diferentes “fases” (problematização, contextualização, criação, resolução e escolha coletiva), tanto na elaboração das atividades orientadoras de ensino quanto na dinâmica relacional indivíduo-grupo-classe (SOUSA, 2004; FERREIRA, 2005) na sala de aula que mostraremos no terceiro momento.

2º Momento: a entrada na escola

Este momento foi constituído pela negociação com a escola e a professora da turma, caracterizando-se pela: autorização da coordenação da escola,

reunião com a professora sobre o cronograma proposto e adequação das atividades orientadoras de ensino, de forma a considerar o novo currículo que está em curso, no Estado de São Paulo, a pedido da professora da turma.

Sendo assim, ainda no primeiro semestre de 2009 visitamos a escola em três ocasiões: primeiro fomos (junto com a estagiária que desenvolvia seu estágio na escola e a qual trouxe para nós o pedido da escola em ter alguém para fazer um trabalho no seu laboratório de informática) conhecer a escola, a estrutura física, o laboratório de informática e assistimos a uma aula do projeto de Inclusão Digital²¹; em um segundo momento, reunimo-nos na escola com a coordenadora e o diretor para pedirmos autorização para desenvolvermos nosso trabalho na escola; depois nos reunimos com a professora para discutirmos o cronograma de atividades para o segundo semestre de 2009 na escola, com o sexto ano, no qual ela era responsável pela disciplina de Matemática.

Assim, entendemos que, como a pesquisa é do tipo qualitativo, a preocupação com a inserção na escola é um momento de extrema importância para o sucesso da pesquisa. Segundo Bicudo (2006, p. 106):

O qualitativo engloba a idéia do subjetivo, passível de expor sensações e opiniões. O significado atribuído a essa concepção de pesquisa também engloba noções a respeito de percepções de diferenças e semelhanças de aspectos comparáveis de experiências [...]. Entende-se que a noção de rigor não seria aplicável a dados qualitativos, uma vez que a eles faltariam precisão e objetividade, dificultando ou impossibilitando a aplicação de quantificadores. (grifo nosso)

A preocupação com a negociação na escola (coordenadora, diretor, professora, pais e estudantes) e a inserção da pesquisadora nesse ambiente é consequência natural da escolha do tipo de pesquisa que foi desenvolvida, uma vez que a sala de aula de Matemática é campo quase que natural da pesquisadora, já que esta frequentou, durante um semestre, a escola, semanalmente, junto com a professora titular da sala.

Essa preocupação com a entrada na escola ocorreu também em nível ético, uma vez que o trabalho foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP)

21 Esse projeto, que durou de 2004 a 2009, era materializado a partir das ACIEPE (Atividades Curriculares Integradas de Ensino Pesquisa e Extensão) de Inclusão Digital onde estudantes da UFSCar ministraram aulas de Noções Básicas de Informática em escolas estaduais de São Carlos.

da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) sendo consentida a devida permissão ética para efetuação da atividade. A partir da aprovação e permissão do Comitê de Ética em Pesquisa, da escola e dos pais dos estudantes, sentimo-nos mais “acolhidos” e iniciamos a investigação na sala de aula – campo de pesquisa desse trabalho.

A partir da entrada no campo da pesquisa entendemos melhor a complexidade de uma sala de aula e, mais ainda, de uma escola, com incontáveis sensações, opiniões, diferenças, semelhanças e experiências. Esta aproximação faz com que defendamos uma metodologia de pesquisa que leve em consideração as especificidades de cada turma, de cada escola, respeitando e englobando, na medida do possível, toda sua subjetividade.

3º Momento: as atividades orientadoras de ensino (elaboração, desenvolvimento e construção dos dados)

As atividades que foram elaboradas tinham, no geral, o mesmo ponto de partida: um cômodo para ser ladrilhado com as peças disponíveis.

Essas situações-problema têm como foco o ladrilhamento de determinadas figuras. O cenário das situações é uma casa que tem como proprietário um personagem que denominamos de “louco” porque deseja trocar o piso dos cômodos, de formas diferentes.

Como já vimos no capítulo 3, a presença do aspecto lúdico nos jogos é uma de suas características principais.

Para Mendes (2006, p. 46), os jogos eletrônicos “não são simplesmente um artefato informático, sendo considerados também um fenômeno social, podendo apresentar potencialidades educativas e didáticas sem perder o seu caráter lúdico”. Uma preocupação nossa era que o jogo não perdesse esse caráter lúdico, o que acaba acontecendo com os jogos ditos “educativos”. A perda da ludicidade é uma das dificuldades colocadas por Grandó (2000) nos jogos educativos.

A partir das situações-problema desenvolvidas, pensamos nos personagens que melhor representassem tais situações. Para justificar o

ladrilhamento, o trabalho de escolher os pisos e montá-los de forma adequada, criamos um Arquiteto. O estudante coloca-se na posição do arquiteto e compra um dos pisos disponíveis na loja. Porém, esse piso nem sempre é do formato usual, podendo aparecer um hexágono, triângulo, pentaminós – que são quebra-cabeças cujas peças são formadas por cinco quadrados justapostos e os quais são bastante utilizados em atividades de Matemática – e peças do TANGRAM –quebra-cabeça de origem chinesa que possui nas suas peças figuras como triângulos, quadrados e paralelogramos –, entre outros.

Como justificar essas formas “não convencionais” dos pisos da casa? Gostaríamos de trabalhar diferentes unidades de medida, diferentes possibilidades de ladrilhamento, assim como a possibilidade de diferentes figuras possuírem a mesma área ou figuras do mesmo formato terem áreas distintas. Para isso sentimos a necessidade de usarmos pisos pouco usuais e o proprietário dessa “casa diferente”, criativa e não convencional foi chamado de Louco. Assim como na história da Turma da Mônica, o louco é um personagem criativo, ousado e que foge do padrão, podendo até mesmo ter um quarto com o formato de um trapézio.

Assim, utilizamo-nos de dois personagens: o Louco e o Arquiteto, a princípio, com o principal objetivo de não perder o caráter lúdico do jogo.

O principal objetivo das atividades era analisar as diferentes possibilidades de ladrilhamento da figura dada. Com isso, gostaríamos de elencar alguns aspectos do conceito de área que estão implícitos na elaboração das atividades:

- distinguir a área da figura (já que figuras distintas podem ter a mesma área);
- distinguir a área de uma figura das suas diferentes medidas;
- usar superfícies unitárias diversas para medição da área de figuras;
- distinguir a área do perímetro de uma figura.

Segue abaixo um exemplo do que vem a ser a atividade de ensino elaborada.

DESAFIO: O banheiro louco do louco também precisa de novos pisos. O problema é a escolha das peças no armazém. Ajude o Louco com mais esse desafio.

Vista superior do banheiro louco do Louco:

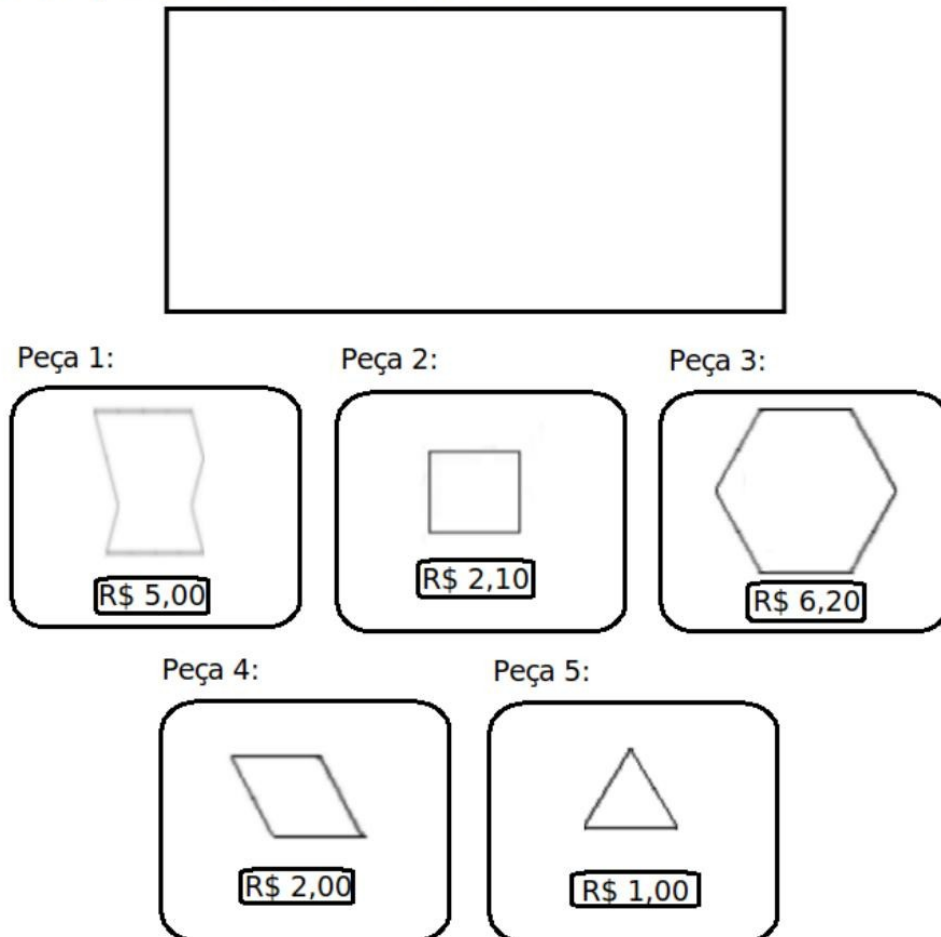


Figura 3: situação-problema da atividade 4.

Outro objetivo das atividades era analisar as possibilidades de ladrilhamento a partir do seu custo-benefício. Os estudantes tinham que se colocar no lugar de um arquiteto que compraria os novos pisos da casa. Para isso o estudante tem que escolher qual a melhor opção considerando o custo do ladrilho.

Após a escolha do piso “ideal”, levando-se em conta o custo/benefício, os estudantes teriam que responder a certas perguntas como: 1) Qual o tipo de piso que vocês vão comprar para colocar na sala louca de estar? Por quê? 2) Quanto o louco precisa pagar pelo serviço? Por quê? 3) Quantas peças do tipo 1 podemos

agrupar para formar uma peça do tipo 3? 4) Quantas vezes a mais que a peça do tipo 3 usaremos da peça do tipo 1 na sala louca de estar? 5) Expliquem como chegaram a essa solução!

Passamos um semestre (de agosto de 2009 a dezembro de 2009) acompanhando a turma escolhida. A professora pediu para que desenvolvêssemos nosso trabalho nas aulas geminadas, ou seja, nas terças-feiras – 9h45min às 12h e quintas-feiras – 7h às 9h45min. Nas quintas-feiras o programador do jogo acompanhava a aula por entendemos que ele faz parte do movimento de criação e sua presença era essencial para contextualizar nosso principal objetivo: o desenvolvimento do jogo computacional *com* as/os estudantes. Além disso, ele observava intencionalmente as elaborações dos/as estudantes as quais foram utilizadas também no seu trabalho de conclusão de curso.

Iniciamos nossas intervenções propondo algumas situações-problema como apresentadas acima. Os/As estudantes trabalhavam sempre em grupos ou duplas e resolviam a atividade a partir da dinâmica relacional indivíduo-grupo-classe a qual se deu a partir da leitura e análise individual da atividade (cada estudante recebia uma atividade); em seguida discutiam nos seus grupos a sua resolução para só depois socializarmos isso com toda turma.

As primeiras aulas foram na sala de aula habitual. Dividimos a turma em diferentes composições (para trabalho individual, em duplas, em trios e grupos de quatro estudantes).

Grando (2000, p. 36), ao tratar dos fatores de ordem metodológica que os professores devem explorar para criar condições necessárias ao desenvolvimento de um jogo, cita o “trabalho em grupo” e acrescenta:

É necessário que seja um ambiente onde se possibilitem momentos de diálogo sobre as ações desencadeadas. [...] Nesse ambiente, todos são chamados a participar da brincadeira, respeitando aqueles que não se sentem à vontade, num primeiro momento, de executar a brincadeira, criando alternativas de participação, tais como: observação dos colegas, juiz do jogo ou monitor das atividades.

Nesse sentido, optamos pelos diferentes “formatos” do ambiente para refletirmos, a partir das experiências na sala de aula, o que seria necessário adaptar, mudar, acrescentar ou criar para o ambiente virtual. Essas diferentes formas de

organização do trabalho também foram negociadas com a professora da turma, prática habitual em todo período de construção dos dados. A professora da turma atua diretamente nesse processo, opinando, tomando decisões, trabalhando e refletindo em conjunto com os demais pesquisadores.

O ambiente da sala de aula muda de acordo com a aula programada; porém, alguns procedimentos utilizados no seguimento das aulas são bem característicos:

1. No início de cada aula, relembramos junto com os estudantes como foi a atividade da aula anterior com o intuito de aproximá-los dos conhecimentos necessários para a aula em questão. Além disso, o estudante entende o sentido de continuidade das atividades apresentadas;
2. Em seguida, entregamos a nova situação-problema impressa para os estudantes (ora uma por grupo, ora uma por estudante) e pedimos que algum voluntário a leia;
3. Após a leitura, perguntamos as dúvidas mais gerais do texto que o estudante acabou de ler e propomos que tentem resolver o problema em questão;
4. Deixamos um tempo para que resolvam nos pequenos grupos e logo em seguida passamos pelos grupos para tentar criar um diálogo entre os participantes do grupo e entre os participantes do grupo e a pesquisadora.
5. Por fim, recolhemos a atividade e devolvemos na aula seguinte com observações.

Ao longo do período de desenvolvimento das AOE, apresentamos uma versão do jogo e modificamos nossas atividades para contemplar o design do jogo, ou seja, para que os/as estudantes também tivessem a oportunidade de criar história, personagens e desenhos para o jogo. Além disso, alternamos as situações-problema inicialmente desenvolvidas por nós com algumas situações de aprendizagem da Proposta Curricular do Estado de São Paulo, a qual é usada na escola e por um pedido da professora da turma foram contemplados em alguns momentos da intervenção.

Ao todo, foram 19 intervenções na sala de aula, no laboratório de informática da escola e da UFSCar, as quais produziram diferentes materiais, como elaborações escritas (construídas a partir das situações-problema em papel), orais (a partir das áudio gravações), gestos, expressões, sensações e elaborações dos estudantes ao jogar (a partir das vídeos gravações), assim como as impressões e

sensações da pesquisadora e do programador do jogo (gravadas e escritas a partir dos diários de campo e reuniões de desenvolvimento). As aulas foram todas gravadas em áudio. A pesquisadora, após cada aula, na saída da escola, usava o gravador para registrar seu relato sobre a aula, ou seja, o que percebeu de mais importante e, com isso, compôs o seu diário de campo gravado.

Quadro 1: resumo das AOE desenvolvidas ao longo do trabalho de campo.

AOE	Diários de campo	Reuniões de desenvolvimento (depois da aula)	Áudio gravações	Vídeo gravações
1 – ladrilhamento da sala	x			
2 – ladrilhamento do quarto	x	x (diário)	x	
3 – ladrilhamento da cozinha	x	x (áudio)	x	
4 – ladrilhamento do banheiro	x	x (áudio)	x	
5 – Poliminós (construção)	x	x (diário)	x	
6 – Pentaminós (perímetros e áreas)	x		x	
7 – ladrilhamento com pentaminós (1)	x	x (diário)	x	
8 – ladrilhamento com pentaminós (2)	x	x (áudio)	x	
9 – perímetro e área dos poliminós	x		x	
10 – produção de desenhos e personagens (ACE)	x	x (áudio)	x	
11 – o que é o Tangram?	x	x (áudio)	x	
12 – Tangram (construção)	x	x (diário)	x	
13 – Tangram (comparando áreas)	x		x	
14 – escrita de uma história para o jogo	x	x (áudio)	x	
15 – ladrilhamento com o Tangram	x	x (diário)	x	
16 – investigação com os poliminós	x		x	
17 – área e perímetro (recapitulando)	x	x (diário)	x	

18 – carta resumo das atividades	x	x (diário)	x	
19 – o jogo (ACE)	x	x (diário)	x	x

Fonte: dados construído no trabalho de campo 2009.

A partir desse material, selecionamos os episódios mais significativos, ou seja, os que ao nosso entendimento contribuíram diretamente para (re)pensarmos o desenvolvimento do jogo e as próprias AOE. A partir da seleção, analisamos o desenvolvimento do jogo antes e depois de cada episódio.

4º Momento: o jogo computacional educativo

O desenvolvimento do jogo computacional educativo ocorreu concomitantemente às intervenções em sala de aula para o desenvolvimento das atividades. Para tanto, a pesquisadora e o programador fizeram reuniões semanais para discutir e adaptar o jogo a alguma nova ideia proveniente do movimento da sala de aula. Nessas reuniões foram feitos registros na forma de áudio gravações e anotações nos diários de campo de ambos.

As atividades orientadoras de ensino foram desenvolvidas no sentido de simplificar a depuração das interfaces do jogo (GOMES et al., 2002) durante o processo de implementação. Ou seja, ao longo do desenvolvimento das AOE, surgiam ideias e soluções para a implementação do jogo as quais não tínhamos pensado anteriormente.

A linguagem de programação escolhida para o desenvolvimento do jogo foi *Python*. O programador e a professora pesquisadora compartilham da mesma visão sobre o uso de software livre²². Entendemos que ao utilizarmos programas livres e gratuitos na educação, estamos nos propondo a contribuir efetivamente com o uso das tecnologias em sala de aula.

Os custos para a utilização de software proprietário pago seriam muito altos se pensarmos nas escolas do estado de São Paulo, ou mais ainda pensando no Brasil.

²² “Software livre é um software que vem com permissão para qualquer um copiar, usar e distribuir, com ou sem modificações, gratuitamente ou por um preço” (MARINHO, 2010, p. 3).

Nesse sentido, há de se considerar a pesquisa de Marinho (2010, p. 4), uma vez que mostra uma economia de meio bilhão de reais caso fosse utilizado um software gratuito de geometria dinâmica nas escolas do Brasil. O autor aponta algumas diferenças entre software livre, gratuito e *open source* (código aberto)²³.

Gostaríamos de destacar, aqui, que a proposta era de criar um software livre (para isso o uso da linguagem *Python*), gratuito e com o código aberto (para ser modificado por quem achar pertinente acrescentar e/ou retirar elementos do jogo).

5º Momento: as atividades computacionais de ensino (AOE desenvolvidas em ambientes computacionais)

Em dois momentos da construção dos dados, desenvolvemos o que chamamos, aqui, de atividades computacionais de ensino (ACE) (MARCO, 2009). Um momento na escola e outro na UFSCar.

A primeira ACE foi na própria escola e o objetivo era criar personagens para o jogo, embora já tivéssemos criado um. A atividade foi áudio gravada. Mostramos aos estudantes uma primeira versão do jogo, conversamos com eles sobre possibilidades de ladrilho, ou seja, de possibilidades de soluções da situação-problema e, em duplas, os estudantes elaboraram diferentes desenhos e personagens os quais não havíamos imaginado anteriormente.

A segunda ACE aconteceu no final da construção dos dados, quando havíamos elaborado um protótipo²⁴ mais “fiel” do jogo. O local dessa atividade mudou.

23 Na nota 4, colocamos a definição de software livre dada por Marinho (2010). O software livre não, necessariamente, é gratuito. Já o software de código aberto tem uma ideologia diferente dos softwares livres. “Em 1998, um grupo de personalidades da comunidade e do mercado que gravita em torno do software livre, insatisfeitos com a postura filosófica do movimento existente e acreditando que a condenação do uso de software proprietário é um instrumento que retarda, ao invés de acelerar, a adoção e o apoio ao software livre no ambiente corporativo, criou a Open Source Initiative, que adota o termo Open Source (Código Aberto) para se referir aos softwares livres [...]” (CAMPOS, 2010). No geral, um software livre é *open source*, mas as duas comunidade se diferenciam por uma questão ideológica.

24 “Quando você escuta o termo protótipo, você pode imaginar algo como um modelo em escala de um prédio ou uma ponte, ou talvez um pedaço de software que trava a cada momento por alguns minutos. Mas um protótipo pode também ser um esboço em papel de uma tela ou conjunto de telas, uma imagem eletrônica, uma simulação em vídeo de uma tarefa, um modelo tridimensional em papel e cartolina de uma estação de trabalho completa ou uma pilha simples de capturas de tela “hiperligadas” (ligadas através de hiperlinks), entre outras coisas” (PREECE, 2002, p. 240, tradução nossa).

Estávamos combinando a ida ao laboratório da escola quando a coordenadora nos avisou da impossibilidade de usar o local. O laboratório estava em reforma e só ficaria pronto no próximo ano²⁵. Ou seja, não tínhamos lugar para usar o jogo computacional com os estudantes. Com essa mudança, organizamos a ida dos estudantes para a Universidade Federal de São Carlos. A princípio ficamos preocupados com a influência dessa mudança na construção dos dados, mas caso não conseguíssemos um lugar, os estudantes não teriam chances de conhecerem o jogo, não vivenciariam a ACE que havíamos preparado junto(a)s durante o segundo semestre de 2009.

