



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

MATERIAL DOURADO DIGITAL

Software Educativo para o Ensino de Operações Fundamentais Matemáticas

ALLESSIO DA SILVA

Linha de Pesquisa: Cultura Científica, Tecnologia, Informação e Comunicação

**CAMPINA GRANDE – PB
2017**

ALLESSIO DA SILVA

**Material Dourado Digital: Software Educativo para o Ensino de Operações
Fundamentais Matemáticas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) como requisito para conclusão do curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática

Orientadora:
Prof.^a. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva
Cordeiro Moita

**CAMPINA GRANDE – PB
2017**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

S586m Silva, Allessio da.
Material Dourado Digital [manuscrito] : software educativo para o ensino de operações fundamentais matemáticas / Allessio da Silva. - 2017.
151 p. : il. color.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2017.

"Orientação: Profa. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa".

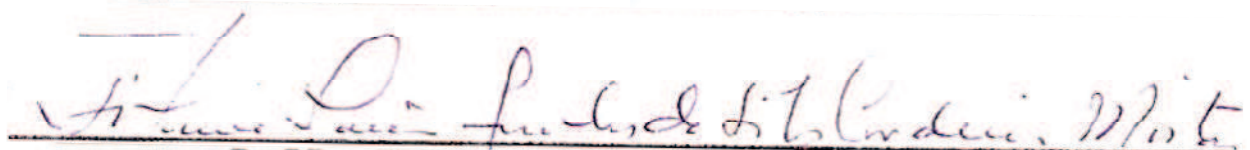
1. Jogo educacional. 2. Ensino de matemática. 3. Material Dourado. I. Título.

21. ed. CDD 372.7

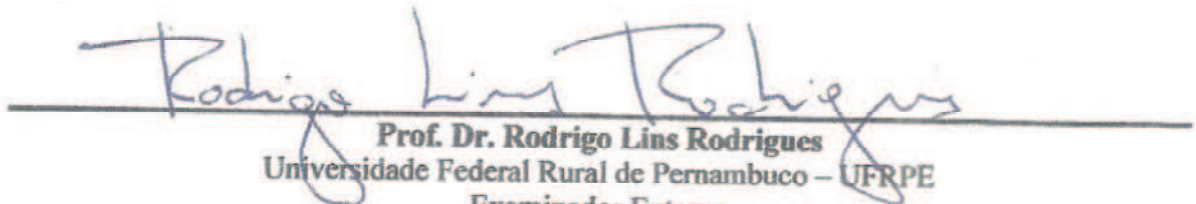
ALLESSIO DA SILVA

**Material Dourado Digital: Software Educativo para o Ensino de Operações
Fundamentais Matemáticas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) como requisito para conclusão do curso de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática



Prof. Dra. Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro Moita
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
Orientadora



Prof. Dr. Rodrigo Lins Rodrigues
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Examinador Externo



Prof. Dr. Silvanio de Andrade
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
Examinador Interno

CAMPINA GRANDE – PB
2017

AGRADECIMENTOS

Ao meu Bom Deus e Eterno Senhor, que sempre esteve ao meu lado e nunca me desamparou nessa jornada acadêmica. Por ter providenciado condições oportunas, de maneira tal que hoje pudesse estar vivo, com saúde e felicidade por estar concluindo mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais, Alex da Silva e Severina Francisca da Silva, incluindo todos da minha família, pelo conforto e confiança proporcionados até o presente momento e pela ajuda e incentivo, em todos os aspectos, recebidos com muito carinho e amor durante toda essa jornada escolhida a percorrer.

A minha esposa Danielly Cristiny, pelas palavras de ânimo e encorajamento que me deram forças e me alegraram nos momentos difíceis, de maneira que me sinto extremamente lisonjeado em tê-la junto a mim e de ter dividido todo esse tempo ao seu lado.

Ao meu grande amigo Douglas dos Santos Ferreira, pelo seu empenho e dedicação em contribuir para o desenvolvimento de pesquisa, visto que não mediu esforços em também contribuir nesse trabalho. Nossa parceria em trabalhos acadêmicos versa desde nossas graduações passando por grupos de pesquisa e agora à nível de mestrado.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da UEPB por contribuírem com a formação acadêmica necessária para a conclusão do Mestrado Acadêmico.

A minha professora e orientadora Filomena Moita, assim como o grupo de pesquisa TDAC, do qual é coordenadora, pela valiosa contribuição no desenvolvimento da minha vida acadêmica e profissional, além de seus conselhos e incentivos aos estudos.

RESUMO

O indivíduo que detém um conhecimento matemático eficiente é capaz de obter maiores perspectivas de êxito profissional e social, resultando, portanto, em uma forte tendência para uma sociedade melhor. A história demonstra que o homem sempre buscou apropriar-se desse saber, desenvolvendo inúmeros instrumentos e metodologias para auxiliar o homem na melhor aquisição de tal conhecimento, onde podemos destacar o Material Dourado como um desses instrumentos. Sabedores das atuais dificuldades em que se encontra o ensino de Matemática nas escolas, o trabalho aqui proposto retoma o Material Dourado trazendo-o para o ambiente escolar em uma versão digital, apoiado na dinâmica e interatividade do lúdico como uma nova forma de ressignificá-lo. Sendo assim, foi desenvolvido um jogo educacional com o objetivo de tornar o ensino da adição e subtração mais atraente e dinâmico para os alunos do 6º ano do ensino fundamental. Com isso, a pesquisa tem um caráter qualitativo, onde adotamos como marco teórico o estudo de Freitas (2004) e embasamos a metodologia da pesquisa no modelo de Romberg (1992). Os dados foram coletados em dois momentos: através de entrevista semiestruturada com os professores da Escola E. Sen. Argemiro de Figueiredo, na cidade de Campina Grande, com o intuito de conhecer a realidade escolar vivenciada por eles, bem como apresentar o jogo em desenvolvimento; e, no segundo momento, a aplicação do jogo em uma turma de alunos do 6º ano do ensino fundamental da Escola Estadual de Aplicação, com o objetivo de validar o jogo e conhecer o interesse dos alunos em usá-lo na aprendizagem do conteúdo. Foi utilizado caderno de campo para anotações, câmera fotográfica e gravador de voz para registro dos dados. Segundo nossas análises, o uso do jogo tornou o processo de aprendizagem mais interessante, dinâmico e atrativo para os alunos, onde foi possível perceber o entusiasmo dos alunos em interagir com o game. Portanto, essa ferramenta concretiza-se em um instrumento de destaque para apoiar o ensino da adição e subtração, ofertando ao aluno uma forma dinâmica de ensino e proporcionando um novo significado para o uso do Material Dourado.

PALAVRAS-CHAVE: Jogo Educacional. Matemática. Material Dourado.

ABSTRACT

The individual who possesses an efficient mathematical knowledge is capable of obtaining greater prospects of professional and social success, thus resulting in a strong tendency towards a better society. History shows that man has always sought to appropriate this knowledge, developing numerous instruments and methodologies to assist man in the best acquisition of such knowledge, where we can highlight the Golden Material as one of these instruments. Knowing the current difficulties in the teaching of mathematics in schools, the work proposed here resumes the Golden Material bringing it to the school environment in a digital version, supported by the dynamics and interactivity of play as a new way of re-signifying it . Thus, an educational game was developed with the purpose of making the teaching of addition and subtraction more attractive and dynamic for students in the 6th year of elementary school. Therefore, the research has a qualitative character, where we adopt as theoretical framework the study of Freitas (2004) and base the research methodology on the model of Romberg (1992). The data were collected in two moments: through a semistructured interview with the teachers of the E. Sen. Argemiro de Figueiredo School, in the city of Campina Grande, in order to know the school reality they experienced, as well as present the game in development , And in the second moment the application of the game in a class of students of the 6th year of elementary school of the State School of Application, with the purpose of validating the game and knowing the interest of the students in using it in learning the content. A field notebook, photo camera and voice recorder were used to record the data. According to our analysis, the use of the game made the learning process more interesting, dynamic and attractive for the students, where it was possible to perceive the enthusiasm of the students in interacting with the game. Therefore, this tool materializes in a prominent instrument to support the teaching of addition and subtraction, offering the student a dynamic form of teaching and providing a new meaning for the use of the Gold Material.

KEYWORDS: Educational game. Mathematics. Golden material.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Tela do ambiente e principais funcionalidades	20
Figura 02: Tela de apresentação	21
Figura 03: Ambiente de operações	21
Figura 04: Jogo educacional Formando Dezenas	22
Figura 05: Tela para realização de adição com o Material Dourado	22
Figura 06: Objeto de aprendizagem Base 10	23
Figura 07: Tela inicial do Nunca 10	24
Figura 08: Realização da soma com o Nunca 10	25
Figura 09: Ambiente para manipulação do Material Dourado	25
Figura 10: Interface inicial do Material Dourado 3D	27
Figura 11: Software MaterialDouradoRA representando o número 3147	27
Figura 12: Software TabuadaRA efetuando a operação $9 \times 7 = 63$	29
Figura 13: Tela inicial do Material Dourado Selva	30
Figura 14: Exemplar de Ábaco	52
Figura 15: Exemplo de um QVL confeccionado em cartolina	53
Figura 16: Exemplar de Blocos Lógicos	54
Figura 17: Jogo de Damas convencional	56
Figura 18: Jogo de Dominó convencional	57
Figura 19: Jogo de Dominó adaptado para o ensino de frações	59
Figura 20: Jogo de Xadrez convencional	59
Figura 21: Material das Contas Douradas	59
Figura 22: Material Dourado	60
Figura 23: Representação das unidades de valor do Material Dourado	61
Figura 24: Adição $28 + 12$ com o uso do Material Dourado	64
Figura 25: Metodologia de Romberg	75
Figura 26: Mascote do GolDigiMat	85
Figura 27: DigiCubo apresentando erro na parcela	87
Figura 28: Ambiente de programação do Construct 2	88
Figura 29: Ambiente de desenvolvimento do Adobe Illustrator	90
Figura 30: Tela conceitual do menu de abertura do game	90

Figura 31: Tela atual de abertura do GolDigiMat	90
Figura 32: Modelo conceitual do palco de operações do jogo	91
Figura 33: Atual palco de operações do game	91
Figura 34: Dinâmica inicial com os alunos	106
Figura 35: Alunos utilizando o Material Dourado	107
Figura 36: Apresentação do GolDigiMat com o uso do datashow	109
Figura 37: Grupo de alunos testando o game	110
Figura 38: Alunos experimentando o jogo	111
Figura 39: Alunos interagindo com o jogo e entre seus colegas.....	113

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	TRABALHOS CORRELATOS	16
	2.1. Metodologia para Levantamento Bibliográfico	16
	2.2. Análise dos Trabalhos Correlatos	19
3.	REFERENCIAL TEÓRICO	32
	3.1. A Importância da Apropriação Matemática para a Formação do Indivíduo ..	32
	3.1.1. <i>Matemática: importância e dificuldades para ensinar e aprender</i>	<i>36</i>
	3.2. O Uso da Tecnologia no Ambiente Escolar	44
	3.3. Materiais Manipulativos no Ensino de Matemática	49
	3.3.1. <i>Ábaco</i>	<i>51</i>
	3.3.2. <i>Quadro Valor de Lugar (QVL)</i>	<i>53</i>
	3.3.3. <i>Os Blocos Lógicos</i>	<i>53</i>
	3.3.4. <i>Jogos Diversos</i>	<i>55</i>
	3.4. Material Dourado	59
	3.4.1. <i>Um pouco de História</i>	<i>61</i>
	3.4.2. <i>Material Dourado e o seu uso no ensino de matemática</i>	<i>62</i>
	3.5. O Construcionismo e a Educação Matemática	64
	3.6. Jogos Educacionais	69
4.	METODOLOGIA DA PESQUISA	74
5.	CONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO JOGO	83
	5.1. Game Design Document	83
	5.1.1. <i>GDD – Parte conceitual</i>	<i>83</i>
	5.1.2. <i>Principais características</i>	<i>83</i>
	5.2. Mecânica do GoldigiMat	87
	5.3. Game Engine	89
	5.4. Images e Interface com o Usuário	86
6.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
	6.1. Entrevista com os Professores	93
	6.1.1. <i>Identificação do profissional</i>	<i>93</i>
	6.1.2. <i>Utilização pedagógica do Material Dourado</i>	<i>95</i>

6.1.3. <i>Uso de tecnologias digitais em sala de aula</i>	98
6.2. Aplicação do GolDigiMat	101
6.2.1. <i>Dificuldades iniciais e visita de apresentação</i>	101
6.2.2. <i>Espaço físico do laboratório de informática</i>	103
6.2.3. <i>Metodologia adotada para aplicação do GolDigiMat</i>	104
6.2.4. <i>Percepções durante a aplicação</i>	105
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
8. REFERÊNCIAS	119
APÊNDICE	128
APÊNDICE A - ANÁLISE DOS TRABALHOS CORRELATOS	129
APÊNDICE B – GDD DO GOLDIGIMAT	132
APÊNDICE C – ROTEIRO GUIA PARA ENTREVISTA COM OS PROFESSORES	150

1. INTRODUÇÃO

Atualmente percebe-se que o uso das tecnologias digitais tem proporcionado resultados satisfatórios quando utilizados no contexto educacional. Nesse sentido, muitos pesquisadores vêm dedicando-se a estudos e produção de *softwares* que auxiliem o processo ensino e aprendizagem, além de tentar difundir no meio acadêmico a necessidade da inserção de tais instrumentos no cotidiano escolar (MOITA, 2007; ALVES, 2008; MORAN, 2004).

Estudos apontam que a atual educação encontra-se ainda em processo de “engrenagem”, onde os professores tentam acompanhar a “vida digital” que seus alunos já experimentam naturalmente (PRENSKY, 2001). Sabe-se que a linguagem, hábitos, pensamentos e atitudes são de uma nova geração marcada pelos meios tecnológicos encarados como extensões do próprio corpo (MCLUHAN, 1996 *apud* GOMES, 2008). Essa realidade tem adentrado nas instituições escolares, as quais, tentam, na medida do possível, atualizar-se em meio a todo esse contexto, buscando métodos e alternativas para contribuir com a melhor adequação ao contexto social. Uma das formas viáveis é tentar fazer com que professor e aluno possam caminhar no mesmo ritmo, em uma mesma sintonia, na questão de instrumentos utilizados nos processos educacionais, assim como contextualização e dinâmica de ensino em sala de aula (PRETTO, 2010).

De acordo com Druck (2006), que enquanto presidente da Sociedade Brasileira de Matemática concluiu através de estudos que a qualidade do ensino da Matemática atingiu, talvez, seu mais baixo nível na história educacional do país, pode-se perceber que a Educação Matemática tem passado por momentos de reflexão acerca das possibilidades de se tornar um ensino mais interessante para o aluno.

É claramente perceptível a necessidade por buscar novas maneiras de ensinar, ressignificando velhos processos de ensino que não atendem às expectativas dos professores e dos alunos que vivem em um novo contexto social. Além do mais, estudos apontam que um considerável número de pessoas não acredita mais na escola como instituição formadora do caráter e do moral dos indivíduos, agregando-o conhecimento para obter êxito no desenvolver pessoal e de uma sociedade mais igualitária.

Nesse contexto, a informática surge como um elemento revolucionador capaz de se posicionar de maneira bastante centrada no processo de construção do conhecimento e fazer com que a resolução de problemas, inclusive na Matemática, seja possível de trazer uma

elevação de autoestima e ressignificar a qualidade do aprendizado (GRAVINA & SANTAROSA, 1998).

Apesar das dificuldades encontradas no ensino e da falta de metodologias inovadoras que tragam melhorias para o aprendizado dos alunos, mais especificamente na Matemática, o ambiente escolar ainda encontra precariedades quanto ao uso de *softwares* educativos. Algumas escolas possuem ferramentas analógicas que auxiliam no ensino, porém são poucos explorados pelos professores, pois já não despertam o interesse do alunado que compõe a nossa sociedade.

A utilização de *softwares* como recurso auxiliar ao processo ensino e aprendizagem é bastante enfatizado por Seymour Papert (1985, 1993), matemático e teórico da educação que foi pioneiro nessa temática. Papert cunhou o termo construcionismo como sendo a abordagem da Teoria da Aprendizagem do Construtivismo que permite ao educando construir o seu próprio conhecimento por meio de alguma ferramenta tecnológica.

Tajra (2008) comenta sobre o ganho que os alunos poderiam ter se os *softwares* educativos possuíssem características de um jogo de *videogame*, como a dinamicidade e o estímulo ao raciocínio e ao desafio. Seabra (2010) é categórico ao afirmar que, independentemente de ser analógico ou digital, *offline* ou *online*, os jogos facilitam o desenvolvimento de várias habilidades, além de proporcionar a apresentação de conteúdos lúdica e interativamente. Segundo Gee (2004), o *game* estimula crianças e jovens a serem críticos, construtivos e reflexivos, e a dinâmica e o modo de pensar são abordados mais próximos do mundo atual do que o modo como a escola o retrata.

Diante dos benefícios oportunizados pela tecnologia, a escolha da ferramenta deve ser feita de tal forma que complemente, introduza ou ilustre o conteúdo envolvido. O professor, munido com esta prática inovadora, deve considerar o recurso como facilitador da aprendizagem, pois o foco recai sobre a lógica e a maneira de abordar a solução do problema e não a ferramenta usada para resolvê-lo.

Sendo assim, a presente pesquisa tem o objetivo de desenvolver e aplicar um jogo com a representação do Material Dourado numa versão digital, tendo a finalidade de abordar os conceitos básicos envolvidos nas operações matemáticas de subtração e adição para alunos do ensino fundamental I, onde tais conceitos serão representados de maneira lúdica, permitindo ao aluno uma maneira interativa e dinâmica de aprender a trabalhar com tais operações.

O Material Dourado é um instrumento metodológico idealizado pela médica psiquiatra Maria Montessori, cuja finalidade é auxiliar o aprendizado matemático, mais precisamente sobre operações básicas matemáticas. Baseia-se em pequenas peças de madeira que representam certas quantidades do sistema de numeração decimal. Com este material o aluno

tem a possibilidade de aprender com maior compreensão o conteúdo apresentado, visto que, entre outros pontos de relevância e benefícios do mesmo, desperta a criatividade, o raciocínio e interação do aluno com o conteúdo e com seus pares. Maiores detalhes e aplicações do seu uso estão descritas na seção 3.4.

O trabalho aqui proposto justifica-se pela necessidade da incorporação do computador e suas ferramentas como recurso mediador na educação, e principalmente na Matemática, auxiliar na resolução de problemas, na atribuição de significado a alguns conteúdos estudados, na aprendizagem pela exploração, na diversidade de abordagem em um conteúdo, entre outros. Vale salientar que a qualidade do ensino da Matemática no início da formação das crianças influencia bastante no indivíduo social da atualidade referindo-se a perspectiva de vida e carreira profissional.

A busca por instrumentos e/ou metodologias que se adequem ao contexto social da criança concretiza-se em um outro ponto motivador da presente pesquisa. Os alunos de hoje cresceram envoltos em tecnologias digitais: computadores, vídeo games, câmeras de vídeo, telefones celulares, e todos os outros brinquedos e ferramentas da era digital que o fizeram pensar e processar as informações bem diferentes das gerações anteriores (VEEN & VRAKING, 2009).

Para tanto, tem-se a objetividade de identificar os problemas existentes na escola, mais precisamente no que diz respeito a aprendizagem Matemática, enfatizando os índices de evasão e o porquê do aumento considerável no quantitativo sobre a repetência na disciplina de Matemática e nas series iniciais do ensino fundamental (RIBEIRO, 1993), como também identificar se vem sendo utilizado no contexto escolar o Material Dourado, seja na versão analógica, seja na versão digital ou instrumentos/*softwares* similares. Além disso, é de extrema importância o levantamento de trabalhos correlatos já desenvolvidas na área de Educação Matemática para que seja possível o conhecimento das pesquisas atuais mais relevantes no tema da pesquisa em questão. Por fim, avaliar o game em sua versão final, tentando identificar sua eficácia para o objetivo inicial ao qual foi idealizado, se concretiza como objetivo primordial para a suscetibilidade da pesquisa.

No intuito de alcançar os objetivos propostos nessa pesquisa, a presente dissertação está dividida em seis partes ou seções: inicialmente está a introdução do trabalho, o qual tem a intenção de pontuar o leitor no assunto concernente ao que será abordado no decorrer da dissertação.

No segundo momento são apresentados os trabalhos correlatos e levantamento bibliográfico, explicitando as pesquisas e autores que investigaram temas e contextos de considerável proximidade ao adotado aqui.

A terceira parte consiste na explanação geral do referencial teórico que fundamenta a pesquisa. Nessa seção são abordados subtemas que embasam a idealização e desenvolvimento do game, sendo destacados tópicos sobre a importância do aprendizado matemático na vida social do indivíduo, a crescente procura pela utilização de tecnologias digitais no ambiente escolar, além de uma abordagem teórico-conceitual sobre o Material Dourado, a teoria da aprendizagem do construcionismo e o uso dos jogos na Educação Matemática.

Na quarta parte está descrito todo o percurso metodológico adotado pelo pesquisador, bem como características da pesquisa empregada no desenvolvimento dessa investigação que neste caso se trata de uma pesquisa de caráter qualitativo. Cabe destacar que a metodologia adotada para a pesquisa embasa-se em Romberg (1992), o qual destaca ou sistematiza o desenvolvimento de uma pesquisa através da realização de algumas etapas ou atividades como sendo um processo.

A quinta seção é apresentado o jogo propriamente dito, enfatizando as fases de construção e implementação do jogo, bem como suas principais características, recursos que disponibiliza ao jogador, além das ferramentas utilizadas no seu desenvolvimento.

A sexta parte discorre sobre os resultados obtidos com base nos dados da pesquisa, levando em consideração a entrevista inicialmente realizada com os professores da rede pública do ensino básico escolar, mais precisamente da Escola Estadual Senador Argemiro de Figueiredo, na cidade de Campina Grande, e também os dados obtidos na aplicação e teste de validade do *software* com os alunos do 6º ano da Escola Estadual de Ensino Fundamental de Aplicação, além de uma discussão teórica e análise sobre o que os dados elucidam.

Por fim, são apresentadas as considerações finais com nossa reflexão sobre toda a pesquisa ora construída, além de perspectivas ou trabalhos futuros que podem desencadear a partir desse estudo.

2. TRABALHOS CORRELATOS

Para se construir ou desenvolver uma pesquisa na área que se propõe, torna-se bastante viável o pesquisador procurar identificar e analisar os trabalhos já desenvolvidos na mesma área, para que assim o mesmo possa situar-se no campo de pesquisa que almeja estudar, e também permita a identificação do que tem sido mais relevante para aquele público de pesquisadores.

Romberg (1992) destaca que é de extrema importância para o desenvolvimento de uma pesquisa científica, a preocupação do pesquisador em tentar relacionar seu estudo com ideias de outros teóricos ou autores que desenvolveram trabalhos em linhas de pesquisa afins. Essa atividade concretiza-se como uma forma de conhecer o que outros pesquisadores já construíram de pesquisa sobre esse tema, analisando as ideias sobre o assunto e identificando as lacunas deixadas para uma construção futura.

Sendo assim, neste capítulo apresentamos os trabalhos mais próximos da área temática que pesquisamos, fazendo um breve relato da metodologia adotada para o levantamento bibliográfico, e, em um segundo momento, uma descrição de cada trabalho analisado, procurando destacar as características marcantes da pesquisa, bem como o marco teórico utilizado por cada autor do trabalho pesquisado.

2.1. Metodologia para Levantamento Bibliográfico

Nesse aspecto, procuramos identificar dentro de um intervalo de 10 (dez) anos, 2004 a 2014, pesquisas na área de novas tecnologias digitais no ambiente educacional, com o foco mais preciso sobre a relevância de seu uso no ensino de Matemática. Para tanto, utilizamos como fonte de pesquisa os seguintes repositórios online:

- **Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações – BDTD (<http://bdtd.ibict.br/>):** repositório que é mantido pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), cujo objetivo e metodologia de trabalho é reunir a maior quantidade possível de teses e dissertações produzidas em programas de Mestrado e Doutorado de instituições públicas do Brasil.
- **Scientific Electronic Library Online – Scielo (<http://www.scielo.org/php/index.php>):** A Scielo, como é comumente conhecida entre

os usuários, é uma das principais fontes de pesquisa de acesso livre da América Latina, destacando-se especialmente por conter vasto material com conteúdo em Português. Possui vasto material em pesquisas de diversas áreas, desde artigos acadêmicos até teses de doutorado, tornando-se assim uma fonte de consulta de bastante relevância no cenário latino-americano.

- **Portal de Periódicos da CAPES (<http://www.periodicos.capes.gov.br/>):** O Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), é uma biblioteca virtual que reúne um rico material sobre produção científica nacional e internacional. Atualmente atende às demandas dos setores acadêmico, produtivo e governamental e propicia o aumento da produção científica nacional e o crescimento da inserção científica brasileira no exterior. Caracteriza-se como uma ferramenta importante para as atribuições da Capes e para o desenvolvimento da pesquisa científica no Brasil.
- **Rede Interativa Virtual de Educação – RIVED (<http://rived.mec.gov.br/>):** Programa da Secretaria de Educação a Distância do Ministério da Educação e Cultura do Brasil, que tem por objetivo a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de objetos de aprendizagem, que visam melhorar a aprendizagem das disciplinas da educação básica e a formação cidadã do aluno. Além de promover a produção e publicar na Internet os conteúdos digitais para acesso gratuito, o RIVED realiza capacitações sobre a metodologia para produzir e utilizar os objetos de aprendizagem nas instituições de ensino superior e na rede pública de ensino.
- **Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/>):** Provedor de pesquisa de bastante expressão dentro do cenário atual na internet. Possui um mecanismo de busca complexo e ao mesmo tempo objetivo, tornando-se uma ferramenta imprescindível para pesquisadores e/ou usuários comuns. Pode ser utilizado para diversos fins e, no nosso caso, foi bastante útil na aglomeração e levantamento de material (artigos, pesquisas, revistas e trabalhos científicos) para construção dessa etapa da pesquisa.

Sendo assim, nesses espaços virtuais procurou-se materiais (artigos, pesquisas, trabalhos científicos, etc.) atualizados, que versam sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Matemática. Para tanto utilizou-se como palavras-chave: “Material dourado digital”; “Material dourado virtual”; “Software educativo com material dourado”; “Jogo virtual sobre material dourado”; “Maria Montessori e Matemática”; “Uso de tecnologias digitais no ensino de operações aritméticas”; e “Operações matemáticas fundamentais”.

Nessas buscas, foram encontradas uma dissertação de mestrado, vinte e nove artigos científicos publicados em anais de congressos, sendo dezessete seguindo a metodologia de *full-papers* e doze *short-papers*, que versavam sobre a utilização de *software* educativo no ensino de operações matemáticas fundamentais. Como o objeto central de estudo da presente pesquisa é a contextualização do uso do Material Dourado em uma versão digital para apoiar o ensino de operações fundamentais matemáticas, procuramos filtrar o material bibliográfico levantado tendo o enfoque precisamente naqueles que apresentavam esse mesmo objeto de estudo.

Entre as pesquisas e trabalhos encontrados, filtramos 9 (nove) trabalhos que mais se correlacionavam com o nosso objetivo de pesquisa. Foram assim escolhidos: uma dissertação de mestrado, três artigos científicos publicados em anais de congressos internacionais (*full-paper*), cinco artigos científicos publicados em anais de congressos nacionais de bastante expressão na área de pesquisa (*full-paper*). Vale salientar que a compilação e características gerais das pesquisas selecionadas estão explícitas no Apêndice A de nosso trabalho.

Também foi realizado pesquisas em alguns repositórios de destaque no cenário acadêmico internacional¹ com as mesmas palavras-chaves utilizadas e já elencadas anteriormente, traduzidas para língua inglesa, visando encontrar pesquisas que abordem o tema do Material Dourado em uma versão digital para apoiar o ensino de operações matemáticas fundamentais.

Dessa forma, os resultados encontrados não foram tão expressivos. Encontramos algumas pesquisas envolvendo o uso do Material Dourado porém na perspectiva de material manipulável (concreto) como recurso didático para auxílio de pessoas com deficiências. Nessa perspectiva encontramos 21 (vinte e uma) pesquisas, com objetivos diversos, os quais diferenciavam bastante do nosso objetivo de pesquisa e, por tal motivo, não fizeram parte de nossa análise nessa seção.

Também encontramos 12 (doze) trabalhos acadêmicos que versavam sobre o uso do material concreto voltados para o ensino de operações matemáticas fundamentais. Tais trabalhos retratavam experiências acadêmicas e docentes da utilização do Material Dourado em sala de aula com alunos de Matemática, para auxiliar o processo ensino aprendizagem. Vale destacar que muitas dessas experiências foram exitosas e acarretaram benefícios quanto à interação dos alunos, melhoria do nível de compreensão de alguns conceitos matemáticos como sistema decimal de numeração, classes e ordens.

¹ ELSEVIER, IEEE, SPRINGER, Computer Education, Revista ACM.

2.2. Análise dos Trabalhos Correlatos

Nesse segundo momento, procuramos descrever, de forma breve e resumida, os trabalhos analisados de maneira tal que fique evidente para o leitor, qual o principal objetivo e as características marcantes da pesquisa analisada, bem como o marco teórico utilizado pelo autor.

Freitas (2004) idealizou e desenvolveu um *software* educacional com o objetivo de proporcionar aos alunos uma experiência mais próxima com o uso do Material Dourado para a realizações de operações aritméticas fundamentais (adição, subtração, multiplicação e divisão). O *software* embasava-se na metodologia de exercício e prática, onde o professor cadastrava um grupo de alunos (turma) e também alguns exercícios para que essa turma de alunos realizasse as operações com o auxílio do material dourado. Tais operações eram realizadas no próprio *software* em um ambiente onde era possível adicionar os elementos do material dourado e depois efetuar as devidas operações.

Todas as peças do material dourado eram possíveis de adicionar na tela principal e, ao final da experimentação, o professor da turma podia ter acesso ao histórico da construção feita pelo aluno, a fim de verificar se o processo utilizado por ele é um processo coerente, não limitando assim o professor apenas à uma análise do produto final. Isso é possível porque o *software* gerava um log de usabilidade de cada usuário.

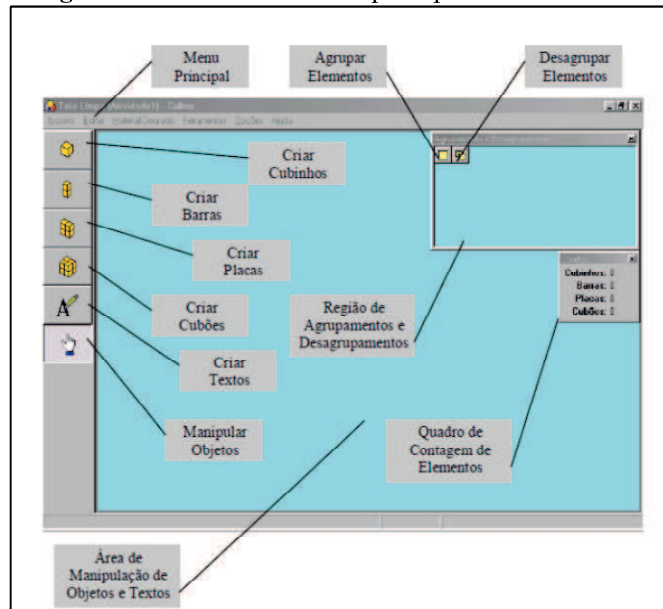
Freitas (2004) apresenta em seu trabalho as principais características do seu *software*, descrevendo as funcionalidades, ferramentas e potencialidades da sua ferramenta. Trouxe ainda um levantamento histórico-conceitual sobre a importância dos números no desenvolvimento pessoal e cognitivo do indivíduo, a apropriação do saber matemático para melhorar a qualidade de vida na atual conjuntura social, como também um esboço dos principais materiais manipuláveis utilizados na educação matemática escolar, onde destacou o Material Dourado como sendo o material que mais tinha afinidade e interesse particular.

Destacamos nesse *software* a sua objetividade e personalização no tratamento das informações. O *software* gera um log de utilização, o qual pode ser acompanhado pelo professor, tendo assim conhecimento dos percalços ou acertos do seu aluno enquanto utiliza-o. O programa é de fácil instalação e, para execução, não requer demasiado poder computacional. Uma máquina com recursos básicos pode executá-lo sem maiores comprometimentos.

Outro ponto de destaque é a clareza na apresentação das informações. O palco de operações é bastante amplo, onde é possível adicionar vários objetos do Material Dourado, bem

como interagir com eles (manipular) por toda a extensão da tela. O menu de opções é de fácil acesso, com botões visíveis e funcionalidades bastante objetivas, sem confundir o aluno.

Figura 01: Tela do ambiente e principais funcionalidades



Fonte: Freitas (2004, p.136)

Ao final de seu trabalho, Freitas (2004, p. 155) levanta uma sugestão de pesquisa futura como continuidade da sua pesquisa:

Outro item que pode ser considerado é a criação de um companheiro que dê dicas ajudando o aprendiz a compreender conceitos que estão sendo trabalhados. Este companheiro emitiria sugestões para o repensar sempre que detectasse a falta de algum conceito ou um encaminhamento que leve a um impasse. Também poderia ser acionado pelo próprio aprendiz sempre que precisasse de esclarecimentos sobre determinado assunto.

Essa idealização do “companheiro” durante a usabilidade do aluno com a ferramenta digital, possui uma importante e expressiva relevância nesse contexto, por causa da inovação trazida por essa proposta. É também importante porque segue a proposta do aluno em aprender com o manuseio do ambiente, onde sua usabilidade com os recursos e funcionalidades contam com o auxílio do “companheiro”, proporcionando assim maior autonomia do aluno no aprendizado.

Melaré e Wagner (2005) trazem a discussão da usabilidade de Objetos de Aprendizagem (OA) no ensino de operações fundamentais de matemática. Através da contextualização e uso do Material Dourado, desenvolvem um OA para ensinar os conceitos envolvidos nos processos

de adição e subtração, além dos conceitos de classe e sequencia numérica aos alunos da 1ª série do ensino fundamental.