6º Momento: análise dos dados

A análise dos dados foi elaborada a partir da vivência das AOE e das modificações (ou não) na implementação do jogo computacional.

Levamos em consideração o movimento encontrado na escola, as necessidades do professor na mediação da aprendizagem dos estudantes e as necessidades dos estudantes quanto ao uso que se faz dos conteúdos matemáticos e dos instrumentos metodológicos.

A análise foi feita a partir da leitura de **episódios de ensino**.

Moura (1995, p. 77) em sua tese, pesquisou as ações de medir com crianças da Educação Infantil e definiu que **episódio** é "o momento que se caracteriza pelo conjunto de interações que propiciam a construção da solução da situação-problema de medir".

Utilizaremos tal definição de **episódio**, porém nossas situações-problema referem-se ao ato de medir, comparar, ladrilhar, relacionado ao conceito de área de superfícies e com situações de compra e venda. Além disso, essas situações-problema foram desenvolvidas intencionalmente para auxiliar no processo de construção de um jogo computacional. Sendo assim, os episódios também remetem às interações que revelam algumas necessidades e sugestões para as funcionalidades e/ou usabilidade do jogo computacional.

²⁵ A princípio o prazo para finalização da obra era março de 2010, mas em outubro de 2010, numa visita à escola, a professora pesquisadora encontrou o laboratório fechado para reforma e a coordenadora afirmou que só ficaria pronto em março de 2011.

Moura (1995, p. 75) afirma ainda que “a leitura dos episódios consiste em reunir aquelas ações, palavras ou gestos que podem contribuir para explicar os significados das estratégias e ações que a criança constrói para solucionar os problemas”.

Para selecionarmos tais episódios (os mais significativos) utilizamos as áudio gravações das situações-problema desenvolvidas na sala de aula, a filmagem do desenvolvimento da segunda ACE, o diário de campo da pesquisadora e as reuniões áudio gravadas entre os pesquisadores envolvidos nessa pesquisa.

Os episódios são, assim, importantes, para revelar-nos situações, elaborações, ações e operações, decorrentes da intervenção proposta que nos ajudará na interpretação e análise dos dados construídos. Sendo assim, os episódios selecionados foram, juntamente com os outros, lidos e relidos para que pudéssemos ter os mais significativos em termos de material e relevância para nossa questão de pesquisa.

Esses episódios escolhidos foram importantes para mostrarmos as modificações implementadas no jogo a partir dessas interações. Esses episódios são os mais significativos no sentido de contribuir efetivamente no nosso pensar sobre o jogo e as elaborações dos estudantes. Assim como contribuíram para análise dos dados e tentativa de responder à questão proposta nesse trabalho.

Os seis episódios escolhidos foram chamados de:

1. “A mão de obra”;
2. “A necessidade da contagem”;
3. “Cortar a peça: o que fazer com as sobras?”;
4. “Área ou perímetro?”;
5. “Desenhos e personagens”;
6. “Sugestões, *bugs* e testes finais”.

Em alguns episódios, como “A necessidade da contagem”, utilizamos de diferentes aulas e mais de um episódio, no sentido mais amplo, para analisarmos.

4.5 Caracterizações

Com o intuito de preservar a identidade da escola e dos colaboradores da pesquisa, vamos nos limitar a elucidar, aqui, algumas de suas características, sem citar nomes de pessoas, bairro, cidade ou comunidade.

4.5.1 **Escola**

Como já afirmamos em parágrafos anteriores, a escola é pública, situada no interior do estado de São Paulo e faz parte da rede de ensino da Secretaria Estadual de Educação de São Paulo (SEE/SP). Fica localizada num bairro da periferia do município a, aproximadamente, 6 km do centro.

O que mais nos atraiu para essa escola foi a necessidade trazida por uma estudante da disciplina de estágio de utilizar-se mais a sala de informática na escola.

Segundo a coordenadora, “os professores não usam muito a sala de informática” e ela mostrou muito interesse de se fazer uso daquele espaço, no momento em que procuramos a escola.

O laboratório possuía quinze computadores ligados e mais quinze em caixas. Uma remessa (de 15 computadores) tinha sido comprada pelo governo do estado e a outra parte (os outros 15) pelo governo federal. A estagiária acompanhava algumas turmas com atividades no laboratório de informática, porém seu tempo de estágio estava finalizando e, com isso, começamos a acompanhá-la na escola para pensarmos na possibilidade de construirmos os dados na escola e utilizarmos, assim, o seu laboratório.

4.5.2 **Grupo**

A turma da escola escolhida foi um sexto ano. Existiam dois na escola no período da manhã sob a responsabilidade da professora que nos acolheu. Escolhemos a turma B, pois os horários reservados para as aulas de Matemática nessa turma eram os mais convenientes (aulas duplas) pela questão do tempo que gostaríamos de passar desenvolvendo nossas atividades.

Essa turma tinha, em média, 39 estudantes. Compomos nosso grupo com os/as 39 estudantes, a professora da turma, o programador do jogo e a professora pesquisadora. A última já foi apresentada no capítulo 1 deste texto.

A turma era bem agitada, principalmente pela quantidade de estudantes, 39 entre meninos e meninas. Na sua grande maioria são crianças do próprio bairro, que chegavam à escola sem precisar usar nenhum tipo de transporte. Durante o período em que estávamos na escola, só entrou um estudante novo.

A professora trabalha na escola havia dois anos. É formada em Ciências e Matemática, com Licenciatura Plena em Matemática, pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras "Ministro Tarso Dutra" (FUNDEC). Leciona desde 2004 pela Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (SEE-SP). Antes de trabalhar nessa escola, a professora trabalhava numa escola da zona rural.

O programador do jogo é um estudante de graduação do curso de Ciência da Computação da Universidade Federal de São Carlos. O estudante trabalhava com jogos computacionais em seus projetos de graduação e nos procurou querendo trabalhar com jogos computacionais educativos. Durante toda construção dos dados trabalhamos em colaboração com o projeto de mestrado e seu trabalho de conclusão de curso (TCC). O estudante se formou no primeiro semestre de 2010, tendo defendido seu TCC e recebido nota máxima pelo trabalho. intitulado: "O Jogo Educacional 'Construindo Loucuras': Design Centrado no Usuário com participação de estudantes da quinta série do Ensino Fundamental".

CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS ESPISÓDIOS: BUSCANDO RESPOSTAS

[...] entendemos que a atividade será de pesquisa, quando for capaz de definir os elementos constitutivos que permeiam o pensar sobre as elaborações decorrentes da análise das atividades orientadoras de ensino, feita pelos envolvidos, ou, ainda, quando permitir a análise dos 'inesperados' (citando Caraça, 1998), caso estes surjam durante o processo de formar-se pelo conhecimento científico (SOUSA, 2004, p. 23)

A autora supracitada trabalhou com atividades orientadoras de ensino de álgebra e define sua pesquisa como uma atividade a partir dos pressupostos da Teoria da Atividade. Sousa (2004, p. 29) discorre sobre os **inesperados** a partir de Caraça (1998) uma vez que

o inesperado está relacionado ao isolado²⁶ no sentido de determinar ou não o recorte a ser estudado. Assim: quando um inesperado ocorre num isolado, não podemos afirmar de antemão que escolhemos o isolado errado. Pelo contrário. Às vezes é o inesperado que nos mobiliza a necessidade de tomarmos 'um isolado como elemento constitutivo de um outro mais largo', uma vez que a recomposição de um certo compartimento da realidade pode necessitar da construção constante de 'cadeias e a cada elo da cadeia corresponde um nível de isolado'

Podemos fazer, aqui, um paralelo entre os **inesperados** e o que Moura e colaboradores (2010) entendem como as “não coincidências” reveladas no desenvolvimento de atividades orientadoras de ensino.

Como já dito, esses **inesperados** foram primordiais no trabalho, já que buscamos, a partir das atividades orientadoras de ensino, analisar tanto as suas possíveis contribuições no processo de desenvolvimento do jogo, quanto em que medida as atividades orientadoras de ensino podem contribuir com tal desenvolvimento. E isso se deu a partir da dinâmica, das interações em sala de aula, o que revelou muitos **inesperados** ou ainda, as **não coincidências**, ou seja, situações que nem sempre estavam previstas no nosso planejamento.

As atividades foram elaboradas, intencionalmente, pela professora

26 Os isolados para essa autora, apoiada em Caraça (1998, p. 21), são “seções da realidade escolhidas pelo homem para serem estudadas”.

pesquisadora e por ela desenvolvidas com a ajuda da professora da turma e do programador do jogo. Após cada ida à escola e a cada vivência das atividades, o programador e a professora pesquisadora se reuniam com a intenção de rever alguns pontos do jogo que sofreriam modificações a partir da interação com a sala de aula.

Para construção da análise, selecionamos alguns episódios (os quais nomearemos a partir da(s) cena(s) que julgamos mais significativa(s)).

Tomamos como fundamentos, para tal análise, os trabalhos sobre atividades de ensino e atividades orientadoras de ensino (FERREIRA, 2005; MOURA, 2006; MORETTI, 2007; SOUSA, 2004; MOURA et al., 2010), como discutido no capítulo 4.

Consideramos os “indivíduos portadores de conhecimento” e em que medida esse “conhecimento, valores e afetividade” (MOURA et al., 2010), no desenvolvimento das atividades, nos fez repensar nossa prática e, principalmente, a ideia de jogo que tínhamos.

Antes de iniciarmos o trabalho na escola, entendíamos o jogo como um instrumento de ensino que, pelo simples fato de “ser jogado”, já favoreceria algumas aprendizagens aos/às estudantes. Porém, ao longo da construção dos dados, tantos os/as estudantes, com seus conhecimentos, valores e crenças, a professora da turma e o movimento da sala de aula e da escola como um todo nos mostraram da importância dessas interações humanas e da mediação do processo de aprendizagem com a utilização de um jogo como recurso metodológico. Não é só jogar. Para se fazer um bom uso de um jogo educativo, o planejamento, a mediação e a avaliação durante e depois do processo são imprescindíveis para o ensino e a aprendizagem.

Nesse sentido, o de repensar o jogo, trabalharemos, também, a construção da análise com alguns referenciais sobre desenvolvimento de software e/ou jogos computacionais, a partir dos estudos de Perry (2005), Gomes e colaboradores (2002), Gomes e Wanderley (2003) e Marco (2004; 2009), com a participação do usuário no processo de pensar o programa. Assim, os desenvolvedores do jogo podem prever várias situações e problemas ou soluções na usabilidade do sistema que não apareceriam se ele fosse desenvolvido sem a

colaboração dos usuários finais, os quais, no nosso caso, foram os/as estudantes do sexto ano e a professora da escola.

Esses/as autores/as supracitados/as nos inspiraram e nos direcionaram na análise dos episódios, na medida em que discutem formas diferenciadas de criação, implementação e desenvolvimento de jogos, software e atividades, prevendo a aproximação com os/as estudantes e professores/as durante todo o processo.

Apresentamos nesse capítulo as análises das atividades orientadoras de ensino desenvolvidas pelos/as colaboradores/as da nossa pesquisa: estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental de uma escola do interior do estado de São Paulo.

Organizamos o texto a seguir da seguinte maneira, inspiradas no trabalho de Catalani (2002) e Marco (2004): faremos uma apresentação da(s) atividade(s) a(s) qual(is) deu/deram origem ao episódio escolhido para análise; em seguida discutiremos os objetivos dessa(s) atividade(s); faremos uma descrição da(s) cena(s) (CATALANI, 2002) e a análise do episódio e das modificações feitas no jogo a partir desse episódio. O que nos fez refletir a partir desse momento? O que mudamos? O que não mudamos?


5.1 Episódio “A mão de obra” (Ocorrido em 08 de setembro de 2009)

Atividade 1

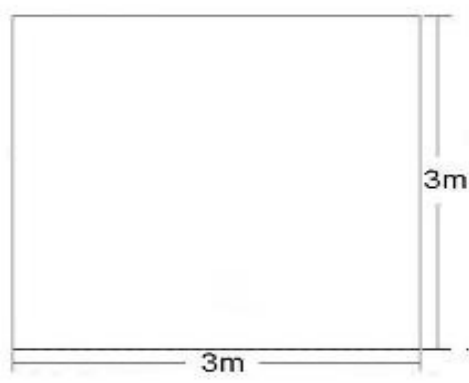
A primeira atividade desenvolvida na escola foi semelhante a um possível desafio do jogo, o que na ciência da computação chama-se de um “protótipo de baixa fidelidade”, ou seja, “protótipos que não são muito parecidos com a versão final do produto” (PREECE *et al.*, 2002, p. 243) e que podem ser feitos de “papel e cartolina em vez de telas eletrônicas” (PREECE *et al.*, 2002, p. 243).

A primeira atividade é a seguinte:

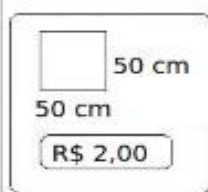
A casa louca do louco está em reforma, ele quer trocar todos os pisos e precisa contratar um arquiteto.
Sejam esse arquiteto e faça esse trabalho!
O primeiro cômodo que o louco quer trocar o piso é a sala louca de estar. Olhando a vista superior da sala qual o tipo de piso que vocês, como arquiteto, vão comprar no armazém?



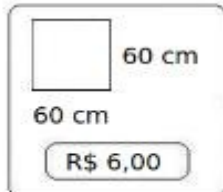
Atenção! Faça a escolha levando em consideração o custo do piso e sua utilidade.



Peça 1:



Peça 2:



Peça 3:

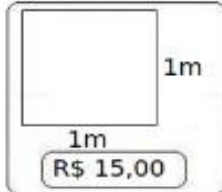


Figura 4: primeira situação-problema proposta aos/às estudantes.

A situação-problema acima representa o protótipo em papel desenvolvido, prevendo possíveis situações do jogo.

Decidimos colocar as medidas dos lados das figuras (cômodo e peças) baseada em Lima (1999, p. 56), que indica algumas possibilidades de trabalhos pedagógicos que, segundo o autor, “poderiam ser utilizadas no ensino do conceito de área”. Entre essas possibilidades, destacamos nesse momento:

Exploração da ideia de arbitrariedade da escolha da superfície unitária, tomando-a com formas geométricas distintas, e diferentes tamanhos. Observar que ocorre uma variação proporcionalmente inversa: para uma dada superfície a medir, quanto maior a superfície unitária, tanto menor será a medida; quanto menor a superfície unitária, tanto maior a medida.

Outra característica dessa atividade é o uso do quadrado em todas as possibilidades de ladrilho e na forma do cômodo. O objetivo do uso da mesma forma da superfície era também perceber quantos quadrados de 50 cm de lado “cabem” no quadrado de 1 m de lado e quantos “cabem” no cômodo de 3 m de lado e assim por diante.

Objetivo

O principal objetivo dessa situação-problema era ladrilhar o cômodo com um dos ladrilhos (peças) disponíveis. O estudante observa a forma do cômodo e dos ladrilhos, avalia o custo da peça e escolhe o que, no seu ponto de vista, vai ser o que tem uma melhor relação custo/benefício. Para isso, o estudante tem que saber quantas peças vai usar para ladrilhar o piso e quanto custa toda sua compra.

Cena

Na situação-problema acima a peça que custaria menos, ao ladrilhar todo o piso era a peça 1, que possui 50 cm de lado e custa R\$2,00 a unidade. Ladrilhando o cômodo com essa peça, o custo total seria de R\$72,00.

A professora da turma já havia resolvido a situação e percebido qual seria a melhor opção de compra. Porém, ao passar pelos grupos, um estudante disse à professora: *“Mas se eu escolho a peça grande vou ter menos trabalho pra colocar o piso, então o louco vai pagar menos de mão de obra pra mim!”*.

Não havíamos pensado, enquanto desenvolvedores do jogo, no pagamento de “mão de obra”, considerando-se que, normalmente não é o arquiteto que assenta o ladrilho e sim, o pedreiro. Ao que parece, para este estudante o arquiteto também deve se preocupar em assentar o piso, o que levaria a situação a aproximar-se de uma possível realidade deste estudante e não da realidade do mundo das construções, onde as tarefas são bem delimitadas: arquiteto é uma profissão, pedreiro é outra.

Análise: modificações feitas no jogo computacional

Analisando a fala do estudante e, considerando-se que para este, o arquiteto também assenta o piso, seria justa a sua proposta: a de usar outros ladrilhos que dessem menos trabalho.

Aqui, vale mencionar que Lave (2000, p. 71), em seu trabalho intitulado “Do lado de fora do supermercado”, analisa a prática aritmética de maneira empírica e teoriza sobre as atividades cotidianas, mais especificamente – como o próprio título diz – sobre a prática de compra em um supermercado. A autora destaca que “as propriedades Matemáticas formais dos problemas potenciais não são suficientes para determinar quais questões emergirão na prática”. A “mão de obra” bem lembrada pelo estudante é uma “variável” importantíssima na situação acima, porém não a levamos em consideração ao elaborarmos tal atividade.

Não pensávamos em todos/as os/as estudantes respondendo da mesma maneira, queríamos colocar as diferentes possibilidades de ladrilho em discussão e refletir sobre os diferentes argumentos. A ideia de cobrar “menos mão de obra” ao utilizar a peça maior (peça 3) nos mostra um exemplo de uma “não coincidência” (MOURA et al., 2010) em relação ao que havíamos planejado para essa atividade.

Acreditamos que a possibilidade da cobrança da mão de obra diminui a possibilidade de existir uma “única resposta correta”, como foi observado logo de antemão pela professora da turma. Cobrando a mão de obra, os estudantes têm mais liberdade no jogo para montar seu próprio piso e escolher a opção que convém. Mas como isso ficaria no jogo? Quais os critérios que vamos usar para decidir quem ganha ou quem perde?

O inesperado diálogo mostrado acima nos possibilitou uma discussão mais aprofundada sobre alguns elementos do jogo, como por exemplo, a questão do tempo, dinheiro, pagamento e alguns aspectos pedagógicos e lúdicos do referido jogo.

Dessa forma, o episódio trouxe reflexões sobre o desenvolvimento do jogo, uma vez que, quando iniciamos a pesquisa na escola, o jogo computacional educativo que estamos desenvolvendo já havia sido idealizado e já tínhamos implementado um primeiro protótipo, a partir do trabalho de Prates *et al.* (2008).

Esse primeiro protótipo foi desenvolvido para ser usado na TV Digital. Trabalhamos nas modificações desse protótipo desde o primeiro momento que fomos à escola.

Por exemplo, não poderíamos levar para os/as estudantes de uma escola pública do interior de São Paulo um jogo computacional que funcionasse na TV Digital. Primeiramente porque a TV Digital ainda não era uma realidade, nem nas nossas casas nem nas escolas. E a interatividade, ou seja, o uso de softwares manipulados pela TV com auxílio do controle remoto (como seria o protótipo inicial do nosso jogo) só recentemente começou a ser explorado por algumas emissoras de TV aberta. Ou seja, não teríamos como usar esse protótipo com a infraestrutura da escola que escolhemos e provavelmente não conseguiríamos na grande maioria das escolas do Brasil. Por tudo isso, o computador atualmente tem um poder maior de interação e sociabilização comparado com a TV Digital.

Assim, a primeira modificação foi a da plataforma escolhida para o desenvolvimento do jogo computacional, passamos da TV Digital para o computador.

Tecnicamente esta mudança significa a viabilidade do uso do equipamento, no nosso caso, a mudança da TV Digital para o computador. Porém, com isso o programador do jogo teve que “adaptar” o código fonte²⁷ para rodar no computador, ou seja, programou o jogo de novo, só que em outra linguagem de programação²⁸.

27 “É o conjunto de palavras ou símbolos escritos de forma ordenada, contendo instruções em uma das linguagens de programação existentes, de maneira lógica” (WIKIPIDEA, 2010).

28 “Uma linguagem de programação é um método padronizado para expressar instruções para um computador. É um conjunto de regras sintáticas e semânticas usadas para definir um programa de computador. Uma linguagem permite que um programador especifique precisamente sobre quais dados um computador vai atuar, como estes dados serão armazenados ou transmitidos e quais ações devem ser tomadas sob várias circunstâncias” (WIKIPIDEA, 2010).

Pedagogicamente esta mudança significa uma maior facilidade no uso do computador pelos/as estudantes, visto que esta é uma ferramenta muito mais próxima deles do que uma TV Digital, por exemplo. Além disso, o mouse é um instrumento que permite uma maior flexibilidade de uso do que o controle remoto, por exemplo: para ladrilhar o piso com o controle remoto o/a estudante teria que escolher a quantidade de peças a ser ladrilhadas e apertar um botão “ok”, o próprio sistema escolheria onde colocar a peça, já com o mouse ele pode colocá-la onde quiser. Entendemos que essas modificações facilitariam os processos de ensino e aprendizagem.