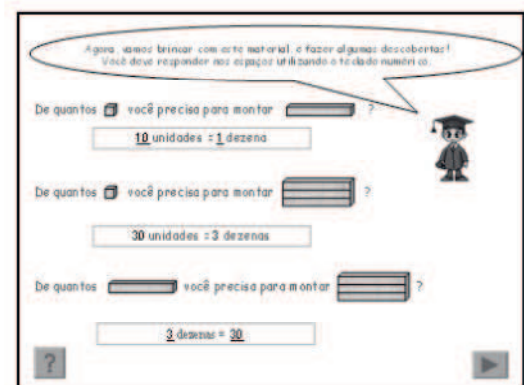
Para fundamentar seu trabalho, os autores apresentam pesquisas de Wiley (2001), Sá Filho e Machado (2003) e Bettio e Martins (2000 *apud* Melaré & Wagner, 2005) que se destacam no cenário de objetos de aprendizagem. Na pesquisa ainda explicitam algumas características de relevância dos OA, que o tornam uma ferramenta viável para tentar melhorar o ensino, como, por exemplo, flexibilidade, reusabilidade, customização, dinamicidade, entre outros. O trabalho é de relevância porque traz um levantamento geral das características de um OA, bem como tornar conhecido ao leitor sobre o que é um OA, e ainda as ferramentas que geralmente são mais utilizadas para a criação desse recurso.

Figura 02: Tela de apresentação



Fonte: Melaré & Wagner (2005, p.81)

Figura 03: Ambiente de operações

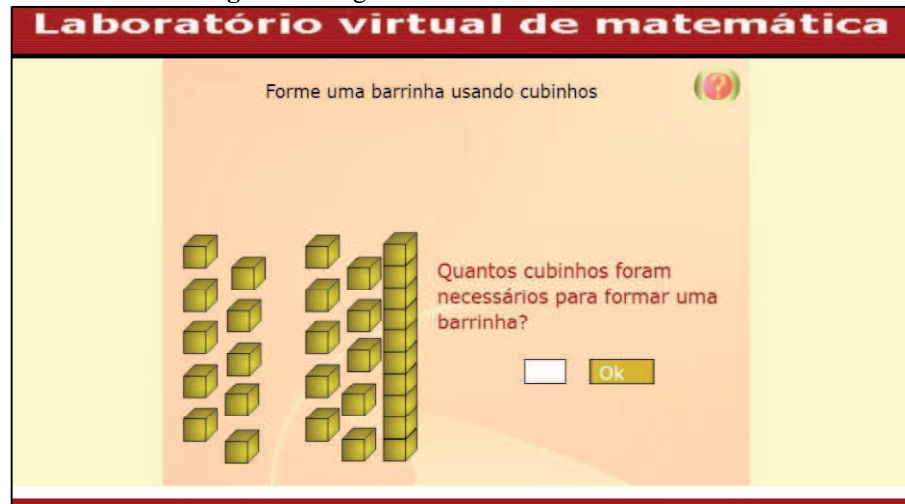


Fonte: Melaré & Wagner (2005, p.81)

O OA é bastante intuitivo, possuindo também claras instruções de como o aluno deve interagir dentro do ambiente. Fundamenta-se na metodologia de perguntas e respostas, onde o ambiente realiza algumas perguntas sobre o Material Dourado e sua melhor utilização para a resolução de algumas problemáticas básicas da Matemática e cabe ao aluno responder da melhor forma possível.

Foi também analisado os trabalhos de Pereira (2010; 2013), a qual é professora da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, onde coordena o Laboratório Virtual de Matemática da UNIJUÍ. Nesse laboratório, foram desenvolvidos vários *softwares* para potencializar o ensino de matemática, entre eles o “Formando Dezenas”, um jogo educacional que contextualiza o Material Dourado em uma versão digital para explorar os conceitos envolvidos nas operações de adição, além de abordar conceitos de classe numérica (Dezena e Unidade).

Figura 04: Jogo educacional Formando Dezenas



Fonte: http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/MaterialDoudado/mat1_ativ1.html. **Acesso em:** 13 de agosto de 2016

Figura 05: Tela para realização de adição com o Material Dourado



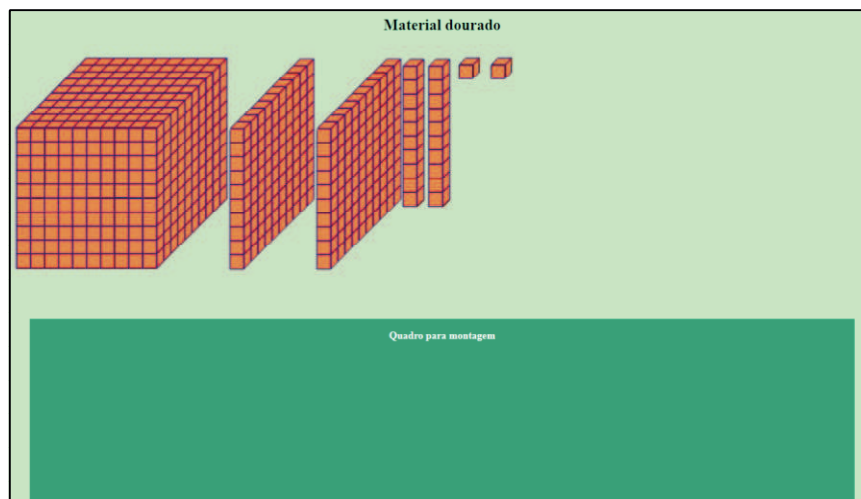
Fonte: http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/fabrica_virtual/MaterialDoudado/mat1_ativ1.html
Acesso em: 13 de agosto de 2016

Também é produto do mesmo laboratório da UNIJUÍ, o OA por nome “Base 10” que tem por objetivo utilizar o material dourado para representação de valores na base decimal e também como material de ajuda para operações de divisão. Esse OA tem como público alvo alunos do ensino fundamental I, e, como o próprio título do projeto anuncia, vem com a proposta de elucidar dúvidas frente ao sistema de numeração de base decimal (PEREIRA *et. al*, 2010).

A proposta original traçada pelos idealizadores e metodologia do OA é explorar com os alunos apenas a manipulação do Material Dourado, seguindo as orientações de um professor.

Toda essa manipulação é realizada através de *click* do *mouse* sobre a representação do objeto e depois arraste para a área de montagem (figura 06).

Figura 06: Objeto de aprendizagem Base 10



Fonte: <http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/principal/fundamental/basedez/index.html>

Acesso em: 08 de junho de 2016

O OA não apresenta desafios ou atividades diferenciadas para a continuação do aprendizado. Com o passar do tempo, o OA permanece com a mesma metodologia de atividade, deixando de ser um recurso dinâmico e atrativo para o aluno. O OA permite que sejam representados uma grande quantidade de valores. Todas as peças do Material podem ser manipuladas pelo usuário. Para sua execução, o computador necessita apenas do navegador de internet previamente instalado no computador, bem como o *plug-in* do *flash player*.

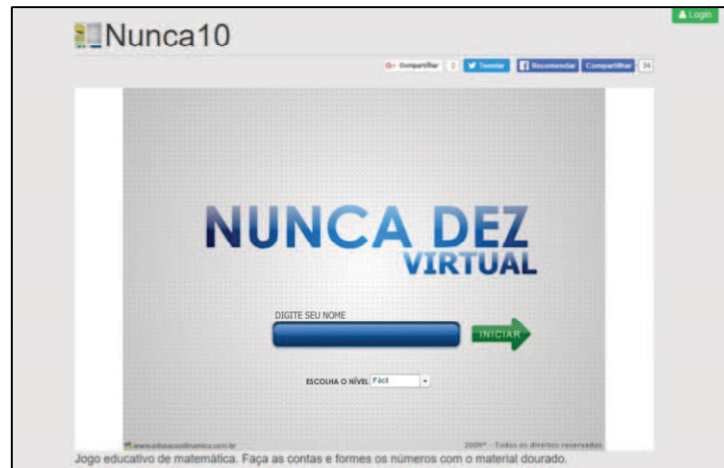
Zoia (2007) desenvolveu um trabalho com alunos do ensino fundamental utilizando um jogo educacional para trabalhar a formação dos números naturais e os conceitos envolvidos nos processos de adição a partir do Material Dourado. O jogo tem por título “Nunca 10” e foi desenvolvido utilizando o *Adobe Acrobat Flash*². Já desenvolvido, foi disponibilizado em um repositório *online* para acesso público.

O jogo conta com algumas funcionalidades interessantes. Nele é possível o usuário contabilizar sua pontuação durante o jogo e, posteriormente, salvá-lo em um *ranking* fornecido pelo próprio *website* em que está hospedado (<http://www.educacaodinamica.com.br/>). Antes de iniciar o jogo, o usuário pode entrar com o seu nome, além de escolher o nível de dificuldade para a partida. Vale destacar que o aluno possui, meio que de forma oculta ou indeterminada, a presença de um tutor durante o jogo, já que é possível o aluno corrigir os resultados de suas

² Programa de criação multimídia utilizado para criar conteúdo para o *Adobe Flash Player*, tais como aplicações web, jogos e desenhos animados e também conteúdo para dispositivos móveis.

operações e, além disso, receber *feedback* sobre o seu acerto e/ou erro, mesmo que de maneira bastante sutil. Por ser um jogo *online*, o seu uso torna-se mais atrativo e prático, já que não é necessário a prévia instalação no computador. Para ser executado, o jogo utiliza o *browser* de internet e o *plug-in* do *Flash Player*, o qual deve ser ativado antes.

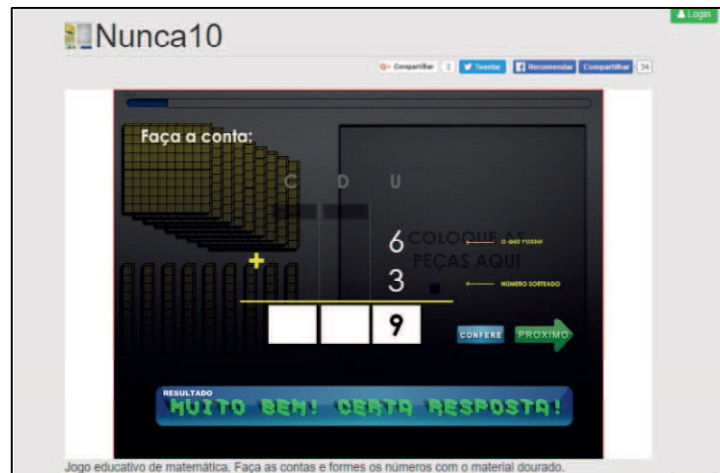
Figura 07: Tela inicial do Nunca 10



Fonte: http://www.educacaodinamica.com.br/ed/views/game_educativo.php?id=1&
Acesso em: 16 de junho de 2016

A metodologia base do jogo é apresentar ao usuário alguns números naturais e fazer com que ele possa realizar operações de adição com esses valores em duas perspectivas: primeiramente o jogo apresenta o algoritmo convencional da realização da soma, valendo-se do Quadro Valor de Lugar (QVL) para auxiliar nessa realização. Nessa etapa o aluno entra com o resultado da operação que lhe é proposta. Vale salientar que o jogo ainda conta com um mecanismo de correção, apresentando se o resultado está correto ou não. Em seguida é apresentado ao aluno um ambiente de operações e manipulação com o material dourado, onde é possível representar o resultado da adição através do material. Nessa etapa também o aluno pode conferir se o resultado está correto.

Figura 08: Realização da soma com o Nunca 10



Fonte: http://www.educacaodinamica.com.br/ed/views/game_educativo.php?id=1&
Acesso em: 16 de junho de 2016

Figura 09: Ambiente para manipulação do Material Dourado



Fonte: http://www.educacaodinamica.com.br/ed/views/game_educativo.php?id=1&
Acesso em: 16 de junho de 2016

O trabalho da professora foi realizado em duas escolas da rede municipal de ensino do município de Cascavel, envolvendo alunos de terceiras e quartas séries do Ensino Fundamental que, a partir de levantamento realizado com os professores e a coordenação pedagógica da escola, apresentavam defasagem de conteúdos na área de matemática. Todo a pesquisa foi fundamentada nas pesquisas de Vigotski (2000) sobre o modo que as crianças se desenvolvem cognitivamente: nível de desenvolvimento real e nível de desenvolvimento proximal. Vale salientar que foram objetos de estudo também o contexto histórico-cultural em que as crianças estavam imersas, bem como as relações de poder existentes em seu cotidiano.

Venancio e Lopes (2010) inovaram na questão de contextualização do material dourado, trabalhando operações com agrupamento e desagrupamento para aperfeiçoar as habilidades e

competências no tratamento com números e operações, além de familiarizar o público alvo com as novas tecnologias, que, no caso, foram alunos do 3º ano da Educação de Jovens e Adultos (EJA) de uma unidade escolar local.

No trabalho os autores enfatizam que já existem consideráveis pesquisas sobre a temática de tecnologias digitais no ensino de matemática, e também de material dourado para o auxílio das operações fundamentais, porém nenhuma ainda desenvolvida apoiando-se na Realidade Virtual (RV). A Realidade Virtual é uma tecnologia que trabalha com os sentidos humanos, de maneira tal a fazer com que um usuário imagine estar em um ambiente físico, sendo que tal ambiente é totalmente virtual, criado e desenvolvido por essa tecnologia.

O sistema operacional dessa tecnologia cria uma interface capaz de enganar os sentidos do usuário. Segundo os autores, “Apesar de existir a quase quatro décadas a RV tem sobressaído nos últimos anos. Com *softwares* e *hardwares* mais baratos a RV está chegando às instituições escolares públicas, podendo simular lugares e situações reais” (p. 4). Para a implementação do *software*, utilizaram alguns *softwares* e recursos específicos para essa tecnologia, como *Adobe Acrobat Flash*, *FlartoolKit*³, *SACRA*⁴, *VRML*⁵, *OpenGL*⁶.

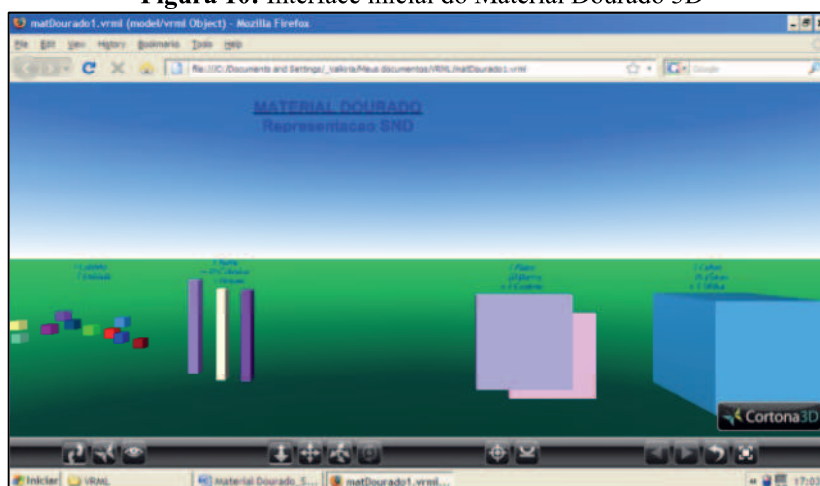
Os autores elencam as principais características da tecnologia de RV que podem potencializar o processo ensino/aprendizagem, principalmente o fato de tratar a informação sob uma perspectiva 3D. Ainda concluem que “por se tratar de uma aplicação em RV permitindo a visualização, interação e participação ativa do usuário tanto quanto com o uso do material tangível, essa ferramenta na educação proporciona maior interatividade, facilidade de uso, conteúdo significativo e utilidade, visto que pode ser utilizado em qualquer espaço contendo um computador com acesso a internet” (p. 8).

³ Biblioteca gráfica de código livre com finalidade de dar suporte a aplicações de Realidade Aumentada, disponível para Windows, Linux e Mac OS. É voltada para implementação em código *action script*.

⁴ Sistema de Autoria em Ambiente Colaborativo com Realidade Aumentada.

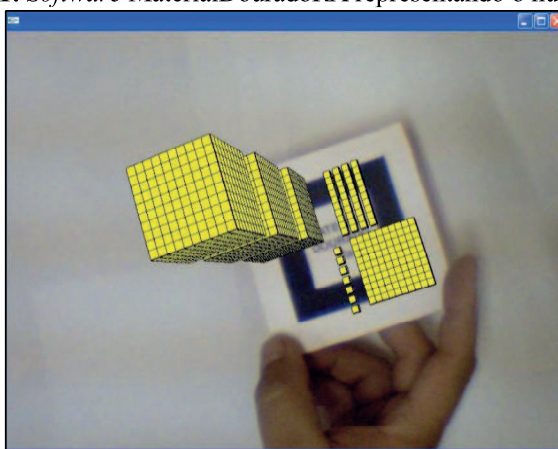
⁵ *Virtual Reality Modeling Language*. Linguagem de programação responsável por criar mundos virtuais.

⁶ Conjunto de rotinas de programação que podem ser incorporadas às linguagens de programação, seja para implementar determinada função ou para criar a interface entre o novo programa e o sistema operacional, responsável por criar funções específicas disponibilizadas para a criação e desenvolvimento de aplicativos.

Figura 10: Interface inicial do Material Dourado 3D

Fonte: Venancio e Lopes (2010, p.5)

Seguindo a proposta de imersibilidade proporcionada pela tecnologia, Carvalho e Lemos (2011) desenvolveram um *software* para o auxiliar o processo ensino/aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional através da Realidade Aumentada (RA), cujo principal objetivo é relacionar números com o grupo de peças do Material Dourado apoiando-se na RA a partir da decomposição em unidades, dezenas, centenas e milhares, proporcionando para os alunos do ensino fundamental inicial (público alvo), um melhor entendimento do sistema de numeração decimal-posicional. Para a construção do *software* utilizaram ferramentas específicas para o desenvolvimento da RA como linguagem de programação C⁷, bibliotecas *OpenGL* e *ARToolkit*⁸.

Figura 11: *Software* MaterialDouradoRA representando o número 3147

Fonte: Carvalho e Lemos (2011, p.58)

⁷ C é uma linguagem de programação de alto nível criada por Dennis Ritchie em 1972 para desenvolver o sistema operacional Unix.

⁸ Sistema que viabiliza o desenvolvimento de interfaces de Realidade Aumentada que emprega métodos de visão computacional para detectar marcadores na imagem capturada por uma câmera.

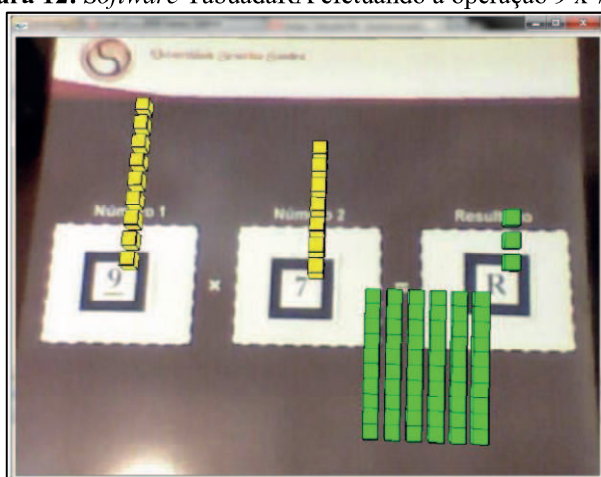
Souza, Lemos e Carvalho (2013) desenvolvem um *software*, cujo título é TabuadaRA de simulação fundamentado no uso da RA visando consolidar o entendimento da operação de multiplicação entre números inteiros compreendidos entre 1 e 10, de forma lúdica e prazerosa, possibilitando aos alunos do ensino fundamental I uma melhor compreensão desse conceito e utilizando para tal a temática do Material Dourado idealizado por Maria Montessori. O *software* em questão foi implementado utilizando a linguagem C, e as bibliotecas *OpenGL* e *ARToolkit*.

O TabuadaRA tem a intenção de identificar os marcadores e representar sobre cada um deles os valores correspondentes, através da exibição de cubos virtuais, conforme a proposta do Material Dourado. Após o reconhecimento dos valores a serem utilizados o *software* realiza o cálculo da operação e exibe o resultado tudo isso em 3D. Embora seja uma vantagem a utilização do recurso 3D, o *software* é limitado, pois só realiza a multiplicação dos primeiros dez números naturais. Outra dificuldade é que o aluno deverá fazer uso dos cartões fiduciais para que o *software* simule os objetos. Sem os cartões, não há como representar o Material Dourado, já que estes são os mecanismos de entrada de dados do TabuadaRA.

No trabalho os autores apresentam teóricos específicos sobre a temática de RA e também alguns pesquisadores que defendem e incentivam o uso das bibliotecas já mencionadas - Schildt (1996), Cohen e Manssour (2006), e Wright (2000). Trazem como proposta pedagógica a teoria da aprendizagem significativa, tendo como principal expoente os trabalhos de Ausubel, a qual, defende que a aprendizagem é significativa quando o novo conhecimento apresentado de uma forma lógica interage com o conhecimento que o aprendiz já sabe, ou seja, com a estrutura cognitiva do indivíduo, sendo assim assimilado e contribuindo para dar um significado para o novo conhecimento.

Os pesquisadores sugerem que para organizar o conhecimento prévio do aluno deve se utilizar do *software* MaterialDouradoRA, também já destacado aqui, cuja intenção é fazer com que o aluno perceber a forma, os principais tipos de peças e como eles podem ser utilizados para compor um número. “O *software* MaterialDouradoRA servirá como um organizador prévio para consolidar e gerar e diferenciação progressiva visando detalhar os conhecimentos prévios” (SOUZA, LEMOS E CARVALHO, 2013, p. 42).

Figura 12: Software TabuadaRA efetuando a operação $9 \times 7 = 63$



Fonte: Souza, Lemos e Carvalho (2013, p.44)

Silvestre, Silva e Ramos (2013) apresentam em seu trabalho a proposta de virtualização do Material Dourado apoiando-se na justificativa de que um jogo virtual além de motivar o usuário pela simplicidade de acesso e facilidade de uso, é uma fonte de economia, não sendo necessário um material físico para cada aluno. Sendo assim, o jogo Material Dourado Selva é destinado para alunos do ensino fundamental com faixa etária de 11 a 13 anos de idade, com o objetivo de trabalhar as operações matemáticas fundamentais (adição, subtração, multiplicação e divisão) e conceitos de agrupamento e desagrupamento utilizando o material concreto já mencionado.

O jogo foi desenvolvido em *Flash* utilizando a linguagem de programação *actionScript*⁹ 3.0. Com *layout*¹⁰ criado a partir de vetores livres encontrados no *freepik*¹¹, depois de concluído, com auxílio do aplicativo *Google Swiffy*¹², permitiu-se a conversão da linguagem original em *JavaScript*¹³ e HTML 5¹⁴, para que assim pudesse ser hospedado em um *website* e facilitasse seu acesso.

⁹ Linguagem de programação dos ambientes de tempo de execução *Adobe Flash Player*[®]. Oferece um modelo de programação robusto que parece familiar aos desenvolvedores com um conhecimento básico de programação orientada a objetos.

¹⁰ Expressão inglesa que serve para designar o plano que será utilizado para desenvolver um conteúdo na internet (blog, páginas, sites, etc), que engloba toda a estética do projeto final.

¹¹ Agregador de conteúdo *online* que reúne milhares de arquivos disponíveis para *download* gratuito de vetores e imagens nos mais variados formatos de arquivo (ai, eps, svg, psd, etc.).

¹² Ferramenta da Google Inc.[®] que permite reutilizar animações desenvolvidas no formato Flash, convertendo-as em HTML 5.

¹³ Linguagem de programação interpretada desenvolvida como parte dos navegadores *web* para que códigos possam ser executados no lado do cliente sem a necessidade desse código passar pelo servidor.

¹⁴ É a quinta versão da linguagem HTML (*Hypertext Markup Language*) que é responsável pela estruturação e apresentação de conteúdo para a *World Wide Web*, sendo uma tecnologia de considerável importância na atual conjuntura da Internet.

A fim de verificar a efetiva contribuição do jogo desenvolvido no aprendizado, os autores realizaram uma pesquisa qualitativa e experimental com os alunos do Programa de Educação em Tempo Integral de uma escola estadual da região. Nessa avaliação participou também a professora coordenadora da turma, onde a mesma avaliou a usabilidade e a forma de abordar os conteúdos pelo jogo virtual.

Figura 13: Tela inicial do Material Dourado Selva



Fonte: Silvestre, Silva e Ramos (2013, p.5)

Portanto, mesmo com essas realidades e pesquisas encontradas na área que destacam considerável preocupação por esse tema no ensino de Matemática, nosso trabalho apresenta a proposta de um jogo educacional que vem oportunizar uma interface homem-máquina mais convidativa e de interação facilitada pela presença de um mascote, que irá auxiliar o aluno em sua experiência com o jogo.

Vale destacar que a implantação desse recurso no jogo já era um objetivo inicial idealizado por nosso trabalho, mesmo antes de tomar conhecimento e analisar a pesquisa de Freitas (2004). Sendo assim, coincidentemente, concretizamos uma melhoria e continuidade do trabalho de pesquisa do autor supracitado, destacando assim a importância do nosso projeto de pesquisa.

Não apenas a identificação dos trabalhos, mas no presente tópico, tentamos situar o leitor no que se refere às atuais pesquisas na área que envolvem o uso do material dourado numa perspectiva digital, onde os autores de cada pesquisa ou trabalho analisado, tentaram, de alguma forma, contribuir para facilitar ou dinamizar o ensino de Matemática no que diz respeito às operações fundamentais matemáticas. Não apenas nesse aspecto, mas cada trabalho analisado serviu de uma considerável importância para a construção da presente pesquisa, visto que nos

situou na área temática escolhida para o projeto, nos denotando e apresentando importantes teóricos, além de abordagens práticas e conceituais que fundamentam nosso trabalho.

Apresentamos na próxima seção, uma discussão sobre as teorias e seus principais pesquisadores da área temática que vamos desenvolver nosso trabalho, as quais contribuíram para fundamentar nossa pesquisa. De acordo com Mello (2006, p. 86), “a fundamentação teórica deve servir de base para a análise e interpretação dos dados coletados na fase de elaboração do trabalho final. Dessa forma, os dados apresentados devem ser interpretados à luz das teorias existentes”. Iremos fazer essa relação logo mais no capítulo que versa sobre os resultados da presente pesquisa.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse tópico apresentamos o arcabouço teórico que fundamenta a presente pesquisa. Vale salientar que o referencial teórico tem como principal objetivo o desenvolvimento das ideias com base em estudos e pesquisas já elaboradas na comunidade acadêmica, buscando assim oferecer fundamento ao estudo em desenvolvimento, bem como elucidar quais são os teóricos e pesquisadores que já discorreram sobre o assunto.

Dentro do modelo de proposta metodológica proposto por Romberg (1992), o presente capítulo ainda configura-se como resultado da etapa 3, bem como o capítulo anterior. Assim como discorrido anteriormente, uma pesquisa acadêmica necessita ser fundamentada e melhor organizada dentro do contexto científico já produzido. É necessário que o pesquisador procure subsídios teóricos que “sustentem” a sua pesquisa e forneça base teórica para fundamentar as suas ideias e intenções com tal pesquisa.

Sendo assim, procuramos introduzir com uma discussão sobre a importância do domínio da matemática pelos seres humanos, já que o bom uso dessa ciência permite ao homem consideráveis avanços, tanto no que tange à construção pessoal do indivíduo, como no seu envolvimento social. Ainda procuramos trazer à tona a importância do uso das tecnologias digitais e, em especial, os jogos educacionais, no contexto escolar, já que existe uma grande discussão sobre seus benefícios incorporados ao ensino. Como nossa pesquisa base é a virtualização do material dourado, discutimos ainda o uso de materiais manipulativos no ensino de matemática e sua importância, destacando os de maior presença no contexto da Educação Matemática, bem como suas principais características, dando enfoque mais preciso ao Material Dourado.

3.1. A Importância da Apropriação Matemática para a Formação do Indivíduo

Vários estudos e pesquisas na área da Matemática vem concretizando essa área do saber como de suma importância para a sociedade dos nossos dias. Sempre houve um real interesse e estímulo do homem em tentar “decifrar” o que “rege” o mundo e de formalizar tal descoberta.

O homem sempre buscou viver em harmonia com a natureza e de extrair da mesma o maior conteúdo possível que o favorecesse e lhe trouxesse mantimento e conforto. A natureza

está repleta de códigos e regras matemáticas e um dos grandes feitos do homem foi entender as leis matemáticas que o circuncidava: as cheias do Rio Nilo, favorecendo a agricultura; o cálculo de áreas de plantio para estipular quantias na produção de mantimento; a relação de quantidades com símbolos (números) para contabilizar e ter o controle da pecuária, entre outros (D'AMBRÓSIO, 2011).

Sendo assim, a matemática se tornou de importância vital para o desenvolvimento da sociedade. Seu conhecimento tem proporcionado valiosas oportunidades para o homem que o detém. Porém, muitas pessoas ainda têm deixado de lado a apropriação desse conhecimento e sua procura em agregar mais saber matemático tem ficado aquém do que poderia ser. Pesquisas na área tem denotado que a maioria da população tem avançado nas séries escolares sem realmente saber o conhecimento necessário para aquela etapa do ensino. Isso se deve, muito das vezes, ao modo confuso e desconexo que a matemática tem sido abordada nas escolas.

Segundo Fraga (1988, p. 67), o modo que a Matemática vem sendo abordado nas escolas, “segue a dinâmica de que a criança aprende Matemática através de exercícios individuais e de explicações apresentadas pelo professor”. Essa prática tem contribuído para a formação de uma criança que apenas repete e memoriza uma série de operações sem compreendê-las e, mais preocupante, sem conseguir relacioná-las com as situações vivenciadas.

No entanto, a Matemática, o seu entender e sua aplicação no dia a dia, se tornaram em pontos fundamentais na construção diária do homem. Ter o conhecimento de matemática, no contexto atual da sociedade cada vez mais “robusta” tecnologicamente e complexa em vários aspectos, é uma necessidade imprescindível (GÓMEZ-GRANELL, 2003).

A cada momento vivenciamos a matemática em diversos setores: Ao acordar, quando olhamos o relógio para identificar a hora; ao se deslocar de casa para o trabalho, quando calculamos o tempo para chegarmos aos nossos compromissos; na rua, quando fazemos os cálculos mentais analisando a distância para atravessar a rua com a velocidade média dos carros; no trabalho, na escola, enfim, é bastante expressivo o número de situações correlacionadas com a Matemática.

Sabe-se que a Matemática do contexto atual é o resultado de uma longa e determinada evolução, a começar pelos povos primitivos, que em suas construções de diques visando o armazenamento de água e nas demarcações de áreas para a produção de alimentos, obtiveram suas primeiras experiências na área dos números, estendendo-se até às civilizações da antiguidade onde podemos citar os êxitos obtidos pelos egípcios, que utilizavam dos conhecimentos matemáticos para prever as cheias do Rio Nilo, favorecendo assim a agricultura, para ajudar na demarcação de áreas para o plantio, cálculo do número de pedras necessárias

para uma determinada construção, e complicados problemas de geometria destinados à agrimensura (WALL, 2014).

Dentre essas e mais outras conquistas obtidas através do estudo e domínio da Matemática é que a mesma se concretiza como uma das disciplinas de considerável importância para a vivência de qualquer pessoa. A grande contribuição da Matemática não é apenas a simples aritmética e manipulação de números, mas sim, o desenvolvimento do raciocínio e da lógica envolvida em todos os campos matemáticos, que acabam por influenciar no desenvolvimento mental do indivíduo (idem).

Percebemos e encontramos aplicações matemáticas em vários ambientes de nosso convívio, seja ele familiar, profissional ou na natureza. As obras arquitetônicas (pontes, viadutos, aquedutos, prédios, monumentos históricos, estádios de futebol, etc.) são importantes resultados dessas aplicações, sendo algumas delas, como o caso do estádio de futebol, plenamente fundamentadas na Matemática, desde a divisão do gramado em formas geométricas, até a estrutura elíptica exterior do campo (arquibancadas).

As aplicações matemáticas também estão presentes na vida profissional da sociedade, ou seja, no convívio laboral. Economistas, cientistas financeiros, estatísticos, pesquisadores, contadores, entre infinitos outros ramos profissionais, tem a Matemática como importante aliada. A efetividade e sucesso do trabalho de algumas profissões dependem massivamente do domínio da arte de combinar os números e da leitura de seus significados.

Análises estatísticas e cálculos de probabilidade são elementos essenciais para tomar decisões políticas, sociais ou econômicas e até mesmo pessoais (GÓMEZ-GRANELL, 2003, p.257).

Na natureza, podemos encontrar inúmeras aplicações matemáticas: a construção de colmeias, fundamentadas em uma das formas geométricas; a disposição de pétalas nas flores e números de espirais nas pinhas, seguindo criteriosamente números de Fibonacci; no mundo microscópico, os minerais que tendem a cristalizar, como flocos de neve e gelo, assumem estruturas geométricas de base hexagonal; o movimento dos planetas e corpos celestes seguem rotas imaginárias elípticas; a maioria dos planetas, satélites e estrelas assemelham-se com esferas, entre vários outros casos. (PAPPAS, 1998).

O universo (...) não pode ser compreendido a menos que primeiro aprendamos a linguagem no qual ele está escrito. Ele está escrito na linguagem matemática e os seus caracteres são o triângulo, o círculo e outras figuras geométricas, sem as quais é impossível compreender uma palavra que seja dele: sem estes, ficamos às escuras,

num labirinto escuro (GALILEI, 1626 *apud*. ARAÚJO & CHUQUIPOMA, 2013, p.01).

Diante da importância que a Matemática possui na vida do indivíduo e na construção da sociedade, de sua presença marcante na natureza e na sua aplicabilidade no que rodeia o ser social, percebemos que a noção de adotar um estilo de vida pautado na familiaridade com a matemática se torna bastante próxima para a sociedade atual, visto que a linguagem matemática pode e deve facilitar, de maneira considerável, alguns contextos ou vivências do homem.

Em nível formal, a linguagem matemática pode ser encarada como um sistema simbólico, com símbolos próprios que se relacionam seguindo uma lógica fundamentada em determinadas regras, onde tal conjunto simbólico deve ser entendido pela comunidade que o utiliza. Tal linguagem é

compreendida como organizadora de visão de mundo, e deve ser destacada com o enfoque de contextualização dos esquemas de seus padrões lógicos, em relação ao valor social e à sociabilidade, e entendida pelas intersecções que a aproximam da linguagem verbal. (GÓMEZ-GRANELL, 2003, p. 28).