A primeira situação-problema do jogo estava representada no projeto inicial assim:

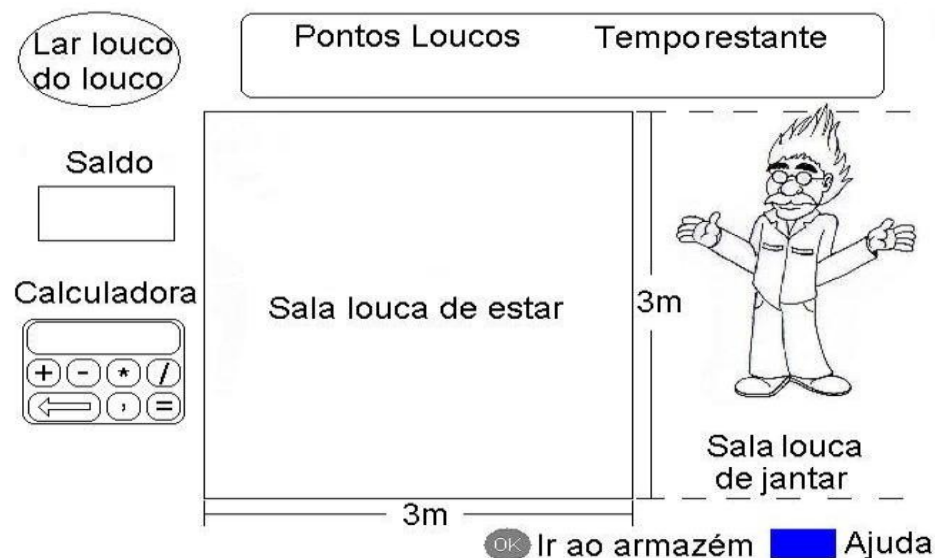


Figura 5: Tela do primeiro desafio do jogo no protótipo para TV Digital.

As primeiras reuniões sobre o desenvolvimento do jogo aconteceram antes mesmo da ida à escola. As modificações no *design*, na plataforma utilizada para desenvolvimento e alguns aspectos como “tempo”, “pontos” foram retirados para serem pensados depois das interações na sala de aula com os/as estudantes.

O episódio que analisamos acima nos levou a pensar como poderíamos fazer a cobrança da mão de obra e se isso seria uma forma de dificultar os aspectos do jogo na competição e se atrapalhariam ou não seus objetivos pedagógicos. Muitas ideias surgiram, como por exemplo: acrescentar o pagamento

da mão de obra de forma específica, juntar o pagamento da mão de obra com o pagamento das peças ou não acrescentar a mão de obra.

Especificamente, a fala dos estudantes, durante a vivência do episódio *mão de obra*, nos fez mudar a forma que o *Arquiteto* receberia o pagamento pelo ladrilhamento do cômodo.

Pensamos que o jogador pode receber um valor a mais pela mão de obra e pelos custos de transporte, por exemplo, assim, caso ele faça uma previsão “errada” da quantidade de ladrilhos que precisa comprar na loja, ele teria como ônus o gasto pela nova ida à loja para comprar mais peças ou devolvê-las.

Essa modificação ficou da seguinte maneira: para cada cômodo que o jogador precisava ladrilhar ele recebia um valor maior do que iria gastar com a compra das peças e com o transporte; assim, quem conseguisse ficar com a maior quantidade de dinheiro no final dos ladrilhamentos ganharia a primeira posição no ranking.

Segue a imagem da tela da loja no primeiro desafio:



Figura 6: tela relativa ao primeiro desafio do jogo no protótipo modificado para o computador e com o valor recebido pelo desafio em “bufunfas”.

5.2 Episódio “A necessidade da contagem” (Ocorridos em 10, 15 e 17 de setembro de 2009)

Atividade 2, 3 e 4²⁹

A atividade 2, 3 e 4 eram semelhantes à atividade 1, mas mudamos os formatos do cômodo e dos ladrilhos disponíveis na loja. Cômodos e ladrilhos pouco convencionais (formato de hexágono, triângulo, paralelogramo, polígonos irregulares, etc.), pois no geral, em casas e em lojas de construção, por exemplo, encontramos formatos de cômodos e pisos quadrados e/ou retangulares.

As situações-problema que mostraremos aqui são muito parecidas a princípio. O personagem principal da história gostaria de trocar os pisos da sua casa e o/a estudante precisa escolher o melhor piso para solucionar o problema.

Nas situações-problema abaixo não colocamos as medidas das figuras:

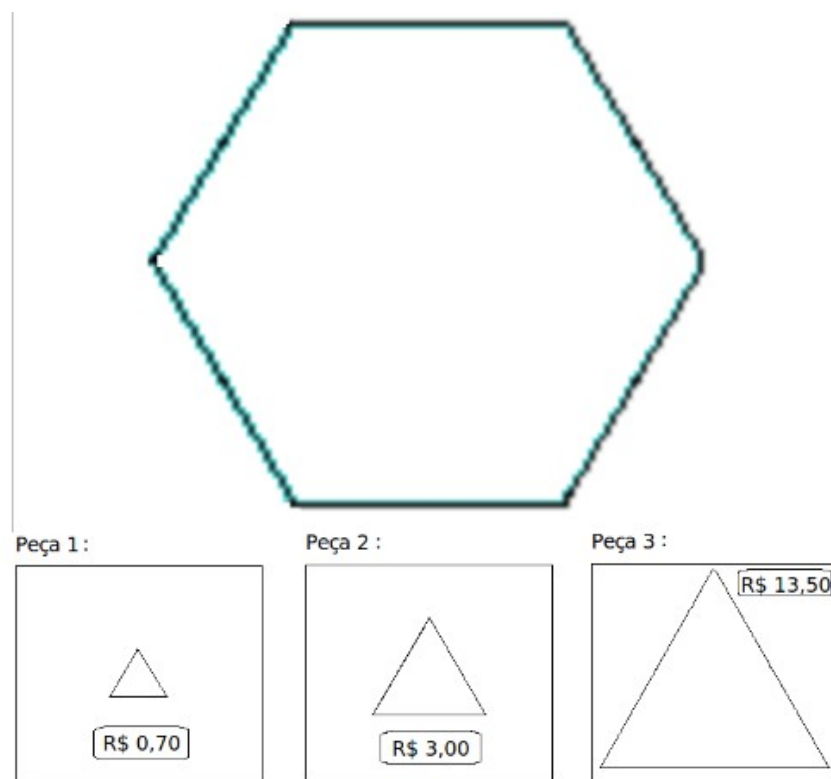


Figura 7: segunda situação-problema proposta aos/às estudantes.

²⁹ Vão existir outros episódios referentes às mesmas atividades já descritas, logo a descrição das atividades e seus objetivos serão feitas uma só vez.

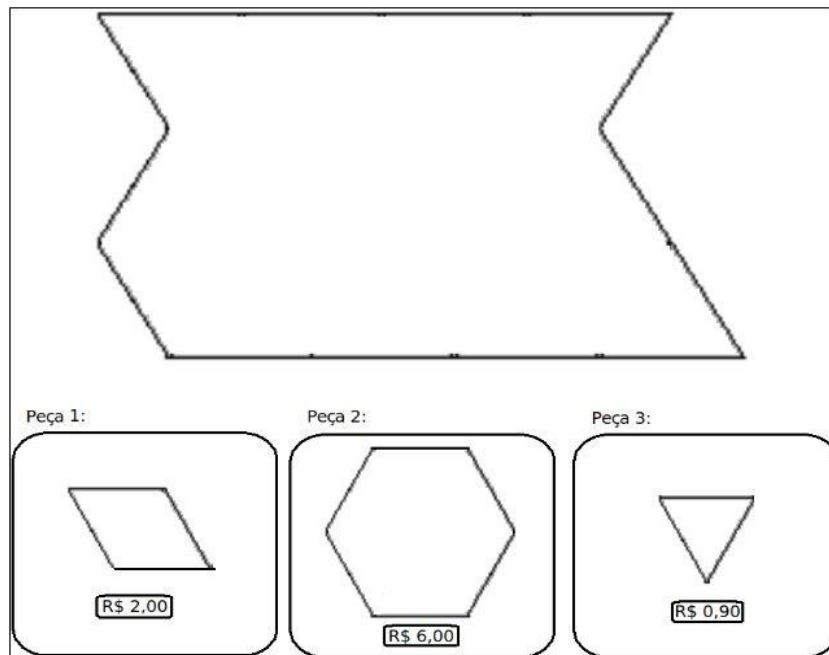


Figura 8: terceira situação-problema proposta aos/às estudantes.

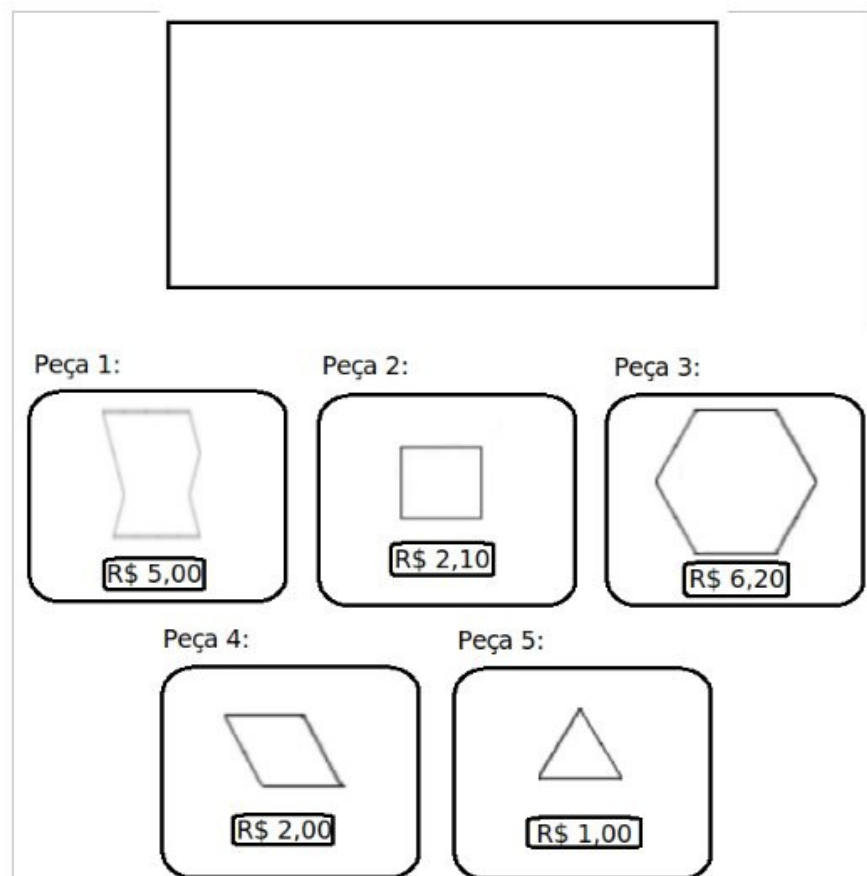


Figura 9: quarta situação-problema proposta aos/às estudantes.

Objetivos

O principal objetivo dessas atividades era conseguir mobilizar a noção do conceito de área com sua característica figural.

Segundo Douady e Perrin-Glorian (1989), o conceito de área precisa ser mobilizado como uma grandeza, ou seja, é necessário distinguir o quadro numérico (composto por números reais positivos, os quais são utilizados para representar a medida da área), o quadro geométrico (composto por figuras planas) e o quadro das grandezas (composto por uma classe de equivalência de figuras com a mesma área). Essas autoras também afirmam que é preciso distinguir e mobilizar os três quadros para um entendimento do conceito de área como uma grandeza.

As autoras supracitadas afirmam ainda que os estudantes tendem a achar: ora que a área é a própria figura, e que qualquer mudança na figura (recorte e cola, por exemplo) implica uma mudança na área; ora que a área é a medida dela. Essa segunda concepção, a qual as autoras chamam de concepção numérica, é possibilitada, principalmente, pelo constante uso e prioridade dada ao aspecto numérico da área, por exemplo, o uso precoce da fórmula da área.

A ideia é, também, retardar o uso da fórmula da área. Primeiro os/as estudantes mobilizam o conceito de área a partir de suas características numéricas, geométricas e a partir da comparação entre mesmas grandezas e só depois é que formalizariam tal conceito.

Cunha (2008, p. 12), a partir do contexto histórico do ato de medir, afirma que

[...] a medida passou gradualmente a ser ensinada como uma espécie de regra que devia ser imposta a partir de fora sobre o ser humano. [...] O pensamento sobre medida tendeu a cair principalmente no domínio do hábito inconsciente e, como resultado, as formas induzidas na percepção por esse pensamento passaram então a ser vistas como realidades objetivas diretamente observadas, que eram essencialmente independentes de como foram pensadas.

Assim, a segunda situação-problema trabalhada com os/as estudantes induz o ato de medir sem o uso das “regras”, de forma a não utilizar-se da fórmula da área, por exemplo.

Além disso, gostaríamos que os estudantes percebessem a

necessidade de diferentes unidades (e subunidades) de medida. Um outro objetivo ligado às atividades 3 e 4 era o de calcular a medida da área do cômodo usando uma subunidade da medida. Eventualmente (nessas atividades) os estudantes precisariam “cortar a peça” e com isso fornecer algumas medidas “não inteiras” (supondo a peça como a unidade de medida).

Cena 1

Uma cena que destacamos na segunda atividade foi referente às elaborações escritas e orais de uma dupla que chamaremos aqui de Ma e Bia³⁰. Ao tentar resolver a situação-problema proposta, a dupla sentiu necessidade de contar peça por peça, nos mostrando certa dificuldade com a operação de multiplicação.

No diálogo que segue, diante da pergunta: “*quantas peças do tipo 2 são necessárias para formar uma peça do tipo 3?*”, a dupla coloca-se numa reflexão do tipo: *se sei quantas do tipo 3 preciso para colocar no piso e sei quantas do tipo 2 preciso para formar a peça do tipo 3, posso saber quantas do tipo 2 preciso para colocar no piso*. Porém, mesmo sabendo que precisavam de seis do tipo 3 para colocar no piso e que quatro do tipo 2 formariam uma do tipo 3, eles não fizeram $4 \times 6 = 24$. Eles contaram as peças quatro por quatro.

O uso da contagem se mostra muito frequente nas elaborações dos estudantes. Além disso, entendem a área como uma grandeza linear como podemos ver no mesmo diálogo:

Ma: Do tipo 2? Ah, se é 4 [...] a gente sabe que é 4, aí 4, 8, 12, 16 [...] é [...] 4, 8, 12, [...] é [...] 12, 16, 20, [...] 24! Porque Bia, olha [...] a gente fez olha [...] aqui da peça do tipo 2 cabe 3, cabe 4 na peça do tipo 3 e se a gente aplicar a mesma regra que a gente fez aqui a gente vai contar então de 4 em 4, entendeu?

Bia: Ah.

Ma: Aí é 24! É fácil, é só contar de 8 em 8. Bia, é de 8 em 8 sim, porque aqui [...] a peça 1 cabe 4 vezes na peça do tipo 2, entendeu? Aí vai caber 4 vezes aqui. E esse aqui cabe 4 vezes aqui. Então, 4 vezes 2, oito! Então

³⁰ No diálogo que apresentaremos, tem-se, além dos pseudônimos, outros símbolos para simplificar a leitura, como quando utilizamos “[...]” significa que houve uma pausa no diálogo ou não conseguimos transcrevê-lo nesse momento, por barulho ou frases não entendíveis.

aqui vai contar 8, pode fazer vai dar 8 aqui ó! A peça do tipo 1 vai dar 8 vezes aqui na peça do tipo 3. Porque a peça do tipo 2 deu 4 vezes essa aqui e a peça do tipo 1 deu 4 vezes aqui na peça do tipo 2. Então se a gente pegar a peça do tipo 1 e colocar na peça do tipo 3 vai ser... vai dá vai dá 8. Então é só a gente pegar e fazer a conta 8 vezes 6 [...] Se a gente contar, olha, 8 [...] Vamos contar: 8 + 8, 8 e 8 e 8 e 8 [...] 6 vezes. 8 + 8?

Bia: Dá 16!

Ma: 16! 16 + 8? ééééé [...] 17, 18, 19, 20 [...] não [...] 16, 17, 18, 19, 20, 21 [...] 22, 23, 24

os dois: 24 mais 8. 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32! 32 mais 8? 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40. 40

os dois: 40

Ma: mais 8, 48 [...] Vamos gastar [...]

As elaborações escritas dos estudantes reafirmam a ideia de que multiplicando a quantidade de peças do tipo 1 que podemos colocar na peça 2 por 2 chegaremos ao número de peças do tipo 1 que precisamos para colocar na peça do tipo 3, conforme mostra a figura 10.

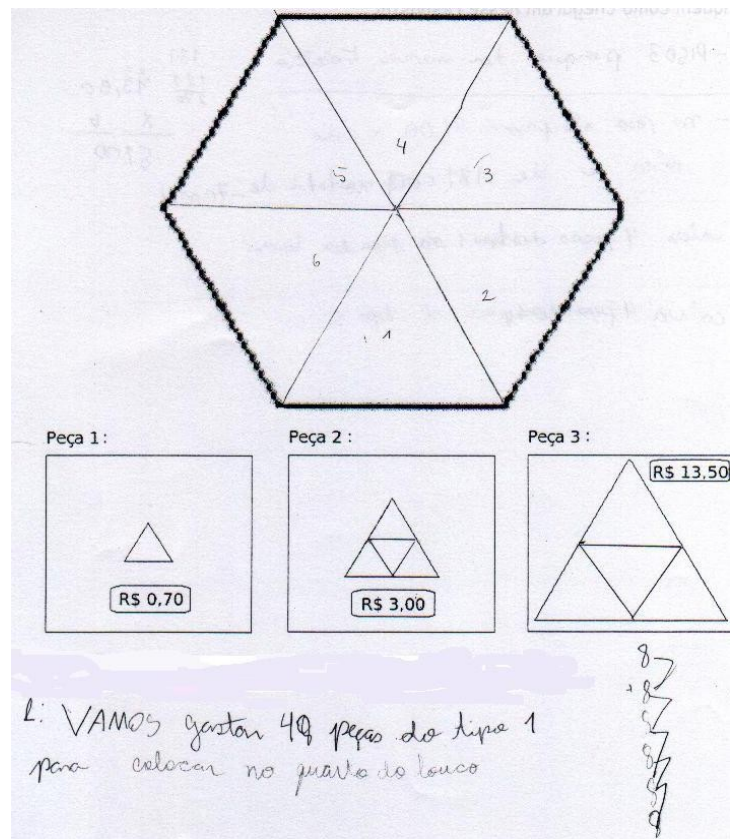


Figura 10: elaborações escritas da dupla Ma e Bia.

Cena 2

Ao longo das atividades, mais especificamente nas atividades 3 e 4, percebemos algumas elaborações indicando uma mudança nessa *necessidade de contagem* (peça por peça), como por exemplo:

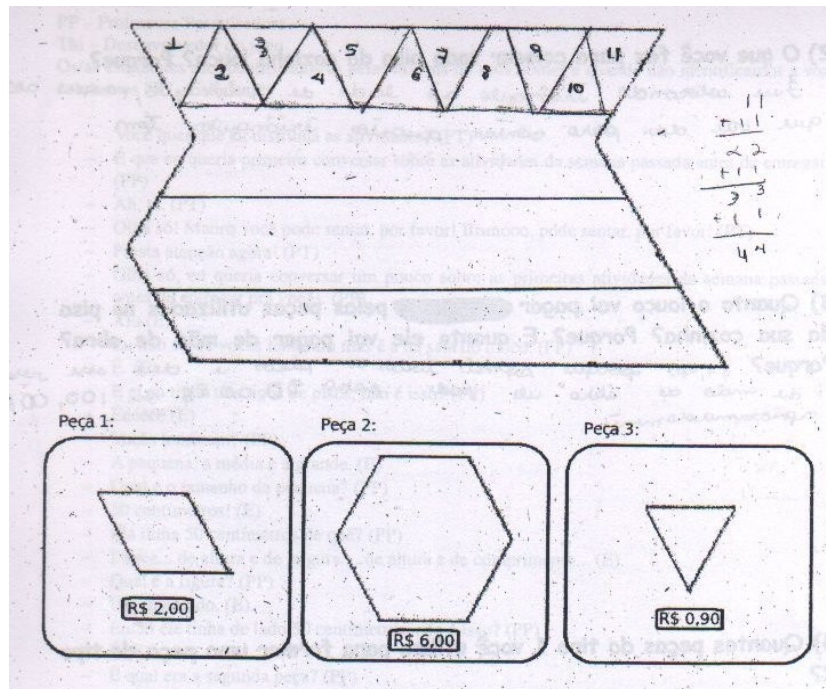


Figura 11: elaborações escritas relativas à atividade 3.