Não é esse sentido que queremos dimensionar a linguagem matemática nesse contexto, mas sim como uma apropriação do conhecimento de maneira tal que nos permita visualizar e interpretar inúmeras situações do cotidiano, e nos favoreça o desenvolvimento de um olhar crítico e até mesmo sob a forma de inclusão social, analisando-o dentro de um contexto mais amplo e abrangente.

Sabemos que o cotidiano tem acarretado ao indivíduo o uso de ferramentas matemáticas, porém, muito das vezes, ele nem percebe e acaba utilizando-a de maneira despercebida. É de bastante relevância que a presença do conhecimento matemático seja notória, analisada e aplicada às inúmeras situações que circundam o mundo, visto que a apropriação de sua linguagem, no sentido em que está sendo abordado, desenvolve o raciocínio, garante uma forma de pensamento lógico, possibilita a criação e amadurecimento de ideias, fatores estes que estão intimamente ligados a sociedade e seu desenvolvimento (RODRIGUES, 2004).

Sendo assim, a escola, enquanto instituição formadora de indivíduos, e os educadores não devem ter como principal objetivo a transmissão das regras e formalizações matemáticas. É evidente que a sistematização do conhecimento é importante, mas a sua aplicabilidade em situações práticas merece fazer parte das metas de prioridade, assim como também apropriar o indivíduo de conhecimento crítico que o permita, posteriormente, fazer inferências e aplicações de tais regras e formalizações em experiências reais do seu viver social (CARRARER, 1988).

Se as pessoas, quando resolvem problemas da vida cotidiana, se comportam de maneira diferente de quando resolvem problemas escolares, é porque a natureza de ambos os tipos de problemas é radicalmente distinta. O conhecimento escolar requer a formação de um novo tipo de conhecimento, a aprendizagem de um método diferente de abordar os problemas (GÓMEZ-GRANELL, 1998, p. 26).

3.1.1. Matemática: importância e dificuldades para ensinar e aprender

Em 1989, três pesquisadores, Lapointe, Mead e Philips, fizeram um estudo comparativo entre alguns países do mundo ocidental e oriental, para analisar como estava sendo o nível de absorção e assimilação dos conceitos e aplicações matemáticas em alunos de treze anos. Os países analisados foram a Coreia, Espanha, EUA, Irlanda, Grã-Bretanha e Canadá (GÓMEZ-GRANELL, 1998).

O estudo comparativo foi feito a partir da realização de uma prova objetiva de matemática. Na análise dos resultados foi observado que 40 a 50% dos alunos não alcançaram o mínimo de conhecimento matemático necessário ao término da escolaridade obrigatória. Sendo assim, existe uma grande preocupação, principalmente nos países ocidentais, de que grande parcela da sociedade não obtém um nível de “alfabetização funcional” satisfatório para desenvolver-se e acompanhar o desenvolvimento da sociedade moderna no qual o indivíduo está inserido.

Segundo o Relatório de Monitoramento da Educação para Todos¹⁵, realizado em 2010 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), o Brasil tem uma taxa de reprovação escolar, no ensino fundamental, igual a 18,7%. Isso significa que um em cada cinco alunos é reprovado por ano. A média mundial é de 2,9% e na América Latina, 4,4%. Em 2011 a Organização Todos pela Educação realizou um estudo em cima dos dados da Prova Brasil do Ministério da Educação. Na matemática, 64% dos alunos não adquirem os conhecimentos apropriados a essa faixa de escolarização. Também ficou denunciado que esses alunos continuam avançando nas demais séries e, às vezes, se quer, resolvem situações matemáticas simples envolvendo as quatro operações.

Analisando esses dados, o professor Ocimar Alavarse¹⁶ comenta que isso é uma lástima no cenário educacional brasileiro, onde para mudar tal quadro seria necessária uma completa

¹⁵ Disponível em: <http://acervo.novaescola.org.br/formacao/repetencia-erro-se-repete-cada-ano-567983.shtml>. Acesso em 26 de Outubro de 2016.

¹⁶ Professor da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FeUSP).

mudança do ensino no Brasil e, caso não sejam alteradas as políticas educacionais no país, os resultados serão ainda piores nos próximos anos. Ainda segundo Alavarse, os alunos estão sendo “empurrados” para séries mais avançadas através de saberes desconexos, vazios e decorados.

Através desses dois estudos, podemos inferir na seguinte problemática: como é possível da matemática ser um dos conhecimentos mais valorizados e necessários para o indivíduo do mundo moderno, através das suas inúmeras aplicações no contexto social, econômico, profissional e também na vida cotidiana, e, ao mesmo tempo, ser um dos mais inacessíveis para a maior parte da população? Como admitir a matemática como uma matéria difícil de ensinar e de aprender, criando assim dois grupos no mundo educacional, os que sabem matemática e os que não sabem?

A Matemática possui um caráter de abstração muito maior que qualquer outra ciência. Seus teoremas e conceitos não se definem por indução, mas sim por dedução. Sua linguagem e problemáticas necessitam de um rigor bastante fundamentado e que possam ser provados. Sendo assim, a maioria das pessoas acha a matemática uma matéria “difícil e chata”, além de não sentirem segurança no momento de resolverem problemas simples envolvendo operações matemáticas básicas (GÓMEZ-GRANEL, 2003).

O conhecimento matemático é profundamente dependente de uma linguagem específica, de caráter formal, que difere muito das linguagens naturais. [...] A linguagem matemática envolve a “tradução” da linguagem natural para uma linguagem universal formalizada, permitindo a abstração do essencial das relações matemáticas envolvidas, bem como o aumento do rigor gerado pelo estrito significado dos termos. [...] esse nível de formalização da linguagem matemática possibilita a sua função principal, isto é, converter os conceitos matemáticos em objetos mais facilmente manipuláveis e calculáveis, possibilitando assim determinadas inferências que de outro modo seriam impossíveis (*idem*, p. 260-261).

A formalização da Matemática é um dos pontos contundentes na repulsa da maioria dos indivíduos em não ter interesse por essa área. Muitas das vezes o ensino matemático é abordado de maneira distante do usado no cotidiano do alunado, o qual, encarando-o dessa forma, sem aplicabilidade aparente em sua vida, não vê qualquer atratividade pelo seu estudo.

Partindo da premissa de que toda pessoa tem interesse e curiosidade relativamente à Matemática, pois ainda quando criança através das brincadeiras começa a compreender conceitos como, maior/menor, muito/pouco, mais/menos, entre outros, torna-se evidente que a escola ao desprezar essa motivação intrínseca dos alunos, contribui de alguma forma para o

desinteresse humano pela aprendizagem da Matemática enquanto conhecimento atrelado à vida cotidiana.

Vale salientar que não é a formalização ou o rigor matemático que afastam o interesse do indivíduo pelos estudos, e sim a maneira de como ele está sendo ensinado nas escolas, a forma em que os livros didáticos abordam os assuntos, muitas vezes trazendo exemplos desconexos, contextualizações distantes da realidade local, gerando assim um falso contexto.

No ensino de Matemática, a contextualização é um instrumento bastante útil, visto que estimula a criatividade, o espírito inventivo e a curiosidade do aluno. Porém é importante destacar que, não se deve fazer uso desse recurso de modo artificial, utilizando excessivamente a ideia restrita de contextos associados apenas ao cotidiano do aluno. Hoje o que se percebe é que muitos professores tentam idealizar problemáticas contextualizadas para tentar proporcionar ao aluno um aprendizado mais próximo do seu cotidiano, porém nem sempre isso acontece.

De acordo com Tufano (2001), contextualizar é o ato de inserir-se no contexto, ou seja, colocar alguém a par de alguma coisa ou condição. Ainda segundo o autor, pode-se entender também como uma espécie de argumentação ou uma forma de relacionar ideias. Sendo assim, contextualizar não é abolir a técnica e a compreensão, mas ultrapassar esses aspectos e entender fatores externos aos que normalmente são explicitados na escola de modo a que os conteúdos matemáticos possam ser compreendidos dentro do panorama histórico, social e cultural que o constituíram (FONSECA, 1995).

É nesse sentido que não se pode entender a contextualização como banalização do conteúdo das disciplinas, numa perspectiva de espontaneidade. A contextualização deve funcionar como recurso pedagógico para tornar a constituição de conhecimentos um processo permanente de formação de capacidades intelectuais superiores, fundamentando-se em capacidades que permitem transitar inteligentemente do mundo da experiência imediata e espontânea para o plano das abstrações.

Ainda nesse tocante, temos a educação escolar servindo aos princípios políticos, fadado apenas a obter resultados satisfatórios em provas, obter estatísticas, focado apenas em relatórios, números. Sendo assim, alunos são literalmente “empurrados” para as demais séries sem ao menos ter o conhecimento mínimo necessário para avançar de nível (RIBEIRO, 1993).

Porém tal realidade é ainda existente na educação brasileira, por uma série de conjunturas políticas e, principalmente, de gestão escolar, onde algumas escolas recebem incentivo financeiro ou maiores verbas dependendo do número de alunos matriculados e também do nível de aprovação escolar. Isso nem sempre reflete na qualidade do processo

ensino/aprendizagem da escola em questão, já que escolas que tem considerável evasão escolar possui geralmente grande número de reprovações, onde alunos reprovados procuram outras escolas para se matricularem.

Nesse sentido, o que deve impulsionar a instituição escola no cenário educacional da atualidade é a real consciência de que o professor, por meio de novas metodologias e com a utilização de outros recursos tecnológicos, tem que assumir uma postura de formador de cidadãos críticos que contribuam para uma sociedade melhor. Já os alunos devem ser dotados da capacidade de construir e desenvolver significativamente seu potencial cognitivo, dando assim continuidade ao desenvolvimento tecnológico da sociedade ao qual faz parte (PRETTO, 2010). Ainda sobre o papel da escola, Gómez-Granell (1998, p. 19) comenta que,

A escola é a instituição fundamentalmente encarregada de colocar os indivíduos mais jovens em contato com o conhecimento científico e ajuda-los a construir o tipo de discurso que lhe é próprio. [...] Na escola ocorre uma espécie de transposição didática, mediante a qual os conteúdos científicos se transformam e se tomam decisões sobre o que, como ou quando ensinar, em função das próprias finalidades como instituição que controla a transmissão e circulação do saber.

Portanto a escola se torna um importante espaço para a construção do conhecimento, bem como tem uma considerável importância na formação do indivíduo, tanto no seu caráter, como na formalização e organização do seu saber. Vale salientar que existem conteúdos matemáticos que são de expressiva relevância para a apropriação do ser social, de tal maneira que seu bom entendimento se concretiza em enormes benefícios para o desenvolvimento do indivíduo.

Assim como em todas as áreas do ensino, sistemático ou não, o entendimento dos conceitos fundamentais, ou da base, são de extrema importância para a compreensão dos demais, ou seja, dos conceitos posteriores ou mais complexos. E isso não é diferente com a Matemática, que tem como um dos seus pilares de sustentação a Aritmética.

A aritmética é o ramo mais elementar da matemática. É a parte da matemática que lida com cálculos como a adição, a subtração, a multiplicação e a divisão. Todos os outros ramos da matemática utilizam os princípios e as regras da aritmética. Com isso, quando os princípios básicos da aritmética não estão suficientemente consolidados, aparecem os problemas da matemática (LINS & GIMENEZ, 1996 *apud*. SANT'ANA & LAUDARES, 2015, p. 02).

Aritmética é a parte da Matemática que estuda as propriedades dos números e as operações que se possam realizar sobre esses números. O entendimento das operações aritméticas está intimamente relacionado com o processo da construção bem sucedida do

conceito de número. Trabalhar as relações entre números, principalmente com representações no nosso sistema de numeração é um importante passo em busca de um entendimento significativo destas operações e sua utilização na resolução de problemas.

Segundo Lins e Gimenez (1996), a educação aritmética ainda inclui representações e significações diversas, pontos de referências e núcleos, que ampliam a ideia simples do manipulativo (técnicas e algoritmos). Eles são importantes, mas precisam ser revestidos de significados que justifiquem o seu uso e torne esse uso adequado e racional.

Dessa maneira o ensino da aritmética deve proporcionar aos alunos o desenvolvimento de um sentido numérico através de um processo extenso em que se trabalhe o raciocínio figurativo e intuitivo (conservação de quantidades), pensamento relativo e absoluto (percepção de quantidade), raciocínio estruturado aditivo (mudança de estado, combinação) e pensamento proporcional (comparação em forma multiplicativa), de forma que todo esse trabalho dê ao aluno condições de produzir afirmações aritméticas com significados (GÓMEZ-GRANELL, 2003).

Sabe-se que realizar operações matemáticas é característica inerente ao ser humano. Uma criança intuitivamente realiza pequenas adições e subtrações e percebe a sua importância, evidentemente ainda sem uma sistematização. As operações aritméticas fundamentais são: adição, subtração, multiplicação e divisão.

A adição está ligada a situações que envolvem as ações de reunir, juntar ou acrescentar. No entanto, quando reunimos, concretamente, conjuntos de objetos, não estamos efetuando a operação matemática de adicionar; para tal, é necessário que deixemos de pensar nas coleções de objetos em si e passemos a considerar apenas a quantidade de objetos que estamos reunindo.

Já a subtração, em linhas gerais, se fundamenta no caminho inverso da adição. Podemos entender essa operação como sendo o ato de retirar, desaglomerar, diminuir uma certa quantidade de uma outra quantidade. Vale salientar que a subtração é válida apenas para objetos pertencentes a um mesmo grupo, ou seja, com a mesma tipologia.

Trazendo à tona agora a divisão, temos como princípio base uma operação que versa sobre a repartição igualitária de uma certa quantidade entre as partes envolvidas. A divisão é uma das operações mais enfatizadas e intuitivamente exploradas pelas crianças de nosso contexto social. Vale salientar que o seu algoritmo (método para realizar a operação) é mais complexa que os algoritmos da adição, subtração e da multiplicação, e por isso, muitas das vezes, é encarada como uma operação de difícil compreensão, porém, muito das vezes, é apenas pela conjuntura que é apresentada.

A Multiplicação que aprendemos na escola até os dias atuais, é simplesmente uma forma mais simplificada e rápida para resolver algoritmos onde o valor das parcelas é o mesmo. Porém essa operação avança muito mais que isso. Se, durante a formação dos atuais professores da educação básica não receberem bases sólidas que os ajudem a avançar nesses conceitos primitivos, que embora corretos sejam muito restritos, continuarão perpetuando ideias insuficientes do ponto de vista da alfabetização matemática.

Ainda sobre essa operação aritmética, a multiplicação ainda atua enquanto instrumento importante na resolução de problemas de contagem e também denota ideais de proporcionalidade que, entre vários exemplos, podemos citar: Quando dizemos que um abacaxi custa R\$ 1,10, temos uma relação entre duas variáveis, a quantidade de abacaxis e o preço. Se variar a quantidade de abacaxi, o preço total inevitavelmente irá variar de maneira proporcional. No nível mais simples, essa é a origem do raciocínio multiplicativo. Na prática, uma criança resolve problemas desse tipo a partir do ensino fundamental I e cabe à escola trabalhar com uma representação que ela consiga compreender e na qual possa enxergar esse conceito de proporção (TOLEDO, 1997, p. 135).

Dentro dessa perspectiva e dando um enfoque principal às operações de adição e subtração, visto que são as que farão parte do escopo do game a ser trabalhado, é bastante comum a opinião de que, primeiro, a criança deve aprender a contar e escrever os números para então, só depois, aprender as operações. Esta concepção só em parte é verdadeira. Pode-se observar que na própria maneira de representar os números está presente a adição, como, por exemplo, em 4328 que nada mais é do que 4 unidades de milhar, somado com 3 centenas e 2 dezenas e, por fim, 8 unidades, ou seja, $4328 = 4000 + 300 + 20 + 8$. Ainda reforçando esse mesmo raciocínio, podemos observar que o nome de um número, em geral, já traz embutida a ideia da adição, como temos em *Dezessete*, que significa *dez e sete*.

Não é verdade, portanto, que primeiro se aprendem os números para então, só depois, se aprender a somar. Estas ideias intuitivas (de juntar, reunir, acrescentar), que adquirimos na vida e levamos conosco para a escola, constituem o ponto de partida para o aprendizado da adição e que já estão presentes na própria noção de número e na construção do sistema de numeração decimal.

Segundo Kamii (1990), as crianças começam a formar o conceito de número através de experiências de contagem, combinações, comparações e conjuntos, os quais serão conceitos base para a compreensão das operações matemáticas fundamentais. Com a atividade de contagem de objetos, percebe-se que a criança aprende a individualizar e ordenar objetos, assim como também a correlacionar nomenclatura e quantidade.

Para o aprofundamento progressivo do estudo da adição e das demais operações é necessário que o aluno já tenha construído a noção de número e compreendido as regras básicas do sistema de numeração decimal. Sem esta compreensão fica mais difícil entender como funcionam os processos de cálculo que usamos habitualmente.

Torna-se ainda mais difícil a compreensão de tais conceitos, sem ter uma prévia visualização do que se está trabalhando ou manipulando. É muito mais fácil de assimilar aquilo que um usuário está visualizando ou que já possui algum conhecimento anterior, mesmo que vago, do que tentar apenas abstrair aquilo que se está querendo passar para um usuário, e muito mais ainda quando esse usuário é uma criança.

É de extrema importância valorizar a carga de conhecimento trazido pela criança para que assim, no mundo matemático, ele encontre algum sentido ou relação com o que já lhe é familiar. Muitas vezes a escola quer “aglutinar” as experiências e o saber que o aluno já tem, sem ao menos aproveitar ou fazer alguma relação com o que já lhe é próprio, ou seja, o saber comum. Sabe-se que é possível em um mesmo indivíduo se inter-relacionar formas de pensamento cotidiano e de pensamento formal ou científico, bastando apenas selecionar o que é mais viável para determinado contexto.

A matemática ensinada na escola deve considerar os dois tipos de conhecimento, sem supervalorizar um em detrimento do outro, já que para Pollitzer (1986), ambos são igualmente “racional”, e por algumas vezes o senso comum, por se basear em princípios que não possuem rigor, pode até aparentemente não apresentar lógica, mas sua qualidade está diretamente ligada ao quanto é útil para apoiar certas esferas do mundo real.

As crianças vivem num mundo “numeralizado”, onde vão se apropriando da linguagem Matemática que está presente nas suas brincadeiras cotidianas, nas cantigas e, no geral, em todas suas atividades. No entanto, é preciso a sistematização desse conhecimento, onde a atuação de uma instituição que venha a ajuda-los a se desenvolverem, ultrapassando o senso comum e adquirindo conhecimentos que podem ser usados em diferentes situações e épocas da vida, é estritamente necessário, para que então permita a continuidade do aprender por toda a vida (TANCREDI, 2004, p. 45).

Para Duhalde e Cuberes (1998) a educação matemática no contexto infantil pode ajudar a criança a organizar as intuições e noções matemáticas que ela encontra no seu cotidiano, proporcionando, dessa maneira, bases sólidas para conhecimentos futuros. Para Dante (1996) as situações e desafios propostos para a criança devem ser extraídos de sua realidade, de sua vivência comum. Ainda segundo o autor, existem duas razões, que considera de extrema importância para justificar a presença da educação matemática na Educação Infantil: primeiro,

a Matemática desenvolve na criança o raciocínio lógico, sua capacidade para pensar logicamente e resolver situações-problema e também estimula a criatividade; segundo, a Matemática é útil para a vida diária da criança, mesmo inconscientemente ela está em contato permanente com formas, grandezas, números, medidas, contagens e outros.

A razão de se defender que as crianças sejam alfabetizadas matematicamente está na complexidade das relações sociais regidas por signos que imprimem no sujeito a necessidade de medir, contar, calcular, jogar, localizar e explicar. Melhorar a qualidade do ensino da Matemática no início da formação das crianças é a garantia de se ter cidadãos com melhor perspectiva de vida e carreira profissional de futuro promissor (FREITAS, 2004).

Uma das formas que se pode contribuir para o sucesso nessa alfabetização matemática é trazer para a realidade do aluno aquilo que o mesmo se interessa, ou seja, fazer com que o aluno interaja com o que lhe é convidativo, de iminente uso. Dessa forma a utilização de tecnologias digitais vem sendo discutida como um instrumento capaz de contribuir positivamente para o processo educacional das crianças e, em especial, o aprendizado da Matemática. Tal fato, em suma, se deve por ser de uso corriqueiro do cotidiano das pessoas, favorecendo assim a maneabilidade no uso desses equipamentos, bem como o interesse em participar de momentos de interação com essa tecnologia. Percebemos que crianças do nosso convívio tem muito mais prática e afinidade com a tecnologia digital do que em outras épocas.

Nessa realidade, surge uma nova geração que se mostra diferente de todas as anteriores, especialmente, no modo como vive culturalmente e interage entre seus pares, incluindo assim a realidade na escola. Estas crianças distinguem-se pela grande familiaridade que têm com as tecnologias digitais e pela regularidade com que as utilizam em seu cotidiano.

Existe a tese defendida por alguns teóricos que devido a constante presença em ambientes fortemente tecnológicos durante o principal período de formação do caráter e desenvolvimento do raciocínio lógico-formal, as crianças que fazem parte dessa emergente geração se apropriaram de uma nova forma de aprender e, indo mais além, até de funcionar e operacionalizar o próprio cérebro (PRENSKY, 2001). Por isso, que há um considerável desafio para a atual educação, que versa desde o entendimento desse modo de aprendizado até a adaptação da realidade escolar de tal maneira que consiga inserir o aluno de maneira satisfatória.

3.2. O Uso da Tecnologia no Ambiente Escolar

O uso das novas tecnologias digitais no ensino tem sido objeto de estudo em várias áreas do conhecimento. Nas últimas décadas os avanços no uso desses instrumentos foram surpreendentes tendo em vista que os computadores ganharam altos índices de desempenho e com capacidade de armazenamento cada vez maior. Todos esses avanços nos mostram que o computador pode ser uma ferramenta de valor inestimável para o aprendizado, além de ter a funcionalidade de estimular e despertar a criatividade do alunado (CAVALCANTE, BONIZZIA & GOMES, 2009).

Na educação, as tecnologias da informação e da comunicação ampliam o campo das possibilidades da busca do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento das capacidades criativas dos próprios estudantes, os quais se tornam ativos e construtores de saberes, auxiliando-o na aprendizagem tanto nos níveis de ensino fundamental como também nos mais avançados (FANTINI, COSTA & MELO, 2011).

Tornar evidente a presença das tecnologias digitais nos processos de aprendizagem requer uma nova forma de estruturar e significar as palavras “conhecer”, “aprender” e “criar”. Segundo Lima e Capitão (2003), a necessidade de mudança de paradigma no sistema de ensino e aprendizagem implica em um novo olhar no processo de ensinar, dando ênfase à apresentação de conteúdos de leitura fácil, concisos e atrativos, recorrendo à interatividade através de imagens, vídeos, sons, etc.

Segundo Palhares, Silva e Rosa (2005, p.05) “A informação como matéria-prima das novas tecnologias, é parte integrante de toda atividade humana e todos os processos da existência individual ou coletiva são moldados pelos novos meios tecnológicos”. Dessa forma, a construção do conhecimento, que anteriormente estava centrada primordialmente na razão, passa por uma fase de reformulação, onde as tecnologias digitais têm favorecido novas interações e o surgimento de novas formas de aprender fundamentadas muito mais nos sentidos e emoções.

O que constitui conhecimento não é apenas uma simples associação entre objetos, mas a assimilação dos objetos aos esquemas do indivíduo. O conhecimento neste sentido não pode ser visto como uma simples cópia interior do sujeito sobre os objetos ou dos acontecimentos, mas como a construção ou transformação desses objetos e acontecimentos. O conhecimento se dá fundamentalmente no processo de interação, de comunicação (VILARES & SILVA, 2006, p. 280).

É neste contexto que surge a informática, como um elemento revolucionador capaz de se colocar de forma coerente no processo de construção do conhecimento e fazer com que a resolução de problemas, inclusive na matemática, propicie elevação de autoestima e do aprendizado (GRAVINA & SANTAROSA, 1998).

A incorporação da tecnologia ao processo educacional, torna possível a oportunidade de se implementar um novo paradigma pedagógico, onde a ferramenta tem potencial para produzir novas e ricas situações de aprendizagem contemplando alguns expressivos aspectos que merece destaque.

Conforme Cardoso (2003), com essa incorporação é possível fazer com que os aprendizes passem a atuar mais ativamente no seu processo de aprendizado, fazendo com que tomem uma postura de escritor e editor do seu próprio conhecimento, passando assim a ter uma maior autonomia no seu aprendizado, bem como ser um dos responsáveis por ele, além de desenvolver no aluno os processos meta-reflexivos indispensáveis ao surgimento da autonomia e do pensamento de análise e síntese, interferindo, portanto, nas relações de poder existentes nos lugares em que é adequadamente utilizada, já que o mesmo passará a ter uma postura muito mais crítica e reflexiva sobre seu cotidiano. O autor ainda ressalta que o uso do artefato digital contribui para o desenvolvimento de habilidades que condicionam a formalização de sistemas simbólicos de alto nível de sofisticação, se dando de maneira mais rápida e próxima da realidade do aluno.

Nesta perspectiva, o computador passa a ser um dos agentes fundamentais para o aumento do potencial cognitivo do alunado, não apenas sob o olhar de aquisição de conhecimentos (conteúdo), mas também do ponto de vista da construção de estruturas cognitivas (forma) mais abrangentes e solidificadas. De acordo com Papert (1993), é preciso ver as pessoas como construtores ativos de suas próprias estruturas intelectuais, construtores que buscam os modelos e metáforas que servem de material para sua obra na cultura que os rodeia. Os estágios de meta-reflexão, necessários para o desenvolvimento da consciência crítica, da autonomia, da capacidade de cooperação, do estabelecimento do diálogo, entre outros, são então incentivados pelo uso das novas tecnologias.

O aumento do potencial cognitivo como a construção e solidificação das estruturas cognitivas é possibilitado pela vasta gama de informações e complexidades que as novas tecnologias ocasionam. O uso desse aparato tecnológico como ferramenta auxiliar no processo educativo, pode servir como elemento de aprendizagem, gerando novos saberes e conhecimentos científicos, como também espaço de socialização para o alunado (PORTO, 2006).

Dentre muitas características peculiares às novas tecnologias digitais presentes como ferramenta auxiliar no processo educativo, cabem aqui ressaltar algumas vantagens significativas desta utilização no seio escolar tais como: rapidez, interatividade, hipertextualidade, realidade virtual, entre outros, que logo após, discutiremos brevemente sobre cada uma delas.

Quando ressaltamos a rapidez das tecnologias digitais, enfatizamos a velocidade em que as informações são disponibilizadas, bem como sua área de abrangência, que não tem fronteiras. Tal característica tem se concretizado como marca expressiva dessas tecnologias, e isso têm feito com que os jovens alunos tenham um comportamento intelectual e apego afetivo mais próximo das tecnologias. As múltiplas linguagens e as intencionalidades na resposta dos sentidos, tem despertado os alunos a uma dimensão lúdica que valoriza as suas habilidades. Tudo isso acontece de forma muito rápida, mas capaz de ser acompanhada pelos alunos, já que estes fazem parte de uma geração onde a velocidade atua de maneira predominante (OLIVEIRA & FISHER, 2007).

No quesito de interatividade, Gutiérrez Martín (2002 *apud*. PORTO, 2006) destaca que as novas mídias digitais são quase humanos, já que cada vez mais torna possível uma relação aproximada de comunicação participativa entre os indivíduos. Essa relação interativa com os meios permite ao usuário assumir o papel de sujeito ativo, ocasionando a exploração de novos caminhos, além de criar e experimentar novas possibilidades. Levando em consideração a realidade escolar ainda em defasagem com essas mídias, tais fatos ainda não são possíveis, visto que, geralmente, a escola tem preparado os alunos para lerem símbolos (palavras e frases) em textos escritos, sem a consideração de outras linguagens possíveis pelas mídias digitais. A educação ainda age em detrimento às exigências curriculares.

Uma característica de considerável importância ofertada pelas tecnologias digitais é a hipertextualidade, onde permite a ampliação das possibilidades de interatividade e intertextualidade, trazendo mais do que um emaranhado de textos que se interconectam através das mídias digitais. Em tese, esse princípio tem como base a não linearidade predefinida de uma determinada informação.

Essa característica multilinear cria um espaço para o exercício da autonomia, valorizando um processo de construção de sentido por meio das palavras, imagens, sons e outros símbolos, a partir das escolhas e intervenções que realiza sobre o ambiente (CORREIA DIAS, FONTINELES & MOURA, 2006). Isso faz com que o usuário tenha diferentes opções de escolha, atuando como um sujeito em busca da complexidade de caminhos que, na maioria das

vezes, não é usual dos processos escolares. Com essa particularidade, a educação possibilita ações de decisão ao estudante, sendo o responsável pela seleção e produção de informações.

Por fim, porém não menos importante, destacamos a realidade virtual como sendo uma potencialidade de bastante expressão das tecnologias digitais. De acordo com Lévy (2000), o virtual é o que existe em potência, e não em ato. Enquanto a realidade pressupõe uma presença tangível, o virtual é considerado como um passe de mágica misterioso, sendo apenas dois modos diferentes da realidade. A interação com as mídias digitais é uma atividade lúdica com amplo sentido, que permite construção e desenvolvimento de habilidades cognoscitivas, apesar dos sujeitos não terem consciência disso.

Segundo Quiroz e Tealdo (1996 *apud* PORTO, 2006) a realidade virtual serve para desenvolver a inteligência, e exercitar o pensamento simbólico, a assimilação e a acomodação. Através do contato com as novas tecnologias, as buscas por informações são transformadas, posteriormente, em valores e conceitos significativos ao seu universo. Dessa forma, o prazer na aprendizagem pode ser obtido com modernas tecnologias, pois estas respondem aos anseios imaginários dos estudantes e propiciam vivências criativas para o contexto deles, assim como nos primeiros anos escolares, a fantasia das histórias vividas/contadas despertavam o conhecimento informal do cotidiano.

Sendo assim, e tomando por base todos os pontos e características destacadas das tecnologias digitais, a escola deveria ser um dos primeiros espaços responsáveis pela socialização daquelas crianças que ali frequentam, introduzindo-as também no mundo complexo e tecnológico ao qual estão imersos. Desta forma, a instituição escolar deve fazer uso de uma vasta gama de recursos disponíveis, livros didáticos, aulas expositivas e, por vezes, extraclases, jogos educacionais, recursos tecnológicos, entre outros, com o sentido de aproveitar a carga de conhecimentos que o aluno já traz consigo, advinda do seu cotidiano, e aperfeiçoando tal conhecimento, no sentido de melhor aproveitar o aluno e seu aprendizado.

Freire (2000) explicita que os conhecimentos prévios desses indivíduos precisam ser respeitados e considerados, já que, segundo o mesmo, são saberes socialmente construídos e representam o olhar de mundo que a comunidade local possui e que, muitas vezes, traduzem, sorratamente, o chamado conhecimento científico.

A tecnologia, na sua melhor forma e por estar próxima ao cotidiano das pessoas, proporciona, tanto ao professor quanto ao aluno, acesso ilimitado a qualquer assunto e dinâmica, trazendo à tona conteúdos e referências das mais diversificadas áreas, durante o processo educacional, contribuindo assim para a socialização e construção do conhecimento dos atores envolvidos no processo educacional.

Segundo Takahashi (2000), educar em uma sociedade da informação significa investir na criação de competências suficientemente amplas, decidir questões fundamentadas no conhecimento e utilizar criativamente as novas mídias.

Prensky (2001) aponta o termo “nativos digitais” para aqueles indivíduos que cresceram imersos na era das tecnologias digitais sendo habituados ao pensamento não linear e efetuação de multitarefas, utilizando os meios digitais como principal forma de comunicação através de recursos digitais como, por exemplo, computadores, celulares, *tablets*. O autor destaca ainda a importância de entender e compreender as linguagens criadas por eles a partir do mundo digital em que vivem, pois eles estão acostumados com uma forma de comunicação baseada na rapidez e agilidade, de maneira tal à estarem conectados o tempo todo.

As crianças de hoje são diferentes! (...) Para a maioria delas, nunca houve um período das suas vidas em que os computadores, os vídeo-jogos, a Internet e as restantes maravilhas digitais, que cada vez mais definem o seu (e o nosso) mundo, não tenham estado à sua volta. A constante exposição aos media digitais mudou a maneira como estes Nativos Digitais processam, trabalham e utilizam a informação. Como consequência, os ND's comunicam de formas fundamentalmente diferentes de qualquer geração anterior. (JUKES & DOSAJ, 2006, p. 1)

Ainda sobre esse ponto Veen e Vrakking (2009) traz a discussão de que o atual perfil de aluno é um ser de considerável urgência na mudança de parâmetros culturais. Além disso, com o advento da internet os nativos digitais estão frequentemente inventando novas maneiras de desempenhar diferentes atividades e abandonando as antigas. Ainda segundo o autor os jovens de hoje estão conscientes das ferramentas e facilidades para aprendizagem disponíveis graças à internet sendo muitas destas de baixo custo ou mesmo gratuitas, porém é evidente que esses indivíduos só se empenham em áreas capazes de conquistar o seu interesse.

O indivíduo atento tem a capacidade de selecionar alguns acontecimentos em que estes podem ou não ficar registrados em sua memória, dependendo assim do fator perceptivo. Ao selecionar e conseguir “filtrá-lo” por perceber um conjunto de características do conteúdo selecionado e a partir daí relacioná-lo com algum conteúdo prévio armazenado em sua memória, o indivíduo passa pelo processo de aprendizagem (MOITA, RODRIGUES & SILVA, 2009).

De maneira lúdica e bem dinâmica, o aluno poderá ter a visualização de experimentos práticos através de recursos digitais oferecidos pelo uso do computador, o qual poderá ser feito tanto no ambiente escolar, quanto em sua própria residência. Sendo assim, a aprendizagem se dará de uma maneira mais eficaz, pois será apoiada e fundamentada sobre o pilar da curiosidade por parte do alunado, já que o mesmo tende a se sentir atraído pelas inovações tecnológicas,

desprendendo sempre maior atenção para o uso destas ferramentas, seja ela em qual temática for.