Os estudantes dividem a figura em “faixas”, sabem quantos triângulos vão usar na primeira “faixa” e sabem quantos espaços iguais àquele primeiro eles terão para ladrilhar todo piso, somando quatro vezes a quantidade de onze triângulos (peça 3).

Cena 3

No mesmo sentido da *cena 2*, a atividade 4 possibilitou outras elaborações indicativas dessa mudança:

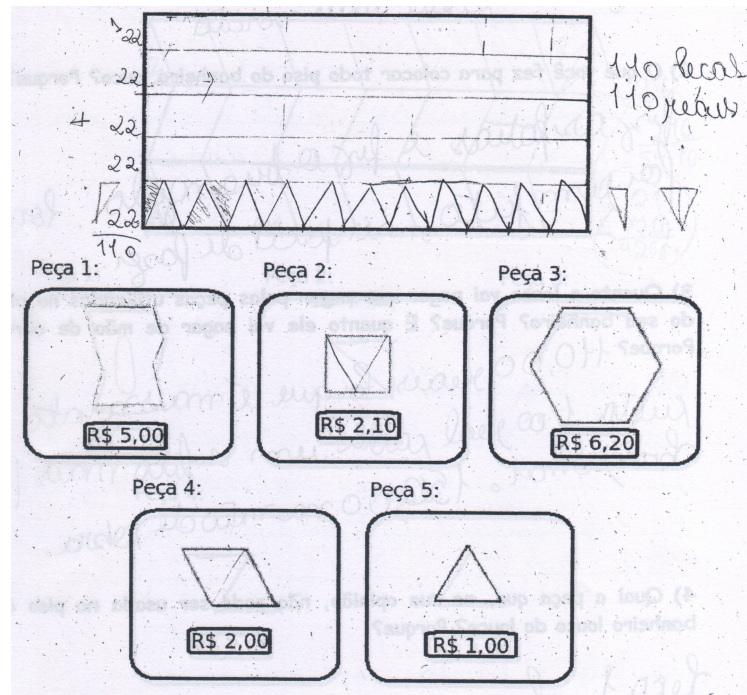


Figura 12: elaborações escritas relativas à atividade 4.

Análise: modificações feitas no jogo computacional

Ao analisarmos as cenas acima, percebemos duas diferentes estratégias de solucionar o problema de ladrilhamento.

A *cena 1* mostra as elaborações dos estudantes, as quais revelam um forte uso da contagem por eles no momento em que poderiam operar com multiplicação ou mesmo uma adição.

Sousa (2004), ao discutir “o pensamento algébrico”, afirma que este deve considerar os “nexos internos dos conceitos de número”, o qual inclui a correspondência biunívoca. Esse aspecto também é considerado no trabalho de Cunha (2008, p. 69), quando estuda o conceito de medida:

Para muitos educadores, principalmente os que atuam na educação infantil, a idéia de número está associada à idéia de quantidade e esta por sua vez, associada à contagem. Ora esta idéia é a de número natural que se origina de uma correspondência biunívoca e que só acontece para objetos que se nos apresentam separados em unidades na natureza. Porém, como sabemos, a idéia de número, embora englobe a idéia do natural, é mais abrangente, pois além da contagem envolve a medição.

Essa autora também estuda os nexos conceituais do conceito de

medida e a ideia das grandezas discretas e contínuas.

Inicialmente, nesta atividade, consideramos a medida da área como grandeza contínua; porém, como vimos no episódio, para os estudantes essa passagem do discreto para o contínuo não é nada trivial.

Quando elaborarmos a atividade, esperávamos que os/as estudantes compreendessem a possibilidade de utilizarmos uma unidade de área diferente de um quadradinho de 1 cm de lado, conseguissem expressar a área dos triângulos e do hexágono a partir das diferentes unidades (triângulo pequeno, médio e grande) e compreendessem a área como uma grandeza bidimensional, no sentido de distinguir a área do perímetro, por exemplo.

Mais uma vez nos deparamos com um “inesperado”, ou ainda, “as não coincidências”. Imaginamos, na elaboração da proposta, que os/as estudantes conseguiriam expressar a medida da área do hexágono usando a unidade, um dos triângulos disponíveis. Porém, na comparação entre as duas unidades, não imaginávamos a dificuldade que os/as estudantes teriam em utilizar-se da multiplicação, visto que no sexto ano, teoricamente, os estudantes já solucionam situações-problema com as quatro operações. Mas não perceberam que poderiam ter feito $4 \times 6 = 24$, depois de perceberem que precisavam de seis peças do tipo 3 para colocar no piso e que quatro peças do tipo 2 formaria uma peça do tipo 3.

Percebemos certo “avanço” na estratégia de solução na *cena 2*, já que agora o estudante não precisa mais fazer a contagem (peça por peça). O próximo passo seria compreender que ao somar $11+11+11+11$ é o mesmo que multiplicar 11×4 e assim facilitaria o entendimento da fórmula da área (quando for necessária a sua introdução).

Porém, entre as atividades desenvolvidas, não encontramos nenhuma que indicasse uma tentativa de solucionar o problema multiplicando a quantidade de peças em uma “faixa” pela quantidade de “faixas” da figura.

Neste sentido, ao analisar tais elaborações, percebemos que, de certa forma, estávamos influenciando os estudantes a fazer a contagem nas situações-problema, pois ao desenhar o piso preenchido o estudante automaticamente faz a contagem do piso. Como mudar isso no jogo? Será que conseguimos uma ferramenta a qual os/as estudantes não sejam influenciados/as a fazer apenas a

contagem do piso?

Essas questões nos levaram a sugerir diferentes maneiras de ladrilhamento do piso no jogo, de uma forma diferente da mostrada acima que, de alguma forma, induzia o estudante a cobrir a figura, colocando uma peça por vez.

Ao discutirmos sobre o episódio descrito e analisado acima, pensamos em diferentes soluções para não influenciarmos mais a contagem (peça por peça) na solução da situação-problema. As reuniões que intercalavam com as idas à escola foram de extrema importância para entendermos, discutirmos e trabalharmos nas modificações e desenvolvimento do jogo.

Apesar de sentirmos uma grande necessidade de uma equipe multidisciplinar para o desenvolvimento do jogo, algumas das modificações foram feitas pelo especialista de domínio e programador e, algumas, chegamos até a implementá-las.

Uma solução que pensamos para o problema da contagem foi utilizarmos um “ladrilhamento automático”, ter a possibilidade de colocar muitas peças de uma só vez, sem facilitar (ou influenciar) a contagem.

Na primeira versão do jogo (para TV Digital), pensamos na possibilidade de colocarmos um “botão” para ladrilhar, por exemplo, 10 peças de uma só vez, mas ao analisarmos tal solução, percebemos que isso não diferenciaria muito do ladrilhamento peça por peça, o problema só mudaria de uma contagem uma por uma para dez por dez.

Outra solução para o ladrilhamento automático seria o que o programador chama de “malha invisível” (PETRUCCELLI, 2010, p. 29): ou seja, a possibilidade de ladrilhamento clicando (e segurando o botão) uma vez em um dos vértices e arrastando o mouse para que ele formasse o ladrilhamento à medida que fosse arrastando.

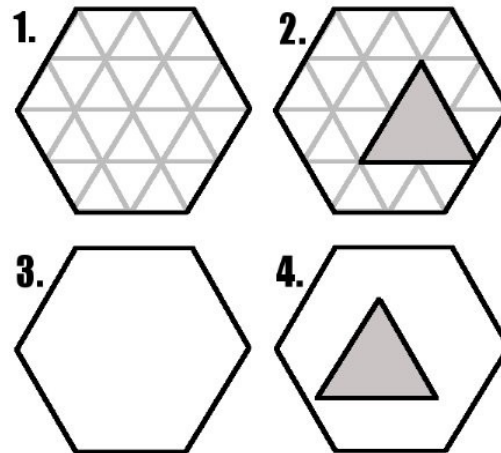


Figura 13: malha invisível. Figura retirada do trabalho de Petruccelli (2010).

Porém, uma dificuldade que encontramos e que foi descrita no trabalho de Petruccelli (2010) é a limitação de ladrilhamento, impossibilitando, por exemplo, que o estudante tentasse encaixar uma peça num lugar que não deixamos “pré-definido” ao implementar a malha. Ou seja, por mais que existissem diversas malhas em cada piso, poderia acontecer uma situação que não prevíamos e, com isso limitaríamos a criatividade do estudante.

Ou seja, até o momento, não conseguimos resolver este problema no jogo computacional. Ao que tudo indica, neste jogo não há como não induzir os estudantes a cobrirem as peças sem fazer uso da correspondência um a um, ou, a partir de uma quantidade definida, como por exemplo, grupo de dez em dez ou outra quantidade qualquer. Aqui, há a limitação do jogo porque o estudante deve, automaticamente, arrastar a peça “inteira” para cobrir a figura desejada.

Por outro lado pensamos na possibilidade de um ônus caso a estimativa feita no armazém fosse diferente da necessária para cobrir todo o piso. Ou seja, o/a estudante que comprasse a quantidade certa na primeira vez que fosse ao armazém sairia na frente. Quem errasse gastaria mais “bufunfas” (nome sugerido pelos estudantes) para voltar ao armazém e comprar as peças restantes ou “devolver” as peças compradas a mais.

5.3 Episódio “ Cortar a peça: o que fazer com as sobras?” (Ocorrido em 17 de setembro de 2009)

Atividade 4

A descrição da atividade e dos seus objetivos encontram-se no episódio 2 (A necessidade da contagem), página 86.

Cena 1

Como já foi mostrado, na atividade 4 disponibilizamos uma peça bem pouco usual (peça 1) a qual foi evitada por quase todos os estudantes. Porém, um deles (MaW) usou tal peça, mas para isso ele teve que usar a estratégia de cortá-la e a partir do corte admitir valores para os “pedaços” produzidos a partir do corte:

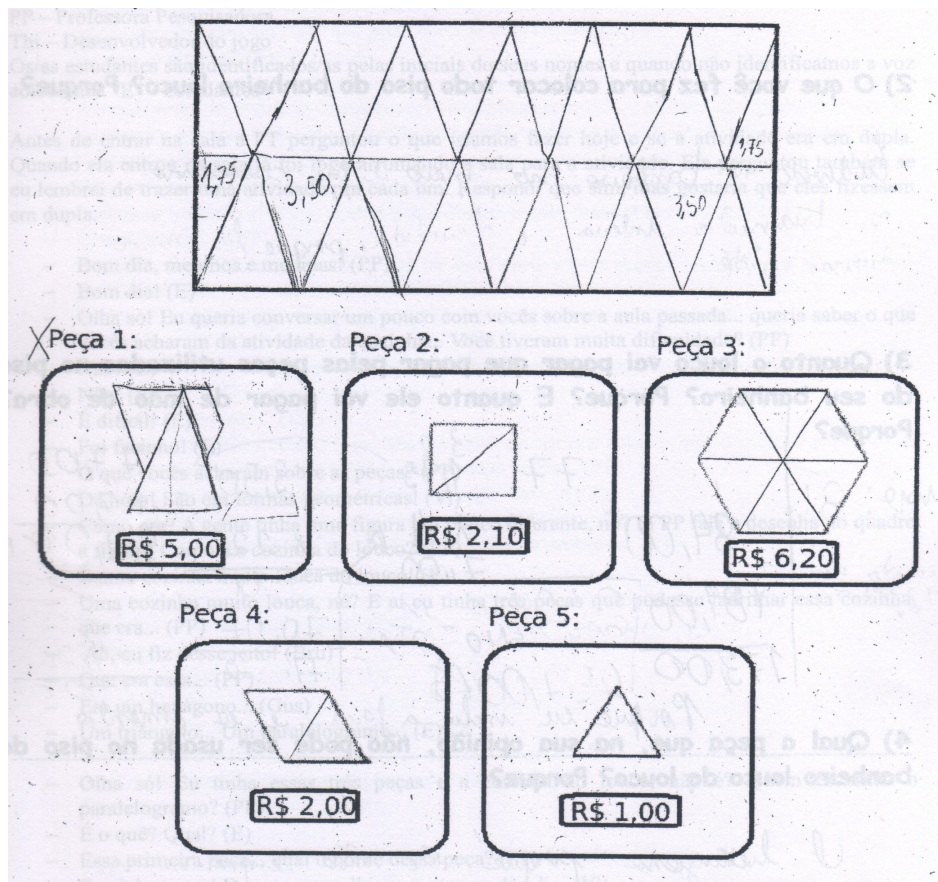


Figura 14: elaborações escritas do estudante MaW e a necessidade de **cortar a peça**.

A peça utilizada pelo estudante para ladrilhar o piso foi a peça 1, porém

com um formato de triângulo após dividi-la. Ao descartar o restante da peça, ele diminuiu o valor de cada uma de R\$5,00 para R\$3,50 e a metade da peça (que usou para ladrilhar) R\$1,75.

Cena 2

Nessa atividade, 4 das cinco peças disponibilizadas para ladrilhar o piso não “encaixariam” completamente no formato do piso. Ou seja, elas deveriam ser cortadas para o ladrilhamento total. Nessa cena que escolhemos, os estudantes utilizaram a peça 5 (o triângulo); porém após ladrilhar o piso do banheiro (figura 15) chegaram a um impasse: o que fazer com as “sobras”?

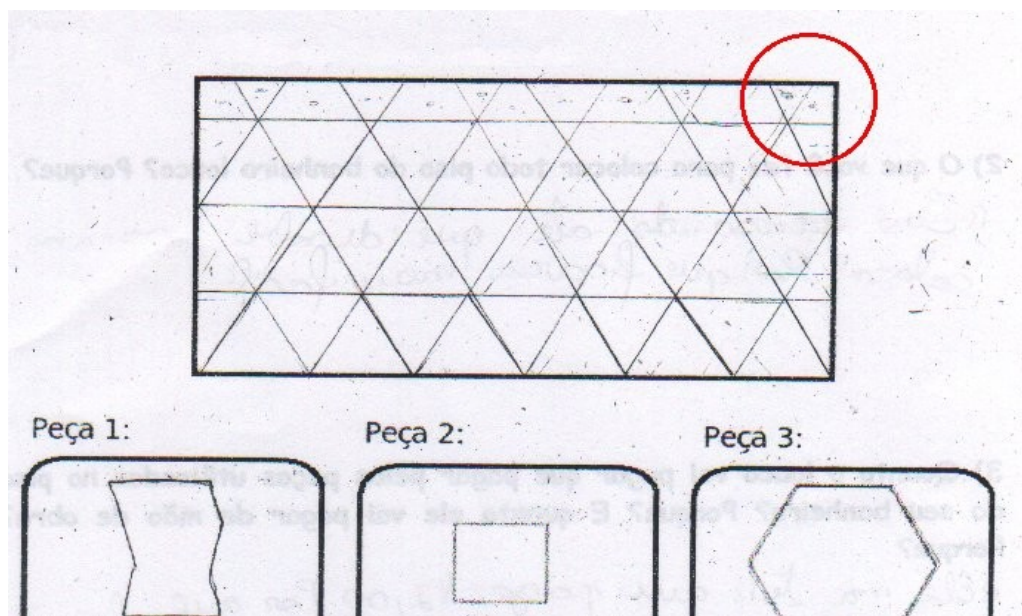


Figura 15: elaborações escritas as quais resultaram na discussão: **o que fazer com as sobras?**

Ao mediar tal impasse, a professora pesquisadora (a qual chamaremos aqui de Pp) tenta ajudar os estudantes (MaT e Ta) a perceberem a necessidade da subdivisão da unidade de medida para exprimir tal valor:

Pp: *Então como vocês descobriram que tem 64?*

MaT e Ta: *Essas duas aqui fica um, duas, três, 4, 5, 6, [...], 33, 34, 35, 36 [...]*

Pp: *Isso é um inteiro?*

Ta e MaT: *Não, com isso [...] 37, 38, 39, 40, 41...*

Ta: *E isso aqui?*

MaT: *Sobrou!*

Pp: *E agora? O que a gente vai fazer com essa que sobrou?*

Ta: *Joga fora!*

Pp: *Joga fora? E vai ficar o piso com um buraco no meio?*

MaT e Ta: *Hahaha, ééé! [...]*

Pp: *Você vai contar essa como uma inteira?*

MaT: *Não!*

Pp: *Você vai contar como?*

Ta: *Metade!*

Pp: *Metade, mas ela é metade mesmo da peça? Isso aqui é metade disso? [...]*

MaT: *É metade!*

Pp: *É metade? [...] Esse pedacinho aqui tem o mesmo tamanho desse aqui?*

Ta: *Não [...] então é meia metade!*

Pp: *Meia metade, e o que é meia metade?*

MaT: *É a metade de um [...]*

Pp: *Meia metade é a metade de um? Isso é a metade de um?*

Ta: *Não!*

Pp: *Isso aqui é o que? [...]*

Pp: *Vocês lembram daquela atividade que a gente tinha o triângulo grande [...] o médio e o pequeno? O que é esse pedacinho aqui?*

MaT: *Metade de metade de metade de metade [...]*

Pp: *Olha só [...] se aqui dentro eu posso colocar 4 triângulos pequenos, não são 4?*

Ta: *São! Ma: Sim!*

Pp: *Isso aqui é o quê?*

MaT: *É um triângulo pequeno [...]*

Pp: *É, é um triângulo pequeno, né? Um dos 4 triângulos que eu consigo colocar aqui, né? Mas em relação ao triângulo grande, ele é o quê?*

Ta: *Olha aqui, aqui tem três e aqui só tem um, então eu acho...*

MaT: *O grande é sobrou, ele é 3 triângulo [...]*

Pp: *O de baixo é três triângulos, mas em relação ao todo ele significa o quê?*

Ma: *Hummm, [...] aí, não sei [...]*

Pp: *Olha só, pra montar a peça inteira eu gastei R\$1,00, pra comprar esse pedacinho daqui eu vou gastar quanto?*

Ta: *Três real!*

Pp: *Três?*

Ma: *Não, diminuiu! Se a peça vale 1 [...] então vamos ter que diminuir o preço dela [...]*

Análise: modificações feitas no jogo computacional

Ao analisarmos as cenas acima, notamos o uso constante do corte da peça. Ao idealizarmos o jogo e planejarmos as AOE, pensamos na possibilidade do aparecimento dessa necessidade já que ela era induzida na medida em que peças com formatos não usuais eram disponibilizadas para o ladrilhamento. Essa ação de *cortar a peça* gerou uma discussão bastante pertinente no ensino de Matemática e mais especificamente quando lidamos com a questão da medida: o que fazer com a sobra?

Na cena 1, notamos que essa necessidade de cortar a peça veio de sua escolha. Não só a peça 1 como a maioria delas necessitaria de um “corte” em algum momento do ladrilhamento. O interessante dessa situação é que o estudante cortou todas as peças (do tipo 1) que colocou no piso e não só algumas. Além disso, admitiu um valor (em reais) para a “nova peça” com formato de triângulo. Esse estudante foi o único a usar essa peça para ladrilhar o piso. Não só nesse momento, mas esse estudante sempre se destacava na sala de aula pela sua criatividade e participação.

Percebemos, aqui, a importância de desenvolvermos atividades que explorem o aspecto da criação dos estudantes no momento de solucionar o problema proposto. Esse aspecto vai ao encontro da nova configuração de sociedade discutida no capítulo 2. D'Ambrósio (1988, p. 58) coloca como um dos desafios aos sistemas educacionais “a criação de ambientes e atividades estimuladoras de criatividade e desenvolvimento de novas maneiras de pensar”. Ou seja, faz-se necessária uma rápida revisão dos sistemas escolares para que eles priorizem, entre outras coisas, momentos de criação e outras possibilidades do pensar.

Na cena 2 notamos a dificuldade dos estudantes em exprimir uma medida da área de uma figura plana com um número fracionário.

Caraça (1998) citando Heródotos (o pai da História) afirma que o surgimento da geometria se deu pela necessidade da expressão numérica da medição. Em seguida o autor trata do problema da subdivisão da unidade e chega à criação dos números fracionários.

No episódio acima, ao que nos parece, os estudantes diante do impasse do que fazer com as sobras, chegam a um dilema semelhante aos egípcios, o qual promoveu a criação dos números fracionários.

Moura (2007, p. 10), ao tratar do conceito de medida, trata da questão da sobra afirmando que:

[...] enumerar a “sobra” da comparação da unidade com o todo a ser medido (quando a unidade não compreender um número inteiro de vezes o todo), solicita a formulação de um número diferente do número natural. O novo número representa a razão entre a medida da “sobra”, e o número de vezes em que a unidade foi dividida em subunidades. A compreensão da racionalidade implica entender a relação entre contínuo e discreto no ato de contar, bem como compreender a realidade como uma totalidade interconexa.

A relação contínuo-discreto, como já afirmamos, é um nexos conceitual do conceito de área. Assim como a racionalidade (a compreensão do conceito de número racional) também o é.

Gostaríamos de destacar na nossa análise a intencionalidade da ação da professora pesquisadora ao criar e desenvolver uma situação-problema na sala de aula. Essa intencionalidade, ao conceber e desenvolver uma AOE, colocada por Moura (2001) e nos trabalhos subsequentes, é uma característica essencial na ação pedagógica.

É necessária a intencionalidade para atingirmos os principais objetivos didáticos e pedagógicos numa atividade de ensino: ensinar. Ao questionar o estudante “*E agora? O que a gente vai fazer com essa que sobrou?*” a professora tinha a intenção de mostrar para os estudantes a necessidade de criarmos outra estratégia de contagem, já que naquela situação apenas a unidade inteira não

funcionava mais.

A necessidade de implementar no jogo uma ferramenta que cortasse a peça era óbvio para nós (pesquisadora e programador), mas como fazer isso? Em quais pontos o estudante cortaria? Teriam figuras (num banco de dados) pelo jogo e os cortes formariam sempre esses tipos de figuras? Isso não limitaria a criatividade dos estudantes?

Essas perguntas surgiram ao longo das reuniões de desenvolvimento e com isso conseguíamos priorizar algumas implementações e outras não já que o tempo de construção dos dados era curto comparado com o tempo de que precisaríamos para desenvolver o jogo com apenas um “programador” (que em alguns momentos trabalhou como designer) e uma “especialista de domínio”.

Por isso, Perry (2005, p. 66) indica, na sua “proposta de uma metodologia participativa para desenvolvimento de software educacional”, uma reunião inicial que ela chama de “projeto educacional”, ou seja, uma reunião do programador, especialista de domínio e designer para que eles discutam e definam os seguintes questionamentos: “a) Qual a delimitação do assunto?; b) Quais os problemas que os estudantes têm para compreender este assunto?; c) Qual a estratégia para abordar estas dificuldades?”

Já nessa primeira reunião (para definirmos o “projeto educacional”), discutimos a possibilidade de “cortar a peça”, mas, pelas indefinições (questionamentos) colocados acima em relação a como se fazer essa implementação, não conseguimos definir (e implementar) a tempo essa ferramenta.

Chegamos à conclusão de que o melhor seria que os estudantes cortassem com o mouse (e o próprio jogo ajudaria a cortar no formato adequado) a figura que gostaria de formar com a peça e com isso haveria algum ônus em relação às sobras, já que o custo da peça não mudaria e o estudante “perderia” o que não usasse. Diferentemente do que fez o estudante na cena 1 onde, mesmo cortando a peça e “perdendo” o que não usou, admitiu um valor menor para a peça comprada, ou seja, ela modificou o valor da peça de R\$5,00 para R\$3,50.

5.4 Episódio “Área ou perímetro?” (Ocorrido em 22 de setembro e 01º de outubro de 2009)

Atividades 5 e 7

Nas atividades 5 e 7, nosso principal instrumento eram os pentaminós. Desenvolvemos sua construção e manipulação (figura 16), porém, antes de começar a atividade propriamente dita, retomamos o que havíamos estudado nas atividades 1, 2, 3 e 4.

A construção dos pentaminós se deu a partir dos desenhos mostrados no quadro, dos pentaminós com material emborrachado (os quais levamos prontos) e cartolina para que cada um ficasse com o seu conjunto de 12 pentaminós.

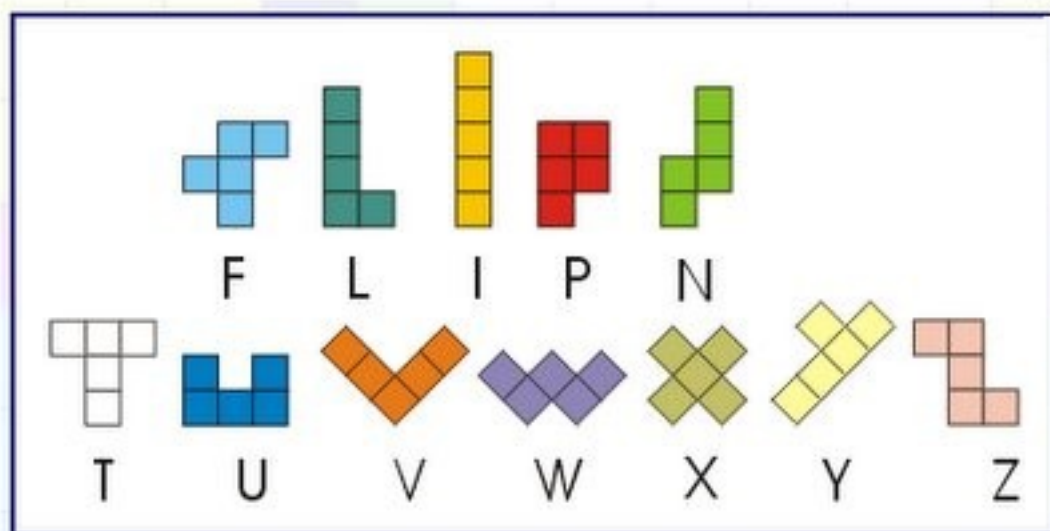


Figura 16: exemplos de pentaminós.

Em seguida, na atividade 7 usamos os pentaminós para o ladrilhamento de dois cômodos (figura 17).

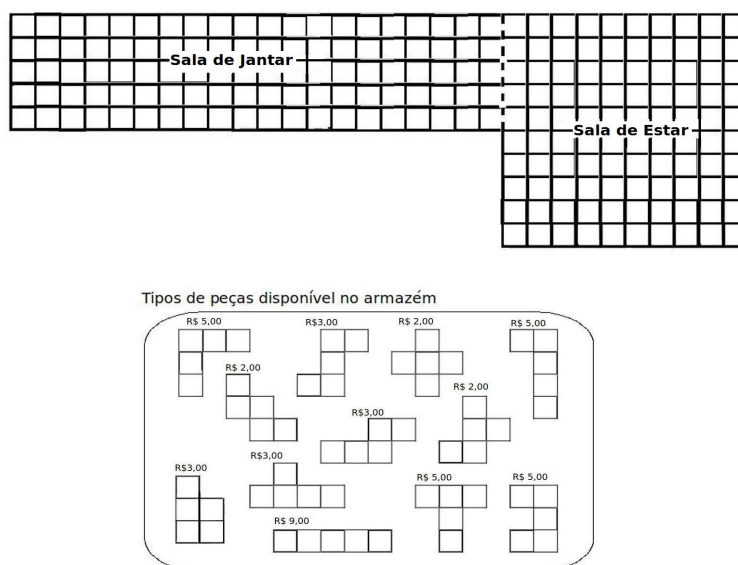


Figura 17: sétima situação-problema proposta às/aos estudantes.

Objetivos

O principal objetivo das atividades 5 e 7 era ladrilhar os cômodos com os pentaminós disponíveis (teriam que usar todos os tipos que foram construídos). Gostaríamos de discutir nessa atividade a possibilidade de figuras diferentes possuírem mesma área e perímetros diferentes ou não e os pentaminós são bons exemplos de figuras que possuem a mesma área, porém não, necessariamente, possuem o mesmo perímetro.

Alem disso, colocamos na atividade 7 dois “cômodos” (figura 17) com mesma área e perímetros diferentes. Caso não tivéssemos uma discussão mais aprofundada ao construirmos os pentaminós, faríamos isso ao socializarmos as respostas e sublinharmos as diferentes possibilidades de ladrilhamento, discutindo também a diferença entre área e perímetro.

Cena 1

Ao final de cada atividade, socializávamos a discussão e as soluções individuais (ou em grupo) para toda a sala como mostrado no capítulo anterior. Durante essa cena (relativa à atividade 5) surgiu a dúvida entre a medida do perímetro e da área da primeira situação-problema proposta para os estudantes.

Um grupo de estudantes afirmava que a área do quadrado de três

metros de lado (ver figura 4 – atividade 1) eram doze metros e outro grupo afirmava que eram nove metros:

Pp: *se eu tenho um quadrado que tem um lado medindo três metros, qual é a área desse quadrado?*

MaW e Ta: *Doze metros*

Pp: *[...] Eu tenho um quadrado que ele tem de lado um metro, qual é a área desse quadrado?*

Estudantes³¹: *Dois metros quadrados!*

Pp: *Por que dois metros quadrados?*

MaW: *Porque multiplica os lados! Os ângulos.. os lados, é os lados!*

Pp: *Se eu multiplico um metro por um metro dá quanto?*

Estudantes: *Dois metros!*

Pp: *Um vezes um é quanto?*

Estudantes: *Dois! Uuummmmm! Um, dona! Um!*

Pp: *Quanto é um metro vezes um metro?*

Bru: *E dois vezes um?*

Estudantes: *Um metrooooo*

Pp: *Qual é a unidade, Mi? Mi tá falando... vamos ouvir Mi?*

Mi: *Um metro vezes um metro é um metro quadrado!*

Estudantes: *Óóóóóóóó [...]*

Pp: *E se um quadrado desse é um metro quadrado, qual é a área da sala?*

Ta: *três metros quadrados!*

Vi: *Seis metros quadrados!*

Ca: *nove [...]*

MaW: *Não é! É doze! Doze metros quadrados!*

Pp: *Quantos quadrados de um metro de lado cabem nessa sala?*

MaW: *Doze!*

Vi: *Não é! Nove metros! Um quadrado esse daqui ó! Olha, aqui ó [...] três metros [...] aqui tem ó [...] aí cê multiplica três vezes três, nove é nove metros quadrados [...]*

MaW: *É doze!*

Vi: *Não é, mano! Olha! [...] - Nesse momento o estudante "Vi" foi ao quadro desenhar os nove quadrados.*

31 Quando não conseguimos identificar no áudio a voz dos/as estudantes colocamos apenas “Estudantes”.

Pp: Olha só [...] se o quadrado pequeno, pequeno não, do grande tem um metro quadrado [...] e aqui eu consigo colocar nove quadrados, qual é a área dessa sala?

MaW: doze metros quadrados!

Vi: É nove, mano!

Pp: Por que doze Matheus?

Ta: Por que doze?

MaW: Por que doze? Porque aqui é um aí vai somando os quatro lados [...] aqui aqui aqui aqui vai dá doze! [...] - Nesse momento o estudante MaW foi ao quadro mostrar que contando os lados da figura tem doze "lados" de um metro e não nove.

Pp: Olha só o que MaW tá falando [...] que se eu somar os quatro lados eu vou ter a área de doze metros [...] Se eu somo a medidas dos quatro lados eu vou ter uma área como resposta?

Vi e Bru: Nãããããã

Pp: O que é que eu vou ter como resposta?

Vi: Metros

Mau: Não, é [...] milímetros [...] é metros!

Ta: Que milímetros! Hahaha

Pp: Olha só [...] existe uma coisa nas figuras que se chama perímetro, vocês já ouviram falar em perímetro?

Estudantes: Perímetro! Jáaaa!

Pp: O que é o perímetro de uma figura?

Bru: É a soma dos lados!

Mi: É a soma de todos os lados!

Pp: Todo mundo concorda com Mi e Bru? [...]

Estudantes: Ééééé [...] sim!

Pp: Então qual é a diferença da área para o perímetro de uma figura?

Vi: A área é fácil [...] a área é o que tem dentro e o perímetro é o que tem fora. [...]

Pp: O perímetro é o contorno, não é?

Vi: Então é doze metros quadrados! [...] Ééééé [...]

Estudantes: Doze!

Pp: doze metros, por quê?

Ta: Ahhh [...] É o contorno da sala, dona [...] É só somar os lados [...]

Pp: Então o perímetro dessa sala é doze metros. [...] Se vocês fossem um arquiteto pra quê vocês precisariam do perímetro da sala?

Ta: Pra fazer [...] Pra [...]

Pp: Tem algum motivo para calcularmos o perímetro da sala? [...]

Pp: Olhando para sala de vocês, tem alguma coisa que vocês precisam calcular o perímetro?

Ta: Ahhhh!

Bru: Esse aqui!

Vi: Esse negócio aqui ó!

MaT: ééé [...] É! Rodapé!

Vi: É isso! Rodapé!

Pp: Isso é o rodapé da sala [...] pra calcular a quantidade de cerâmica que vamos colocar no rodapé [...] O que eu preciso fazer?

Estudantes: O perímetro!

Pp: Que é a soma dos lados [...] Voltando a pergunta anterior, qual é a área dessa sala?

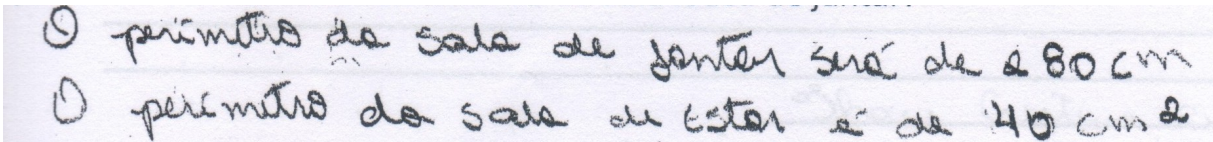
Vi e MaW: Nove metros quadrados! Nove metros!

Pp: Por que nove metros quadrados?

MaW: Porque não é o contorno é só a área por dentro [...] Cada piso do tipo 3 tem um metro, então tem nove é nove metros! [...]

Cena 2

Na atividade 7, não só nas elaborações orais como na escrita percebemos a confusão entre área e perímetro:



O perímetro da sala de jantar são de 280 cm
O perímetro da sala de estar é de 40 cm²

Figura 18: elaborações escritas do estudante LuF relativas à atividade 7.

Depois de discutirem sobre a atividade, o estudante Gu me chamou. Ele dizia para o estudante MaW que o que ele tava procurando era o perímetro, porém o que a atividade pedia era a área:

Gu: *Não é o perímetro, é a área, a área!*

Pp: *Qual é a área dessa peça?*

MaW: *quatro centímetros!*

Pp: *por que quatro centímetros?*

MaW: *porque é um mais um mais um mais um.*

Pp: *Olha, MaW, está acontecendo a mesma coisa da semana passada, que você disse que a área da peça era a soma dos lados, isso é a área?*

MaW: *Ah, é mesmo! É o perímetro!*

Análise: modificações feitas no jogo computacional

Ao analisarmos as cenas acima, percebemos, mais uma vez, a intencionalidade presente na ação da professora pesquisadora e a importância de tentarmos colocar o estudante em atividade na perspectiva da Teoria da Atividade.

Na cena 1, os estudantes MaW e Vi entram em atividade e expressam tal fato pelas ações, expressões e envolvimento com ela. Ao levantar-se da carteira, ao falar alto com o amigo, ao escrever no quadro, os estudantes se mostram envolvidos a ponto de agirem espontaneamente e livremente diante da situação vivenciada e isso nos mostra o movimento de “estar em atividade” estudado por Moretti (2007).

A intencionalidade da professora ao mediar a aprendizagem dos estudantes vai ao encontro dos primeiros objetivos propostos com essa atividade. Como colocamos no capítulo 1, os trabalhos que inspiraram e mobilizaram a pesquisadora a escrever a proposta inicial do mestrado indicavam alguns erros frequentes entre os estudantes, como “as confusões entre área e perímetro, a utilização de fórmulas errôneas e o uso inadequado de unidades” (BELLEMAIN; LIMA, 2002, p. 27 - grifo nosso). O movimento da AOE revelou o que intencionalmente a professora pesquisadora planejou, descobrindo, assim, ao longo das atividades, o fato de os estudantes amalgamarem o conceito de área e perímetro.

Esse fato influenciaria diretamente os aspectos pedagógicos do desenvolvimento do jogo na medida em que precisaríamos rever a abrangência de alguns conceitos (como o de perímetro) e como modificar o jogo para que este incluía tal revisão. Ao trabalharmos com um jogo educativo, sentimos a necessidade

de ele ser efetivamente educativo e trabalhar com as questões conceituais da Matemática, no nosso caso.

Como trabalhar o conceito de área e perímetro nesse jogo de maneira não superficial? Será que pedindo para calcular a quantidade de cerâmica para o rodapé do cômodo? Os estudantes conseguiriam mobilizar tais conceitos e perceberiam a diferença entre um e outro? Esses foram alguns questionamentos colocados nesse momento, que coincidia com o desenvolvimento do jogo computacional. Começamos a (re)pensar na possibilidade de inserir algumas perguntas como desafio do jogo, como pensada na proposta inicial (PRATES *et al.*, 2008). Apenas pedir para os estudantes calcularem a medida do rodapé não garantiria que eles conseguissem diferenciar o conceito de área e perímetro.

Um aspecto muito rico para o desenvolvimento de um jogo computacional educativo é a possibilidade de trabalho multidisciplinar: o fato de que a “especialista de domínio” se preocupava muito com os aspectos pedagógicos do jogo e o programador com o lúdico é um dos exemplos desse aspecto. Somando-se, assim, a dimensão educacional colocada por Perry (2005, p. 9) ao desenvolvimento de um software educacional.

A dificuldade com a composição da equipe desenvolvedora colocada por Perry (2005) e que ela tenta suprir no seu trabalho propondo uma nova metodologia de desenvolvimento de software educacional são percebidas ao analisarmos os “softwares educacionais” disponíveis no mercado. Ou o software tem um excelente design, várias funcionalidades (de som, imagem e/ou possibilidades de interação), porém é limitado nos aspectos educacionais, ou o software foi desenvolvido por algum especialista em Educação que sabe programar. Ou seja, o programa tem algumas questões pedagógicas pertinentes, mas não possui as possibilidades computacionais que acrescentem os aspectos lúdicos tão essenciais quando usamos jogos.

O caso das “perguntas pedagógicas” propostas pela especialista de domínio foi uma questão de impasse no desenvolvimento, já que o programador achava “chato” e massante para o jogador ficar “parando” (o jogo) para responder perguntas.

A solução que encontramos e que também resolve outro ponto

discutido nas reuniões foi colocar o jogo em rede, ou seja, implementar o jogo de tal maneira que a professora conseguisse interagir com os estudantes no momento que eles jogam, porém essa interação seria virtual. A professora escolheria (no seu computador) qual pergunta colocar no jogo. À medida que ela achasse necessário fazer tal questionamento, inseriria a questão para todos/as ou só para um grupo de estudantes.

Isso implicaria mudanças estruturais na escola, uma vez que, além da própria estrutura do laboratório de informática (o qual nem sempre está funcionando e quando isso acontece precisa de uma constante manutenção), precisávamos pensar num uso (ou novo uso) para ele.

Como pensar num laboratório ou num jogo em rede numa escola que ainda preserva a estrutura do pré-requisito, da linearidade, da disciplina e do conteúdo fragmentado (BITENCOURT, 2004)? Mais uma vez notamos a importância de tornarmos a escola “contemporânea” (PENIN, 2001, p. 36) e não isolada “de todo processo evolutivo tecnológico” (GRANDO, 2000, p. 11).

5.5 Episódio “Desenhos e Personagens” (Ocorrido em 20 e 22 de outubro de 2009)

Atividades 10 e 14

A atividade 10 foi o que chamamos da primeira Atividade Computacional de Ensino. Gostaríamos que os estudantes fizessem uso de sua criatividade na elaboração de personagens e desenhos que pudessem compor o *design* do jogo.

Para isso, utilizamos um software para criação de desenhos e/ou edição de imagens, chamado *Paint*. Esse software é proprietário da *Microsoft*³², o que vai de encontro à nossa escolha de utilizarmos sempre software livres, porém todos os computadores da escola encontravam-se com esse software instalado e optamos por não desconfigurar muito os programas do laboratório. Essa decisão não afetaria no desenvolvimento do jogo visto que o *Python* permite o uso de desenhos feitos em diferentes programas, inclusive no *Paint*.

Já na atividade 14, elaboramos um material o qual tinha na primeira página os desenhos criados na atividade 10 e a partir deles os estudantes deveriam criar uma história para o jogo.

Alguns e algumas estudantes preferiram criar histórias em quadrinhos, segundo eles “*é melhor que escrever*”.

Objetivos

O principal objetivo da atividade 10 era criar personagens com o auxílio do computador para o jogo. Na Ciência da Computação, mais especificamente na área de “Interação humano-máquina”, esse tipo de atividade é chamada de atividade de *design* de interação.