O ensino ministrado nas escolas deve acompanhar as tendências e o avanço da tecnologia. É corriqueiro perceber o interesse crescente dos jovens pela informática, jogos e internet, por exemplo, e a desmotivação pelas cadeiras escolares tradicionais. É por esta razão que a escola deve implantar em seu sistema pedagógico, novas didáticas como forma de estímulo para trazer de volta o estudante as suas cadeiras escolares, facilitando e tornando prazerosa a aprendizagem (CUNHA *et al.*, 2008, p. 02).

A nova geração aprende de forma descontínua, tem acesso à informação através de *links* e é capaz de realizar diversas pesquisas ao mesmo tempo, obtendo, então, várias versões e visões sobre um mesmo assunto (MOITA, 2007). Desta forma, continuar alimentando uma educação que não se atualiza nesse novo cenário afastará ainda mais os alunos que poderiam desenvolver capacidades cognitivas diversas e imprevisíveis.

As características de recursos visuais e de poder participar e construir colaborativamente o aprendizado em um ambiente informativo, dinâmico e modificável, aguçando a curiosidade do aluno de várias formas, incluindo a possibilidade de indagação e do levantamento de hipóteses, auxiliado pela mediação do mascote adotado, podem denotar em mais um entusiasmo para a aprendizagem do aluno, despertando assim o interesse e aguçando a curiosidade do mesmo, para buscar interagir com o conteúdo ali proposto.

Quanto mais curiosidade o aluno tiver por descobrir algo do recurso tecnológico usado, mais ficará atento ao conteúdo trabalhado percebendo assim as modificações do ambiente contribuindo, portanto, no seu processo de construção de conhecimentos.

3.3. Materiais Manipulativos no Ensino de Matemática

Em décadas anteriores, início do século XX, se tinha como verdade a premissa de que as crianças aprendiam apenas recebendo informações e possíveis orientações de um professor, que, na sua prática rotineira de sala de aula, explicava os conteúdos, ditava regras com prazo de início e término de idade, além de apresentar figuras decorativas. A criança passivamente ouvia, copiava, decorava dias e dias, porque a orientação do professor era que ela devia indiscutivelmente aprender. Um fato bem comum no interior das salas de aula surgia quando a criança não aprendia e não correspondia às expectativas do professor face às aulas dadas e ao

conteúdo ministrado. Sempre a culpa era atribuída à criança, considerando-a desatenta e irresponsável com sua aprendizagem.

Diante disso, a psicologia começa a indagar se realmente o processo de aprendizagem acontece unicamente dessa maneira, sendo apenas uma estrada de “mão-única”. Segundo Preece, Rogers e Sharp (2005), a psicologia se interessa primeiramente em compreender o comportamento humano e o processo mental que está sob ele, e para entender esse comportamento, os psicólogos tem adotado a noção de processamento da informação, ou seja, tudo que se vê, sente, toca, prova, cheira e faz é expresso em termos de processamento de informação.

Nesse sentido, Mayer (1981, *apud* BORUCHOVITCH, 1993) define formalmente psicologia cognitiva como a análise científica do processo mental humano e estruturas (construção) com o objetivo de entender o comportamento humano. E para Sternberg (2000), a psicologia cognitiva trata do modo como as pessoas percebem, aprendem, recordam e pensam sobre a informação. Vale ressaltar que, em hipótese alguma, esses estudos tenta anular outra teoria ou estudos que comprovem que seja possível o aprendizado da criança recebendo informações, treinando, técnicas de decorar, cumprindo regras e prazos, etc., mas sim apenas tenta esclarecer a compreensão daquilo que se aprende com vistas a melhor favorecer o aprendizado com compreensão.

Sendo assim, tais estudos pautaram-se na aprendizagem acontecendo também por meio do uso de objetos manipuláveis e atividades que são propostas à criança em contextos escolares ou não e que ajudam a aprender, demonstrando por meio de pesquisas que o pensamento e o aprendizado da criança desenvolvem-se ligados à observação, manipulação e à investigação do mundo. Sendo assim, quanto mais a criança explora o mundo, mais ela é capaz de relacionar fatos e ideias, sendo capaz de pensar e compreender (SANTOS, OLIVEIRA & OLIVEIRA, 2015).

Mas, seguindo esse entendimento, como seria essa manipulação? Será que existem alguns objetos que favorecem o aprendizado das crianças? Se existem, como se trabalhar com tais materiais e como designá-los? Como classificar e caracterizar um material como sendo manipulável ou não? Sendo assim, objetos manipuláveis são objetos reais que a criança é capaz de tocar, sentir, manipular e movimentar, representando, na maioria das vezes, uma ideia. Para muitos educadores, uma atividade bem conduzida deve passar pela manipulação, representação e simbolização, que seria o trampolim para atingir as abstrações, ou seja, representação mental de uma situação ou objeto previamente já conhecido (KAMII, 2010).

Não se pode afirmar que o concreto é sinônimo de fácil e o abstrato de difícil, mas sim que o concreto é tomado como o que se pode tocar. Atribui-se aos objetos manipuláveis a propriedade de tornar significativa uma situação de aprendizagem. Estudiosos e pesquisadores desse assunto, têm descoberto e redescoberto estratégias e proposições para viabilizar a estrutura do ensino de Matemática mais compreensível para os alunos, nos primeiros anos do Ensino Fundamental, destacando-se, dentre elas, o uso de materiais concretos como importante ferramenta pedagógica para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos, dentre eles podemos citar Andriola e Cavalcante (1999), Carraher et. al. (1995) e Gómez-Granell (2003).

Alguns teóricos da psicologia moderna como Maria Montessori, que tratam dos estudos da aprendizagem e estudiosos do campo da psicopedagogia clínica e institucional, têm fornecido elementos em uma análise racional para o uso de materiais concretos no desenvolvimento da criança.

Atualmente, já existem diversos materiais para manipulação do ensino e aprendizagem da matemática. Freitas (2004) afirma que estes materiais têm como característica principal o fato de oferecer suporte aos alunos para, a partir da manipulação, entenderem conceitos importantes. A potencialização do uso desses instrumentos depende única e exclusivamente da vontade e da capacidade de criação dos professores. Listamos, em seguida, os materiais de maior destaque e utilização no ambiente escolar do ensino de matemática.

3.3.1. Ábaco

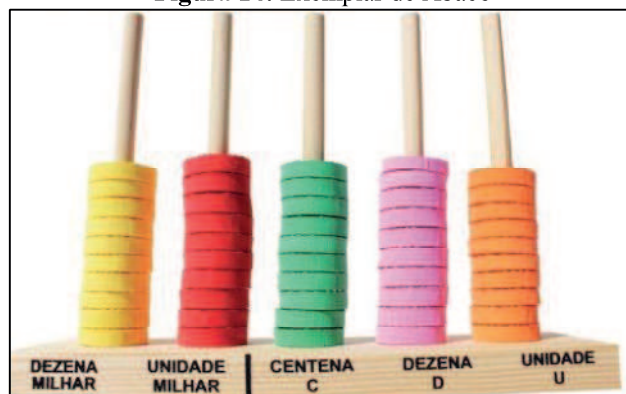
O ábaco é um instrumento usado para contar além de possibilitar a realização de operações de adição, subtração, divisão, multiplicação e raízes quadradas. Segundo Boyer (1996) não se sabe ao certo onde se deu o aparecimento do ábaco, porém existem fortes tendências que tal instrumento surgiu provavelmente na China, Arábia ou na Europa. Ele não é, literalmente, uma calculadora, porém é um excelente recurso para o ensino da matemática e, por tal motivo, tornou-se um importante instrumento para as civilizações antigas e que em alguns sistemas de numeração, como o romano, era praticamente impossível a realização de operações sem um deles por perto.

Existem diferentes tipos de ábacos, mas todos obedecem basicamente aos mesmos princípios: sobre uma base de madeira ou outro material consistente são fixadas algumas artes, nas quais devem ser colocados dez discos com que precisam correr livremente. Cada uma das

hastes representa uma ordem do sistema de numeração decimal. Considerando da direita para a esquerda, a 1ª haste representa a classe das unidades; a 2ª haste representa as dezenas; a 3ª, as centenas e assim por diante.

Cada haste do material equivale a uma posição do sistema de numeração decimal, sendo que a 1ª, da direita para a esquerda representa a unidade, e os imediatamente posteriores representam a dezena, centena, unidade de milhar e assim por diante. De acordo com a base 10 do sistema indo-arábico, cada vez que se agrupam 10 peças em uma haste, deve-se retirá-las e trocá-las por uma peça que deverá ser colocada na haste imediatamente à esquerda, representando uma unidade da ordem subsequente.

Figura 14: Exemplar de Ábaco



Fonte: http://images4.tcdn.com.br/img/img_prod/334771/81_1.jpg
Acesso em: 19 de julho de 2016

O professor se valendo dessa ferramenta, pode utilizá-la de diversas maneiras no ensino de operações aritméticas além de enfatizar os conceitos existentes no sistema de numeração decimal (ordens e classes), como também em outros conteúdos da Matemática. Como uma breve exemplificação do trabalho com o ábaco e o sistema de numeração decimal, podemos citar a ideia de valor posicional, ou seja, o mesmo algarismo pode representar valores diferentes dependendo da posição que ocupa no número. Por exemplo, o algarismo 1 representa, no número 10, uma dezena, já no número 100, representa uma centena, e isso pode ser facilmente compreendido com a utilização do ábaco, já que trabalha com a manipulação de objetos concretos, além de ser um objeto de fácil visualização do conceito.

3.3.2. Quadro Valor de Lugar (QVL)

O Quadro Valor de Lugar (QVL) é um dos materiais didáticos mais utilizados nas escolas brasileiras, por causa das suas características de simplicidade de manuseio e utilização tanto por professores como por alunos, como também é de fácil confecção onde, por um baixo custo, se tem o material pronto para o uso. Esse material também é conhecido por Cartaz Valor Lugar (cavalu) e, em nossa região geográfica, ele é normalmente confeccionado a partir de um papel cenário dobrado formando dobras horizontais e separações verticais que podem ser feitas com fitas.

Um ponto de destaque do QVL é sua versatilidade no trabalho com números e operações aritméticas, o que chama bastante a atenção dos professores ao tratarem dos assuntos referentes às operações aritméticas, na introdução dos conceitos de unidade, dezenas e centenas, no processo de contagem e na formação dos números.

Figura 15: Exemplo de um QVL confeccionado em cartolina



Fonte: <http://img.elo7.com.br/product/original/10A4B43/painel-de-q-v-l-criancas-l-criancas.jpg>

Acesso em: 20 de julho de 2016

3.3.3. Os Blocos Lógicos

Os blocos lógicos foram criados na década de 50 por Zoltan Dienes, matemático húngaro, cuja intenção inicial era de possibilitar o desenvolvimento de relações lógicas pelas crianças. Valendo-se do uso dessa ferramenta, os blocos podem contribuir para que crianças, desde a educação infantil, exercitem o pensamento lógico de acordo com as especificidades cognitivas de cada uma, variando pela faixa etária. Para isto, as atividades devem ser convenientemente escolhidas e adaptadas ao estado de desenvolvimento dessas crianças, e o

máximo cuidado deve ser tomado para que um verbalismo excessivo não dificulte o processo de formação de conceitos (DALTOÉ & STRELOW, sd).

Com os blocos lógicos é possível, por exemplo, ensinar operações básicas para a aprendizagem da Matemática, como a classificação, correspondência e seriação, que, no futuro, possivelmente venha a contribuir para facilitar a vida dos alunos no estudo dos números, operações, equações e outros conceitos. Vale salientar que a utilização desse material proporciona ainda aos alunos a ideia das primeiras operações lógicas, como correspondência e classificação.

Figura 16: Exemplar de Blocos Lógicos



Fonte: <http://www.estudokids.com.br/wp-content/uploads/2015/09/aprendendocomosblocoslogicos.jpg>
Acesso em: 22 de julho de 2016

Segundo Rodrigues (2004), a Geometria é uma área da Matemática que exige uma maneira específica de raciocinar, explorar e descobrir, fatores que desempenham importante papel na concepção de espaço pelos alunos. Ao iniciar tais conteúdos nas classes de educação infantil com os blocos lógicos, é possível trabalhar com tal público alguns exercícios de lógica e de raciocínio abstrato¹⁷.

O material é um jogo de blocos lógicos que contém 48 peças divididas em três cores (amarelo, azul e vermelho), quatro formas (círculo, quadrado, triângulo e retângulo), dois tamanhos, que trabalha com o atributo de grandeza (grande e pequeno), e duas espessuras (fino e grosso), como representado na figura abaixo.

¹⁷ Termo cunhado por Jean Piaget para definir a etapa do pensamento ou desenvolvimento cognitivo em que é possível apenas com as ideias e características que o objeto remete, a análise ou visualização do mesmo independentemente de sua presença concreta (ANDRIOLA & CAVALCANTE, 1999).

3.3.4. Jogos Diversos

O jogo é uma das atividades recreativas mais antigas já idealizadas pela civilização humana. No jogo é possível experimentar uma realidade diferente daquela vivenciada no cotidiano. Nela é possível transcender necessidades urgentes da vida e experimentar novas realidades. Segundo Piaget (1962), o papel dos jogos na formação do caráter do indivíduo constitui o polo extremo da assimilação da realidade intrínseca de cada um, tendo considerável relação com a imaginação criativa que será fonte de todo pensamento e raciocínio posterior.

Vale ressaltar também que o jogo contribui de forma enfática para a socialização e envolvimento do indivíduo com seus pares. Através dos jogos, o homem encontra um caminho possível para a interligação de interesses e diminuição de barreiras que possam surgir para a sua socialização e para o fortalecimento das relações humanas, como nas amizades e o companheirismo. A infância e adolescência do ser humano é uma época da existência pessoal em que afloram essas dificuldades e cabe à escola ajudar na socialização da criança.

É na idade escolar que as crianças sentem a necessidade de agrupar-se para a prática de diversas atividades, uma delas é o jogo. É também nessa fase que a dinâmica lúdica oferece oportunidade para a curiosidade, que, se bem trabalhada, pode ser de bastante valia para motivar os mais jovens na busca pelo aprendizado. Tarefas simples como a leitura e a escrita que parecem trabalhosas e desinteressantes tornam-se agradáveis e atrativas quando envolvidas por jogos.

Os jogos podem contribuir para um trabalho de formação de atitudes - enfrentar desafios, lançar-se à busca de soluções, desenvolvimento da crítica, da intuição, da criação de estratégias e da possibilidade de alterá-las quando o resultado não é satisfatório - necessárias para aprendizagem da Matemática (BRASIL 1998, p. 47).

Dessa forma e apoiados nos aspectos já elencados, é que se torna possível a utilização de vários tipos e instrumentos metodológicos para o uso de jogos no ensino, mais especificamente, na Matemática. São inúmeras as opções e tipologias de jogos existentes em nossa cultura que podemos utilizar com o cunho pedagógico. Pela finitude do trabalho e escopo de nossa pesquisa, vamos abordar apenas alguns jogos de tabuleiros, mais precisamente jogos de damas, xadrez, dominó e de cartas para exemplificar um pouco suas potencialidades.

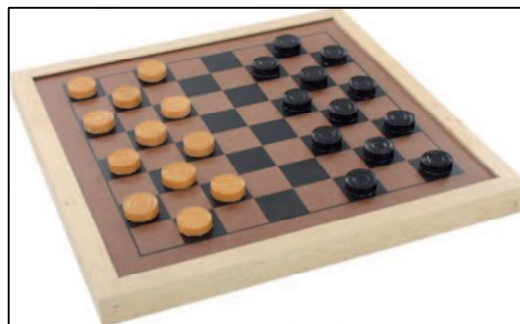
O Jogo de Damas traz desde de seu aprendizado grande parte dos benefícios listados acima concernente às atividades lúdicas, porém nota-se no estudo de sua complexidade diversos outros exercícios de ordem cognitiva, principalmente no que diz respeito à estratégia, concentração e raciocínio lógico. Numa partida, o jogador deve preparar o movimento de suas

peças imaginando imediatamente as possíveis respostas de seu oponente e reagir prontamente às escolhas alheias, exercitando a reversibilidade e a autonomia, já que terá que tomar importantes decisões, muitas das vezes sob pressão e em intervalos curtos de tempo, para obter êxito no jogo.

O jogo será conteúdo assumido com a finalidade de desenvolver habilidades de resolução de problemas, possibilitando ao aluno a oportunidade de criar planos de ação para alcançar determinados objetivos, executar jogadas de acordo com este plano e avaliar sua eficácia nos resultados obtidos. Desta forma, o jogo aproxima-se da matemática via desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, e ainda, permite trabalhar os conteúdos culturais inerentes ao próprio jogo (MOURA, 1991 *apud*. CABRAL, 2006, p. 15).

Ao buscar a melhor combinação de lances, a criança aprende a pensar no problema de forma geral, desenvolvendo assim a capacidade de analisar os diferentes pontos possíveis para se estar jogando, bem como a encontrar o melhor caminho para sua atenção. É uma realidade comum saber que uma das grandes dificuldades na resolução de problemas matemáticos estabelece-se na incapacidade de entender e analisar sua proposta. Com a utilização dos jogos, os alunos podem desenvolver melhor a sua forma de interpretação bem como o raciocínio lógico e gestão estratégica, contribuindo assim para melhores êxitos nos problemas cotidianos e atividades escolares (BAKTHIN, 1997).

Figura 17: Jogo de Damas convencional



Fonte: https://www.lojavirtualphysicus.com.br/content/images/thumbs/0001606_jogo-de-dama-e-trilha-em-madeira.jpeg.

Acesso em: 05 de Fevereiro de 2017

Outro jogo que é bastante explorado no ensino de Matemática é o Dominó, um jogo clássico em que basicamente se processa pela combinação de valores descritos na face das peças, onde cada peça contém uma face contendo dois valores. O intuito é correlacionar tais valores de forma agradável e satisfatória.

Tomando proveito dessa base do dominó, professores tem utilizado esse jogo como um importante aliado na demonstração de propriedades e resultados de operações básicas da matemática como, por exemplo, as operações fundamentais, potenciação, frações, múltiplos e divisores comuns, etc.

Figura 18: Jogo de Dominó convencional



Fonte:

<http://www.catalogodachina.com.br/media/catalog/product/cache/1/image/caac3ccf42dae72585033a568acc14f9/p/e/pequeno-dominio-de-osso.jpg>

Acesso em: 05 de Fevereiro de 2017.

Figura 19: Jogo de Dominó adaptado para o ensino de frações



Fonte: <http://www.casadaeducacao.com.br/octopus/design/images/34/products/o/1-Domino-fracoes.jpg>

Acesso em: 05 de Fevereiro de 2017

Através desse jogo, o professor pode se valer das regras do jogo para trabalhar o desenvolvimento de técnicas e propriedades envolvidas nas operações matemáticas e assim fazer com que o aluno perceba, de maneira muito mais lúdica e dinâmica, os conceitos intrínsecos nessas operações (BRITO & FARIA, 2016).

Por causa de sua natureza lúdica e desafios que versam no campo da estratégia e limitações de jogadas do oponente, dentre todos os jogos, o xadrez tem certo prestígio no mundo por ser um esporte voltado para o desenvolvimento de algumas funções do cérebro tais como o raciocínio lógico, a concentração e a atenção (REZENDE, 2005).

Sobre o aspecto do raciocínio lógico, no jogo de xadrez, a criança passa a ter contato com diversos exercícios que lhe são propostos, nos quais ela deve buscar a melhor combinação dos lances a serem realizados, tendo a sua disposição inúmeras possibilidades. Isto resultará em um ganho, podendo ser material (peças) ou posicional (deixando com uma posição que reverterá para a vitória).

Uma questão ainda mais interessante diz respeito à abstração necessária para se obter êxito no xadrez. Assim como nos trabalhos e atividades matemáticas é necessário um nível de abstração desenvolvido, no xadrez tal característica também é necessária para o aluno. Essa abstração, nada mais é que o desenvolvimento da capacidade de visualizar as ideias mentalmente, antes de passá-las a um plano material. Não obstante pode-se afirmar que a verdadeira partida de xadrez desenvolve-se na mente do jogador.

Figura 20: Jogo de Xadrez convencional



Fonte: <http://www.mestredasdicas.com.br/wp-content/uploads/2012/04/jogar-xadrez-2.jpg>
Acesso em: 05 de Fevereiro de 2017

Quando uma criança está jogando, ela deve sempre verificar qual o melhor lance a ser realizado naquela posição. Isto contribui para o desenvolvimento da habilidade de observação, de reflexão, de análise e de síntese. O cálculo é uma ferramenta indispensável no xadrez e na matemática, ainda que sozinho não leve a uma solução. Ele deve ser acompanhado de valorações que lhe indiquem o caminho a ser seguido. O cálculo no xadrez é a capacidade de visualizar as suas jogadas e as do adversário, construindo uma árvore mental de possibilidades (OLIVEIRA, 2006).

Quando se desenvolve um trabalho contínuo com o xadrez em sala de aula não basta, no entanto, que o aluno saiba solucionar o problema, analisando apenas uma parte do tabuleiro, mas sim que ele seja capaz de ver o tabuleiro como um todo, sabendo que as peças não devem ser vistas isoladamente, mas sim, que fazem parte de um contexto geral, onde uma depende da outra para se atingir o objetivo final do jogo, o xeque-mate. Esta característica evidencia um aperfeiçoamento da compreensão e da solução de problemas pela análise do contexto.

No geral, o jogo de xadrez pode vir a enriquecer não só o nível cultural do indivíduo mas também várias outras capacidades como melhorar a agilidade no pensamento, a segurança na tomada de decisões, o aprendizado na vitória e na derrota, entre outros.

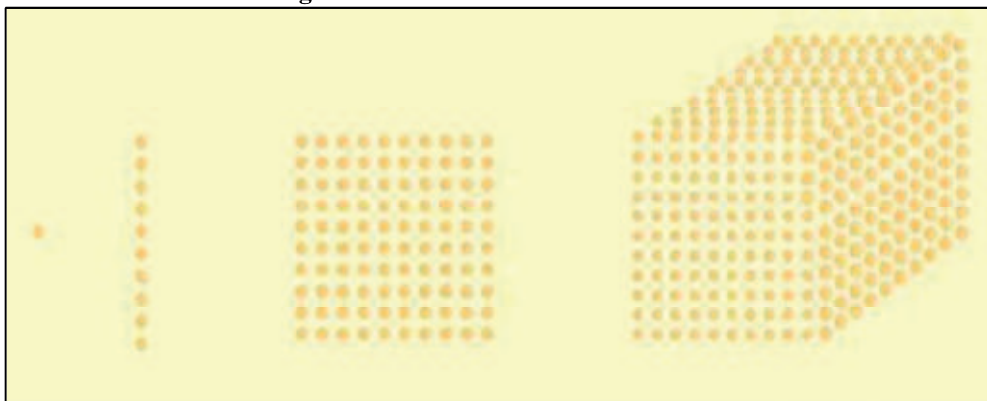
Sendo assim, é de ressaltar aqui que existem vários outros jogos capazes de melhorar o desempenho escolar das crianças e aqui listamos apenas alguns que nos chamaram a atenção pelo destaque considerável na educação matemática. Vale salientar que para um melhor resultado e um aproveitamento de todo o potencial que estes jogos oferecem para o estudo da matemática é preciso que o educador saiba direcionar a sua prática para tal finalidade e que tenha dedicação para poder realizá-la da forma mais proveitosa e abrangente possível. Basta somente que o educador se prepare, dedicando-se muito para trabalhar com jogos em sala de aula.

3.4. Material Dourado

O Material Dourado é um dos muitos materiais idealizados pela médica e educadora italiana Maria Montessori para o trabalho com Matemática. Sua idealização teve como base ideológica primordial a educação sensorial da criança, a qual pode ser trabalhada com os seguintes objetivos: desenvolver na criança a habilidade de ser mais independente e confiar em si mesma, além de exercitar a concentração, coordenação, a ordem e os sentidos da criança; gerar e desenvolver experiências concretas estruturadas para conduzir, gradualmente, a abstrações cada vez maiores; e também promover a percepção na criança, de perceber os possíveis erros cometidos em uma determinada ação com o próprio material (FREITAS, 2004).

A princípio, o Material Dourado era conhecido como “Material das Contas Douradas” e sua forma era a seguinte:

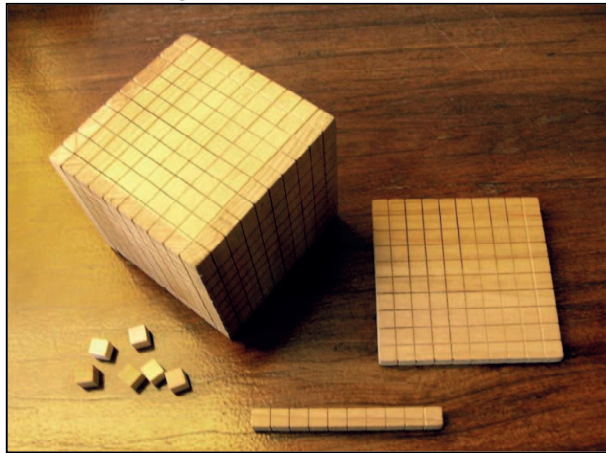
Figura 21: Material das Contas Douradas



Fonte: Santos, Oliveira e Oliveira (2015, p.317)

Embora esse material permitisse que as próprias crianças manipulassem o material e possibilitasse a composição das dezenas e centenas, a imprecisão das medidas dos quadrados e cubos se constituía num problema ao serem realizadas atividades com números decimais e raiz quadrada, entre outras aplicações possíveis para o material de contas. Foi por isso que Lubienska de Lenval, um aluno e seguidor das ideias de Montessori, fez uma modificação no material inicial e o construiu em madeira na forma em que se encontra atualmente (SANTOS, OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2015).

Figura 22: Material Dourado



Fonte: Freitas (2004, p.64)

O Material Dourado Montessori é, então, constituído por cubinhos, barras, placas e cubão. Essa nomenclatura é muito mais propícia do que unidade, dezena, centena e unidade de milhar, devido a outras aplicações onde os elementos teriam classificação diferenciada. O cubão é formado por 10 placas, que a placa é formada por 10 barras e a barra é formada por 10 cubinhos. Tendo uma ideia mais ampla do Material Dourado, pode-se observar que:

- 1 cubinho representa 1 unidade;
- 1 barra equivale a 10 cubinhos (1 dezena ou 10 unidades);
- 1 placa equivale a 10 barras ou 100 cubinhos (1 centena, 10 dezenas ou 100 unidades);
- 1 cubo equivale a 10 placas 1000 ou 100 barras ou 1000 cubinhos (1 unidade de milhar, 10 centenas, 100 dezenas ou 1000 unidades).

Figura 23: Representação das unidades de valor do Material Dourado

Fonte: Santos, Oliveira e Oliveira (2015, p.318)

3.4.1. Um pouco de História

Maria Montessori nasceu na Itália, em 1870, e morreu em 1952. Formou-se em medicina, e nos anos iniciais deste século dedicou-se à educação de crianças excepcionais das escolas de Roma. Maria Montessori passou a analisar os métodos de ensino da época e a propor mudanças compatíveis com sua filosofia de educação, a qual, em linhas gerais, tem por objetivo a educação da vontade e da atenção, com a qual a criança tem liberdade de escolher o material a ser utilizado, além de proporcionar o trabalho cooperativo entre os alunos.

Segundo a pedagoga, a criança tem necessidade de mover-se com liberdade dentro de certos limites, desenvolvendo sua criatividade no enfrentamento pessoal com experiências e materiais. Ela acreditava que o ambiente de aprendizagem era tão importante quanto a aprendizagem, pensamento que fazia com que suas escolas fossem lugares calmos, em ordem, com utensílios sob medidas para as crianças (FREITAS, 2004).

São alguns de seus princípios a aceitação do “ser” como “Pessoa Humana” – respeito ao educando, aceitação das diferenças individuais (físicas, ambientais, intelectuais e emocionais), deixando o educando livre para que, através de experiências e vivências diárias, ele possa se auto educar e autodisciplinar.

O nome material dourado está relacionado às contas de plástico transparente na cor dourada que deu origem a este recurso pedagógico. Hoje, o material é de madeira, apresentado em quatro tipos: cubo, placa, barra e cubinho, porém temos outras alternativas para sua montagem como EVA (borracha), de papel cartona ou cartolina e/ou com papel quadriculado (GOLDANI & CHEMALE, 2011), tendo essas a deficiência de não contar com a visualização 3D do cubão, que ajuda muito no entendimento da aglomeração de 10 placas.

3.4.2. Material Dourado e o seu uso no ensino de matemática

O Material Dourado Montessori destina-se a atividades que auxiliam o ensino e a aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional e dos métodos para efetuar as operações fundamentais, ou seja, os algoritmos. Através de sua utilização é possível ter uma imagem concreta das relações numéricas. Obtém-se, além da compreensão dos algoritmos, um notável desenvolvimento do raciocínio do aluno.

Com o uso do material dourado em uma abordagem pedagógica e lúdica na aprendizagem Matemática, as relações abstratas passam a tomar caminho para uma compreensão concreta, facilitando, assim, a aprendizagem das operações de adição com trocas e a subtração com agrupamento. Atualmente, sua utilização vem evoluindo bastante, abrangendo outras áreas da Matemática como o estudo de frações, conceituação e cálculo de áreas e volumes, raiz quadrada e potenciação, além de muitas outras atividades criativas.

Uma das características essenciais dessa tecnologia é a versatilidade, já que, além do sistema de numeração decimal, favorece a construção de inúmeros conceitos e operações matemáticas, como: adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação, perímetros, áreas, volumes e números racionais, dentre estes, a porcentagem (BUKOWITZ, 2008, p. 21).

O Material Dourado, na aprendizagem Matemática, no que concerne à aprendizagem de numeração, pode ser também utilizado para desenvolver a criatividade, a motricidade e o raciocínio lógico-matemático, assim como o desenvolvimento da autonomia, isto é, tornar a criança segura, criativa, independente, capaz de resolver problemas e de ser um sujeito ativo no processo ensinoaprendizagem.

O uso do Material Dourado pode resultar em uma aprendizagem mais facilitada e agradável para os alunos, visto que o processo de absorção de conhecimentos se baseia na prática, além da visualização dos conceitos envolvidos e da manipulação do objeto, que representa nada mais que os conceitos envolvidos.

Com o Material Dourado a situação é outra: as relações numéricas abstratas passam a ter uma imagem concreta, facilitando a compreensão. Obtém-se, então, além da compreensão dos algoritmos, um notável desenvolvimento do raciocínio e um aprendizado bem mais agradável (FREITAS, 2004, p. 17).

O ensino de Matemática, nessa perspectiva, não pode ser baseado em uma transmissão de conteúdos acabados. É preciso compreender que a matemática se constitui em ações

exercidas sobre coisas. Ações essas que são interiorizadas e não executadas materialmente, que têm denominação de operações.

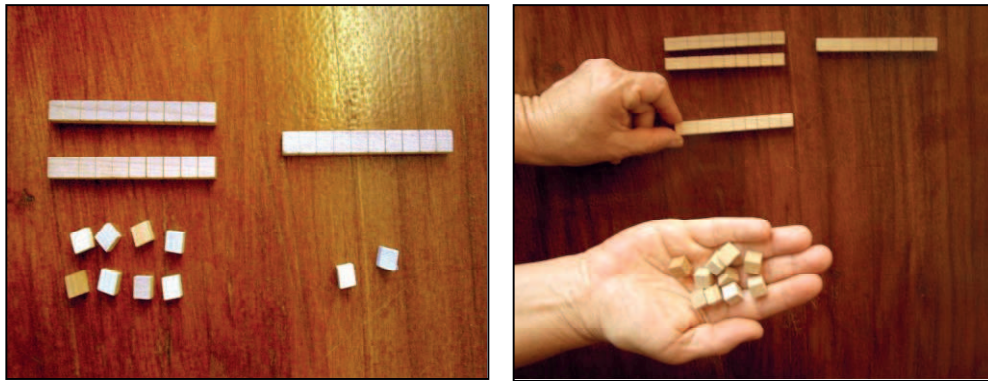
Realizar operações matemáticas com o Material Dourado torna os processos mais fáceis de serem entendidos e aceitos, já que se tratam de atividades práticas e visuais. O aluno pode se apropriar do conhecimento manipulando e verificando todas as fases dos vários processos de construção, resultando assim em uma maneira de assimilar, criticar e criar novas formas de organizar o seu pensamento, o que ajuda no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático. Sabe-se que são várias as possibilidades de realizar operações com este recurso, porém todas elas pressupõem o entendimento anterior das representações e das regras de agrupamentos e desagrupamentos.

No caso das adições e subtrações, o que há de mais substancial a ressaltar é a facilidade do entendimento dessas operações com reservas. O trabalho deve ser iniciado com subtrações simples, sem reservas, isto é, com números cuja junção de suas unidades seja inferior a 10, ou que a junção das dezenas seja inferior a 100, e assim por diante.

Nas adições e subtrações com reservas, a criança entrará em contato, de forma mais aprofundada, com o princípio da “troca”, noção subjacente às normas do sistema de numeração decimal. Propondo, por exemplo, a adição de 28 com 12, com o uso do material dourado para a compreensão da troca, o aluno pode ter a noção clara da troca das unidades separadas 8 e 2, por uma única barra que representa os dois numerais somados, ou seja, $8 + 2 = 10$, simbolizando o que os professores erroneamente ensinam e chamam de “vai um”. Essa nomenclatura deve estar bastante enfatizada e carregada de sentido para o aluno, no que diz respeito ao valor posicional desse número. Não apenas simbolizar que “vai um” mas sim que esse valor representa uma nova quantidade que está sendo agregada ao valor já existente na classe mais a esquerda que se está trabalhando.

Na atual conjuntura do ensino, percebe-se que, na maioria das vezes as crianças têm “dominado” os algoritmos para resolução de certos problemas a partir de treinos mecanizados e cansativos, mas sem conseguir compreender o que realmente estão fazendo. Com a utilização do Material Dourado, o alunado tem a oportunidade de melhor entender e visualizar os conceitos e mecânicas envolvidas nesses algoritmos passados pelos professores, além de colocar em desuso a expressão errônea do “vai um”.

Figura 24: Adição $28 + 12$ com o uso do Material Dourado



Fonte: Freitas (2004, p.67)

3.5. O Construcionismo e a Educação Matemática

O Construcionismo é uma teoria da aprendizagem desenvolvida pelo matemático Seymour Papert, que se baseia, fortemente, na teoria epistemológica desenvolvida por Jean Piaget, a qual procura explicar o que é conhecimento e como ele é desenvolvido pelas pessoas em diferentes momentos de suas vidas. Para Piaget (1975) o ensino baseava-se na proposta de problemas que proporcionavam na criança oportunidades dela aprender a aprender, pois, ainda segundo pesquisas desse autor, as crianças não aprendem a pensar, as crianças pensam, e quando pensam desenvolvem mecanismos mais avançados de pensamento. Para ele, o que realmente importa para a criança é construir sempre seu próprio material oportunizando consideravelmente, nesse sentido, as experiências realizadas pela criança.

Sendo assim e pensando nessa concepção da criança desenvolver por si só o seu potencial cognitivo de maneira tal que seja aprazível aprender, Papert (1985) propõe que educar consiste em criar situações, problemas ou oportunidades para que os aprendizes se engajem em atividades que desenvolvam este processo construtivo. Nesse sentido, educar é viabilizar condições para que os alunos construam significativamente, não se resumindo apenas à essa construção.

O Construcionismo postula que o aprendizado ocorre especialmente quando o aprendiz está engajado em construir um produto de significado pessoal que possa ser mostrado ou divulgado a outras pessoas como, por exemplo, um poema, uma maquete ou um *website*. Portanto, ao conceito de que se aprende melhor fazendo, o Construcionismo acrescenta:

aprende-se melhor ainda quando envolve sentimento no que se está fazendo, pensa sobre tal processo ou produto, e dialoga sobre o que se constrói. Valente (1993, p. 40) afirma que Papert usou o termo construcionismo para “mostrar um outro nível de construção do conhecimento: a construção do conhecimento que acontece quando o aluno elabora um objeto de seu interesse, como uma obra de arte, um relato de experiência ou um programa de computador”.

A partir da observação de alunos, em uma disciplina de Artes, bastante envolvidos no desenvolvimento e construção de esculturas tendo por matéria prima pedra-sabão, Papert começou a se questionar o porquê das aulas de Matemática serem tão diferentes e distantes dessas. Nessa observação, os alunos se dispunham a realizar tal atividade, persistiam com esse objetivo durante várias semanas, podiam experimentar, tentar novas ideias, desistir das antigas, analisar e compartilhar os trabalhos com os colegas, observar a reação do grupo a respeito de sua produção, enfim, esse envolvimento assemelhava-se bastante ao de um matemático quando estava à desenvolver problemas de sua área (PAPERT; HAREL, 1991).

Assim, influenciado pelos trabalhos que realizou em Genebra, ao lado de Piaget, e pelos conceitos da Inteligência Artificial que floresciam no MIT¹⁸, Papert iniciou ao desenvolvimento da linguagem de programação LOGO¹⁹, a qual possibilita ao aprendiz usar a Matemática como material base para criar figuras, animações, jogos e simulações no computador, entre outras coisas. Seu objetivo era utilizar as mídias emergentes de sua época, década de 80, como uma ferramenta capaz de viabilizar o desenvolvimento da aprendizagem. O computador torna-se, então, viabilizadora de ambientes de aprendizagem, no qual as ideias construcionistas podem ser amplamente exploradas (MALTEMPI, 2005).

Valente (1993, p.12) explica que “segundo esta modalidade, o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, a aprendizagem ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por meio do computador”. Fica explícito que, nessa metodologia de utilização do computador, o aluno será o sujeito promotor de uma ação, ou seja: seu lugar deixa de ser o de mero espectador e passa a ser o de agente ativo de sua aprendizagem.

Na minha perspectiva é a criança que deve programar o computador e, ao fazê-lo, ela adquire um sentimento de domínio sobre um dos mais modernos e poderosos equipamentos tecnológicos e estabelece um contato íntimo com algumas das ideias mais profundas da ciência, da matemática e da arte de construir modelos intelectuais. (PAPERT, 1986, p.17).

¹⁸ *Massachusetts Institute of Technology.*

¹⁹ Linguagem de programação idealizada por Papert, sobre a qual vários ideais construcionistas foram desenvolvidos e podem ser amplamente exploradas. Para mais detalhes, ver Papert (1985).

Na proposta construcionista, ao utilizar o computador, o aluno visualiza suas construções mentais relacionando o concreto e o abstrato por meio de um processo interativo e dinâmico favorecendo a construção do conhecimento. Um dos princípios da teoria de Papert é a criação de ambientes ativos de aprendizagem que permitam ao aluno testar suas ideias, teorias ou hipóteses (PAPERT, 1986). Sua percepção sobre a Informática foi a de que era uma ferramenta possível para criar condições de mudanças significativas no desenvolvimento intelectual dos sujeitos.

O computador desperta, na maioria dos alunos a motivação que pode ser o primeiro “triumfo” do educador para resgatar a criança que não vai bem na sala de aula. Ele funciona como um instrumento que permite uma interação aluno-objeto, aluno-aluno e aluno-professor, baseada nos desafios e trocas de experiências. Dessa forma, dois tipos de construção ocorrem, e mutuamente se reforçam, pois, o aprendiz ao construir um produto no mundo está, simultaneamente, construindo conhecimento em sua cabeça e este novo conhecimento o possibilita a construir produtos mais sofisticados, que o levam a novos conhecimentos, e assim por diante (PAPERT, 1993).

O ideal de utilização do computador pessoal como ferramenta de aprendizagem e de trabalho para a sala de aula é defendido fortemente pela proposta construcionista. Segundo Papert (2008), nessa utilização os alunos conseguem atingir uma autonomia intelectual satisfatória, sendo os principais protagonistas da sua própria aprendizagem. Um dos fatores que condicionam tal situação é que as novas tecnologias têm proporcionado uma verdadeira mudança de hábitos e de conduta na comunicação e nas relações sociais, resultando num processo de reconstrução social e cultural, no qual a heterogeneidade, inclusão, globalização, subjetividade, complexidade, materialismo e inovação favorecem um momento de troca e transformação de conceitos, com a participação efetiva do indivíduo (SANTOS, sd).

As inovações pedagógicas implicam em práticas pedagógicas que visem mudanças qualitativas de posturas e atitudes tradicionais. A escola deve refletir sobre o aprendizado construído no âmbito das atividades desenvolvidas por ela, de maneira tal que venha a desenvolver um aluno protagonista da aprendizagem e o professor cada vez mais como “ator coadjuvante”. Fino (2008, p.2) defende que “O professor provoca o máximo de aprendizagem com um mínimo de ensino pressupõe a criação de contextos ricos em nutrientes cognitivos”, desenvolvendo a autonomia do aluno em aprender de diversas maneiras. No aspecto construcionista de aprendizagem e no contexto de inovação tecnológica e pedagógica, o foco é o aluno onde a aceleração das mudanças é necessária e têm consequências pessoais. Assim a

proposta do Construcionismo possibilita nova concepção de escola, e primordialmente, de aprendizagem.

[...] a escola deve desenvolver-se e orientar-se com a capacidade de fornecer condições necessárias para que o aprendente venha a criar e, a partir daí, extrair uma educação do espírito experimental e um ensino das ciências físicas que insista mais sobre a pesquisa e a descoberta do que sobre a mera repetição (PAPERT, 2008, p.47)

Trazendo para o enfoque da Matemática estudada nas escolas do Ensino Fundamental, percebe-se que tal disciplina está centrada na reprodução e memorização das técnicas de forma teórica, não utilizando, na maioria dos casos, instrumentos pedagógicos como auxílio no entendimento inicial de conceitos matemáticos, sejam eles tecnológicos ou materiais manipulativos. O problema que esse não entendimento inicial de alguns conceitos matemáticos primordiais, é que a criança que não recebeu esses incentivos pode ter uma maior dificuldade em sua inserção na educação formal, criando, dessa feita, classes heterogêneas na sala de aula, com alunos de bastante disparidade intelectual. Faz-se necessário, portanto, que o educador proporcione atividades que contemplem todos os grupos de alunos, afim de que o desenvolvimento do saber aconteça de forma mais democraticamente possível, e todas as crianças alcancem o sucesso no ensino proposto.

Segundo Piaget (1975), a criança começa a se desenvolver a partir de seu nascimento, definindo a educação como uma relação de duas mãos: de um lado o indivíduo em crescimento, e do outro, valores sociais, intelectuais e morais que o educador está incumbido de apresentar nesse indivíduo. Para que o educador tenha mais sucesso em alcançar seu objetivo, é extremamente importante considerar o conhecimento prévio das crianças. Essa regra se aplica a todas as disciplinas e, principalmente, ao ensino de matemática, tão importante para a vida cotidiana de todos os indivíduos.

Vale ressaltar que esse caminho foi adotado também inicialmente pela médica e educadora italiana Montessori ao perceber que, no ensino tradicional, as crianças executavam as operações matemáticas pelo exaustivo treino, sem entender, muitas das vezes, seus fundamentos, e que havia muitas crianças que nem esse patamar alcançavam, já que lhes faltavam conhecimentos prévios necessários. Esse foi um dos principais motivadores que a italiana se utilizou para a idealização e construção de materiais pedagógicos visando auxiliar o ensino e a aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional e dos métodos para efetuar as operações fundamentais (SANTOS, sd).

Para Kamii (2010), quando a matemática é ensinada, como se o adulto fosse a única fonte válida do conhecimento, mesmo sem ser essa a real intenção, é que, para a criança, apenas o adulto é dotado do saber. A mensagem entendida pela criança é que sua aprendizagem depende sempre da autoridade de um adulto. Como resultado dessa imposição, elas podem não desenvolver satisfatoriamente o conhecimento necessário de conceitos básicos da matemática, como, por exemplo, número ou sistema de posicionamento decimal, além de comprometer a autonomia e/ou a confiança em sua habilidade matemática.

O entendimento e a prática de que o aluno aprende mais e melhor quando produz o conhecimento no sentido do enfoque tradicional, perpassou o contexto escolar por considerável período de tempo. Porém, Papert (2008), seguindo a linha de estudos e filosofia do Construtivismo, defende o posicionamento onde o aluno constrói seu próprio conhecimento sem desconsiderar o aspecto instrucional, ressaltando a importância dos instrumentos para facilitar essa construção, que é exatamente a manipulação de materiais, de objetos, instrumentos, tecnológicos ou não, ou seja, colocando a “mão na massa”. Vale salientar que essa construção se daria essencialmente, no aspecto mental, evidenciando que a aprendizagem se inicia mentalmente e de maneira pessoal. Segundo o autor, o que construímos nada mais é do que a materialização do nosso pensamento, e não o inverso. Sendo assim, Fino (2008, pag.3) reforça essa ideia, explicitando que,

[...] as práticas pedagógicas ocorrem onde se reúnem pessoas, das quais algumas têm o propósito de aprender alguma coisa e, outras, o propósito de facilitar ou mediar nessa aprendizagem. Ou quando todas têm o mesmíssimo propósito de aprender alguma coisa em conjunto.

Papert e Montessori, mesmo tratando de instrumentos tecnológicos bastante diferentes, mencionam e enfatizam, em seus estudos, o quanto é importante que a criança tenha autonomia para construir o seu conhecimento, principalmente quando enfatiza o saber matemático. Segundo as pesquisas e estudos dos mesmos, elas têm necessidade de executar e mover-se com liberdade, embora supervisionadas, para que desenvolvam sua criatividade vivenciando experiências pessoais e utilizando materiais para a construção do saber. Kamii (2010) enfatiza que a construção do conhecimento pela criança não implica só na invenção de um novo método para alcançar as metas tradicionais, mas na autonomia como finalidade do ensino e aprendizagem estimulando a busca de novos conceitos para se atingir o sucesso educacional.

Sendo assim, as tecnologias permitem um processo de busca do conhecimento através da experimentação de novas abordagens metodológicas e, conciliado com o enfoque

pedagógico acarretado pelo uso do Material Dourado no ensino de Matemática, pode se tornar em uma oportunidade para as crianças experimentarem a excitação de se empenharem em perseguir os conhecimentos que realmente desejam obter, além de ser valorizado o conhecimento prévio de cada aluno destacando assim uma nova ferramenta que propiciará, à escola e ao aluno, o aprendizado através de diferentes faces.

Desta forma, a escola está inerente e sujeita às mudanças trazidas pelo novo contexto histórico-social, visto que não há mais como manter-se distante da tecnologia educacional para revelar ainda mais a falta de interesse dos alunos pelo currículo imposto, bem como, ausência de interação, já elucidado e discutido em tópicos anteriores. Contudo, a proposta do Construcionismo defendida por Papert, é possibilitar uma nova concepção de escola, novos paradigmas educacionais visando a megamudança²⁰ na postura dos professores, na relação professor-aluno e especialmente, de aprendizagem.

3.6. Jogos Educacionais

O jogo digital é um instrumento de diversão e entretenimento de bastante expressão dentro do contexto social da atualidade. Vale salientar que inicialmente, tais jogos eram destinados ao público-alvo da parcela dos mais jovens, porém sua influência foi de tamanha consideração que não se detém mais em apenas uma parcela específica de pessoas, mas sim engloba todas as gerações. Para concretizar essa realidade basta tão somente perceber o avanço do número dos empreendimentos voltados para esse cenário virtual na comunidade; o quanto eles cresceram nessas últimas décadas e como tem sido marcante o interesse das pessoas por tais instrumentos.

Para Lèvy (1993) esses elementos tecnológicos são de tamanha expressividade para os alunos e para a escola, na medida em que o seu uso atrelado à educação possibilita uma transformação da tecnologia cognitiva, onde quanto mais a era da informatização avança, certas funções vão sendo eliminadas, abrindo espaço assim para o surgimento de novas habilidades que acabam por transformar tais tecnologias cognitivas. Para ele, as tecnologias da inteligência

²⁰ Termo cunhado por Papert (1985) para definir a mudança comportamental do contexto escolar com a inserção das novas tecnologias. Vale salientar que esse uso não se refere ao uso acrítico da tecnologia pela sociedade, não só na educação, mas em suas necessidades como um todo.

reorganizam, de uma forma ou de outra, a visão de mundo de seus próprios usuários e modificam seus reflexos mentais.

Com as cores, as imagens, os movimentos, e dentre muitos outros fundamentos e aspectos lúdicos que os jogos apresentam, o fascínio e contentamento por parte dos jovens se constituem numa importante realidade para seu uso na Educação. Essa interface cada vez mais dinâmica faz com que os jovens invistam consideráveis espaços de tempo com sua atenção capturada. Conforme Moita (2009) explicita, tudo isso converge para um currículo resultante de atividades de constante produção e reprodução, de montagem e remontagem de saberes que vislumbram a integração e a construção de conhecimento no cenário escolar. Dessa maneira, ele pode ter um aprendizado de conceitos, conteúdos e habilidades embutidos nos jogos mais facilitados, pois, o contato com o jogo estimula a auto-aprendizagem e a descoberta, além de despertar a curiosidade (SILVEIRA 1999).

O ato de jogar se concretiza em um meio de realização pessoal que possibilita a expressão de sentimentos e emoção, além de auxiliar o jogador na construção do conhecimento acerca do jogo e do raciocínio. Stahl (2002) explicita que os jogos educativos digitais se usados de forma efetiva, desempenham um papel importante para o desenvolvimento do aluno. Ele é uma atividade de aprendizagem inovadora nas quais as características do ensino apoiado em computador e as estratégias de jogo são integradas para atingir um objetivo educacional específico que no caso será definido na construção e idealização inicial do jogo.

Os jogos se encaixam perfeitamente no perfil educacional, pois é uma tecnologia onde a interação do indivíduo proporciona a possibilidade de alterar suas estruturas cognitivas, o que acarreta em uma forma inovadora de se pensar e refletir (ALVES, 2007). Além disso, com os jogos é possível educar e ensinar diversas abordagens e conteúdos empíricos, além de trabalhar e estimular os sentidos humanos e desenvolver suas capacidades cognitivas (GREENFIELD 1988, 1986).

As habilidades sensório-motoras, como a coordenação viso-motora, são a base para estágios posteriores do desenvolvimento cognitivo e, mesmo se não houvesse tal possibilidade, estas habilidades são importantes em si, na vida diária, e podem ser úteis em muitas ocupações. Além do que, [...] jogos requerem muito mais do que coordenação viso-motora, porque eles incorporam outras complexidades (PIAGET, 1983, p. 37).

O jogo traz uma experiência única e consistente para o jogador e se concretiza em um currículo extraescolar, onde é possível se adquirirem conhecimentos e competências de uma maneira lúdica e prazerosa. Também a forma de avaliar muda a sua estrutura, dando lugar,

agora, para o aprendizado no desenrolar do jogo, visto que a maioria dos jogos se utilizam de experiências e habilidades adquiridas em níveis inferiores, para que o jogador possa utilizá-las mais à frente, concretizando-se num aprendizado implícito (MOITA, 2007).

A imprevisibilidade e a sensação de surpresa tornam o jogador cada vez mais atraído pelo game. Embasados no acerto e no erro, o jovem tem a possibilidade de experimentar suas hipóteses e de ver, claramente, o resultado de suas decisões. Segundo Moita (*ibidem*), os jogos proporcionam a condição de simulação e assimilação de múltiplos saberes e se fundamentam na atividade individual e/ou coletiva que se adquire ao adentrar o universo lúdico.

É dentro dessa concepção que vejo o contexto dos jogos eletrônicos, um espaço fecundo de significação, onde os jovens jogadores interagem potencializando e virtualizando conhecimentos, a invenção e, logo, a aprendizagem. Um espaço virtual, mas real, que pode indicar a capacidade de os jovens jogadores reinventarem – construir pela vivência de novos saberes, ressignificando suas práticas (*idem*).

Para Grandó (1995), o jogo como recurso educacional atrelado ao ensino de Matemática, pode funcionar como um importante instrumento para o resgate do prazer em aprender, porém é necessário que os objetivos pedagógicos estejam bem definidos e que ele represente uma atividade desafiadora e motivadora para o aluno, podendo ser usado para introduzir e amadurecer conteúdos, preparar o aluno para aprofundar os itens já trabalhados e, inclusive, para diagnosticar as dificuldades. Segundo ela, o emprego de jogos na Matemática, por ser uma atividade lúdica, une o desejo e o interesse do jogador, envolvendo a competição e o desafio, que o motivam a conhecer seus limites e suas possibilidades de superação na busca da vitória.

Quando o jogo começa a desafiar o aluno no sentido de tentar solucionar o problema imposto, ocorre o processo de criação e construção de respostas e conceitos, trazendo assim para o usuário uma situação-problema, algo que vai requerer dele reflexão na questão para assim solucionar o seu problema e, conseqüentemente, poder avançar no jogo. Nessa perspectiva, para os usuários, o artefato eletrônico proporciona estímulo e interatividade, que são condições indispensáveis para prender a atenção nas suas imagens-sons-narrativas que podem ser de origem visual, sonora ou podem envolver todo o corpo. Moran (2000 *apud* Oliveira & Fisher, 2007) ressalta que o uso de tal artefato na educação pode proporcionar processos de comunicação mais participativos, tornando a relação professor-aluno mais aberta e interativa.

[...] os jogos propiciam o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração. Sua utilização se fundamenta numa alternativa clara de ajuda ao ensino escolar. O lúdico influencia no desenvolvimento da inteligência do aluno, estimula sua capacidade de discernimento e em suas relações cognitivas. As atividades dos jogos digitais possuem a característica de ensinar enquanto diverte (VIGOTSKY, 1983 *apud* SILVA *et. al.* 2010).

Com essas diversas possibilidades de interação as tecnologias da informação e comunicação, principalmente os jogos, têm ampliado as possibilidades pedagógicas e modificado a forma de construir o saber, porém, isso não significa que a informática resolverá todos os problemas na educação, mas Dall’asta (2004) defende que poderá oferecer uma grande melhoria se aplicada de maneira proveitosa, com qualidade pedagógica, métodos adequados e conteúdo coerente. Para que esses conteúdos sejam aplicados corretamente, e com uma mensagem eficiente, recursos como interação, animações, e as representações visuais devem ser desenvolvidas levando em consideração o desenvolvimento cognitivo do usuário.

Gee (2009, p.4) destaca algumas características e pontos de atenuação sobre os jogos, que os fazem de bastante importância para o cenário educacional, principalmente no desenvolvimento cognitivo do aluno. São alguns deles:

- **Riscos:** os jogos têm a possibilidade de reduzir consideravelmente as consequências das falhas dos jogadores, no sentido de que sempre é possível poder retroceder ao último estado do jogo anteriormente “salvo” (último *check-point*). Isso faz com que os usuários estejam sempre pré-dispostos à experimentação, encorajados a correr riscos, explorar novos mundos, tentar novas ideias, de maneira tal à não se preocuparem tanto com o fracasso. Na verdade, o erro é encarado como uma possibilidade positiva, onde se adquire experiências para um melhor êxito em situações posteriores.
- **Customização:** a possibilidade de um mesmo problema ou dificuldade ser resolvido de diferentes maneiras, é um grande atrativo dos jogos. Os diferentes atributos ou perfis de jogabilidade assumidos por cada jogador, determina o seu comportamento durante o jogo e, conseqüentemente, várias maneiras são possíveis para se resolver uma mesma situação. Isso pode fazer com que o professor avalie o aluno de diversas maneiras, desprendendo-se um pouco das maneiras tradicionais de avaliação. Cada aluno tem sua forma própria de construir o conhecimento e emprega-lo de maneira particular na execução de determinada tarefa. Essa

aplicabilidade, sua escolha e desenvoltura na execução devem ser consideradas na resolução de um determinado caso.

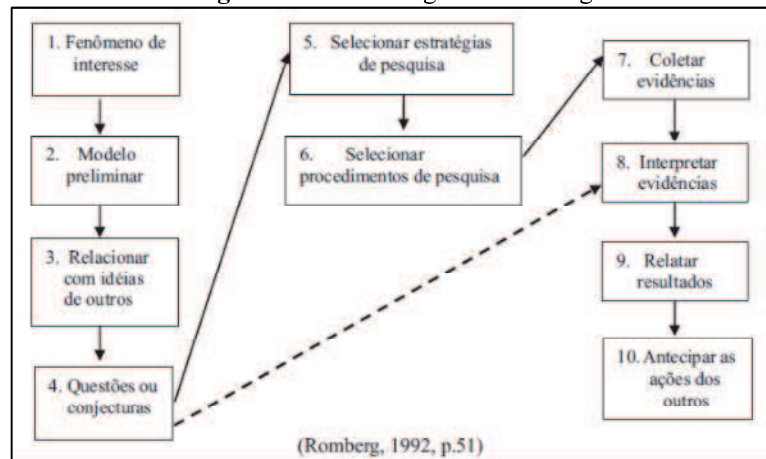
- **Ordenamento dos Problemas:** os problemas enfrentados pelos jogadores estão ordenados de maneira a que os anteriores sejam bem construídos ocasionando a formulação de hipóteses para permitir o êxito nos posteriores de maior complexidade. Estudos comprovam (ELMAN, 1991) que a maneira em que os problemas são organizados no espaço faz diferença para o êxito do aluno. Quando os mesmos são deixados livres para experimentar um determinado espaço com problemas complexos, eles tendem a alcançar soluções criativas. Sendo assim, o bom ordenamento e sequenciação na apresentação dos problemas, guia a formação cognitiva do aluno na acomodação dos níveis de complexidade adquiridos em cada etapa, concretizando assim em uma gradação de etapas de aprendizado.
- **Uso das linguagens de acordo com as necessidades:** a maioria das pessoas encontram certa dificuldade em trabalhar com grande quantidade de palavras fora de um contexto específico. Tal dificuldade é encarada como ponto determinante da não eficiência ou do sucesso não tão satisfatório dos livros didáticos. Os jogos, por outro lado, apresentam as informações (verbais ou textuais) de maneira objetiva e no momento adequado, ou seja, quando mais os jogadores necessitam delas, ou o jogo já apresenta ou então pode ser consultada com facilidade, sem maiores complicações. Essa característica do jogo trabalha bem as capacidades cognitivas do jogador, de maneira tal à aproveitar ao máximo suas qualidades e envolvimento no jogo, não apresentando informações desnecessárias para o jogador sem que o mesmo necessite ou que faça requisição de tal necessidade.
- **Ferramentas auxiliares que contribuem para o sucesso:** os jogos possuem ferramentas ou personagens que auxiliam o jogador com habilidades ou conhecimentos “extras”. Isso não é tão óbvio ou claro para o jogador, o qual precisa ir se aprofundando na complexidade do jogo para conquistar tais habilidades e tomar posse de tais para usá-las da melhor forma possível, ou seja, quando verdadeiramente for necessário. Dessa maneira, o jogo oportuniza a descentralização do conhecimento, onde jogador e personagem virtual estão em constante sintonia, trabalhando em equipe, de maneira tal que é possível distribuir as ferramentas e habilidades necessárias para atingir o êxito final entre os partícipes do jogo.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

Fazem parte do currículo obrigatório do programa de mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, o qual estou em fase de conclusão, duas disciplinas de essencial destaque para a construção da metodologia de pesquisa adotada nesse trabalho. São elas: Metodologia de Pesquisa, a qual foi de relevante valia para o real aprendizado dos instrumentos metodológicos orientadores de um trabalho científico, como também os principais temas de relevância nessa área, ou seja, de como fazer pesquisa; e a outra disciplina é Seminário em Ensino de Ciências e Educação Matemática, onde são apresentados trabalhos acadêmicos e pesquisas científicas de destaque no cenário regional e nacional sobre temas relevantes em ensino de ciências e educação matemática, tendo a participação tanto de alunos do próprio programa de mestrado, como de professores convidados.

Sendo assim, durante as discussões levantadas nessas duas disciplinas e, principalmente quando nos foi apresentado um trabalho acadêmico que se fundamentava no modelo de Romberg (1992), tivemos a oportunidade de conhecer tal modelo metodológico, o qual cativou-nos a atenção pela sua simplicidade em abordar as etapas de construção de uma pesquisa, como também a objetividade do modelo por ele proposto. Tal modelo serviu de base para a condução do trabalho aqui proposto, servindo de modelo padrão para o desenvolvimento da pesquisa. Em seção subsequente apresentamos tal modelo, bem como tentamos relacionar as etapas de nossa pesquisa com as orientações metodológicas enfatizadas por esse modelo.

A partir dessas considerações, Romberg (1992) destaca dez atividades que considera essenciais ao desenvolvimento de uma pesquisa salientando que, embora sejam apresentadas sequencialmente e em tópicos, não necessariamente se realizam nesta ordem e tampouco, na prática, se apresentam tão nitidamente separadas. Tentamos apresentar a essência de cada etapa apontada no modelo, como também em que essa etapa nos ajudou na construção da pesquisa:

Figura 25: Metodologia de Romberg

Fonte: Romberg (1992 *apud* Gomes, 2008, p.178)

A identificação do fenômeno de interesse ou tema geral da pesquisa, é trazido por Romberg como sendo a etapa inicial onde situa a curiosidade do pesquisador e o eixo-norte ao qual ele pretende desenvolver, ou seja, representa o ponto de partida para um trabalho de pesquisa. O termo “fenômeno” pode ser entendido como sendo tudo o que é objeto da experiência possível, isto é, que se pode manifestar no tempo e no espaço, segundo as leis do entendimento (FERREIRA, 1986). Dessa forma, o fenômeno de interesse da pesquisa foi a utilização do Material Dourado em uma versão digital, potencializando assim o manuseio desse importante instrumento pedagógico auxiliado pelo uso das tecnologias digitais, no ensino de matemática, mais precisamente nas operações fundamentais de adição e subtração.

O interesse e a relevância deste tema surgiu, inicialmente, das primeiras experiências com os números, quando a professora polivalente utilizava-o para ilustrar as operações matemáticas envolvidas em problemas do nosso dia-a-dia. Aquilo surpreendia e cativava a nossa atenção, o que nos foi envolvendo cada vez mais com os números e com o material dourado.

Atuando, como professor de computação e trabalhando, recentemente, em escola da rede pública estadual, percebemos o quanto é importante, nas aulas de Matemática, a utilização do Material Dourado. Colegas professores vivenciam isso em suas práticas docentes e confirmam essa consideração, através de resultados satisfatórios de seus alunos, que vem obtendo êxito escolar e até pessoal com o trabalho desenvolvido através da utilização e contextualização desse material.

Mesmo assim, alguns desses professores explicitam que o trabalho com o Material Dourado concreto ainda é de considerável complexidade, no quesito de se tornar bastante dispendioso o seu uso, pelo fato de que na escola em que trabalham, não possuem a instalação de um laboratório de matemática, onde o material estaria disponível e de fácil uso pelos tais.

Com o uso pelos alunos na sala de aula, muitas vezes, acabam perdendo algumas peças do material, e ainda se perde muito tempo para configurar, na sala, um espaço físico possível para usabilidade do mesmo.

Somam-se a estes apontamentos, considerações trazidas pelas demandas e lacunas percebidas na área e que justificam pesquisar sobre tal tema. Tal percepção decorre da análise dos estudos já realizados e devidamente relacionados ao tema desta investigação científica.

O modelo preliminar, que é apontado por Romberg como sendo uma segunda atividade/etapa, é uma questão que ajuda a esclarecer um fenômeno complexo e serve como ponto de partida para o estudo. Em síntese se caracteriza como um esquema contendo as variáveis componentes do fenômeno e as relações entre elas. Variáveis são os elementos que fazem parte ou interferem no fenômeno a ser pesquisado. Tal como o nome enfatiza, o modelo reflete a ideia inicial do pesquisador sobre o que pretende estudar, valendo a ressalva de que essas ideias iniciais poderão ser alteradas, e a pesquisa reorientada, em virtude de novos e inesperados fatos que possam surgir no decorrer da pesquisa.

Na busca em relacionar o fenômeno de interesse com ideias de outros autores (atividade 3), conforme diz Romberg (1992), o pesquisador procurará conhecer as pesquisas já desenvolvidas relacionadas ao seu tema. Nessa etapa é possível se conhecer o que outros pesquisadores pensam e quais são suas ideias e concepções teóricas sobre o assunto, além de identificar lacunas de pesquisa e até possíveis indicações de trabalhos futuros que podem fundamentar ou modificar o modelo preliminar.

Essa etapa é de extrema valia para qualquer trabalho acadêmico, pois é onde torna possível o pesquisador adentrar no mundo de pesquisa atual do seu tema. Pesquisas, estudos, considerações e hipóteses, verificadas, validadas ou não, tudo isso tem que fazer parte do conhecimento do pesquisador, o qual necessita apoderar-se do que há de estudo mais relevante e atual do seu tema de pesquisa.

Assim, o pesquisador irá, também, identificar-se com um grupo científico particular criando referências teóricas e metodológicas importantes à orientação da investigação. A busca de referências em outros trabalhos acompanha toda a pesquisa e permite ao pesquisador ter parâmetros para o estudo do fenômeno, particularmente para a interpretação das evidências (GOMES, 2008, p. 181).

A pesquisa aqui apresentada apoia-se em 3 (três) grandes áreas temáticas:

- Tecnologias digitais na educação, mais precisamente no ensino de matemática, defendida por autores de expressão na área temática como Prensky (2001), Moran (2004), Veen e Vrakking (2009), Pretto (2010), Papert (2008), entre outros. Os

estudos desses autores fornecem base para acreditar que o uso da tecnologia na educação torna o ensino mais dinâmico e atrativo, favorecendo, dessa forma, o aprendizado dos alunos que veem essa ferramenta com mais atratividade do que o livro didático e, um dos motivos, é por seu uso estar bastante difundido e corriqueiro entre os nativos digitais;

- O uso de jogos educacionais como instrumentos metodológicos para contextualizações em sala de aula, onde Moita (2007), Alves (2008), Gee (2004), Greenfield (1986), e outros mais, se destacam notoriamente nesse campo de pesquisa. Segundo pesquisas na área, os jogos se usados corretamente na educação, podem trazer enormes benefícios para o aprendizado dos alunos, devido aos próprios recursos que já lhe são intrínsecos, e a facilidade de contextualizar determinados temas de maneira bastante lúdica;
- Material dourado e suas implicações no ensino de matemática, apoiando-se nos estudos de Freitas (2004), Daltoé e Strelow (sd), Bukowitz (2008), Freitas e Paiva (2006), onde através de pesquisas sistemáticas sobre o material dourado e seu uso no ensino de matemática, chegaram a concluir que este material traz um melhor aproveitamento nos estudos das crianças, favorecendo o aprendizado de conceitos não tão claros e óbvios no tratamento dos números. Saliento ainda que fez parte da pesquisa bibliográfica os estudos de Maria Montessori, criadora e idealizadora do material dourado.

Baseado então na curiosidade geradora da investigação científica, foram formuladas questões norteadoras da pesquisa, as quais fazem parte da etapa 4 do modelo de Romberg (1992), onde, inicialmente, elaboramos as seguintes questões:

- O Material Dourado, em uma versão digital, pode se concretizar em uma ferramenta mais atrativa para o alunado, despertando assim o interesse em aprender as operações de adição e subtração, bem como realiza-las com êxito?
- O jogo digital contextualizando o Material Dourado facilitará a interação desse recurso pelos usuários, visto que o manuseio desse material acontecerá através do *mouse* e teclado do computador, tendo uma interface mais lúdica, dinâmica e interativa?

Sendo assim, e fruto de uma análise mais crítica sobre as questões norteadoras, tentamos formular uma pergunta de pesquisa que as sintetizassem e, após as reuniões de orientação, bem como uma melhor compreensão e aprofundamento das leituras a respeito do levantamento bibliográfico, chegamos à seguinte questão: “O uso do Material Dourado, em uma versão digital, pode facilitar o manuseio desse recurso pelos usuários, além de proporcionar um aprendizado mais dinâmico e interativo dos conceitos matemáticos envolvidos na realização das operações de adição e subtração?”