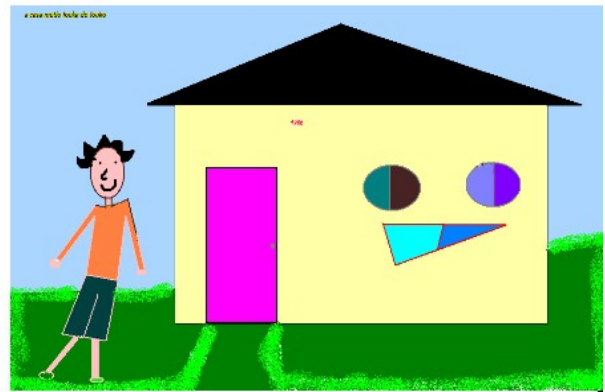
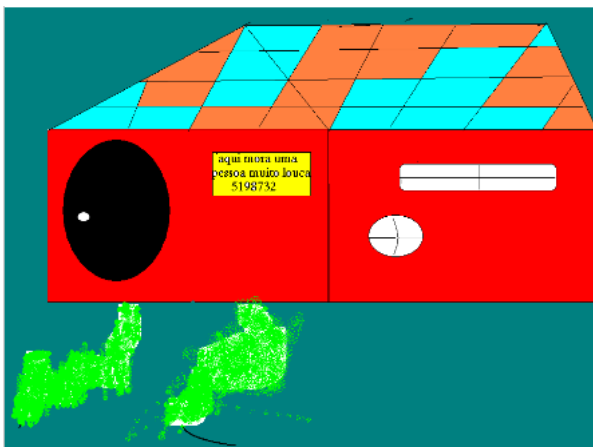
Para Preece *et al.* (2005, p. 185), o design é “uma atividade prática e criativa, cujo objetivo final consiste em desenvolver um produto que ajude os usuários a atingir suas metas”. O *design* de interação prevê, como o nome já diz,

³² *Microsoft Corporation* “é uma empresa multinacional de tecnologia informática dos Estados Unidos da América que desenvolve e fabrica licenças e suporta uma ampla gama de produtos software para dispositivos de computador”. (Wikipédia, 2010, acessado em 15 de setembro de 2010 em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Microsoft>)

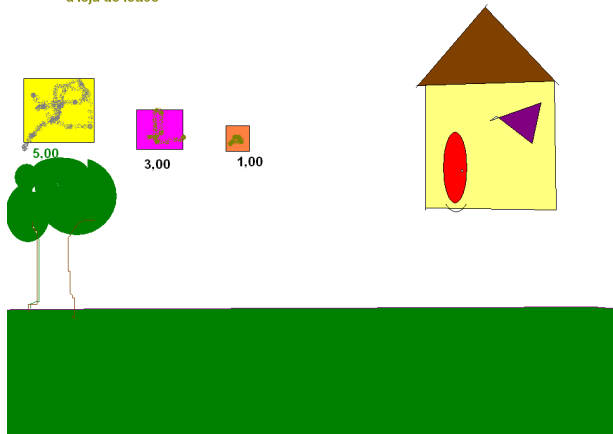
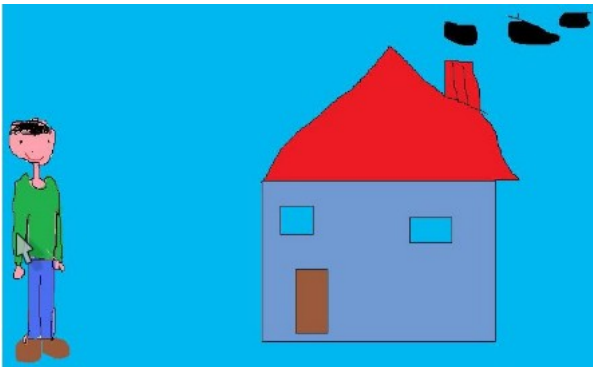
uma interação efetiva com os usuários do produto: no nosso caso eram os estudantes do sexto ano do ensino fundamental.

Cena 1

A cena abaixo mostra as elaborações dos estudantes ao pedirmos que criassem personagens para o jogo que estávamos desenvolvendo. O jogo foi mostrado através do *data show* e discutido com os estudantes uma possibilidade de jogada.



a loja do louco



A Casa Do Louco

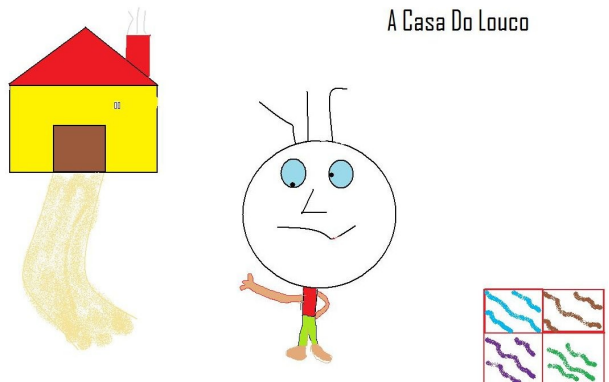




Figura 19: elaborações dos estudantes no computador.

Cena 2

Na atividade 14, pedimos para os estudantes escreverem uma história para o jogo. Nesse material colocamos todos os desenhos feitos na aula 10 e os estudantes escreveram a história baseada nas situações-problema que vínhamos desenvolvendo nas aulas. Quando receberam o material, fizeram vários comentários do tipo:

Pp: *eu coloquei na primeira página os desenhos que alguns de vocês fizeram no computador, lembram?*

Estudantes: *sim!*

Vi: *olha o meu aqui! Caramba!*

Jo: *não foi você que fez!*

Vi: *lógico que foi, maluco! [...]*

Bru: *Ô Gu cadê o seu? [...]*

Além disso, os estudantes tiveram a oportunidade de contribuir para a construção do jogo de diferentes maneiras, como por exemplo, escrever a história em quadrinhos. Como foi o caso do estudante MaW, que pediu para desenharmos mais, então sugerimos aos/as estudantes a possibilidade de escrever uma história em quadrinho (figura 22).

Essa atividade foi introduzida com os desenhos feitos pelos/as estudantes e a partir deles pedimos para escreverem uma história. Com uma sugestão de título para o jogo, personagens, enredo, lugar onde acontecia a história, etc.

Você tem outra sugestão? Gostei do nome, mais minha sugestão: Construção de uma louca invenção.

Transcrição: Gostei do nome, mais minha sugestão: construção de uma louca invenção.

Figura 20: exemplo de sugestão de nome para o jogo.

Em um dia ensolarado um homem chamado Loukísimo estava indeciso, não sabia se colocava piso quadrado ou piso redondo. Depois de alguns minutos, decidiu colocar piso quadrado. Logo que saiu de uma indecisão já entrou em outra, não sabia que cor ele iria escolher para o piso, preto ou branco. Depois de algumas horas ele decidiu colocar o piso branco. Quando saiu da segunda indecisão entrou na terceira indecisão, não sabia se comprava 50 ou 70 pisos. Depois de 3 horas decidiu comprar 70 pisos, porque sobrar é melhor do que faltar. Então decidiu que iria começar a colocar os pisos no dia seguinte. No dia seguinte ele colocou os pisos, e gostou muito.

Transcrição: Em um dia ensolarado um homem chamado Loukísimo estava indeciso, não sabia se colocava piso quadrado ou piso redondo. Depois de alguns minutos, decidiu colocar piso quadrado. Logo que saiu de uma indecisão já entrou em outra, não sabia que cor ele iria escolher para o piso, preto ou branco. Quando saiu da segunda indecisão entrou na terceira indecisão, não sabia se comprava 50 ou 70 pisos. Depois de 3 horas decidiu comprar 70 pisos, porque sobrar é melhor do que faltar. Então decidiu que iria começar a colocar os pisos no dia seguinte. No dia

seguinte ele colocou os pisos e gostou muito.

Louco na verdade é Marcos, um cientista que apenas inventa loucuras e uma de suas maiores loucuras é sua casa. Esta tem todos os cômodos com formatos muito estranhos e uma pintura extremamente feliz, mas ao final da construção Louco adquiriu um problema: os pisos que comprara não se agitaram ao formato do comodo.
 Querendo uma solução, foi procurar Guilherme um arquiteto famoso e bem sucedido.
 Guilherme a partir de então, tinha uma tarefa, ladrilhar a casa do louco. Assim sendo, ele recebeu uma quantia de R\$5.000 reais, para comprar os pisos, o rodapé e ainda retirar seu pagamento da mão de obra.
 O arquiteto, comprou vários tipos de pisos, com formatos desta vez adequados ao comodo e é claro rodapé para casa inteira. Incrivelmente, este conseguiu economizar R\$2.500 reais, a metade da quantia.
 Ao final desta obra cansativa, Marcos (Louco) gostou de Guilherme, não só no lado profissional, mas no lado pessoal, então ele convidou o arquiteto para acompanhá-lo em um jantar em sua casa nova.
 Neste jantar, os dois se tornaram amigos e Guilherme ajudou o cientista Marcos a ser uma invenção muito, muito louca.

Transcrição: Louco na verdade é Marcos, um cientista que apenas inventa loucuras e uma de suas maiores loucuras é sua casa. Esta tem todos os cômodos com formatos muito estranhos e uma pintura extremante feliz, mas ao final da construção Louco adquiriu um problema: os pisos que comprara não se agitara ao formato do comodo. Querendo uma solução foi procurar guilherme um arquiteto famoso e bem sucedido. Guilherme a partir de então tinha uma tarefa, ladrilhar a casa do louco. Assim sendo, ele recebeu uma quantia de R\$5.000 reais, para comprar os pisos, o rodapé e ainda retirar seu pagamento da mão de obra. O arquiteto, comprou vários tipos de pisos, com formatos desta vez adequados ao comodo e é claro rodapé para casa inteira. Incrivelmente, este conseguiu economizar R\$2.500 reais, a metade da quantia. Ao final desta obra cansativa, marcos (Louco) gostou de Guilherme, não só no lado

profissional, mas no lado pessoal, então ele convidou o arquiteto para acompanhar-lhe em um jantar em sua casa nova. Deste modo os dois se tornaram amigos e guilherme ajudou o cientista marcos a criar uma invenção muito, muito louca.

Figura 21: exemplos de histórias criadas pelos/as estudantes para o jogo.

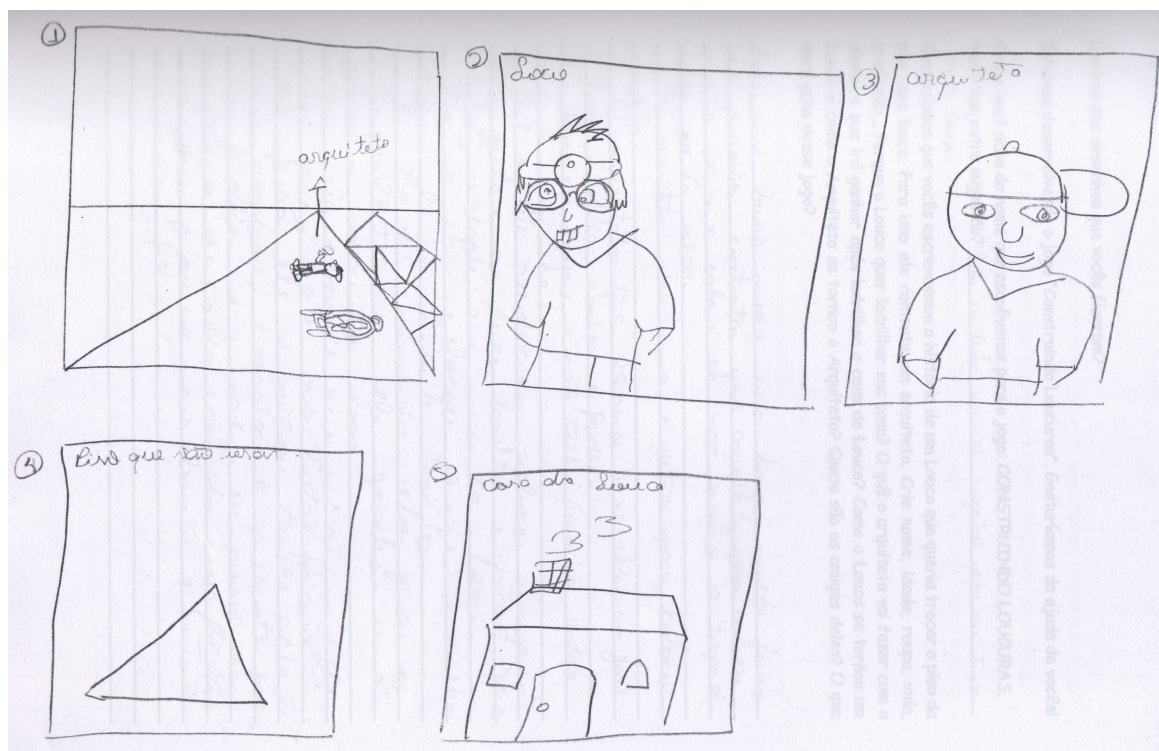


Figura 22: história em quadrinhos feita pelo estudante MaW.

Análise: modificações feitas no jogo computacional

Ao analisarmos as cenas acima, percebemos a importância de valorizarmos, como professores e como desenvolvedores de jogos computacionais, o trabalho dos estudantes para que eles possam usar da criatividade e da capacidade que têm. Colocar os estudantes num momento de criação leva-os a se descobrirem. Essas duas atividades revelaram alguns estudantes que produziram desenhos e histórias criativas.

Durante o desenvolvimento das atividades em sala de aula, o estudante Vi muitas vezes parava de fazer a atividade para brincar de desenho com o estudante Ta ou Ri, porém na atividade 10 ele não criou personagens novos e sim copiou da internet uma personagem já existente. Isso foi, para nós, uma surpresa,

pois acreditávamos que ele seria um dos estudantes que contribuiriam nessa atividade de *design*.

Além disso, os/as estudantes desenharam outros personagens, os quais não havíamos pensado: namorada, irmã, pai do personagem principal. Percebemos, aqui, que ao possibilitarmos aos/às estudantes a vivência de uma atividade lúdica, eles possuem uma atitude crítica e criativa desse processo (ALVES, 2006, p. 22).

Vale a pena ressaltar que, desde as primeiras reuniões de desenvolvimento do jogo, pensávamos em uma maneira de materializar a participação dos estudantes no jogo propriamente dito. Não conseguimos implementar tal participação na versão final do jogo, mas a ideia é usar os próprios desenhos (figura 19) feitos pelos/as estudantes no *design* do jogo, ou seja, os personagens, formatos, história, etc. apareceriam ao longo das fases e desafios do jogo. Discutimos, nas reuniões de implementação, a possibilidade de escolhermos um desenho específico, ou alguns, os quais dariam o estilo do jogo, ou seja, todas as fases ou telas teriam as cores, jeitos e estilo do(s) desenho(s) escolhido(s) e o roteiro das fases também seria direcionado a partir de uma ou algumas histórias criadas pelos/as estudantes.

Algumas dificuldades de implementação do jogo foram vivenciadas por nós no período de construção de dados e mesmo depois, visto que o jogo como foi idealizado e modificado com a participação dos/as estudantes nesse período ainda não existe. Perry (2007, p. 45), citando Bodker e Iversen, destaca a dificuldade de utilizar-se a abordagem do *design* participativo no desenvolvimento de software. A autora afirma que “uma vez que essas atividades são pouco estruturadas, torna-se mais difícil implementá-las” (p. 45).

A abordagem do *design* participativo requer, além de uma participação efetiva dos usuários e de planejamento nas atividades, discussão e tempo para as implementações serem vistas e revistas, assim como um grupo que trabalhe de forma colaborativa, ou seja, “através das questões da confiança, mutualidade e equidade” (PASSOS *et al.*, 2006, p. 202).

Ou seja, na medida em que trabalhamos juntos (ora o programador e a especialista de domínio, ora eles e os/as estudantes) compartilhando ideias, saberes

e experiências, conseguimos diminuir as dificuldades apresentadas na teoria (PERRY, 2005; Gomes; Padovani, 2005) sobre *design* participativo ou *design* centrado no usuário, como a inserção dos usuários no processo já que ela ocorreu no ambiente natural e toda interação foi observada e analisada pelo grupo (programador e especialista de domínio).

5.6 Episódio “Sugestões, bugs³³ e testes finais” (Ocorrido em 8 de dezembro de 2009)

Atividade Final

A atividade final (décima nona) aconteceu no laboratório de informática da UFSCar. Participaram 19 estudantes. Como o laboratório de informática da escola estava em reforma, conseguimos um ônibus da universidade que pegou os estudantes às 8h e retornou às 12h. Mostramos para os estudantes o protótipo do jogo e pedimos para eles jogarem livremente, depois orientamos suas jogadas para atingirmos nossos objetivos. Os tipos de ladrilhos disponíveis nesse momento eram todos no formato mais “habitual”, ou seja, com formato quadrado (os de 1 m por 1 m e 50 cm por 50 cm) ou retangular (60 cm por 40 cm), pois além da facilidade de implementá-los (em termos da programação do jogo), gostaríamos de observar algumas questões como: quantos quadrados pequenos “cabem” no quadrado grande?

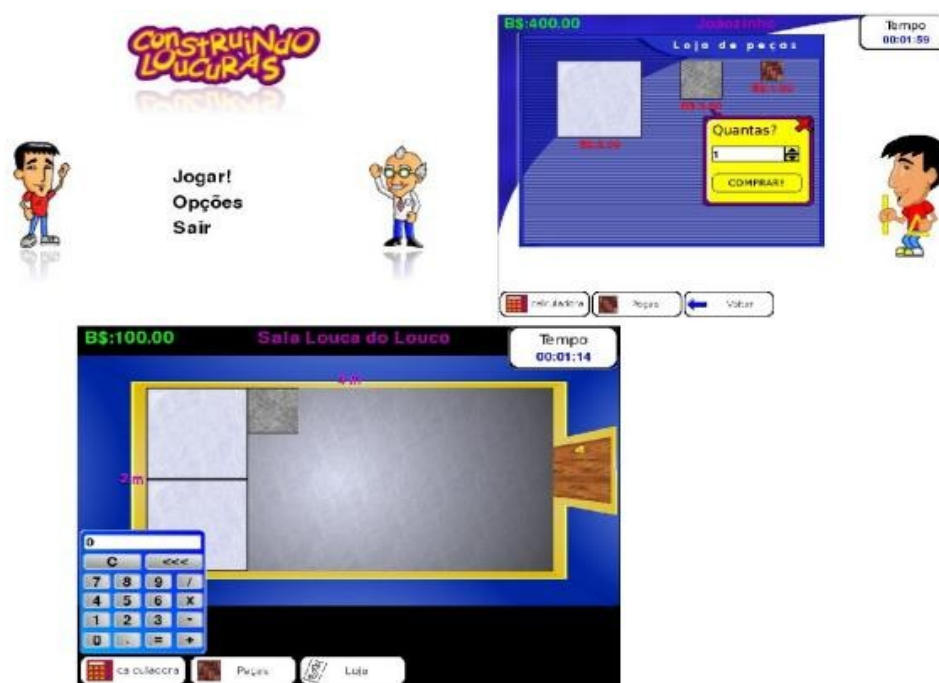


Figura 23: telas do jogo apresentado para os/as estudantes

³³ “Bug” é uma palavra de origem inglesa que significa “defeito, falha ou erro no código de um programa que provoca seu mau funcionamento” (HOUAISS, 2011)

Por fim, entregamos algumas perguntas para eles responderem a partir do jogo. Ou seja, os estudantes teriam que jogar e depois responder a perguntas como: *quantos ladrilhos de 1 m por 1 m você precisa para colocar no piso da sala? Quantos ladrilhos de 50 cm por 50 cm você precisa agrupar para formar um ladrilho de 1 m por 1 m? Use dois tipos diferentes de ladrilhos para colocar na sala. Você conseguiu? O que aconteceu? Use apenas o ladrilho com o tamanho 60 cm por 40 cm para colocar no piso da sala. Você conseguiu? O que aconteceu? Escolha uma combinação de ladrilhos a qual você gastará menos para comprá-la. Escreva como chegou a essa solução.*

Objetivos

O objetivo pedagógico dessa atividade era semelhante aos objetivos descritos anteriormente, porém, agora, com o uso do computador. Além disso, tentamos agrupar algumas situações-problema as quais já haviam aparecido em outro momento na mesma atividade. Ou seja, além de ladrilhar o piso, os estudantes deveriam observar a impossibilidade de ladrilhamento com um número exato de ladrilhos e encontrar uma solução para esse tipo de situação. Assim como encontrar o piso com menor custo benefício para o ladrilhamento da sala.

Em termos do desenvolvimento do jogo, o objetivo principal dessa atividade foi testar o “protótipo mais fiel” do jogo desenvolvido até aquele momento.

Preece *et al.* (2005, p. 265) define uma prototipagem de alta fidelidade como aquela que “utiliza materiais que você espera que estejam no produto final e realiza um protótipo que se parece muito mais com algo acabado”. No caso dessa atividade, disponibilizamos uma versão do jogo para o computador. Apenas uma fase foi desenvolvida até então e, além disso, faltaram alguns elementos (como os desenhos dos estudantes) e outros foram pensados depois de tal interação.

Cena 1

Esse momento, o da construção dos dados foi muito importante para pensarmos o jogo. Muitos erros foram observados e várias funcionalidades testadas. Destacamos aqui uma cena ilustrativa da importância desse trabalho com os

usuários. Os diálogos referem-se ao valor disponível para compra das peças.

Um estudante (Jo) descobriu que, caso ele apenas clicasse o botão comprar sem selecionar a quantidade (ou seja, com 0 peças), o dinheiro não era consumido, ou seja, ele conseguia comprar as peças mas não gastava dinheiro.