Seguindo a metodologia proposta por Romberg (1992), a seleção de uma estratégia geral (atividade/etapa 5) bem como a seleção dos procedimentos de pesquisa se concretizam como uma parte de planejamento do trabalho. Segundo o autor, esse importante passo resulta diretamente da escolha do fenômeno de interesse, das questões norteadoras e do modelo preliminar adotado para o estudo. Com a estratégia bem definida, o pesquisador tem a real compreensão sobre “o que” pesquisar. Posteriormente, o pesquisador terá que escolher alguns procedimentos para a construção do estudo, onde esses procedimentos definem o “modo” de pesquisar, ou seja, “como” realizar o estudo científico e já se enquadram na atividade/etapa 6 do modelo adotado.

Dessa forma, o desenvolvimento da presente pesquisa trata-se de uma metodologia diferenciada no ensino de operações aritméticas, voltadas à contextualização e práticas inovadoras. Consideramos para tal uma abordagem de pesquisa qualitativa, que tem como objetivo identificar e descrever as práticas de ensino dos professores de Matemática do Ensino Fundamental I da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Senador Argemiro de Figueiredo na cidade de Campina Grande, Paraíba, assim como as concepções que alunos e professores têm dessas práticas e suas implicações na aprendizagem de tais conceitos.

Para tanto, buscamos um contato direto com os professores desse contexto escolar e que, no exercício das atividades laborativas, estão diretamente em contato com as dificuldades apresentadas pelos seus alunos no entendimento dos conceitos envolvidos no ensino das operações matemáticas fundamentais. Nesse momento tentamos desvendar suas percepções quanto ao modo que vem sendo abordado, em sala de aula, estes conceitos, bem como as dificuldades do alunado e os almejos de ambas as partes (alunos e professores) quanto às melhorias para esse processo.

Ainda reforçando sobre o tipo de pesquisa escolhido, encontramos nele uma autonomia e flexibilidade que proporciona avaliar a situação estudada com mais criatividade ao tentar buscar, nas práticas de ensino dos professores e nas opiniões dos alunos sobre essas práticas,

um tipo de revelação que só pode emergir quando se está frente a frente com o objeto estudado, avaliando as perspectivas, os valores e as expressões esboçadas nos momentos analisados.

Segundo Alves-Mazzotti (2001), a pesquisa qualitativa apresenta modelos que englobam uma vasta gama de características, pressupostos e paradigmas que versam das mais variadas situações, podendo aqui destacar algumas: as pesquisas qualitativas seguem um rigor mais compreensivo ou interpretativo, partindo do pressuposto de que os fenômenos de interesse estudado estão imersos em funções complexas, refletindo crenças, percepções, sentimentos e valores, de modo que seu comportamento não se dá a conhecer de modo imediato, mas que é preciso ser desvelado; a tradição compreensiva e interpretativa pressupõe, também, a natureza descritiva dos dados, os quais necessitam da descrição detalhada de situações, fatos, pessoas e comportamentos observados.

Ainda segundo o autor mencionado, a abordagem qualitativa permite ao observador realizar observações mais livres, deixando que a formalidade e rigor da pesquisa possam se desenvolver natural e progressivamente, já que a preocupação com o processo é quem orienta as investigações qualitativas, mais do que o produto finalizado em si. Ao pesquisador interessa observar como um fenômeno se evidencia, nas atividades e interações dentro do estudo.

Na atividade/etapa 7, Romberg (1992) propõe a fase de coletar evidências, a qual tem por objetivo recolher os dados que fornecerão de base ou subsídio para responder a questão norteadora da pesquisa. Nessa parte da pesquisa se faz extremamente importante determinar e categorizar os instrumentos de pesquisa que serão utilizados para registrar os dados. Para a pesquisa em questão utilizamos gravador de áudio, para tentar captar ao máximo a essência e os detalhes das entrevistas com os professores, como também as falas dos alunos na aplicação final do jogo, além de notas de campo para anotações dos assuntos de destaque trazidos à tona durante as falas dos sujeitos da pesquisa. Essas notas constituem um relato escrito do que o investigador ouve, vê, presencia e pensa durante e após a coleta de evidências. Nelas contém o registro de ideias, reflexões, impressões e percepções, bem como padrões que emergem dessas evidências.

Nesse sentido, fundamentamos os dados da pesquisa através de entrevista semiestruturada e, posterior, análise feita a respeito dos discursos dos sujeitos da pesquisa envolvidos, onde participaram dessa etapa 09 (nove) professores de Matemática da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Senador Argemiro de Figueiredo, localizada na cidade de Campina Grande-PB, que efetivamente ministravam aulas tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, não apenas nessa instituição de ensino, mas também em

outras escolas. A entrevista semiestruturada teve como base um roteiro guia idealizado pelo pesquisador.

Portanto, decidiu-se utilizar a entrevista com os professores como um dos instrumentos para a coleta dos dados que, para Haguette (1992 *apud.* TURESSI, 2012, p.39), é entendida como “um processo de interação social entre duas pessoas na qual uma delas, o entrevistador, tem por objetivo a obtenção de informações por parte do outro, o entrevistado”. E ainda como diz Gil (1999, p.117), a entrevista “é uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação”.

Partiu-se do pressuposto que existe uma necessidade real de um tipo de entrevista que pudesse dar razão para um direcionamento mais aberto com o entrevistado, ou seja, que estes tivessem a liberdade de responder com flexibilidade, permitindo uma conversa mais harmônica com os educadores pesquisados. Por tais motivos, acreditou-se que a entrevista semiestruturada seria a melhor escolha, apoiando no seguinte argumento:

Podemos entender por entrevista semiestruturada, em geral, aquela que parte de certos questionamentos básicos, apoiados em teorias e hipóteses, que interessam a pesquisa e, que, em seguida, oferecem amplo campo de interrogativas, fruto de novas hipóteses que vão surgindo à medida que recebem as respostas do informante. Desta maneira, o informante, seguindo espontaneamente a linha do seu pensamento e de suas experiências dentro do foco central colocado pelo investigador, começa a participar na elaboração do conteúdo de pesquisa (TRIVIÑOS, 1987, p. 114).

Ainda reforçando a nossa escolha pela entrevista semiestruturada, Godoy (1995, p. 61), descreve:

De maneira diversa, esse tipo de pesquisa não procura enumerar e/ou medir os eventos estudados nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo.

Nessa entrevista inicial com os professores, tentamos identificar qual o perfil desse profissional, no intuito de conhecer a sua área de formação acadêmica; se realmente atua na área a qual está habilitado a ministrar aulas, através de curso superior; há quantos anos está ministrando aulas; se utiliza algum recurso ou instrumento pedagógico para auxiliar a aula; entre outros pontos, que pode ser melhor conferido no Apêndice C. Vale ressaltar que, por questões éticas, e em conformidade com os sujeitos da pesquisa, a identidade dos mesmos está preservada na pesquisa, identificando-os apenas por abreviaturas que versam de P1 até P9,

caracterizando cada um dos nove professores entrevistados. A tabela abaixo faz uma síntese geral do perfil dos entrevistados:

Quadro 01: Síntese da Identificação do Profissional Entrevistado

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Formação Acadêmica	Licenciatura em Matemática								Eng. de Materiais
Tempo de Serviço (anos)	38	36	06	14	15	08	12	03	14
Área de Atuação	E.F. E.M.	E.F. E.M.	E.F.	E.F. E.M.	E.F. E.M.	E.F. E.M.	E.M.	E.F.	E.F.
Recursos Pedagógicos na Sala	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Não	Não

Legenda: E.F.: *Ensino Fundamental*

E.M.: *Ensino Médio*

Fonte: Própria.

Ainda fez parte da coleta de dados para nossa pesquisa, a avaliação e validação do jogo por uma turma de alunos do 6º ano da Escola Estadual de Aplicação situada na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil. Esse teste serviu para validar o jogo de acordo com os objetivos iniciais traçados para ele, bem como suscitar dados para nossa pesquisa. A validação teve duração de duas horas e meia e contou com 33 alunos de ambos os sexos e tendo uma faixa etária entre 10 e 13 anos de idade.

Terminada a fase de coleta de evidências, dá-se início agora à uma das mais importantes atividades a qual está voltada para a interpretação e estudo sobre os dados coletados, ou seja, tentar investigar e diagnosticar o que as evidências coletadas denunciam ao pesquisador. Essa atividade/etapa 8 envolve, entre outras coisas, selecionar, categorizar e organizar os dados coletados, a fim de que se possa extrair alguma informação de valia para responder as questões norteadoras (ROMBERG, 1992).

Como uma das etapas finais do seu modelo, Romberg (1992) sugere a publicação do trabalho e seus resultados para que outros pesquisadores e comitês científicos possam conhecer a pesquisa como também os resultados e conclusões possam ser testados e validados por outros investigadores. Ser membro de uma comunidade científica implica na responsabilidade de transmitir aos pares os resultados de suas pesquisas (atividade 9).

Vale salientar que após o término e aprovação desse trabalho, o mesmo estará disponível em uma versão impressa na coordenação do programa de pós-graduação à qual está sendo submetido, além de ser disponibilizado digitalmente no site da biblioteca central da

Universidade Estadual da Paraíba e no site do grupo de pesquisa TDAC. Como publicações externas da pesquisa, estaremos submetendo o trabalho à periódicos recomendados para assim concluir essa etapa do modelo metodológico adotado.

Como última etapa (atividade 10), Romberg (1992) defende a importância do pesquisador em apresentar futuras propostas de pesquisa ou então alguma continuidade do projeto desenvolvido. Essa última etapa versa sobre as problemáticas surgidas durante a construção da presente pesquisa e que, por motivos diversos, o pesquisador não chegou a desenvolver. Essas dificuldades podem ser de razões práticas, metodológicas ou até mesmo teóricas, mas que o pesquisador não foi alheio quanto à percepção de tal demanda.

Segundo Romberg (*ibidem*), essas propostas denunciam que a pesquisa é de relevância para o cenário acadêmico, e que merece uma certa atenção pela comunidade de pesquisadores, além de demonstrar que é possível avançar na pesquisa, procurando apoiar-se no que já foi construído até o presente momento. A partir da experiência relatada, outros pesquisadores podem sugerir modificações e elaborar propostas para a realização de novas investigações que tentem contemplar as expectativas oriundas de seu estudo. Apresentamos tais sugestões de futuras pesquisas durante as considerações finais do trabalho (ver seção 7).

5. CONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO DO JOGO

5.1. Game Design Document

Foi idealizado e construído pelo pesquisador, um documento base para a implementação e desenvolvimento do jogo. Esse documento é conhecido como *Game Design Document (GDD)*, que reúne todas as ideias e hipóteses iniciais traçadas para o *game*. Esse documento não se concretiza como uma verdade absoluta para o desenvolvimento do jogo, porém deve servir de base norteadora.

Funciona como um verdadeiro registro de todas as características que o *game* possui, tanto do ponto de vista conceitual, que são o nome, gênero, público-alvo, mecânicas de jogabilidade, design dos níveis, caracterização dos personagens, trilha sonora adotada, entre outros, quanto tecnológico, os quais fazem referência à arquitetura do sistema, métodos de produção, *hardwares* e *softwares* utilizados bem como necessários para a execução do jogo, entre outras especificações (SCHUYTEMA, 2008).

Um dos principais objetivos desse documento é nortear a equipe de desenvolvimento do jogo, de maneira tal que essa equipe possa entender o que deve ser implementado no jogo, quais são os objetos que o compõem, seus atributos e como eles devem se relacionarem. Assim como em uma construção de imóvel o mestre de obras necessita da planta-baixa ou projeto idealizado e traçado pelo arquiteto, a equipe de desenvolvimento do jogo também necessita do GDD para a construção do jogo.

Entre alguns aspectos relevantes que a construção desse documento pode acarretar para a equipe de desenvolvimento de um jogo, podemos destacar (OLIVEIRA, 2014):

- Melhor desempenho da equipe, já que não será necessário perder o valioso tempo do programador para que o mesmo tente identificar o que o jogo contará ou não de recurso disponível para o jogador. Como o documento já contém tudo o que é traçado ou idealizado para o *game*, o desenvolvedor apenas consultará a equipe de idealização para sanar breves dúvidas que não esteja entendendo no documento;
- Tarefas e metas bem definidas para alcançar, visto que o documento contém o roteiro-base que fomenta todo o jogo. Assim o desenvolvedor pode ter um melhor rendimento em suas atividades por já conhecer o que será realizado como atividade;

- Diálogo facilitado entre as equipes de roteirização e desenvolvimento, pois as duas equipes terão em pauta o mesmo roteiro/documento que os guiarão na realização do mesmo objetivo. Dessa forma, uma equipe não precisa estar despendendo muito tempo em exaustivas e longas reuniões com a explicação detalhada do projeto para a outra equipe;
- Melhor assimilação das ideias conceituais propostas para o jogo, facilitando assim a idealização e entendimento de como serão as telas do jogo, qual a melhor localização dos botões, qual a funcionalidade de cada um deles, entre outras situações.

Tendo por base essa caracterização de um GDD, foi construído o GDD próprio do GolDigiMat, o qual é o produto base da presente pesquisa. Apresentamos em seguida, algumas importantes características do jogo, porém enfatizamos que o GDD completo está especificado no final do trabalho (Apêndice B).

5.1.1. GDD - Parte conceitual

O *game* intitulado “GolDigiMat” tem como público alvo os alunos do ensino fundamental I, que em sua maioria correspondem às crianças com faixa etária entre 6 e 10 anos de idade. As telas e ambientes do jogo foram construídos em duas dimensões (2D), com imagens idealizadas seguindo a linha de *cartoon*. Possui uma trilha sonora que dinamiza o ambiente, de acordo com os momentos do jogo.

A interface do jogo foi idealizada de maneira tal a cativar o público alvo e também conquistar a atenção e o interesse dos mesmos. As imagens adotadas, bem como a construção do ambiente retratam e ilustram um espaço mais próximo do cotidiano do usuário, sempre pensando em um objeto mais convidativo e facilitado possível.

A trilha sonora adotada foi uma adaptação de alguns sons de domínio gratuito, os quais foram reorganizados e construídos de maneira tal à oferecer um melhor ambiente para o jogador. Os sons foram escolhidos a partir de um repositório online²¹ destinado à socialização de sons e efeitos musicais que podem ser reutilizados. Após a escolha da trilha sonora, os sons foram editados e finalizados utilizando a ferramenta Sound Forge, que é um *software* destinado

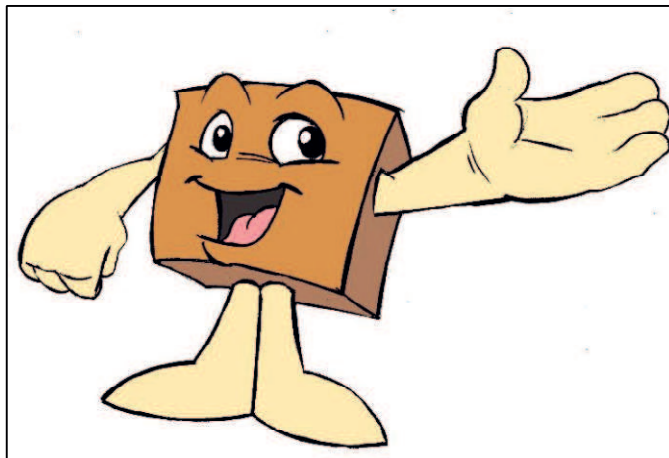
²¹ Disponível em: <https://www.freesound.org/home/> Acesso em 12 de Fevereiro de 2015.

à manipulação, edição e construção de áudio, disponibilizado e comercializado pela *Sony Incorporation*.

Sendo assim, o jogo possui sons específicos para manipulação dos objetos e ativação de botões, música de abertura do game, bem como para tela de créditos e durante a apresentação das instruções do jogo, trilha sonora para caracterizar o êxito do aluno durante os desafios e também para os erros possivelmente cometidos, além de outros sons característicos e concernentes à um jogo.

O *game* ainda possui um mascote, Digicubo, o qual tem a função de auxiliar o aluno durante a realização dos desafios propostos. O mascote apresenta ao jogador algumas dicas de como obter um melhor êxito na realização dos exercícios, bem como aponta os possíveis erros que o aluno venha a cometer, servindo assim de um apoio aos estudos. O aluno contará com o apoio de Digicubo, logo após a realização dos desafios à ele proposto, o qual se apresentará no ambiente de operações do jogo sempre com alguma mensagem de *feedback*.

Figura 26: Mascote do GolDigiMat



Fonte: Própria.

5.1.2. Principais Características

- **Single Player:** A ferramenta dará suporte apenas a um único usuário por partida que terá de resolver todos os problemas (desafios) propostos de maneira unívoca, sem a possibilidade de interação síncrona com outro usuário/estudante no mesmo ambiente virtual. Nada impede que a criança possa contar com a ajuda de outra que esteja próxima fisicamente à ele ou então as orientações do professor;

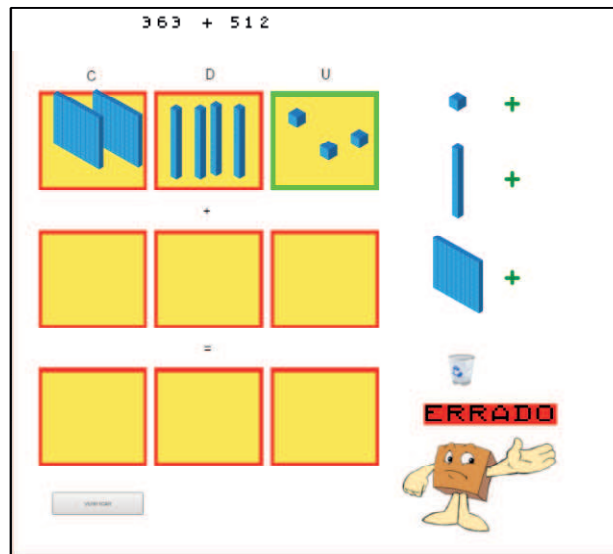
- **Gráficos em 2D:** Os gráficos (imagens e animações) serão apresentadas ao aluno/jogador no formato de duas dimensões (2D). Isso fará com que o usuário tenha um tratamento (manipulação) dos objetos ou imagens envolvidas de maneira mais facilitada, além de proporcionar um efeito mais *cartoon* ao game, oferecendo ao jogador uma maior ludicidade e atratividade pelo game;
- **Operações de Adição e Subtração:** Os desafios fazem parte da mecânica do jogo, sendo tais desafios encarados como exercícios práticos que a criança terá que resolver. A base desses exercícios são operações de adição e subtração onde o *game* apresentará valores (parcelas) para que a criança possa representar o resultado da operação através dos recursos disponíveis no jogo. Vale a pena ressaltar que as parcelas apresentadas estão sendo originadas de forma aleatória e não viciosa.

5.2. Mecânica do GoldDigiMat

O *game* possui basicamente 2 (dois) cenários principais: o menu principal do “GoldDigiMat” e o ambiente de operações, mais precisamente operações de adição ou subtração. Quando o aluno acessa esse ambiente de operações, através da opção “INICIAR” é apresentada ao aluno a opção de escolha da operação a ser trabalhada. Depois de escolhida, são gerados, aleatoriamente, as duas parcelas que ele terá por base para realizar a operação. Logo após o aluno terá que montar esses números usando o recurso disponível no seu lado direito, que é o material dourado. Esse material pode ser manipulado através de cliques do *mouse*, já que os mesmos serão apresentados sob a forma de botões.

Após o aluno representar as parcelas, alocando os valores corretamente nas centenas, dezenas e unidades, ele terá que corrigir a sua representação e assim possa dar continuidade ao jogo. Essa verificação (correção) é realizada através do botão “VERIFICAR” colocado logo abaixo de cada parcela. Esse mesmo processo ocorrerá com a segunda parcela. Caso o aluno tenha montado o número errado, o “Digicubo” aparecerá dando um *feedback* para o aluno de que algo deve ser revisto e melhorado. Depois o ambiente se acarretará de informar onde poderá estar o possível erro.

Figura 27: Digidicubo apresentando erro na parcela



Fonte: Própria.

Tendo montado todas as duas parcelas, o aluno se encarregará agora de realizar a operação. A metodologia será praticamente a mesma: o aluno terá que representar o resultado através dos recursos disponíveis (material dourado) e depois verifica-lo. Caso a operação e o resultado foram devidamente representados, Digidicubo irá apresentar um *feedback* positivo ao aluno, parabenizando pelo êxito na atividade realizada, bem como uma mensagem de incentivo e elogio ao aluno. Caso o aluno não tenha realizado satisfatoriamente a operação, o mascote do *game* irá elucidar ao aluno que o mesmo precisa rever ainda a atividade de maneira tal à atingir o êxito esperado.

5.3. Game Engine

O ambiente de programação utilizado para a produção do jogo foi o Construct 2, que é um *software* criado para desenvolvimento de jogos digitais em duas dimensões (2D), tendo por base o HTML 5, o qual é um diferencial de bastante expressão nessa *engine*. Com o HTML 5 é possível desenvolver ferramentas executáveis diretamente no *browser*, sem a necessidade específica de um *applet* sendo executado em segundo plano.

A escolha por essa *game engine* se deve ao fato de facilitar bastante o trabalho do programador, que não precisa ter um conhecimento elevado sobre programação, apenas um bom raciocínio e conhecimentos de lógica. O *software* permite que todo desenvolvimento de

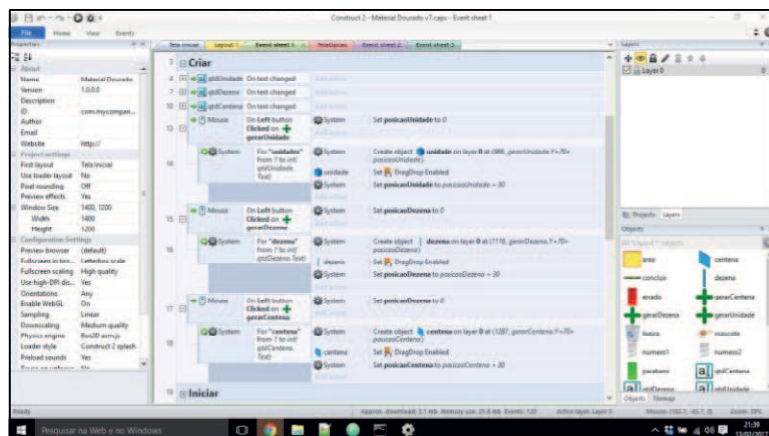
um jogo seja feito de maneira visual utilizando o conceito de evento e ações, onde para cada evento temos uma ou mais ações.

Outra característica de bastante expressão que o Construct permite é o desenvolvimento extremamente rápido de um jogo, pois a *engine* vem nativamente preparada com componentes e comportamentos prontos para uso em qualquer situação, bastando apenas a sua melhor adaptação ou customização. Para tanto o programador cria um objeto, adiciona um determinado comportamento que deseja imprimir no mesmo e programa seus eventos e ações, tudo isso contando com a facilidade e comodidade dos recursos visuais.

Uma questão favorável e que desperta a atenção dos programadores são os requisitos mínimos do sistema exigidos para que se possa usar a *engine*, o que torna ainda mais atrativa a sua utilização, não exigindo assim máquinas potentes ou de maior performance para se poder desenvolver. Algumas *engine* de desenvolvimento de *software* necessitam de uma máquina com certo poder computacional, o que especifica e delimita o perfil e número de usuários, o que não acontece com o Construct. A descrição completa dos requisitos mínimos exigidos está descrita no site do fabricante.

Outro fator a considerar é a fácil utilização do *software* por um programador não tão experiente. Sua lógica de produção baseia-se na manipulação facilitada dos objetos através de recursos visuais, onde para cada objeto é possível atribuir eventos e condições de maneira muito intuitiva, não necessitando de aprofundados conhecimentos da formalização de uma linguagem de programação. A seguir, um exemplo do desenvolvimento²² do GolDigiMat no Construct 2.

Figura 28: Ambiente de programação do Construct 2



Fonte: Própria.

²² A programação do GolDigiMat contou com o trabalho colaborativo de Douglas dos Santos Ferreira, que já desenvolveu algumas pesquisas em parceria com o presente pesquisador e hoje é Mestre em Informática pela Universidade Federal da Paraíba.

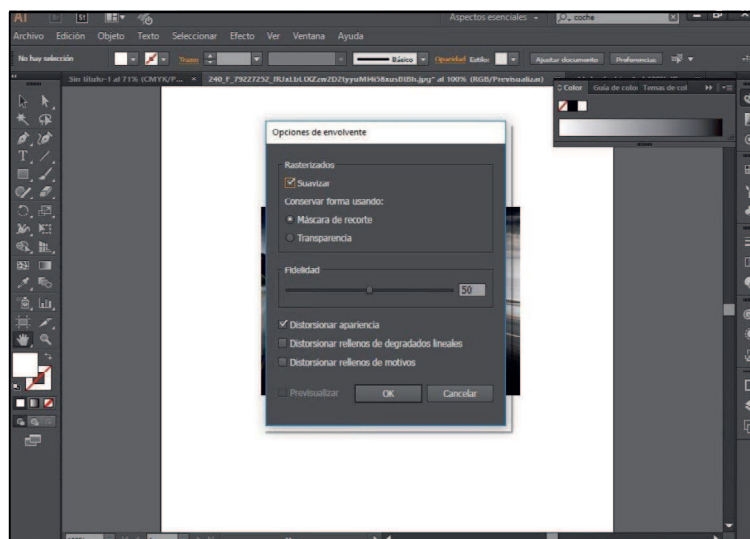
5.4. Imagens e Interface com o Usuário

Utilizamos para a construção do jogo a suíte de aplicativos do Adobe, sendo mais específico o Illustrator, que é um *software* utilizado por *designers* gráficos com foco em ilustrações. O programa é de propriedade privada, porém os é disponibilizado para *download* uma versão para testes através do site do Adobe²³.

Os recursos oferecidos por esse *software* são de uma imensa variedade, versando desde a criação mais simplificada de layouts e camadas, até a vetorização de imagens. Sua interface bastante convidativa também favorece uma interação maior entre usuários e desenvolvedores, já que os recursos de usabilidade estão bem simplificados. Vale salientar que o Illustrator também é bastante utilizado para a criação de *layouts* para *web* e *mobile*, além de conteúdo interativo e até mesmo animações.

Devido ser um *software* que utiliza principalmente imagens vetoriais (imagens formadas por cálculos matemáticos em vez de pixels), o Illustrator é hoje o programa padrão para esse tipo de trabalho, e foi esse o principal motivo de escolha do programa para a pesquisa. Ele permite uma ótima experiência na criação de ilustrações, gráficos, logos e muito mais para ser utilizado em qualquer tamanho e mídia.

Figura 29: Ambiente de desenvolvimento do Adobe Illustrator

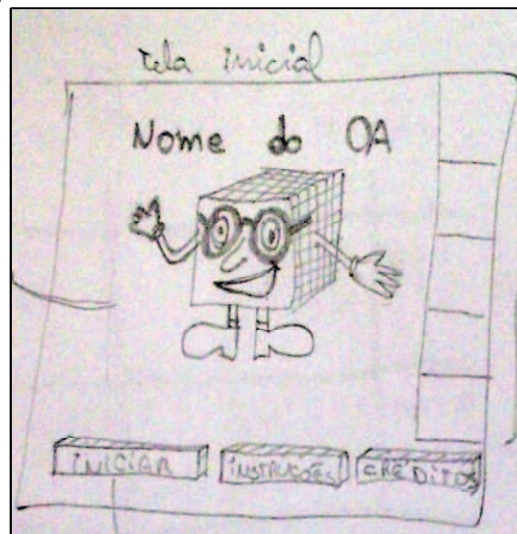


Fonte: Própria

²³ Disponível em: <<https://creative.adobe.com/products/download/illustrator>>. Acesso em 20 de Fevereiro de 2017.

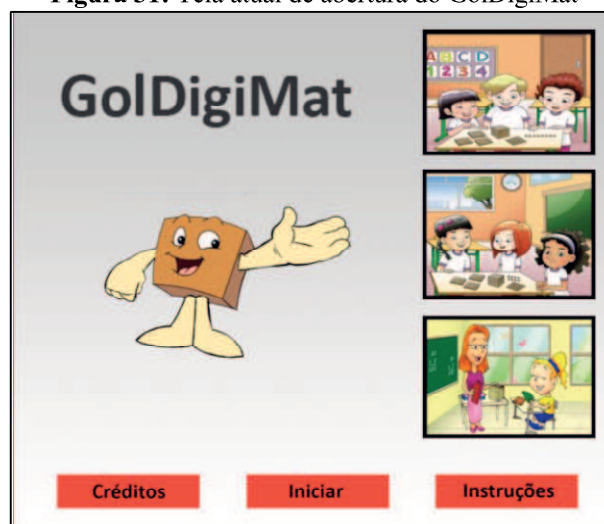
Abordando agora um pouco sobre as imagens e ambientes do GolDigiMat, o menu inicial do jogo conta com as opções de entrar no *game* (INICIAR), ir para as instruções cabíveis para o usuário (INSTRUÇÕES) e a tela de Créditos (CRÉDITOS). Essa apresentação foi configurada desde a ideia inicial do jogo, onde inicialmente, ainda não contava com um nome definido. Logo abaixo temos as imagens da tela conceitual do jogo, bem como do menu inicial em que se encontra atualmente.

Figura 30: Tela conceitual do menu de abertura do *game*



Fonte: Própria

Figura 31: Tela atual de abertura do GolDigiMat

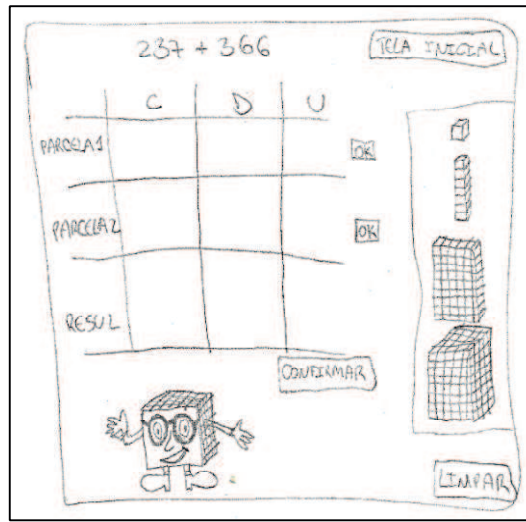


Fonte: Própria

O palco principal de operações, que será o ambiente onde o usuário irá manipular o material dourado digital, é apresentada de maneira bastante convidativa. Esse espaço foi idealizado de maneira tal a permitir que o aluno possua um espaço para a construção das

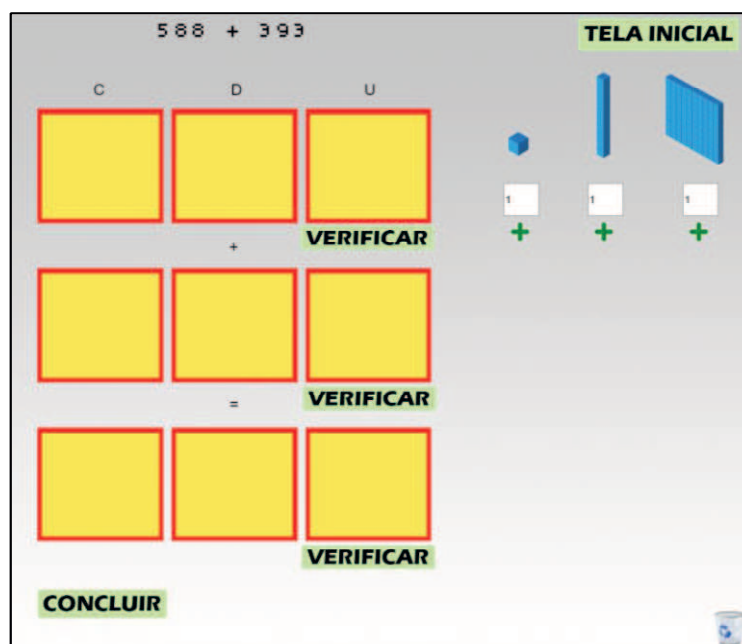
parcelas com o material dourado, bem como um palco esquematizado para as operações matemáticas. Esse palco de operações, apresenta-se como uma tabela separando as ordens das parcelas e com a opção de verificar se o número foi construído satisfatoriamente com o material dourado. Em síntese, a tela de operações está composta por imagens e/ou botões que permitem mediar a interação entre o ambiente e o usuário.

Figura 32: Modelo conceitual do palco de operações do jogo



Fonte: Própria

Figura 33: Atual palco de operações do game



Fonte: Própria

Como já descrito anteriormente, a intenção de se produzir o jogo é a de oferecer ao estudante uma ferramenta que o ajude a compreender os conceitos subentendidos na adição e subtração de uma maneira mais lúdica e interativa, de forma a cativar sua atenção e também trazer uma nova contextualização do Material Dourado, sendo, dessa forma, mais um instrumento que o ajude na manipulação e ordenação dos números (parcelas), na analogia dos significantes e significados trabalhados durante tais operações, culminando assim num processo ensino/aprendizagem muito mais fácil e divertido de aprender (ALVES, 2008; PRETTO, 2010).

Outra iniciativa que torna o aprendizado mais facilitado, além de apresentar ao aluno uma interface muito mais convidativa, é a associação de imagens aos conceitos já que com o uso dos recursos gráficos a criança na fase pré-silábica tem a possibilidade de visualizar conceitos que para ela ainda são abstratos (HEIDRICH, 2008). Para tanto, as imagens estão utilizadas como recursos gráficos para melhorar a assimilação dos conceitos já que tais recursos são abordados no jogo como representações sistemáticas das quantias e valores.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nessa seção destacamos os principais resultados obtidos mediante a conclusão das etapas que fomentam o escopo geral da nossa pesquisa. O término das etapas traçadas para uma pesquisa, origina um ou mais resultados de expressão para o trabalho do pesquisador, e é nesse sentido que queremos elucidar esse capítulo. Não obstante, ressaltamos que o mesmo situa-se nas etapas 7, 8 e 9 do modelo metodológico adotado. Sendo assim, segue uma sistematização dos dados obtidos na presente pesquisa.

6.1. Entrevista com os Professores

Durante a pesquisa, foi realizada ainda uma entrevista com os professores da educação básica da escola campo adotada, com a finalidade de conhecer o cenário educacional em que os mesmos estão imersos, mais precisamente na área de ensino de Matemática, bem como vem sendo utilizado o Material Dourado na sala de aula.