O programador do jogo explicou que isso era um *bug* do sistema, ou seja, um erro de implementação que gerava um mau funcionamento dele. O estudante Jo mostrou-se satisfeito por ter descoberto esse erro e poder ter ajudado no desenvolvimento do jogo.

A professora da turma também exclamou de maneira surpresa o fato de o estudante Jo ter descoberto o *bug*. “*Mas logo ele?*”, a professora falou por ser Jo um estudante que no geral não se comporta muito bem na sala de aula de Matemática e por muitas vezes é colocado para fora por atrapalhar.

Na mesma funcionalidade, o diálogo abaixo mostra um descuido de outro estudante (Vi) ao achar que quanto mais comprava, mais recebia dinheiro:

Vi: U., por que quando eu compro as peça, aumenta (o dinheiro)?

Pp: Aumenta o seu dinheiro? [...]

Vi: Eu comprei vinte peça aumentou o 'bagulho'. Aumentou o 'bagulho'.

Pp: Pessoal!

Ca: U. vem vê aqui.

Pp: Olha só: Vi tá dizendo que quando ele compra [...] quanto mais peça ele compra mais aumenta o dinheiro. Que é que vocês acham?

Vi: Ó, eu comprei (cem) peça, olha o tanto de dinheiro que eu tô.

Pp: Olha o tanto de dinheiro. Mas não mudou nada desse dinheiro aí?

Vi: Tem um número menos!

Pp: O valor ficou negativo, né?

Vi: Ah é!

Cena 2

Nessa mesma atividade, os estudantes discutiram sobre o jogo de maneira muito livre e em uma dessas discussões, o estudante Vi ficou curioso para saber como mudaria de fase:

Vi: *Não dá pra mudar de quarto?*

Bru: *Acho que é só você clicar na porta.*

Já havíamos sinalizado que o jogo ainda estava em desenvolvimento e que ele não estava completo, porém o estudante Bru pensou em algo que não imaginávamos. Outras cenas com sugestões já pensadas, porém não implementadas (por não ter certeza da importância) também foram percebidas, como a função de devolver a peça para a loja, a função de cortar a peça, a possibilidade de girar a peça, entre outras.

Análise: modificações feitas no jogo computacional

As duas primeiras situações da *cena 1* mostram como podemos trocar ideias, experiências e olhares num desenvolvimento “participativo” de um jogo computacional na perspectiva da Teoria da Atividade, ou seja, respeitando os momentos de interação e dando a oportunidade de as crianças entrarem em atividade (MOURA, 1998). Os estudantes nos mostraram o quanto (e o quê) precisamos mudar nos ícones, funções e botões do sistema.

Ao analisarmos o primeiro diálogo, percebemos a participação de um estudante o qual, no geral, era visto como “mal comportado”. O estudante Jo nos mostrou estar super atento e buscando ajudar no desenvolvimento do jogo, apesar de em sala de aula ser considerado muito desatento. Percebemos, nessa situação, que a escola, na configuração na qual se encontra, influenciada pelas ideias do fordismo e taylorismo, as quais prevê a disciplina, a lógica do poder e do controle (SAVIANI, 1998; BITTENCOURT, 2004) para produção rápida e eficiente de conhecimento, não comporta o estudante Jo. Mas isso não significa que ele não seja participativo e interessado, pois, como vimos no episódio, no momento em que precisamos da ajuda dos/as estudantes para “testar” a versão do jogo, ele esteve presente e produtivo.

Já no segundo diálogo, percebemos a importância de trabalharmos em alguns momentos (ou fases) do jogo a possibilidade de “ficar devendo” para, assim, discutirmos o número negativo.

O estudante Vi, a princípio não percebeu que estava ficando cada vez com menos dinheiro, ou seja, não era trivial perceber tal diferença. Precisávamos ou

tirar essa possibilidade (acabou o dinheiro, não consegue comprar mais), ou trabalhar de uma maneira mais visível (mudança de cor, mensagem de alerta, etc.).

As cenas acima corroboram a literatura da Ciência da Computação no sentido de valorizar as contribuições dos usuários no processo de desenvolvimento de jogos educativos. Bødker (2000, p. 63) discute três razões para se usar cenários centrados nos usuários, como o fato de eles: apresentarem e situarem soluções para o sistema que não foram previstas anteriormente pelos desenvolvedores; ilustrar soluções alternativas (como na cena 2); e identificar problemas potenciais (cena 1)³⁴.

A cena 2 nos mostra uma possibilidade de “passagem” para outra fase que, apesar de parecer óbvia, não havíamos pensado anteriormente.

Consideramos que de todas, **esta** atividade foi a mais rica em termos de interação para o desenvolvimento do jogo computacional. Após um semestre desenvolvendo atividades com os estudantes e paralelamente entre a “especialista de domínio” e o programador, conseguimos levar para o grupo uma versão “jogável”.

O programador (que fez o papel do designer) pensou em diferentes ferramentas para ajudar nas situações acima (cortar a peça, girar a peça, devolver a peça, etc.). Com isso elaborou um possível protótipo para ser implementado:

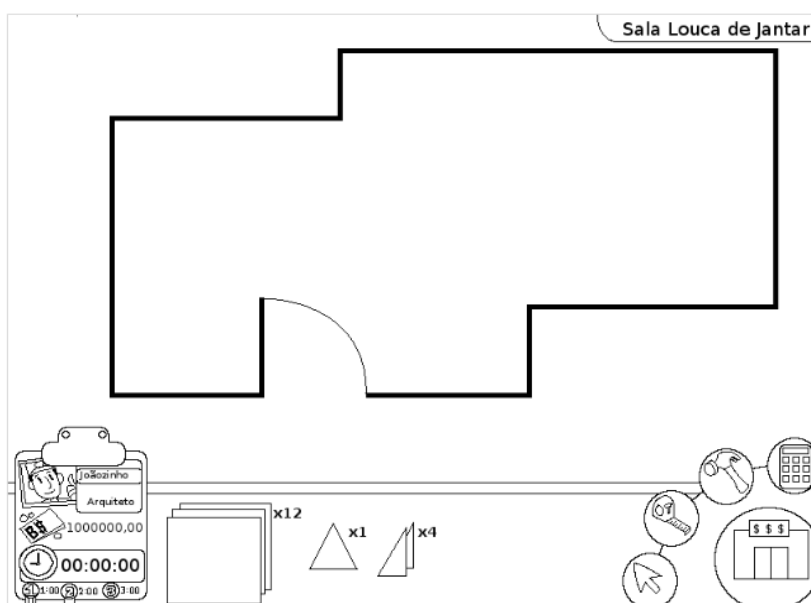


Figura 24: protótipo pensado para a próxima versão do jogo.

34 "The paper proposes three main reasons for making and using scenarios in design: to present and situate solutions; to illustrate alternative solutions; to identify potential problems". (BØDKER, 2000, p. 63, tradução nossa).

Além disso, o programador conseguiu tirar o *bug* encontrado pelo estudante. Ressaltamos, mais uma vez, a importância da interação com os usuários do sistema no processo de seu desenvolvimento (GOMES; WANDERLEY, 2003; PERRY, 2005; GOMES; PADOVANI, 2005 e MARCO, 2004, 2009) se possível em todas as fases (definição de requisitos – como o projeto pedagógico, funcionalidades iniciais, para quem se destina o software? –, testes de protótipos, teste de usabilidade, etc.).

CAPÍTULO 6 – EDUCANDO O OLHAR

“Nossa crença num futuro melhor para a humanidade passa pela eliminação da prepotência intelectual e cultural, o que se manifesta através de atos de respeito pelo próximo. Expor-se e subordinar-se a críticas é parte dessa prática” (D'AMBRÓSIO, *apud* ALVES, 2006, p. 101)

A mobilização em realizar esse trabalho vem da nossa experiência na formação inicial de um curso de Licenciatura em Matemática e intensifica-se ao longo do mestrado em Educação. No primeiro momento da trajetória da pesquisadora, a utilização e aproximação com as novas tecnologias foram, além do âmbito social, nas vivências das disciplinas de metodologia no ensino da Matemática e no projeto de Iniciação Científica, as quais vislumbraram uma grande potencialidade desses novos auxiliares em sala de aula.

Além disso, a pesquisadora também vivenciou a possibilidade de trabalhar numa escola em Recife a qual utilizava-se de um laboratório de informática semanalmente e ela pesquisou e desenvolveu algumas atividades com jogos computacionais nessa escola.

Entendemos a importância da autonomia dos professores em planejar atividades, instrumentos e ações na sua prática em sala de aula. Não acreditamos que apenas a inserção de computadores em sala de aula resolverá os problemas educacionais e também não compartilhamos da ideia de que eles substituirão o trabalho do professor. Acreditamos na importância de dialogarmos com as novas tecnologias na medida em que elas também favorecem o diálogo com os/as estudantes do século XXI.

A “sociedade tecnológica” a qual vivemos neste século impõe aspectos sociais e culturais globalizados que refletem a posição política e econômica predominante: o capitalismo. Nessa nova configuração de sociedade, as invenções tecnológicas evoluem numa velocidade muito rápida e elas não conseguem ser acompanhadas pela maioria da população. As escolas, no formato que conhecemos hoje, estão configuradas nos padrões da Segunda Revolução Industrial do início do século XX, com a lógica do controle, produção em massa, estrutura de poder, etc. Como dialogar com os/as estudantes do século XXI, os quais são bombardeados

diariamente com as inovações tecnológicas mais modernas?

Foi no movimento de entendermos tal relação que nos propomos a desenvolver a pesquisa aqui descrita. Impulsionados pelo desejo de vermos os computadores cada vez mais auxiliando as atividades pedagógicas de Matemática, pensamos em desenvolvermos um jogo computacional mediados por AOE. Orientamo-nos a partir da seguinte questão: *em que medida as atividades orientadoras de ensino de conceitos geométricos podem contribuir para o desenvolvimento de um jogo computacional educativo com estudantes do sexto ano do Ensino Fundamental?*

Para responder a tal questão, buscamos nos fundamentar teoricamente nos trabalhos sobre a relação da escola com a sociedade atual, sobre o uso das tecnologias em sala de aula e sobre o desenvolvimento de jogos (ou softwares) computacionais educativos. No capítulo 2 trabalhamos com os referenciais da AOE e sobre jogos computacionais.

Com o objetivo de responder a tal questão, procuramos acompanhar e mediar durante um semestre o movimento de uma sala de aula de Matemática no desenvolvimento de atividades orientadoras de ensino e o movimento de concepção, elaboração e implementação de um jogo computacional educativo baseado nas interações em sala de aula. Esse movimento é mostrado no capítulo 4 e foi dele que selecionamos o que chamamos de episódios de ensino os quais foram analisados à luz do referencial teórico.

Acreditamos que a importância de estudos como este para a Educação Matemática vai no sentido de fomentar a discussão sobre uma possível reconfiguração da escola atual, uma possível reconfiguração no sentido de a aproximarmos das possibilidades, limites e exigências da sociedade atual. Além disso, fazem-se necessárias tais pesquisas no sentido de testarmos as possibilidades de trabalhos, softwares, atividades computacionais antes de usá-las na Educação Básica e antes que as políticas públicas as utilizem sem um maior estudo.

Nesse sentido, traçamos como principal objetivo deste trabalho: analisar em que medida as AOE podem contribuir para o desenvolvimento de um jogo computacional educativo com a participação de estudantes do sexto ano do

ensino fundamental de uma escola pública do interior de São Paulo.

Os episódios analisados no capítulo anterior foram selecionados a partir dos dados construídos durante o segundo semestre de 2009. Sabendo da impossibilidade de “abraçarmos o Universo” (SOUSA, 2004), fizemos recortes como os episódios descritos e analisados.

Após as análises, entendemos que as AOE, assim como a Teoria da Atividade, contribuem para o desenvolvimento de um jogo computacional no sentido de possibilitarmos observar aspectos sociais e históricos na construção do conhecimento os quais são revelados na medida em que permite-se a interação dos sujeitos os quais, nesse movimento, compartilham significados. Além disso, essa interação revela alguns inesperados relativos à construção e maneira de darem (os estudantes) significados aos conteúdos os quais são úteis no processo de entendimento de tais construções.

As AOE também nos possibilitam observar e trabalhar em cima das “não coincidências”, por aceitar que os sujeitos interajam, partilhem significados que se modificam diante do objeto de conhecimento em discussão (MOURA, 2001). Revelam-nos (as AOE) algumas necessidades no processo de construção dos conceitos os quais são muito importantes para o desenvolvimento do jogo, visto que nossa proposta é desenvolver um jogo educativo, ou seja, um jogo que prioriza os aspectos pedagógicos os quais implicam o trabalho com um ou mais conceitos como colocado por Grandó (2000, p. 4):

um mesmo jogo pode ser utilizado, num determinado contexto, como construtor de conceitos e, num outro contexto, como aplicador ou fixador de conceitos. Cabe ao professor determinar o objetivo de sua ação, pela escolha e determinação do momento apropriado para o jogo. Neste sentido, o jogo transposto para o ensino passa a ser definido como jogo pedagógico.

Assim, as AOE contribuem para o desenvolvimento de um jogo pedagógico ao prevê no seu desenvolvimento a intencionalidade das ações do professor ao orientar o ensino usando como uma possibilidade de instrumento para isso o jogo. As não coincidências ou inesperados das atividades também contribuem no sentido de se repensar a escola na sua estrutura física e funcional. Até que ponto a escola (no formato que conhecemos) valoriza as interações e negociações em

sala de aula necessárias para construção do conceito? Até que ponto a escola não limita tais possibilidades de interação?

As questões relativas ao conteúdo área foram observadas e analisadas em 3 episódios (**Necessidade da contagem; Cortar a peça: o que fazer com as sobras?; Área ou perímetro?**) e nesse sentido a sua análise indicou uma necessária revisão da escola assim como a conhecemos hoje. Essa revisão torna-se necessária na medida em que deixaremos de priorizar a “pedagogia do treinamento” (LIMA, 1998) e começarmos a refletir sobre novas maneiras de pensar, na lógica da criação e do conhecimento em constante transformação (D'AMBRÓSIO, 1988).

Além disso, especificamente no desenvolvimento do jogo computacional, as AOE nos permitiram pensar sobre as elaborações dos estudantes as quais revelaram questões conceituais fundamentais para os aspectos “pedagógicos” do jogo. Isso corrobora a metodologia desenvolvida por Perry (2005) a qual prevê uma primeira etapa no desenvolvimento de software educativo chamada de “projeto educacional”. Essa “etapa”, no nosso caso, foi sendo construída ao longo das interações em sala de aula com o desenvolvimento das AOE.

Porém, percebemos que nem todos os aspectos pertinentes ao desenvolvimento de um jogo computacional educativo estão ligados ao conteúdo que será abordado por ele. Identificamos também, aspectos que vão desde situações que não revelam “uma solução matemática” (LAVE, 2000, p. 72), como a **Mão de obra**, até situações que nos fazem pensar no papel da escola na sociedade atual (**Sugestões, bugs e testes finais**), uma escola excludente, seletiva e divergente da atual configuração da sociedade.

Outro aspecto que nos leva a questionar em que medida as AOE contribuem para o desenvolvimento de jogos computacionais é o fato de que nem todas as nossas atividades são realmente “orientadoras de ensino”. Em alguns momentos da construção dos dados, precisamos desenvolver atividades que chamamos de “atividades de *design*” para compor seus aspectos visuais e lúdicos.

Apesar de não ser o principal foco dos jogos educativos, a ludicidade nos jogos computacionais é uma característica essencial ao ponto de Mendes (2006) definir tal auxiliar como “materiais que integram a cultura lúdica do sujeito” (p.

66). Sendo assim, fazem-se necessárias no desenvolvimento de um jogo computacional para auxiliar no ensino e na aprendizagem de Matemática, atividades que vão além do conteúdo matemático como as que desenvolvemos e analisamos no episódio **Desenhos e personagens**.

Nesse trabalho o programador fez, por vezes, o papel de designer e a “especialista de domínio” acumulou o papel de professora em diferentes momentos da construção dos dados. Esse acúmulo de funções também foi percebido no trabalho de Perry (2005). Além disso, as “etapas” propostas por Perry (2005) para o desenvolvimento de um software educativo não foram necessariamente cumpridas, uma vez que nossa pesquisa tinha como principal embasamento as AOE e as quais, entendemos e concordamos, não podem ser rigidamente estruturadas na medida de limitarmos o tempo, o material e as interações. Porém, entendemos essa diferença uma vez que a proposta da autora era “sistematizar e agilizar o desenvolvimento de softwares educacionais” (PERRY, 2005, p. 10), ou seja, a autora criou uma metodologia para agilizar o desenvolvimento de software educativo e o nosso trabalho não pretendia o mesmo.

Sendo assim, reafirmamos a importância de trabalharmos *com os/as* estudantes tentando sempre buscar aproximações a um trabalho colaborativo no sentido dado por Passos *et al.* (2006) e mais especificamente no desenvolvimento de jogos computacionais precisamos, além de efetivarmos a participação dos/as estudantes, entender o movimento da escola na sociedade atual.

Deixamos alguns questionamentos ainda não respondidos e os quais fazem parte desse movimento de educarmos o olhar uma vez que mesmo

que escolhêssemos um isolado para analisar durante toda a nossa pequena existência humana, teríamos vários olhares para o mesmo isolado. Os olhares mudariam a cada vez que repensássemos a realidade e o nosso entendimento sobre esta mudaria todas as vezes que repensássemos o isolado (SOUSA, 2004, p. 46)

Diante dos isolados escolhidos nesta investigação, ainda permanecem perguntas. Será que, como colocado por Linderoth e colaboradores (2004, p. 175), precisamos compreender as propriedades de um artefato (como o jogo computacional) no sentido mais amplo antes de vislumbrarmos suas possibilidades

educacionais? Será que o caminho seria pensar no jogo computacional primeiramente desligado da Educação para só depois trabalharmos no desenvolvimento de um priorizando tais aspectos? Esses mesmos autores acreditam que devem ser mais estudadas as possibilidades de “como os jogos de computador podem ser usados como ferramenta de ensino”³⁵.

Essas inquietações e questionamentos surgem no momento em que intencionamos pagar nossa dívida social do século passado que consiste em acolher todas as crianças e jovens e oferecer um ensino que garanta sua permanência e aprendizagem contínua ao longo dos onze anos de escola (PENIN, 2001, p. 36) e de nos integrarmos e tornarmos a escola mais integrada a essa “sociedade da informática” na qual estamos inseridos.

Notamos uma contribuição das AOE no sentido de aproximarmos as necessidades dos estudantes ao interagirem entre eles e com o conteúdo proposto. Por outro lado, percebemos ao longo do trabalho alguns aspectos que vão além das AOE em sala de aula, revelados com as atividades de *design* e até mesmo com as AOE, mas que não possuem uma ligação direta com o conteúdo matemático. Esses aspectos também foram importantes para pensarmos o jogo computacional no sentido de trabalharmos os aspectos lúdicos, de composição de equipe de desenvolvimento e de usabilidade do sistema.

Constatamos algumas aprendizagens durante essa trajetória, como pesquisadoras/es interessados na integração das novas tecnologias ao ensino de Matemática e como futuras/os professoras/es.

Cronologicamente falando, as aprendizagens vão desde o primeiro semestre do mestrado quando ainda estávamos definindo nosso projeto, objetivos, metodologias, etc.

Pensava (agora no singular por se tratar de uma experiência própria da pesquisadora), por exemplo: como escolher uma metodologia de algo que ainda não está totalmente definido? Era a primeira vez que fazia um mestrado e era a primeira vez que dialogava diretamente com mestrandos em Educação (os quais também tentavam entender esse campo chamado Educação Matemática). A cada “crise” em busca de resposta, sentia uma necessidade de estudar e dialogar com as novas

35 “How computer games can be used as educational tools must therefore be studied further” (LINDEROTH et al., 2004, p. 175)

teorias que encontrava e que me eram proporcionadas ao longo das discussões. A cada pergunta de Alexandre³⁶ sobre minhas ideias construtivistas, um aprendizado novo se revelava. Voltava para minhas reuniões de orientação em busca de respostas, mas os questionamentos só aumentavam.

Ao longo das disciplinas e das reuniões do Grupo de Pesquisa (GEM), outras “pulgas” foram colocadas “atrás da orelha”: ao ler o texto e assistir à palestra de Cristiane Gottschalk³⁷ sobre Wittgenstein, por exemplo; ao discutir questões relativas à Educação Matemática na disciplina de Tendências em Educação Matemática ministrada pelas professoras Cármen Passos³⁸, Denise Vilela³⁹ e Maria do Carmo de Sousa⁴⁰; ao participar de congressos no âmbito da Educação e da Educação Matemática; ao ser tutora da disciplina de Linguagens Matemáticas na Universidade Aberta do Brasil (UAB). Todas essas experiências que se relacionavam de alguma maneira (umas mais e outras menos) com a questão proposta nesta investigação conduziram-me a aprendizagens que levarei para toda minha existência, não só nas salas de aulas, escolas e ambientes educacionais os quais conviverei, mas para relações e atividades humanas futuras.