Sendo assim, o roteiro guia, que encontra-se nos anexos desse trabalho (Apêndice C), foi particionado em 5 (cinco) partes:

6.1.1. Identificação do profissional

Nessa subseção tentamos identificar o perfil do profissional docente, no intuito de conhecer alguns dados relevantes sobre sua formação e sua área de atuação profissional, bem como outros aspectos, os quais já foram relatados anteriormente (ver seção 4). Participaram dessa entrevista inicial 9 (nove) professores de Matemática da Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Senador Argemiro de Figueiredo, localizada na cidade de Campina Grande-PB, que efetivamente ministravam aulas tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio. A entrevista semiestruturada teve como base um roteiro guia idealizado pelo pesquisador, o qual faz parte dos apêndices desse trabalho (apêndice C).

Vale ressaltar que, por questões éticas, e em conformidade com os sujeitos da pesquisa, a identidade dos mesmos foi preservada, identificando-os apenas por abreviaturas que seguem o padrão de P1 até P9, caracterizando cada um dos nove professores entrevistados. As questões que foram levantadas na parte introdutória da entrevista foram sobre a formação acadêmica de

cada profissional, o tempo de efetivo serviço do docente em sala de aula, ou seja o tempo de experiência em sala de aula, se o profissional ministra aulas nas séries iniciais do ensino fundamental, e, por fim, como o docente utiliza recursos digitais em sala de aula.

A maioria dos professores entrevistados tem formação na área de Matemática, mais precisamente em Licenciatura em Matemática, diferenciando apenas P9 que é formado em Engenharia de Materiais. Todos eles possuem uma considerável experiência em sala de aula, visto que o de menor tempo de efetivo exercício é P8, com três anos. Os de maior experiência no exercício do magistério é P1 e P2, contando cada um com 38 e 36 anos respectivamente. Isso denota que o público entrevistado é bastante eclético, tendo diferentes olhares sobre a educação e o ensino de Matemática em sala de aula, como também as experiências vividas por cada profissional é de bastante valia para a pesquisa.

Todos os professores ministram aulas no ensino básico escolar, possuindo um público bastante diferenciado, desde alunos da rede pública como também da rede particular de ensino, porém o foco da entrevista foi apenas sobre a realidade do ensino de Matemática na rede pública estadual. Tomando por base a escola campo onde realizamos a entrevista, P3, P8 e P9 ensinam apenas no Ensino Fundamental da referida escola. P7 apenas no Ensino Médio e os demais professores ministram aulas tanto no Ensino Médio como no Ensino Fundamental.

Tomando por base o que foi discutido sobre o uso de recursos pedagógicos diversificados em sala de aula, tivemos quatro docentes que mencionaram o uso desses instrumentos em suas aulas. Os materiais elencados foram dos mais diversos possíveis, como jogos de tabuleiro, jogos de dominó, blocos lógicos, tangram, bem como o Material Dourado.

Dentre as falas de todos os professores, o P3 foi o que mais elencou materiais que utilizava em suas aulas, destacando também o uso de recursos digitais como computador, *tablet*, *Datashow*, e alguns *softwares* específicos da área como Geogebra, Multiplano, calculadoras, planilhas eletrônicas, etc. Ele relatou ainda que costumeiramente conduzia seus alunos até o laboratório de informática para a utilização dos computadores como recurso didático nas aulas.

Os resultados revelaram ainda que esse professor utiliza bastante o laboratório de informática com seus alunos, bem como o laboratório de matemática, porém esse uso veio a ser interrompido abruptamente, já que a escola, no momento em que se realizava a entrevista, passava por um período de reforma, onde o mesmo elencou que já perdura por quase um ano e que não estava mais utilizando esse espaço. Os laboratórios da escola estão lotados de carteiras, livros, armários e outros equipamentos, além de os computadores estarem, em grande parte, desmontados e amontoados para a conclusão dessa reforma.

Sendo assim, podemos inferir que a busca por recursos tecnológicos que instrumentalizem ou diversifiquem a aula de Matemática já é uma realidade em nosso convívio. Existe a preocupação da comunidade de professores em buscar e utilizar a tecnologia digital para auxiliar o ensino. Esses resultados corroboram com as afirmações de Fey (2011), onde relata que os novos profissionais da educação têm buscado por tecnologias que auxiliem os alunos nos seus estudos e também na compreensão de determinados conteúdos, tornando dessa forma a aprendizagem mais facilitada e prazerosa.

Ainda nesse aspecto, Lima e Capitão (2003) defendem a utilização sistemática de tecnologias digitais no ensino já que é possível com tais recursos ter uma apresentação de conteúdo de uma forma atrativa, fácil, concisa, recorrendo à interatividade através de imagens, vídeos e sons que, oportunizam um aprendizado mais próximo da realidade do aluno que, segundo Prensky (2010), já nasceu imerso nesse mundo globalizado e digital ao ponto de tal geração receber a nomenclatura de “nativos digitais”, descrevendo assim a familiaridade e uso corriqueiro dos instrumentos tecnológicos por esse grupo de pessoas.

Essa geração nasceu, cresceu e se desenvolveu em um período de grandes transformações tecnológicas e, por suas correlações com esse meio digital, adquiriram competências e habilidades que lhes permitem desenvolverem diferentes atividades a partir desses novos meios de comunicação tecnológica (idem, p. 17).

Sabemos que essas crianças desenvolvem distintas habilidades e competências com a utilização dos meios tecnológicos, e isso fez com que os rumos da Comunicação e da Educação mudassem consideravelmente. Portanto, a escola e o professor, dentro do modelo tradicional, já não conseguem mais despertar a atenção desse novo modelo de aluno, dando assim evidência para uma urgência na transformação pedagógica e, principalmente, curricular, uma vez que a Educação deve assumir um novo papel de usuários, bem como traçar uma transformação curricular e estrutural necessária para melhor acolhê-los, posto que o mundo digital está em expansão e, com ele, seus nativos e suas interações socioculturais (COELHO, 2012).

6.1.2. Utilização pedagógica do Material Dourado

Essa seção foi de suma importância para guiar a conversa com os professores no que diz respeito à utilização e conhecimento dos mesmos frente ao Material Dourado. Nessa parte do diálogo, tentamos identificar se os professores utilizam o Material Dourado em suas aulas, se

recomendam ou mencionam a importância de sua utilização aos alunos, bem como os resultados ou *feedback* nas aulas com a utilização.

Durante a entrevista, foi indagado aos docentes se os mesmos têm o conhecimento do Material Dourado ou então se já ouviram falar sobre isso. Nesse sentido, podemos identificar que 8 (oito) dos professores entrevistados já ouviram falar sobre o Material Dourado. Desse público que já conhece o material, P8 mencionou que nunca se interessou ou buscou se familiarizar com o mesmo. Segundo ele, sua esposa que também é professora utiliza-o corriqueiramente em suas aulas, porém ele nunca procurou uma maior aproximação com o recurso. Segue a fala dele:

P8: *“Conheço sim o Material Dourado. Já vi minha esposa utilizando-o em casa na preparação de algumas aulas. Ela é pedagoga e ensina no Ensino Infantil da Prefeitura. Achei até que era algum tipo de jogo de tabuleiro, porém foi apenas esse contato. Nunca perguntei à ela sobre maiores detalhes desse material. E tem mais... ela nunca mencionou que utilizava-o em aulas de Matemática e, se não fosse essa conversa aqui, ia continuar sem saber...”* (Relato do Entrevistado).

Essa explicitação do professor denuncia que ainda existem profissionais alheios à incorporação ou uso de metodologias que diversifiquem a dinâmica de aula. Hoje é realidade que o público escolar tem almejado por novas maneiras de aprender, por aulas mais dinâmicas e o professor não pode desconsiderar essa característica de seu alunado. É preciso se valer de novas maneiras de ensinar, ou seja, reinventar o ensino, para que assim possa fazer com que seu aluno sintam-se interessados pela aula e os conteúdos ali abordados (PRETTO, 2010).

Um outro relato que merece destaque foi mencionado por P1. Esse profissional não tinha conhecimento do Material Dourado, chegando a confundi-lo com o material manipulável Blocos Lógicos. Portanto, esse foi o único docente que não detinha o conhecimento sobre do que se tratava o Material Dourado.

P1: *“Conheço e já trabalhei diversas vezes com esses blocos. Os alunos gostam que só porque tem várias cores, tamanhos e formas, que chamam a atenção deles e também promove a interação da turma. Quando um aluno se engana na hora de juntar os blocos pelas características que tem em comum, os outros vão lá e dizem onde errou. É até interessante e, particularmente, né, gosto muito...”* (Relato do Entrevistado).

Depois dessa fala, os outros colegas entrevistados bem como o presente pesquisador, tentamos auxiliar P1 no entendimento de que se tratavam de dois materiais distintos. Embora ambos sejam materiais manipuláveis de madeira, eles foram idealizados com objetivos e metas diferentes. Discutimos esse ponto e foi de bastante proveito, pois os professores que já trabalhavam com o Material Dourado e tinham uma afinidade maior com ele, puderam ajudar na explicação do recurso pedagógico, como também falar um pouco de sua utilização em sala de aula, de maneira tal que se tornou bastante propício para o entendimento através de exemplos e aplicações da área em que atuam.

Continuando o diálogo sobre essa temática, solicitamos aos professores que já faziam uso do Material Dourado em suas aulas, que no caso foram 2 (dois) docentes, para que relatassem um pouco sobre como ocorriam essas aulas e como eram trabalhados os assuntos. Todos relataram um pouco de suas experiências, excetuando-se os dois que já elencaram que não tinham conhecimento sobre o material elucidado. Sendo assim, destacaremos alguns pontos de relevância e que merecem destaque.

P3 destacou que trabalhava bastante com o Material Dourado e achava até interessante sua forma de abordar o sistema de numeração decimal. Costumava utilizar no ensino de classes e ordens, além de operações básicas de matemática, principalmente subtração e adição. O trabalho era realizado no Laboratório de Matemática da escola, principalmente com alunos das séries iniciais do Ensino Fundamental I, onde os alunos eram conduzidos até esse espaço e lá, era apresentado o Material Dourado e explicitado o conteúdo com o auxílio do recurso.

O mesmo ainda destacou que não recebia comentários dos alunos referente ao gosto das aulas com essa metodologia, porém enfatizou que alguns alunos destacavam-se pelo interesse em manipulá-los e que no quesito de assimilação e aprendizagem, obtinha consideráveis êxitos.

Ainda na fala dele, foi colocado que não utilizava mais o Material Dourado porque a escola estava passando por momentos de reforma nas instalações físicas do prédio, e os ambientes anexos às salas de aula (biblioteca, sala de informática, sala de vídeo e o laboratório de matemática) estavam funcionando como “depósitos”, guardando os materiais da escola de maneira tal a impossibilitar a entrada de pessoas e também a retirada de quaisquer outros materiais nesses ambientes. Mesmo assim ele reiterou que assim que normalizasse as condições da escola, estaria retornando a incluir o uso do Material Dourado em seu planejamento das aulas.

Destaco ainda o uso do Material Dourado pelo P6, o qual usava também o material disponibilizado pela própria instituição escolar, porém com a reforma a qual atravessa, adquiriu alguns exemplares do material e tem levado para as suas aulas. Segundo P6, os seus alunos

gostam bastante de manipular tal material, até porque é um público mais carente e que, segundo o próprio sujeito de pesquisa, necessitam de aulas diversificadas.

Tomando por base o relato dos sujeitos envolvidos na pesquisa e destacando as elucidações desses dois sujeitos, além de embasados nos estudos de Freitas (2004) e Bukowitz (2008) podemos inferir que o Material Dourado pode sim ser utilizado como recurso auxiliar no entendimento das operações matemáticas básicas e que fazem com que o aluno facilite o entendimento, de maneira que é possível oferecer ao aluno uma imagem concreta de algumas relações numéricas abstratas.

Terminado assim a discussão dessa etapa da entrevista referente às dificuldades apresentadas durante ou no processo de ensinoaprendizagem, começamos agora a última parte de nossa entrevista, a qual tentou conhecer um pouco da realidade dos professores quanto à utilização de tecnologias digitais em sala de aula, o que está melhor retratado e apresentado no tópico a seguir.

6.1.3. Uso de tecnologias digitais em sala de aula

De início sentimos que o assunto nessa parte foi bastante resumido, o que nos fez perceber que muitos deles não tinham conhecimento do assunto ou não tinham vivências em sala para relatar.

Como explicitado por P3, o mesmo já tinha apresentado alguns usos de ferramentas digitais para auxiliá-lo em suas metodologias de aulas. Esse foi o entrevistado que mais participou nessa parte do diálogo, contando um pouco de suas experiências. Embora quando indagados se o uso de tecnologias digitais pode contribuir de forma positiva para a melhoria do ensino todos os professores concordaram que sim, P1, P2, P5, P8 e P9 nunca tentaram incrementar o uso de tais instrumentos em suas aulas, porém foi relatado por P8, que ele tinha interesse em começar a utilizar, porém lhe faltava tempo de estudar as ferramentas, aprender o que pode ser feito com elas e adaptar alguns conteúdos e exercícios que o utilize. Segundo esse entrevistado, o mesmo possui mais de 3 (três) locais de trabalho, o que lhe consome bastante tempo.

Pelo que foi constatado nessa entrevista, o que podemos perceber é que os professores acreditam no potencial das novas tecnologias e sabem que, se utilizadas corretamente, podem trazer um enorme benefício para o ensino e aprendizagem dos alunos, porém a maioria deles

não se interessam em aprender a utilizar essas ferramentas. Por ser mais cômodo manter a mesma metodologia de aula adotada e estar mais seguro com ela, se torna meio que um vício mantê-la sempre, visto que é um desafio novo trazer novas metodologias para a sala de aula, onde não se tem o conhecimento dos resultados que isso pode acarretar no desenvolver da aula.

Quando os professores foram indagados de que seus alunos faziam uso de novas tecnologias para auxiliarem os estudos, os mesmos confirmaram que muitos deles utilizam sim, porém não em sala de aula. A principal ferramenta, segundo eles é o celular e o computador, porém ambos conectados à internet, onde realizam pesquisas para elaboração de trabalhos. Poucos alunos se interessam em pesquisar assuntos para tirar dúvidas ou melhorar o seu aprendizado. Os que ainda tomam essa iniciativa são os alunos do Ensino Médio, que estão mais ansiosos em obter êxito no ENEM, galgando uma vaga no Ensino Superior.

Um fato curioso é que, segundo P8, seus alunos gostam bastante de usar jogos eletrônicos como forma de diversão nos horários vagos ou então quando o professor utilizava algumas aulas para correção de provas e liberava os alunos para utilizarem outros ambientes da escola, e o mais solicitado era o laboratório de informática da escola. Esse fato, segundo P8, é o que lhe faz ainda ter interesse em aprender a utilizar o computador para auxiliá-lo nas aulas, já que seu público é tão fascinado por essa ferramenta. Esse relato só reforça ainda mais a ideologia e base teórica defendida por Prensky (2001), onde os nativos digitais cada dia mais se utilizam dos meios tecnológicos para atividades corriqueiras e do dia a dia.

Outro ponto interessante é que os alunos utilizam bastante o celular em sala de aula, porém sem nenhum foco condizente ao aprendizado. Segundo os professores, é apenas mais um meio de conversas paralelas, onde os alunos estão cada vez mais utilizando as redes sociais e ferramentas de conversação em sala de aula como forma de distração e de atrapalhar o bom andamento da aula. Nesse sentido, perguntei o porquê dos professores não se valer desse espaço e conseguir atrair seus alunos, como, por exemplo, fazer um grupo de alunos em uma dessas redes sociais e tentar a partir de então, trazer à tona alguns fatos, matérias ou curiosidades interessantes que venham a englobar o ensino de Matemática. Nesse momento, P3 e P7 relataram que tentaram fazer essa iniciativa e englobar todos os alunos de todas as suas turmas na escola, porém não obteve muito êxito.

P3: *“No início deu certo. Foi uma maravilha. Tínhamos um grupo no whatsapp e englobamos todos os alunos do Ensino Médio. Era bacana porque a gente utilizava para trazer assuntos interessantes sobre conteúdos matemáticos, novidades e curiosidades do mundo dos números, até de probabilidade de jogos da mega sena, enfim, foi legal... Mas tivemos que cancelar o*

grupo porque os alunos começaram a postar imoralidades e pornografias, o que foi gerando muita discussão. Por mais que excluíamos os alunos que tinham tal iniciativa, era difícil controlar. Tinha dia que tinha mais de mil mensagens no grupo e eu não tinha como acompanhar... muita besteirada também dos alunos brigando e apelidando os outros, enfim... foi perdendo o foco e então decidimos fechar o grupo. Alguns alunos sentiram falta e vieram pedir para que voltássemos com o grupo, porém acho que não dá mais certo, mesmo que seja apenas com uma parte da turma.” (Relato do Entrevistado).

Nesse sentido, Bicudo e Garnica (2001), afirmam que o processo de ensino e de aprendizagem de Matemática envolve vários elementos: práticas, conceitos, abordagens e tendências e exigem um tratamento teórico que lhe serve de base. Assim, o ensino da matemática não se pode fundamentar apenas nas teorias; há que criar novas práticas no decorrer do tempo e evoluir objetivamente na direção do conhecimento construtivo. Portanto o processo além de considerar as necessidades dos envolvidos deve também ser acompanhado para se sugerir alternativas de práticas e metodologias mais adequadas e diversificadas, o que diverge da realidade explicitada pelos sujeitos da pesquisa.

Por fim, foi apresentado aos professores, a ferramenta GolDigiMat, relatando o seu principal objetivo no enfoque educacional, e quais os benefícios e recursos que a mesma dispõe. Esse contato inicial dos professores com o *game* foi embasado apenas na apresentação dos recursos e funcionalidades do jogo. Um computador (*notebook*) com acesso à internet foi utilizado para tal apresentação. Como o laboratório de informática da escola encontrava-se impossibilitado para realização de qualquer atividade prática com computadores, utilizamos a sala de vídeo da escola.

Nesse espaço, apresentamos o *game* e seus principais recursos, com exemplos práticos de como utilizá-lo em sala de aula. Não foi possível fazer com que os professores utilizassem tal jogo, por causa da pouca disponibilidade de máquinas, porém, mesmo assim, podemos perceber o interesse e contentamento em conhecer essa ferramenta, ao ponto de P3 elucidar que queria bastante utilizá-la posteriormente com seus alunos. Foi o entrevistado que mais apresentou interesse pelo *game*.

Nesse momento também indagamos se os professores acreditavam que o uso desse jogo poderia auxiliar os alunos a melhorar o entendimento de alguns conceitos base utilizados no ensino de adições e subtrações: três professores (P3, P6 e P8) relataram que esse *game* poderia melhorar o ensino, “até porque era uma nova forma de se trabalhar as operações matemáticas”, relatou P3. Os demais professores (P1, P2, P4, P5, P7 e P9) afirmaram que não

poderiam ter uma certeza ou posicionamento mais concreto nesse momento, pois era necessário experimentar na prática como tudo o que foi relatado e apresentado sobre o jogo acontecia para, então, observar a reação dos alunos ao interagir com o *game*. Segundo P1, “*o jogo é muito interessante e até fácil de usar em sala. Os meninos vão gostar. Mas é bom a gente ver na prática como eles vão se comportar usando o joguinho. Até pra gente ter um resultado mais concreto da reação dos alunos.*”

Dessa forma, apresentamos que seria realizado uma aula experimental com os alunos apresentando o jogo e utilizando-o em sala de aula, logo assim que o jogo estivesse em sua versão final, para que assim possamos avaliar e testar o GoldDigiMat.

6.2. Aplicação do GoldDigiMat

Como culminância geral desse trabalho, apresentamos agora a aplicação final do GoldDigiMat, o qual nessa etapa da pesquisa teve por objetivo avaliar o game quanto aos seus requisitos de usabilidade e eficiência para o seu uso no processo ensino aprendizagem.

6.2.1. Dificuldades iniciais e visita de apresentação

O jogo foi aplicado com uma turma de 33 alunos do 6º ano do Ensino Fundamental da Escola Estadual de Aplicação, também localizada na Cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil. Os alunos em questão pertenciam a uma faixa entre 10 e 13 anos de idade, tendo participantes do sexo masculino e feminino, demonstrando ser uma turma bastante heterogênea.

Destacamos aqui uma dificuldade encontrada para aplicação do jogo. Nossa pesquisa tinha iniciado na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Senador Argemiro de Figueiredo, onde realizamos a entrevista inicial com os professores de Matemática, descrita anteriormente, e também projetamos a aplicação final do jogo com os alunos dos professores que participaram dessa primeira fase da pesquisa.

Porém, como ressaltado anteriormente que a instituição escolar atravessava um período de reforma nas instalações físicas, essa reforma não cessou, o que dificultou bastante o término de nossa pesquisa. Foi contatado o diretor da escola para saber quando as aulas teriam início, já que a escola encontrava-se no recesso de final de ano. Passando 5 (cinco) dias da data que o mesmo informou, entrei em contato com o diretor para saber se as aulas tinham iniciado e

também já agendar o dia para aplicação do *game*. Para surpresa nossa, recebemos a notícia que possivelmente as aulas teriam que ser interrompidas e o calendário escolar adiado por mais 2 (dois) meses, definindo como início das aulas logo após o término do período carnavalesco. Essa decisão foi precisa porque a reforma ainda não tinha sido concluída.

Aproximando-se da data que ficou acordado do retorno das aulas, entrei em contato novamente com o diretor na esperança de ter uma notícia favorável quanto ao retorno das aulas e aplicação do jogo, o que para minha frustração não obtive. Segundo foi informado, as obras da reforma ainda prolongavam-se e não havia prazo definido para conclusão. A direção escolar tinha definido que iniciaria as aulas no final do próximo mês mesmo acontecendo a reforma ainda, porém já de antemão nos avisou que não poderia oferecer muitos recursos para a aplicação do jogo, já que muitas salas encontravam-se sem energia, com piso ainda por concluir o acabamento, cadeiras desorganizadas e amontoadas em alguns locais da escola, entre outros impasses.

Nesse sentido, tomamos a decisão de não mais esperar o retorno efetivo das aulas nessa escola. Foi pensado em uma outra escola para que a aplicação do jogo acontecesse de maneira efetiva e assim, pudéssemos ter dados para o término da referida pesquisa. O próprio diretor da escola nos indicou e encaminhou para uma outra instituição escolar o qual ele já conhecia. Por ligação telefônica, entrou em contato com o diretor da Escola Estadual de Aplicação, explicou o impasse ocorrido para o bom andamento de nossa pesquisa, nos apresentando e encaminhando para essa nova escola. Destaco aqui que o comprometimento e atenção recebida pela Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Senador Argemiro de Figueiredo contribuiu bastante para o andamento do trabalho.

Antes do encontro para aplicação do jogo, foi realizada uma visita na escola para nossa apresentação inicial bem como dos objetivos da pesquisa e da aplicação do jogo. Ainda nesse contato, tentamos identificar qual era o perfil/características da turma escolhida e qual o melhor horário e espaço para a aplicação do *game*. Nesse primeiro encontro com o corpo escolar, fomos bem recebidos pela direção da escola, enfatizando a atenção e disponibilidade do diretor adjunto da mesma que, de maneira entusiasmada, não mediu esforços para nos ajudar e atendeu prontamente nossa solicitação. Ainda nessa conversa colocou a disposição o laboratório de informática da escola e os equipamentos de *data-show*, *notebook*, pincel para quadro branco e apagador, além de um funcionário da escola para auxiliar na montagem e instalação das máquinas, além de melhor organizar a disposição das cadeiras presentes no laboratório.

Vale ressaltar que, após apresentação dos objetivos do trabalho e das características básicas do GoldDigiMat, o corpo da direção escolar ficou bastante entusiasmado com a pesquisa

ao ponto de disponibilizar os recursos possíveis que se tinha na escola para um bom andamento da aplicação do jogo. O diretor adjunto da escola, o qual tivemos mais contato, enfatizou que era de bastante interesse da escola a utilização de novas tecnologias no ensino, principalmente as digitais. O próprio diretor, que também era professor da Língua Portuguesa, enfatizou que o computador trouxe bastante benefícios para o homem e que a escola não podia ficar distante desse contexto, principalmente sabendo da realidade das nossas crianças, que vislumbram o computador como sendo o principal brinquedo e forma de interagir para novas amizades.

6.2.2. Espaço físico do laboratório de informática

Como já mencionado, a aplicação do jogo aconteceu com alunos do 6º ano do ensino fundamental da escola mencionada. O local da aplicação foi no laboratório de informática da instituição escolar, o qual apresentava um ambiente bastante arejado, amplo e disponibilizava de máquinas com acesso à internet para acessar o jogo.

O laboratório contava com 1 (hum) *datashow*, 7 (sete) mesas, 40 (quarenta) carteiras, 1 (hum) aparelho de DVD, 1 (hum) aparelho de televisão, 4 (quatro) computadores 3 (três) *notebooks* e 1 (hum) quadro branco. Vale destacar aqui que a pouca quantidade de computadores presentes no laboratório deve-se ao fato da escola ter passado recentemente por um período de reforma, e as máquinas foram alocadas em outro espaço fora da unidade escolar, resguardando assim a integridade física e funcional das máquinas, que ficaram sob a responsabilidade do Núcleo de Tecnologia Educacional (NTE) e ainda não tinham sido devolvidas para o seu local de origem.

Das quatro máquinas que estavam presentes no laboratório, apenas uma funcionava perfeitamente, a qual foi prontamente utilizada na aplicação do jogo. As demais estavam faltando dispositivos de entrada de dados (*mouse* e teclado), o que impossibilitaram o seu uso.

As carteiras presentes no laboratório foram inicialmente organizadas em semicírculo, de maneira tal que todos pudessem visualizar o quadro branco e também a parede em que estava sendo projetado o *datashow*. No centro do semicírculo foi colocado duas mesas: uma contendo um notebook e o *datashow* para a projeção do GolDigiMat, e a outra mesa contendo o material dourado concreto para apresentação aos alunos e maneabilidade pelos mesmos.

Para melhor organizar o laboratório e sanar todas as possíveis dificuldades que viessem à surgir, chegamos à escola com uma hora e trinta minutos de antecedência.

6.2.3. Metodologia adotada para aplicação do GoldDigiMat

A aplicação do jogo se deu na tarde do dia 14 de março de 2017. Utilizamos um período de 3 aulas de 50 minutos cada. Como modelo de pesquisa qualitativa, enfatizamos observar a eficácia do GoldDigiMat na realização das operações matemáticas, bem como citações e problemáticas levantadas pelos usuários durante o uso da ferramenta. Para tanto, levamos para a aplicação do jogo um caderno de anotações para tomar nota dos pontos de destaques observados durante a pesquisa, bem como máquina fotográfica para registro de dados.

Foi disponibilizado para a aplicação do jogo um tempo máximo de três aulas do período escolar, culminando em duas horas e trinta minutos, o qual dividimos em 4 (quatro) etapas: a primeira etapa contou com uma apresentação inicial do pesquisador à turma, bem como dos objetivos da pesquisa e daquele momento com os alunos no laboratório. Também nessa etapa inicial foi realizada uma dinâmica com a turma com o objetivo de cada aluno apresentar o seu colega que estava sentado na carteira à sua esquerda. Nessa apresentação o aluno deveria relatar o nome do colega, bem como uma qualidade observada no mesmo. Esse momento foi de bastante descontração e envolvimento de todas da turma, onde todos participaram de maneira espontânea e alegre.

Terminado a apresentação de todos os alunos, iniciamos o segundo momento que contou com a apresentação e uso do material dourado concreto. Esse momento teve o objetivo de apresentar e familiarizar os alunos com esse material, já que o jogo é a virtualização do mesmo. Apresentamos o material dourado e seus objetivos educacionais, enfatizando quando ele poderia ser utilizado e alguns dos principais conteúdos matemáticos que pode contar com seu auxílio. Para ajudar na apresentação, utilizamos o quadro branco e pincel para quadro. Após a apresentação, foi permitido também que os alunos pudessem utilizar o material dourado para a realização de algumas operações matemáticas, onde, com a ajuda dos demais colegas, puderam manipular o material e realizar operações de adição e subtração.

Na terceira etapa, apresentamos o jogo aos alunos enfatizando suas potencialidades e benefícios educacionais, além de destacar as regras e formas de manipulação dos objetos presentes no jogo. Para tanto, utilizamos o *notebook* com acesso à internet e devidamente conectado ao *datashow* para assim projetar de maneira abrangente e visível à todos os presentes no laboratório, como funcionava a dinâmica do *game*. Para exemplificar, realizamos duas operações matemáticas utilizando o jogo, onde contamos com a massiva participação da turma, citando quais movimentos deveriam ser realizados e opções à serem escolhidas.

Por última etapa e a de maior relevância para o trabalho, tivemos o teste de validação e usabilidade do jogo pelos alunos. Contamos com 4 (quatro) máquinas, sendo 3 (três) *notebooks* e 1 (hum) *desktop* todos com acesso à internet. Pela falta de máquinas disponíveis para todos os alunos utilizarem de forma individual, dividimos a turma de alunos em 5 (cinco) grupos menores, deixando quatro grupos testando o jogo, e um outro grupo manuseando o material dourado sobre a mesa central colocada no laboratório. Em cada máquina estavam 6 (seis) alunos que, a medida que iam utilizando o jogo, revezavam entre si de maneira tal que cada aluno utilizava o jogo no mínimo uma vez. À medida que os alunos estavam utilizando o jogo, realizamos algumas perguntas aos mesmos de forma a tentar perceber qual o sentimento e reação dos alunos durante o uso do game.

6.2.4. Percepções durante a aplicação

No primeiro momento da aplicação do jogo, foi possível perceber que a dinâmica realizada com os alunos no intuito dos mesmos se conhecerem e se apresentarem coletivamente, tornou o ambiente mais convidativo e descontraído, diminuindo assim a distância de realidades entre os próprios alunos bem como aluno-pesquisador. Como não havia experimentado nenhum contato prévio com os alunos, tomamos essa iniciativa para que os alunos se interessassem um pouco mais em contribuir com a pesquisa.

Destacamos nessa etapa que observamos os alunos bastante envolvidos com a dinâmica. Abraços, elogios, demonstrações de afeto e carinho entre os colegas foram observados nesse momento. Essa experiência foi enriquecedora porque tornou-se notório a necessidade dos alunos em compartilharem momentos de se conhecerem e também de elucidarem o modo que os seus colegas pensam ao seu respeito, ou qual a sua principal característica que o destaca dentre os demais.

Prensky (2010) destaca a importância do uso de atividades lúdicas que desenvolvam nos alunos essa relação de proximidade entre seus pares, principalmente entre escola-aluno, já que, muito das vezes, a relação entre esses dois sujeitos acontece de forma repressora e diminutiva. O autor cita em sua obra algumas práticas que podem ser desenvolvidas com as crianças de maneira tal a fortalecer a relação entre pais, filhos e escola, além de correlacionar os alunos entre si, de forma a extrair o máximo de proveito dessa relação, visto que, segundo o autor, trará importantes resultados no aprendizado coletivo da turma.

Figura 34: Dinâmica inicial com os alunos.



Fonte: Própria.

Podemos exemplificar de maneira bastante sólida a participação e bom relacionamento entre os alunos em sala de aula na realização da segunda etapa da aplicação proposta. Nesse momento apresentamos o material dourado concreto, enfatizando o seu uso no processo ensino e aprendizagem de operações matemáticas de adição e subtração.

Levamos para o laboratório de informática um exemplar concreto do Material Dourado e iniciamos apresentando-o aos alunos e indagando, dentre os alunos, quem já conhecia ou tinha utilizado tal material. Poucos alunos confirmaram que tinham conhecimento desse material, o que nos leva a concluir que mesmo sendo um material idealizado e construído há décadas, atualmente pouco vem sendo explorado pelos professores em sala de aula, já que a grande maioria da turma elucidou que não tinham conhecido ainda essa ferramenta pedagógica.

Nossa apresentação sobre o Material Dourado aconteceu da seguinte forma: iniciamos apresentando o material dourado e suas principais características, além de como vem sendo utilizado no ensino de Matemática, o que cada peça do material representa, e como utilizá-lo para realizar operações de adição e subtração. Nessa apresentação, utilizamos o próprio Material Dourado, bem como imagens dele no quadro branco.

Para a realização de operações com o material dourado, iniciamos apresentando a forma convencional de realizar as operações, que é o algoritmo tradicional da soma. Nesse momento utilizamos o quadro branco para realizar o algoritmo. Ressalto que sempre tivemos a preocupação de interagir com a turma, indagando o que fazer em cada passo da realização do algoritmo, e qual o resultado correto para cada operação. Posteriormente, realizamos a mesma

operação utilizando o Material Dourado, realizando a representação correta das parcelas e alocando as peças devidamente até encontrar o resultado satisfatório.

Com o Material Dourado, foi representado inicialmente a primeira parcela. Valores nas classes das unidades, dezenas e centenas devidamente representados. Na segunda parcela, utilizamos a mesma metodologia, representando devidamente os valores em cada classe numérica. Logo após, realizamos a operação de adição com o Material Dourado. Juntamos os valores representados nas unidades das duas parcelas e representamos devidamente na classe das unidades do nosso resultado. Mesmo processo para as classes das dezenas e centenas, e assim, de uma maneira bem dinâmica e participativa, através da observação e interação dos alunos, chegamos ao resultado final esperado, o qual já era conhecido pela turma já que realizamos a mesma operação com o algoritmo convencional da adição.

Por se tratar de um objeto novo para os alunos, percebemos que houve uma boa aceitação da turma, a qual participava enfaticamente à cada pergunta. Dessa forma, lançamos o desafio para que alguns voluntários pudessem realizar algumas operações matemáticas utilizando o material dourado, o que houve bastantes voluntários. Colocamos no quadro algumas operações matemáticas versando apenas sobre adição e subtração, e solicitamos que voluntários realizassem a correta representação desses valores utilizando as peças do material dourado e, posteriormente, realizasse a operação até atingir o resultado devidamente. Buscando a interação e participação da turma, orientamos que a representação de cada parcela fosse realizada por um aluno, e no final, o resultado fosse realizado por outro aluno, e os demais alunos estavam livres para ajudar na montagem da representação das parcelas, passando dicas e orientações.

Figura 35: Alunos utilizando o Material Dourado.