Assim, gostaríamos de destacar, no âmbito da pesquisa, algumas aprendizagens relativas à necessidade de se priorizar um trabalho *com* a escola, *com* os/as professores/as, *com* os/as estudantes e não *para* eles e elas. Essa possibilidade de parceria nos fortalece como educadores/as e nos engrandece como pesquisadoras/es comprometidas/os com a ética nas pesquisas envolvendo pessoas, sentimentos, emoções. Uma perspectiva que se mostra favorável a tal parceria é o trabalho coletivo ou colaborativo, a formação de grupos e isso mostrou-se essencial no desenvolvimento de um jogo computacional prevendo a interação dos/as estudantes.

Entre os resultados encontrados nessa pesquisa, gostaríamos de

36 Amigo fiel, mestrando crítico e um educador no sentido mais belo dessa palavra, o qual questionou o meu projeto durante toda disciplina de Seminários de Dissertação no primeiro semestre de 2009.

37 Professora doutora da Universidade de São Paulo, pesquisadora do grupo Filosofia da Linguagem e do Conhecimento.

38 Professora doutora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), coordenadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEM).

39 Professora doutora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), pesquisadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEM) e do grupo de História, Filosofia e Educação Matemática (HIFEM).

40 Professora doutora da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), coordenadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática (GEM).

destacar essa parceria.

A escola, campo dessa investigação, foi conquistada aos poucos. A princípio a pesquisadora deste trabalho encontrou dificuldade, por exemplo, em participar das reuniões das Horas de Trabalho Pedagógico Coletivo (HTPC) da escola. Atualmente, os/as estagiários/as do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de São Carlos, ao chegarem à escola, são sempre muito bem recebidos/as e numa das visitas feitas, no final de 2010, à escola, a pesquisadora foi convidada pela professora para participar de tal reunião.

Compartilhar essa experiência foi uma possibilidade de nos reconhecermos como pesquisadores/as responsáveis e comprometidos com uma real parceria, capaz de aproximar um pouco mais as questões discutidas na universidade com as escolas públicas.

A necessidade levada por nós, de criar um jogo computacional educativo com os/as estudantes/as, possibilitou um trabalho coletivo e, conseqüentemente, uma produção coletiva. Muitas das nossas concepções sobre o uso de jogos computacionais e/ou software educativos, antes de conviver durante esse semestre com a escola, foram mudando e sendo criticadas por nós mesmos.

A produção de um jogo computacional educativo com o pressuposto da participação dos/as estudantes e dos/as professores/as nesse processo requer diferentes “frentes” de trabalho os quais, mesmo que tenham algumas ações individuais (como professora de Matemática não poderia/saberia programar o jogo, por exemplo), têm um propósito e um produto que é coletivo.

Dentre as limitações deste trabalho, destacamos aqui a impossibilidade de desenvolvermos, no semestre de construção, o jogo como queríamos.

Um jogo que conseguisse prever a integração da professora em todas as etapas do seu uso, a qual teria uma autonomia ao planejar as fases, ao possibilitar quais aspectos geométricos gostaria de trabalhar, na mediação da aprendizagem dos/as estudantes na medida em que ela pudesse interagir em tempo real com eles (a possibilidade de um jogo em rede) e na avaliação constante (também em tempo real) dessa aprendizagem. Isso, como vimos na análise do episódio **Área ou perímetro?**, também afetaria diretamente a estrutura física e de concepção da escola atual.

Outra limitação, como já colocamos, é a questão do custo de uma produção como esta. Um jogo computacional educativo necessita no mínimo de três equipes: a da Ciência da Computação, responsável pela implementação/programação do jogo; uma equipe de *designers*, para tratar dos aspectos visuais e lúdicos do jogo; e uma equipe da Educação para trabalharmos as questões pedagógicas nele envolvidas.

Ao concluirmos este trabalho, gostaríamos de grifar a sua importância no âmbito da Educação Matemática e para as vidas particulares dos envolvidos nessa trajetória. Como educadora, percebo a importância de nos preocuparmos com questões mais gerais da sociedade, de maneira a formarmos estudantes mais críticos, éticos (D'Ambrósio, 1988) e preparados para as demandas da sociedade em que vivemos. Assim como na educação básica, essas questões perpassam também a formação de professores/as a qual também merece atenção especial das pesquisas em Educação.

Ao concluir o trabalho, alguns questionamentos ainda ficam por serem pesquisados e outros surgem no sentido de entender esses processos de desenvolvimento e utilização de jogos computacionais em sala de aula. Esse movimento vivido em uma atividade de pesquisa requer definições, redefinições, dilemas, conflitos os quais levaremos ao longo da nossa trajetória como professora e pesquisadora em Educação.

Concluimos, então, deixando a necessidade de, cada vez mais, nos aproximarmos da realidade a qual trabalhamos e da sociedade (tecnológica) na qual estamos atuando como educadoras/es. Essa necessidade vai além dos aspectos sociais do conteúdo e faz-se presente na maneira que pensamos um futuro melhor para a Educação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Eva Maria Siqueira. **A ludicidade e o ensino de matemática**: uma prática possível. Campinas/SP: Papirus, 2006.

ARTIGUE, Michelle. Engenharia didática. In: BRUN, Jean. **Didática das matemáticas**. Lisboa: Instituto Piaget, 1996, p. 193 – 217.

_____. Ingénierie didactique : quel rôle dans la recherche didactique aujourd'hui ? In: **Les Dossiers des sciences de l'éducation**, n. 8, p. 59–72, 2002.

ARTIGUE, Michelle; DOUADY, Regine. A didática da matemática em França. **Quadrante**, v. 2, n. 2, p. 41 – 59, 1993.

BELLEMAIN, Paula Moreira Baltar.; LIMA, Paulo. **Análises prévias à concepção de uma engenharia de formação continuada para professores de matemática do ensino fundamental**. Caxambu: ANPED, 2000.

_____. **Um estudo da noção de grandeza e implicações no Ensino Fundamental**. Natal: SBHMat, 2002.

BERTUCCI, Monike Cristina Silva. **Formação continuada de professores que ensinam Matemática nas séries iniciais**: uma experiência em grupo. 2009. 169 p. Dissertação (Mestrado em educação). Faculdade de Educação. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2010.

BICUDO, Maria Aparecida V. Pesquisa Qualitativa e Pesquisa Qualitativa segundo a abordagem fenomenológica. In: Marcelo de Carvalho Borba e Jussara de Loiola Araújo (Org.). **Pesquisa qualitativa em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006, v. 1, p. 99 – 112.

BITTAR, Marilena; BELLEMAIN, Paula Moreira Baltar. **A teoria dos campos conceituais e o Ensino da Geometria**. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 25., 2002. Anais da 25 Reunião Anual da Anped. Caxambú: ANPED, 2002.

BITTENCOURT, Jane. Sentidos da integração curricular e o ensino de matemática nos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Zetetiké**, Campinas, SP, p. 71 – 88, 2004.

BOGDAN, Robert; Biklen, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

BORBA, Marcelo de Carvalho. **Humans – with – media and the production of mathematical knowledge in online environments**. In: proceedings 2009 annual meeting. Canadian Mathematics Education Study Group. York University, 2009, p. 3 – 12.

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Miriam Godoy. **Informática e educação**

matemática. Belo Horizonte: Autêntica, 2007.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BROUSSEAU, Guy. **Les grandeurs dans la scolarite obligatoire.** In: Actes de la 11^e École d'Été de Didactique des Mathématiques. Corps: 21-3, 2001, p. 331-348

BØDKER, Susanne. Scenarios in user-centred design – setting the stage for reflection and action. In: **Interacting with Computers.** v. 13, p. 61-75, 2000.

CAMPOS, Augusto. **O que é software livre.** BR-Linux. Florianópolis, março de 2006. Disponível em: <<http://br-linux.org/linux/faq-softwarelivre>>. Consultado em: 16 de setembro de 2010.

CARAÇA, Bento de Jesus. **Conceitos fundamentais da matemática.** Lisboa: Gradiva. 1998.

CATALANI, Érica Maria Toledo. **A inter-relação forma e conteúdo no desenvolvimento conceitual da fração.** 2002. 216 p. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2002.

CHARNAY, Ronald. Aprendendo (com) a resolução de problemas. In: Parra C.; Saiz, I. (org.). **Didática da Matemática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p. 36 – 47.

CUNHA, M. **Estudo das elaborações dos professores sobre o conceito de medida em atividades de ensino.** 2008. 135 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de Campinas, Campinas/SP, 2008.

CYSNEIROS, Paulo Gileno. **Novas tecnologias na sala de aula:** melhoria do ensino ou inovação conservadora? In: IX Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Anais do IX ENDIPE. São Paulo: USP, 1998.

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO. **Pró-Grandezas.** Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. Disponível em: <dgp.cnpq.br/buscaoperacional/detalhegrupo.jsp?grupo=0021708H7IU67M>. Consultado em: 17 junho de 2010.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. A revolução da informática e os países em desenvolvimento. In: BARROS, Jorge Pedro Dalledonne de. **Computadores, escola e sociedade.** Scipione: São Paulo, 1998, p. 49 - 79.

DERTOUZOS, Michael. **O que será:** como o novo mundo da informação transformará nossas vidas. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 1998.

DIAS, Marisa da Silva. **Formação da imagem conceitual da reta real:** um estudo

do desenvolvimento do conceito na perspectiva lógico-histórica. 2007. 252 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2007.

DOCUMENTOS HISTÓRICOS NA SADA DE AULA. **Blog**, Disponível em: <<http://documentoshistoricosnasaladeaula.blogspot.com>>, Consultado em: 28 de dezembro de 2010.

DOUADY, Regine; PERRIN-GLORIAN Marrie-Jeanne. Un processus d'apprentissage du concept d'aire de surface plane. **Educational Studies in Mathematics**. v. 20, n. 4, p. 387 – 424, 1989.

FACCO, Sônia Regina. **Conceito de área**: uma proposta de ensino-aprendizagem. 2003. 185 p. Dissertação (Mestrado em educação Matemática) - Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo/SP. 2003.

FAULIN, Daisy. **Os movimentos qualitativos e quantitativos na iniciação escolar**. 2002. 167 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2002.

FERREIRA, E. **Quando a atividade de ensino dá ao conceito matemático a qualidade de educar**. 2005. 129 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2005.

FINI, Maria Inês (Coord.). **Proposta curricular do Estado de São Paulo: Matemática**. São Paulo: SEE, 2008.

FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sergio. **Investigação em educação matemática**: percursos teóricos e metodológicos. Campinas: Autores Associados, 2006.

FREIRE, Paulo. **A pedagogia da esperança**: um reencontro com a pedagogia do oprimido. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GARNIER, Catherine *et al.* **Após Vygotsky e Piaget**: perspectiva social e construtivista. Escola russa e ocidental. Trad. Eunice Gruman. Porto Alegre: Artes Médicas, 2003.

GIDDENS, Anthony. **A terceira via**. Rio de Janeiro, RJ: Record, 2000.

GOMES, Alex Sandro *et al.* **Avaliação de software educativo para o ensino de matemática**, WIE'2002, Florianópolis, 2002.

GOMES, Alex Sandro; PADOVANI, Stephania. **Usabilidade no ciclo de desenvolvimento de software educativo**. In: Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE'2005. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE'2005, Juiz de Fora/MG, 2005.

GOMES, Alex Sandro; WANDERLEY, Eduardo Garcia. **Elicitando requisitos em projetos de software educativo**, WIE'2003, Campinas/SP, 2003.

GRANDO, Regina Célia. **O jogo suas possibilidades pedagógicas no processo ensino-aprendizagem de Matemática**. 1995. 175 p. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

_____. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. 2000. 224 p. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

_____. **O jogo e a Matemática no contexto da sala de aula**. São Paulo: Paulus, 2004.

HOUAISS. **Dicionário on line da Língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://houaiss.uol.com.br>>, Consultado em: 27 de janeiro de 2011, 05 de fevereiro de 2011 e 10 de fevereiro de 2011.

HUIZINGA, Johann. **Homo Ludens: o jogo como elemento da cultura**. São Paulo: Perspectiva, 2007.

IGNÁCIO, Renato da Silva. **Um estudo das concepções de professores polivalentes sobre área e perímetro**. 2006. 122 p. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa/PB, 2006.

KISHIMOTO, Tizuko Morchida. O jogo e a educação infantil. In: Kishimoto, Tizuko Morchida (Org.) **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo/SP: Cortez, 2009. p. 105 – 128.

LAVE, Jean. Do lado de fora do supermercado. In: Ferreira Leal, M. (Org.) **Ideias Matemáticas de povos culturalmente distintos**. São Paulo, Global, 2000, p. 65 – 98.

LEONTIEV, Alexis N. **O desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Editora Moraes, 1978.

LIBÂNEO, José Carlos. **A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov**. Revista Brasileira de Educação. N° 27, 2004. p. 5 – 24.

LIMA, Luciano Castro. Da mecânica do pensamento ao pensamento emancipado da mecânica. In: **Programa Integrar, Caderno do Professor, Trabalho e Tecnologia**, CUT/SP, 1998, p. 95 – 103.

LIMA, Paulo Figueiredo. **Considerações sobre o conceito de área**. In: Anais da Semana de Estudos em Psicologia da educação Matemática. Recife/PE, 1999.

LINDEROTH, Jonas; LINDSTRÖM, Berner; ALEXANDERSSON, Mikael. Learning with computer games. In: **Toys, games and media**. LEA: London, 2004. p. 157 - 176.

MARCO, Fabiana Fiorenzi. **Estudo dos processos de resolução de problema mediante a construção de jogos computacionais de matemática no ensino fundamental**. 2004. 140 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2004.

_____. **Atividades computacionais de ensino na formação inicial do professor de Matemática**. 2009. 223 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2009.

MARCONDES FILHO, Ciro. **Sociedade de Informação**. São Paulo/SP: Editora Scipione, 1994.

MARINHO, Fernando Celso Villar. **Geometria com o uso de softwares livres**. In: X Encontro Nacional de Educação Matemática. ENEM 2010. Salvador/BA, 2010.

MEDEIROS, Kátia Maria de. O contrato didático e a resolução de problemas matemáticos em sala de aula. In: **Educação Matemática em Revista**, n. 9, ano 8. 2001. p. 32 – 39.

MEIRIEU, Philippe. Guia metodológico para a elaboração de uma situação-problema. In: Meirieu, Philippe. **Aprender... Sim, Mas Como?** Porto Alegre: Artes Médicas. 1998, p. 167 – 182.

MENDES, Rosana Maria. **As potencialidades pedagógicas do jogo computacional Simcity 4**. 2006. 201 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Programa de Pós – Graduação Stricto Sensu em Educação, Universidade São Francisco, Itatiba/SP, 2006.

MIGUEL, Antonio; VILELA, Denise Silva. Práticas escolares de mobilização de cultura matemática. **Caderno Cedes**. Campinas, v. 28, n. 74, 2008, p. 97-120.

MORETTI, Vanessa Dias. **Professores de matemática em atividade de ensino: uma perspectiva histórico-cultural para a formação docente**. 2007. 207 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2007.

MOURA, Anna Regina Lanner de. **A medida e a criança pré-escolar**. 1995. 210 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 1995.

_____. Movimento conceptual em sala de aula. In: Marlene da Rocha Migueis e

Maria da Graça Azevedo. (Org.) **Educação**: Matemática na Infância - abordagens e desafios. São Paulo: Editora Gailivro, 2007, v. 1, p. 65-84.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de. O jogo e a construção do conhecimento matemático. In: **Série ideias**, São Paulo: FDE, 1992, n. 10, p. 45 – 52.

_____. *A séria busca no jogo: do lúdico na Matemática*. Kishimoto, Tizuko Morchida (Org.) **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo/SP: Cortez, 2009. p. 73 – 87.

_____. **A educação escolar como atividade**. In: IX Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. IX ENDIPE, 1998.

_____. *A atividade de ensino como ação formadora*. In: CASTRO, Amélia Domingues e CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org.) **Ensinar a ensinar**: didática para a escola fundamental e média. São Paulo: Pioneira Thomson Learning Ltda, 2001, p. 143-162.

_____. *Saberes pedagógicos e saberes específicos: desafios para o ensino da matemática*. In: SILVA, Maria Monteiro, *et al.* (Org) **Novas subjetividades, currículo, docência e questões pedagógicas na perspectiva da inclusão social**. Recife: Endipe, 2006, p. 489 – 504.

MOURA, Manoel Oriosvaldo de *et al.* **A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural**. : Brasília: Liber Livro, 2010.

NOJOSA, Antônio Olavo *et al.* **Trekking de regularidade**: uma proposta didática para o ensino-aprendizagem de grandezas e medidas. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática. IX ENEM. Belo Horizonte: SCISMA, 2007.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da matemática**: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2002. (Tendências em Educação Matemática)

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre, RS: Artes Médicas, 1994.

PASSOS, Cármen Lúcia B. et al. Desenvolvimento profissional do professor que ensina matemática: uma meta-análise de estudos brasileiros. **Quadrante**, v. 15 n. 1 e 2, p. 193 – 219, 2006.

PENIN, Sonia Teresinha de Sousa. Didática e cultura: o ensino comprometido com o social e a contemporaneidade. In: CASTRO, Amélia Domingues e CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org.) **Ensinar a ensinar**: didática para a escola fundamental e média. São Paulo: Pioneira Thomson Learning Ltda, 2001, p. 34 – 52.

PERRY, Gabriela Trindade. **Proposta de uma metodologia participativa para o desenvolvimento de software educacional**. 2005. 144 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto

Alegre, 2005.

PETRUCCELLI, Thiago Henrique. **O jogo educacional “Construindo Loucuras”**: design centrado no usuário com participação de estudantes da quinta série do Ensino Fundamental. Pernambuco: UFPE/Departamento de Computação, 2010. Trabalho de Conclusão de Curso.

PRATES, Uaiana e Silva *et al.* **Um jogo sobre medidas de área e perímetro para TV digital**. In: IV Colóquio de História e Tecnologia no Ensino da Matemática, Anais do Congresso, Rio de Janeiro/RJ, 2008.

PREECE, Jennifer. **Interaction design: beyond human-computer**. United States of America: John Wiley & Sons, Inc, 2002.

RIBEIRO, Maria José Bahia; PONTE, João Pedro da. A formação em novas tecnologias e as concepções e práticas dos professores de Matemática. **Quadrante**, v. 9, n. 2, p. 3 – 26, 2000.

RIGON, Algacir Jose *et al.*. Sobre o processo de humanização. In: Manuel Oriosvaldo de Moura (Org.) **A Atividade Pedagógica na Teoria Histórico-Cultural**. Liber Livro: Brasília/DF, 2010, p. 13 – 44.

ROCHA, Heloisa Vieira da; BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. **Design e avaliação de interfaces humano-computador**. Campinas, SP: NIED/UNICAMP, 2003.

ROSA, Josélia Euzébio da *et al.* As particularidades do pensamento empírico e do pensamento teórico na organização do ensino. In: Manuel Oriosvaldo de Moura (Org.) **A Atividade Pedagógica na Teoria Histórico-Cultural**. Liber Livro: Brasília/DF, 2010, p. 67 – 80.

SAMPSON, Antony. **O homem da companhia**. São Paulo, SP: Companhia das Letras, 1996.

SCHAFF, Adam. **A Sociedade Informática**. São Paulo: Unesp; Brasiliense, 1992.

SAVIANI, D. O trabalho como princípio educativo frente as novas tecnologias. In: CUT/SNF. **Trabalho e educação num mundo em mudanças**. Caderno de apoio às atividades de formação do Programa Nacional de Formação de Formadores e Capacitação de Conselheiros. São Paulo: Vozes, 1998.

SCALASSARI, Nathalia Tornisiello. **Um estudo de dificuldades ao aprender álgebra em situações diferenciadas de ensino em alunos da 6ª série do ensino fundamental**. 2007. 135 p. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2007.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. São Paulo, SP: Addison Wesley, 2003.

SOUSA, Maria do Carmo de. **O ensino de álgebra numa perspectiva lógico-histórica**: um estudo das elaborações correlatas de professores do Ensino Fundamental. 2004. 286 p. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP, 2004.

TELES, Rosinalda Aurora de Melo. **Imbricações entre campos conceituais na matemática escolar**: um estudo sobre as fórmulas de área de figuras geométricas planas. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Educação: Recife, 2007.

TURMA DA MÔNICA. **Personagem Louco**. Disponível em: <<http://www.monica.com.br/personag/turma/louco.htm>>, Consultado em: 27 de janeiro de 2011.

WIKIPIDEA. **Enciclopédia on line**. Disponível em: <<http://fr.wikipedia.org>>, Consultado em: 10 de fevereiro de 2011.