Fonte: Própria.

Esses são os princípios defendidos por Libâneo (1989, *apud*. Resende & Mesquita, 2013) onde destaca a importância da participação ativa dos alunos nas aulas, promovendo assim discussão, análise e reflexão, inclusive sobre sua própria existência e, o professor quanto mais propiciar isto mais estará favorecendo a construção de seu próprio conhecimento, além de contribuir para fortalecer as relações entre professores e alunos. Ainda segundo o trabalho do autor, o construir aprendizado matemático só acontece se houver a interação entre o conhecer do professor com o conhecer do aluno, tendo o professor a função de mediador e, essa interação tornará mais proveitoso o processo de aquisição de conhecimento. Por meio de atitudes dos professores capazes de infundir nos alunos a confiança na capacidade de opinar, analisar e discutir, o aprender matemática, concretiza-se em um processo bem mais facilitado para todos os envolvidos.

Cabe aqui destacar que a inovação em sala de aula ainda traz resultados bastante expressivos no que diz respeito à assimilação do conteúdo pelos alunos, bem como chama a atenção dos discentes para o que está se trabalhando conceitualmente. Por trazermos uma nova abordagem de realizar operações matemáticas, percebemos que os alunos se interessaram significativamente em manusear o Material Dourado. Acreditamos também que, por se tratar de um material concreto, que conta com recursos táteis e visuais, facilitou também o entendimento das representações, já que a assimilação agora estava facilitada pela visualização dos conceitos.

Isso nos permite aproximar a realidade observada com os estudos de Bicudo e Garnica (2001) os quais entendem que o ensino construtivo e centrado nos alunos os coloca em condição de discutir entre si e com o professor, dentro e fora da sala de aula, o uso de procedimentos diferentes do quadro de giz e da aula tradicional mecanizada, permitindo ao aluno construir o seu conhecimento com base em novas experiências, vivenciando novas realidades e situações de aprendizado. Os autores ainda trazem à tona a ideia que caberá ao professor mostrar para seus alunos que o fato de aprender matemática está comprometido com a formação de sua cidadania, pois está presente nas mais variadas formas do nosso dia-a-dia, podendo ser observado prontamente pela experimentação com as formas simples de representação do Material Dourado.

Após a maioria dos alunos terem sido devidamente instruídos quanto a utilização do Material Dourado, e também experimentado na prática, pedimos para que novamente os alunos sentassem em seus locais de origem para então dar sequência ao nosso momento de aprendizagem e apresentar agora o GoldDigiMat com suas regras e objetivos. Projetamos o jogo

na parede do laboratório com o auxílio do *datashow* que estava conectado ao *notebook* sobre a mesa central da sala.

Figura 36: Apresentação do GolDigiMat com o uso do *datashow*.



Fonte: Própria.

Assim quando começamos a apresentar e manusear o jogo, percebemos que os alunos ficaram mais apreensivos ao que estava sendo apresentado. Por se tratar de uma ferramenta mais lúdica e interativa, além de ser algo de uso familiar dos alunos, acreditamos que esse fator contribuiu para cativar a atenção dos mesmos. À medida que era apresentado o jogo, bem como seus recursos, os alunos elucidavam frases como: “*Que joguinho legal!*”, “*Gostei do joguinho. Já posso jogar professor?*”, “*Já era pra gente tá jogando professor!*”, além de outras que demonstravam claro entusiasmo pelo jogo e também desejo dos alunos em testá-lo.

Cessada a apresentação do game e de todas as suas funcionalidades, dividimos os alunos em 5 (cinco) grupos para que todos pudessem testar o *game*. Como no laboratório tínhamos 4 (quatro) máquinas disponíveis para os testes, colocamos um grupo para manusear e realizar operações matemáticas com o Material Dourado, enquanto os outros alunos testavam o jogo, e assim que um grupo concluísse o teste, haveria a permuta entre os grupos.

Em cada máquina permaneceram 6 alunos que revezavam entre si o número de partidas. Cada partida era considerada como a realização de uma operação matemática, sendo adição ou de subtração. À medida que um aluno ia utilizando o jogo, os demais de seu grupo tornavam a experiência mais exitosa, auxiliando o usuário na representação da parcela, bem como na realização do resultado, passando dicas e enfatizando o que deveria ser feito e como realizar o procedimento. Havia uma participação contundente de todos do grupo.

Figura 37: Grupo de alunos testando o *game*

Fonte: Própria.

Durante o período em que os alunos estavam utilizando o jogo, procuramos nos colocar na postura de auxiliador e, à medida que observávamos uma maior dificuldade que os próprios alunos não conseguiam saná-la, prestávamos o atendimento de forma a ajudar o aluno a entender qual o erro ou dificuldade ali existente. Ressaltamos que os próprios alunos se ajudavam entre si, proporcionando uma integração maior da turma e também construindo o saber coletivamente.

De acordo com essa experiência, podemos perceber claramente que a proposta de Papert (2008) torna-se, em nossos dias, mais que válida e urgente para a atual educação brasileira, onde o autor defendia que os alunos deveriam ser atuantes em seu ato educativo sem desvalorizar o professor e nem a escola, mas sim ressignificar os papéis destes em detrimento da importância do saber do aluno, sugerindo agora que o professor oriente o trabalho possibilitando um ambiente adequado, exigindo do aluno a produção do conhecimento, tudo isso auxiliado por um currículo estruturado com parâmetros adequados às reais necessidades e interesses do discente, utilizando o computador como uma ferramenta a mais para facilitar o acesso à aprendizagem.

Os próprios alunos afirmavam que “decorar tabuada” se torna uma grande “chatice”, além de ser uma “tarefa bastante cansativa” denotando assim barreiras e dificuldades para o aprendizado da matemática. Neste ponto os professores assumindo uma atitude diferente e seguindo a proposta de educador traçada por Papert (2008) que se preocupa efetivamente com o aprendizado, trará uma experiência mais significativa para o aluno já que a construção deste

saber pelos alunos enfatiza a sua participação e o coloca na posição de “desbravador do desconhecido” o que com a participação dos outros educandos nessa descoberta trará uma maior importância para o processo, evitando dessa forma o “decorar” e “aprender por aprender”, priorizando sempre o real entendimento. É de comum acordo entre os professores que quando o aluno entende o que está fazendo, assimila com maior facilidade e o decorar se restringe à utilização automática do algoritmo ou processo e não à uma operação sem motivos conscientes (COELHO, 2012).

Figura 38: Alunos experimentando o jogo.



Fonte: Própria.

Destacamos ainda a reação dos alunos em utilizar o jogo. Por se tratar de uma ferramenta de uso corriqueiro dos alunos em seu convívio social, o anseio e vontade de interagir com o jogo foi despertado na maioria dos alunos. Percebemos claramente que a maioria das crianças atualmente tem despendido um considerável tempo de suas vidas dedicando a interagir com as tecnologias digitais. Essa importante característica do nativo digital (Prensky, 2001) nos faz perceber que as atividades lúdicas, dinâmicas e interativas tem sido as mais procuradas por essa parcela da sociedade, de modo que se quisermos atingir esse público é necessário se valer de tais recursos.

Ressaltamos ainda que à medida que os alunos interagem com o jogo, procuramos deixar claro para os pais que esse momento também se tratava de um momento de aprendizado, onde ao invés de utilizarmos o quadro branco, livros, cadernos ou lápis, estávamos utilizando o computador e seus recursos para aprendermos à realizar operações matemáticas,

enfaticamente as de adição e de subtração. Nesses esclarecimentos, alguns alunos elucidaram que estavam gostando dessa forma de aprender, relatando falas como: “*se o professor usasse esse jogo era bem melhor de fazer contas!*”, “*eu nem gosto de matemática, mas esse joguinho aqui é bom demais*”, “*essa aula aqui foi a melhor que teve*”, além de constantes falas de gratidão e agradecimentos: “*obrigado professor por trazer a gente pra cá*”, “*professor, o seu joguinho é bom!*”, “*matemática assim eu ficava toda aula!*”.

Por mais que sejam frases e citações que nos motivem a continuar trabalhando nessa perspectiva, algumas delas nos comovem e despertam preocupação, visto que ainda existe uma realidade obscura quanto à escola atender os anseios e interesses do nosso alunado. Quando um aluno relata que “*se o professor usasse esse jogo era bem melhor de fazer contas!*”, percebemos que os anseios de nossos alunos é outro. Precisamos mudar nossa postura quanto professores e diversificar os métodos e didáticas em sala de aula, tentando fazer com que os alunos possam descobrir o conhecimento, deixando de lado a maneira errônea de “transferir” conhecimento.

O conhecimento é uma questão de negociação e criatividade, onde o aprender é uma atividade constante e para a vida toda, não restrita à escola ou então ao escutar de um professor. Hoje temos uma urgência na mudança de parâmetros que, diante de uma sociedade em constante mudanças, o modo pelo qual se aprende, é agora também delineado pela participação de uma nova geração de aprendizes que trazem em suas experiências de vida, um conhecimento pertinente para a escola e para os professores (VEEN & VRAKKING, 2009).

A escola precisa mudar seus métodos de ensino, tentando difundir em seu cotidiano o uso de tecnologias digitais a serviço do aprendizado. O contexto educacional precisa adaptar-se ao mundo tecnológico que vive a sociedade. Podemos entender que aprendemos em várias situações, inclusive com as atividades lúdicas e dinâmicas, e são as tais que mais enriquecem as experiências do *homo zappiens* (idem). É a partir da interação com o ambiente que nos cerca, ou seja, que está presente em nosso dia-a-dia, que determinamos os valores e habilidades a serem empregados em cada situação.

Dessa forma a escola, em síntese, necessita trabalhar com a flexibilidade e a diversidade para estabelecer uma relação rica e integrada em torno da aprendizagem e as tecnologias digitais, as quais estão presente corriqueiramente no nosso convívio social. Partido dessa premissa, poderíamos ter um aluno que menos citasse essa opinião: “*matemática assim eu ficava toda aula!*”.

Figura 39: Alunos interagindo com o jogo e entre seus colegas



Fonte: Própria.

Com o uso de jogos digitais, o professor pode se valer dessa ferramenta para trazer à tona, de uma forma bastante facilitada e até dinâmica, assuntos ou conceitos de difícil assimilação pelos alunos, despertando nos mesmos a ideia de que tal conteúdo pode ser compreendido. Os jogos permitem que o usuário se encante pela realidade virtual que lhe é apresentada e, na medida em que imerge nesse mundo, passa despercebido alguns aspectos fundamentais de sua percepção. Por isso que Gee (2009) defende que todo jogo acaba por ensinar algo para o seu usuário, mesmo que esse aprendizado não seja de importância vital para ele. Valendo-se dessa característica dos *games*, os professores podem utilizá-los em suas aulas para tentar fazer uma aula mais interativa com seus alunos, de maneira tal a facilitar o aprendizado daqueles que ainda encontram dificuldades para entender determinado assunto. Essa é uma das conclusões que podemos retirar da fala do aluno: “eu nem gosto de matemática, mas esse joguinho aqui é bom demais”.

Outro aspecto que essa citação do aluno deixa transparecer é que os jogos ressignificam as estruturas do saber, proporcionando uma nova roupagem para um mesmo assunto, dando enfoque ao contexto educacional. Segundo o próprio aluno mencionou em conversa particular enquanto jogava, seu interesse e apego pela Matemática não é um dos melhores, onde enfatizou que “odiava matemática”. Ao expressar tal afirmação, procuramos conhecer um pouco mais dessa recusa pela matemática e então ele apontou que não entendia o porquê dessa matéria ser tão complicada e, além do mais, não gostava dos números. Por outro lado esse mesmo aluno jogou repetidos números de partidas, e, vale salientar, a maioria delas com êxito.

Nesse sentido o que podemos apontar é que a dificuldade que o aluno apresenta não é a Matemática em si, mas sim a forma como ela está sendo apresentada ao mesmo, visto que em outro contexto o aluno sentiu-se mais atraído e interessado. O ser humano é entendido como alguém que entende o aprender e o concebe por meio de uma verossimilhança clara entre o jogar. A interação virtual ou real tem como essência a potencialidade investigativa, e isso permite com que autores como Gee (2009) e Porto (2006) defendam que aprender é muito mais do que apenas escutar o que o outro tem para ensinar. No contexto do Homo *Zappiens* (VEEN & VRAKKING, 2009), aprender é a capacidade de observar o meio e seu entorno, adaptando-se sempre às transformações ocorridas, e retransformá-lo, mesmo porque o novo nada mais é que velhos processos reprojatados por novos meios, novas ferramentas (ALVES, 2004).

Diante do contexto até aqui apresentado, cabe-nos aqui refletir que o nosso público educacional, quanto alunos, aprende de forma própria, diferente, onde sua autonomia se evidencia, inclusive, por meio da escolha daquilo que se quer aprender e como se quer aprender. Nesse aspecto, podemos considerar que a nova geração fica atenta ao que aprende, por que aprende e, principalmente, como aprende, sendo essa forma a força motivadora da conduta dos alunos (MALTEMPI, 2005).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da importância que a Matemática possui na vida do indivíduo e na construção da sociedade, de sua presença marcante na natureza e na sua aplicabilidade no que rodeia o ser social, percebemos que a noção de adotar um estilo de vida pautado na familiaridade com a matemática se torna de considerável expressividade para a sociedade atual, visto que a linguagem matemática pode contribuir para facilitar alguns contextos ou vivências do homem.

A grande contribuição da Matemática não é apenas a simples aritmética e manipulação de números, mas sim, o desenvolvimento do raciocínio e da lógica envolvida em todos os campos matemáticos, que acabam por influenciar no desenvolvimento mental do indivíduo. Percebemos e encontramos aplicações matemáticas em vários ambientes de nosso convívio, seja ele familiar, profissional ou simplesmente na natureza.

Conforme o delineamento teórico nas pesquisas sobre aprendizagem que, no segundo momento, dão ênfase também ao material concreto, em especial ao Material Dourado, é possível constatar que a utilização desse material, de forma adequada e lúdica, desde que bem utilizado no ensino da Matemática, torna-se uma importante ferramenta pedagógica para a apropriação dos conteúdos matemáticos, facilitando a relação entre os indivíduos presentes no processo de construção do conhecimento, no momento em que um saber está sendo desenvolvido e no qual as relações matemáticas não estão no objeto em si, mas se formando na cabeça da criança.

O Material Dourado desenvolve o raciocínio do aluno, estimula o pensamento lógico matemático, desenvolve na criança a independência, a confiança em si mesma, a concentração, a coordenação e a ordem, gerando e desenvolvendo experiências concretas, estruturadas para conduzir, gradualmente, abstrações cada vez maiores, fazendo com que a criança, por ela mesma, seja capaz de perceber os possíveis erros que comete ao realizar uma determinada ação com o material. Brincar com um material utilizado como ferramenta pedagógica para o entendimento de operações matemáticas básicas permite a criança adquirir uma intimidade de maneira tal que ela desenvolva outras formas espontâneas e autônomas de utilizar o material, seja ele analógico ou digital.

Não se pode almejar desenvolver um ambiente que substitua potencialmente o Material Dourado concreto, até mesmo porque não se pode deixar de lado a necessidade que as crianças, nessa faixa escolar, possuem de manipular objetos. Segundo Piaget (1975), a criança começa a realizar as operações aritméticas valendo-se da manipulação de objetos (contas, pedrinhas,

sementes etc.) para facilitar seu entendimento e assimilação. Por outro lado, pretende-se possibilitar a utilização desse recurso de maneira mais acessível, agradável, lúdica e, principalmente, oferecer ao professor uma nova possibilidade de dinamizar a sua metodologia de aula.

Nesse sentido, o uso do computador como uma ferramenta para a construção do saber do aluno traz a proposta de um sujeito promotor de ação, ou seja, seu lugar deixa de ser o de espectador e passa a ser o de agente. O aluno passa a ter uma postura ativa em relação ao conhecimento, e não mais passiva como antes. Existem vários *softwares* que podem propiciar o uso do computador como uma ferramenta e, em especial na utilização dos jogos, sendo educacionais ou não, assim como retratado nesse trabalho.

O GolDigiMat proporciona ao aluno a condição de experimentar uma nova maneira de realizar operações matemáticas, além de facilitar a visualização da manipulação com os valores numéricos. Com o jogo, torna-se mais fácil despertar a atenção e o interesse do alunado para o ensino da matemática. Por se tratar de uma ferramenta lúdica e digital, a sua aceitação pelos nativos digitais é muito mais fácil, acontecendo quase que intuitivamente. Através dos recursos visuais, sonoros e a ludicidade que os jogos digitais possuem, o *game* fundamenta-se em um importante instrumento para dinamizar o aprendizado de operações aritméticas fundamentais.

Para o ensino do professor, o GolDigiMat funciona como uma importante ferramenta para ressignificar a aula. O docente valendo-se do jogo, pode usá-lo para enfatizar os conceitos envolvidos nas operações de adição e subtração, além de trabalhar com uma nova contextualização da Matemática, que é muito mais atrativa e dinâmica. O professor também assume uma nova postura nesse cenário, que é voltado mais para o papel de um mediador, auxiliando os alunos na experimentação com o *game* e também tirando possíveis dúvidas que venham a surgir, bem como erros e percalços durante a experimentação.

Vale salientar que as mudanças no cenário educacional exigem intuitivamente mudanças também de postura dos envolvidos no processo ensino aprendizagem, porém, o papel do professor baseado nos princípios construcionistas é algo recente e revela uma compreensão mais abrangente dos referidos princípios, onde tal mudança está relacionada com a construção de um novo referencial pedagógico. Nesse sentido, o professor pode aprender a fazer e a compreender uma prática inovadora levando o aluno a ser o protagonista na construção do seu próprio conhecimento pesquisando, investigando e essencialmente, na interação com o outro e com o ambiente, na própria utilização do computador como ferramenta auxiliar.

Quanto à dificuldade dos alunos na matéria, foi possível perceber que aprender Matemática de uma forma diferente auxiliada pelo uso das tecnologias digitais proporciona uma

nova experiência e significado para os alunos, desencadeando assim um olhar mais cativante do aluno, que passa a ter o aprendizado como uma oportunidade de interagir e construir o saber coletivamente, além de uma vivência prazerosa com os desafios do descobrir as novidades.

Como um dos nossos objetivos iniciais era proporcionar um *feedback* aos professores que participaram de nossa entrevista no desenvolvimento da pesquisa, trazendo aos mesmos um pouco da realidade dos seus alunos, bem como oferecer um método alternativo para conseguir diminuir as dificuldades que os mesmos apresentaram durante essa etapa da pesquisa, ficamos impossibilitados de concluir algo dessa parte, visto que a dificuldade encontrada nesse aspecto impossibilitou correlacionar essas duas vertentes ou realidades, visto que os professores entrevistados faziam parte de uma escola e os alunos que utilizaram e validaram o jogo pertenciam a outra instituição escolar.

Espera-se, com os resultados finais deste trabalho, com a propagação e disseminação da pesquisa em congressos e/ou repositórios específicos, bem como a disponibilização do *game* em site público, contribuir para a melhoria da educação matemática nas séries iniciais da educação escolar, tanto no ensino e aprendizagem de crianças como na qualidade da metodologia e dinâmica de aula dos professores que ensinam Matemática nestas séries.

Ainda cabe aqui apontar algumas sugestões de trabalhos futuros e continuidade no desenvolvimento da presente pesquisa, vislumbrando uma atividade colaborativa em que outros autores possam participar e contribuir para uma melhoria na produção acadêmica. Sendo assim, será de bastante valia a implementação das outras operações matemáticas no jogo (multiplicação e divisão), tornando assim o *game* mais completo e com uma variedade maior de abordagens, trazendo maiores oportunidades de aprendizado para os discentes, os quais poderá escolher agora uma entre as quatro operações possíveis, ao invés de apenas duas.

Como temos um grande avanço da tecnologia mobile, o jogo poderá ser lançado em uma versão para dispositivos móveis, visto que os alunos, em sua grande maioria, fazem uso desse aparato tecnológico quase que corriqueiramente em seu cotidiano. Vale salientar que os problemas ou dificuldades quanto à essa implementação estão bastante diminuídos, visto que o Construct 2, utilizado na produção do jogo já disponibiliza tal opção, ressaltando apenas algumas observações e ajustes no geral.

Para tornar o *game* mais lúdico e interativo, poderá ser lançada uma versão *multiplayer*, onde os alunos poderão competir entre si quem realizava, satisfatoriamente, as operações com maior agilidade e destreza. Essa versão possuirá uma característica de destaque que é a contabilização de uma pontuação (*score*) em que os alunos possam compartilhar entre si. Essa

versão poderá funcionar com a metodologia de competição, bem como de trabalho colaborativo, onde dois usuários possam participar de uma mesma partida, realizando interações entre si.

Poderá implementar no mascote, técnicas de inteligência artificial, deixando-o mais interativo, com uma comunicação mais pessoal e audacioso nas dicas sobre o conteúdo, colaborando com os estudos dos alunos através de inferências personalizadas, moldadas pela usabilidade de cada usuário. Ainda nesse aspecto, o mascote poderá ser caracterizado como um *chatbot*, onde, através de técnicas de inteligência artificial, poderá oferecer ao usuário um acompanhamento mais direcionado e objetivo.

Como nesse trabalho foram apresentados vários recursos computacionais (objetos de aprendizagem, jogos, *softwares*, aplicativos, etc.) que seguem o mesmo princípio básico de contextualização do Material Dourado em uma versão digital, pode-se desenvolver um único espaço ou ambiente virtual em que estejam disponíveis todos esses recursos, permitindo ao aluno uma maior opção de escolha e tudo isso acessível em um único ambiente, podendo ser um *website*, por exemplo. Tal opção será viável por oferecer ao aluno não apenas uma abordagem diferenciada do Material Dourado, mas sim uma variedade de recursos que o aluno poderá escolher àquele que melhor se adequa à resolução do problema proposto.

8. REFERÊNCIAS

- ALVES, K. D.; SALES, R. L. **Aspectos Psicopedagógicos na Construção da Aprendizagem com Uso de Tecnologias Educacionais.** Disponível em <<http://dmd2.webfactional.com/media/anais/ASPECTOS-PSICOPEDAGOGICOS-NA-CONSTRUCAO-DA-APRENDIZAGEM-COM-O-USO-DE-TECNOLOGIAS-EDUCACIONAIS.pdf>> Acesso em 26 de maio de 2011.
- ALVES, L. R. G. **Relações entre os jogos digitais e aprendizagem: delineando percurso.** *In: Educação, Formação & Tecnologias*, vol. 1 (2), p. 3-10, Novembro, 2008.
- _____. **Tecnologia da Educação: A Escola do Amanhã.** 2004. Disponível em: <<http://www.overmundo.com.br/blog/educacao>>. Acesso em: 24 de fevereiro de 2012.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J. **O método nas ciências sociais.** São Paulo: Pioneira, p. 109-188. 2001.
- ANDRIOLA, W. B.; CAVALCANTE, L. R. **Avaliação do raciocínio abstrato em estudantes do ensino médio.** *Estudos de Psicologia*, v. 4, n. 1, p. 23-37, 1999.
- ARAÚJO, S. S.; CHUQUIPOMA, J. A. D. **Aspectos de Modelagem Matemática na Resolução de Problemas.** Trabalho de Conclusão de Curso do Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT. Universidade Federal de São João del-Rei. 2013.
- BAKTHIN. **Estética da criação verbal.** 2. ed. São Paulo: Martins Fontes. 1997.
- BICUDO, M. A. V.; GARNICA, A. V. M. **Filosofia da educação matemática.** Belo Horizonte: Autêntica, 2001.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Lisboa: Porto Editora, 1994.
- BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. **Pesquisa qualitativa em educação matemática.** Belo Horizonte: Autêntica, 2004.
- BRITO, L. L.; FARIA, E. R. **O Uso de Dominó como Recurso Didático para o Ensino das Quatro Operações Fundamentais: Uma Experiência com Alunos do 6º ano no Museu Vivo de Ciência.** III CONEDU, v. 1, ISSN 2358-8829. 2016. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV045_MD1_SA8_ID585_18082015210457.pdf>. Acesso em 09 de Novembro de 2016.
- CABRAL, M. A. **A Utilização de Jogos no Ensino de Matemática.** Trabalho de Conclusão de Curso. Habilitação em Licenciatura em Matemática. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina. 2006.
- CARDOSO, Nelson Leite. **A utilização do software Interactive Physics como instrumento de promoção da aprendizagem significativa de conceitos de Física.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências da Computação. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2003.

CARRAHER, T. N.; SCHLIEMANN, A. D.; CARRAHER, D. W. **Na vida dez, na escola zero**. 10 ed. São Paulo: Cortez, 1995.

CARVALHO, C. V. A.; LEMOS, B. M. **MaterialDouradoRA - Um software para o ensino-aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional através da Realidade Aumentada**. Realidade Virtual, v. 4, p. 57-70, 2011.

CAVALCANTE, M. A. ; BONIZZIA, A. ; GOMES, L.P.C. **O ensino e aprendizagem de física no século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 04, out./dez. p. 4501-1-4501-6, 2009.

COELHO, P. M. F. **Os Nativos Digitais e as Novas Competências Tecnológicas**. Texto Livre: Linguagem e Tecnologia, vol. 5, nº. 2. 2012. Disponível em: <<http://periodicos.letras.ufmg.br/index.php/textolivre>>. Acesso em 07 de Fevereiro de 2017.

CORREIA DIAS, A. A. ; FONTINELES, F. S. ; MOURA, K. S. **Olhar Hipertextual: uma perspectiva bakhtiniana da inclusão de imagens na sala de aula**. Comunicação & Educação, v. 3, p. 331-339, 2006.

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação matemática: da teoria à prática**, Campinas, SP: Papirus, 2011.

DA SILVA FERNANDES, Susana. **A Contextualização no Ensino de Matemática—Um estudo com alunos e professores do ensino fundamental da rede particular de ensino do Distrito Federal**. Distrito Federal, 2010

DALL'ASTA, R. J. **A transposição didática no Software Educacional**. Passo Fundo: UPF. 2004.

DALTOÉ, Karen; STRELOW, Sueli. **Trabalhando com Material Dourado e Blocos Lógicos nas Séries Iniciais. Maria Montessori**. Disponível em: <http://www.cp.utfpr.edu.br/armando/adm/arquivos/pos/material_dourado.pdf>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2014.

DANTE, L. R. **Didática da matemática na pré-escola**. São Paulo: Ática, 1996.

DRUCK, Suely. **O drama do ensino da Matemática**. Disponível em: <www1.folha.uol.com.br/folha/sinapse/ult1063u343.shtm>. Acesso em: 14 de Março de 2016.

DUHALDE, M. E.; CUBERES, M. T. G. **Encontros iniciais com a matemática: contribuições à educação infantil**. Tradução Maria Cristina Fontana. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

ELMAN, J. **Incremental learning, or the importance of starting small: technical report 9101**. San Diego: Center for Research in Language/University of California at San Diego, 1991.

FANTINI, Vanessa; COSTA, Eduino Rodrigues da; MELO, Carolina Iuva de. **Os Jogos Virtuais para a Educação Ambiental no Ensino Fundamental**. Revista Tecnologias na Educação. Ano 3. Número 1. ed. Julho. 2011.

FERREIRA, A. B. H. **Novo dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FEY, A. F. **A Linguagem na Interação Professor-Aluno na Era Digital: Considerações Teóricas**. Revista Tecnologia na Educação, ano 3, nº. 1, Jan-Jul. 2011.

FINO, Carlos Nogueira. **Inovação pedagógica: Significado e Campo (de investigação)**. In: Alice Mendonça & Antonio V. Bento (Org.). Educação em Tempo de Mudanças- Funchal: Grafimadeira, p. 277-287.

FONSECA, Maria C. F. R. **Por que ensinar Matemática**. Presença Pedagógica, Belo Horizonte, v.1, n. 6, mar/abril, 1995.

FRAGA, Maria Lúcia. **A Matemática na Escola Primária: uma observação do cotidiano**. São Paulo: EPU, 1988.

FREITAS, R. C. O. **Um Ambiente para Operações Virtuais com o Material Dourado**. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, Espírito Santo. 2004.

GEE, P J. **What video games have to teach us about learning and literacy**. USA: Palgrave Macmillan. 2004.

_____. **Bons videogames e boa aprendizagem**. Revista Perspectiva, Florianópolis, v. 27 n. 1, pp. 167-178, jan./jun. 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GODOY, Arilda Schimidt. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.35, n.2, p.57-63; mar/ag. 1995.

GOMES, A. **O Modelo de Romberg e o Percurso Metodológico de uma Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. In: Boletim de Educação Matemática (BOLEMA), Ano 21, nº 29. p. 175-197. 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=291221870009>>. Acesso em 05 de agosto de 2016.

GOMES, P. G. **Midiatização: um conceito, múltiplas vozes**. In: Revista Famecos: mídia, cultura e tecnologia, Porto Alegre, v. 23, n. 2, maio – agosto. 2016.

GRANDO, C.R. **O Jogo suas Possibilidades Metodológicas no Processo Ensino-Aprendizagem da Matemática**. Dissertação de Mestrado. UNICAMP: Campinas. 1995.

GÓMEZ-GRANELL, C. G. **A aquisição da linguagem matemática: símbolo e significado**. In: TEBEROSKY, Ana; TOLCHINSKY, Liliana (Org.). Além da alfabetização: a aprendizagem fonológica, ortográfica, textual e matemática. São Paulo: Ática, 2003.

. **Rumo a uma epistemologia do conhecimento escolar: o caso da educação matemática.** In: RODRIGO, M. J.; ARNAY, J. (Orgs.). Domínios do conhecimento, prática educativa e formação de professores. São Paulo: Ática, 1998. p. 15-41.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. **A aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados.** In: IV Congresso RIBIE. Brasília. 1998. Disponível em: <<http://euler.mat.ufrgs.br/~edumatec/artigos/a1.pdf>>. Acesso em: 04 de maio de 2011.

HAGUETTE, Teresa Maria Frota. **Metodologias Qualitativas na Sociologia.** 4º ed. 1º de Janeiro: Vozes, 1992.

HEIDRICH, Regina de O.; MEDINA, Güeba; SALCE, Fabrício André P. **Design de Interfaces para Alfabetização de Crianças com Necessidades Especiais.** In: 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo - SP, 2008.

JUKES, I., DOSAJ, A. **Understanding Digital Children (DKs): Teaching & Learning in the New Digital Landscape.** The InfoSavy Group, September, 2006. Disponível em: <http://edorigami.wikispaces.com/file/view/Jukes+Understanding+Digital+Kids.pdf>. Acesso em 14 de Novembro de 2016.

KAMII, C. **A criança e o número: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 5 anos.** tradução: Regina A. de Assis – 11ª. ed. – Campinas, SP: Papirus, 1990.

_____. **A Criança e o Número.** Papirus Editora. 38ª Edição. São Paulo. 2010.

Leitura 2: O material Dourado Montessori. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/matematica/m212.htm>>. Acesso em 10 de abril de 2011.

LÈVY, P. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática.** Rio de Janeiro: Editora 34. 1993.

LIMA, J. R.; CAPITÃO, Z. **E-Learning e E-Conteúdos: Aplicações das teorias tradicionais e modernas de ensino aprendizagem à organização de estruturação de e-cursos.** Lisboa: Centro Atlântico, 2003.

LINS, Rômulo C., GIMENEZ Joaquim. **Perspectivas em Aritmética e Álgebra para o Século XXI.** 7a. ed. São Paulo: Papirus, 2006.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. **A pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da educação.** São Paulo: Cortez, 1994.

MALTEMPI, M.V. **Novas Tecnologias e Construção de Conhecimento: Reflexões e Perspectivas.** In: V Congresso Ibero-americano de Educação Matemática (CIBEM). Porto, Portugal, 17 a 22 de julho. Anais em CD. 2005. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/demac/maltempi/Publicacao/Maltempi-cibem.pdf>>. Acesso em 12 de Junho de 2016.

MELARÉ, D. V.B.; WAGNER, A. Jr. **Objetos de aprendizagem virtuais: material didático para a educação básica.** Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa, n. 4 (2), 73-84. 2005. Disponível em: < <http://www.abed.org.br/congresso2005/por/pdf/006tcc1.pdf>> Acesso em 10 de junho de 2016.

MELLO, Carlos Henrique Pereira. **Gestão da Qualidade.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

MOITA, F. M. G. S. C. **Jogos eletrônicos: contexto cultural, curricular juvenil de "saber de experiência feito.** *In:* 30 anos de pesquisa e compromisso social, Caxambu. 30 anos de pesquisa e compromisso social. 2007.

_____. **Games on. Jogos eletrônicos na escola e na vida da geração @.** São Paulo: Atomoealínea. 2007.

_____. **Jogos Eletrônicos: mapeando novas perspectivas.** *In:* FERNANDES, A. M. R.; CLUA, E. W. G.; ALVES. Games e EaD: saberes construindo outros saberes. 2009.

MORAN, José Manuel. **A contribuição das tecnologias para uma educação inovadora.** Contrapontos - volume 4 - n. 2- p.349. Itajaí, maio/ago 2004. Disponível em <<https://www6.univali.br/seer/index.php/rc/article/viewFile/785/642>>. Acesso em 01 de julho de 2014.

OLIVEIRA, C. A. S. **O Xadrez como Ferramenta Pedagógica Complementar na Educação Matemática.** Trabalho de Conclusão de Curso. Licenciatura em Matemática. Universidade Católica de Brasília, Brasília, Distrito Federal. 2006.

OLIVEIRA, Fabiano Napolini de. **Game Design Document: Realizando a documentação do seu projeto de Jogo Digital.** Disponível em: <<http://www.fabricadejogos.net/posts/artigo-game-design-document-realizando-a-documentacao-do-seu-projeto-de-jogo-digital/>>. Acesso em 04 de junho de 2016.

OLIVEIRA, E; FISHER, J. **Tecnologia Na Aprendizagem: A informática como alternativa no processo de ensino.** Revista de divulgação técnico-científica do ICPG Vol. 3. 2007. Disponível em: <<https://softwarelivrenaeducacao.wordpress.com/2008/11/22/artigo-clculendo-software-livre-a-servico-da-educacao/>>. Acesso em 18 de junho de 2016.

PALHARES, M. M.; SILVA, R. I.; ROSA, R. **As Novas Tecnologias da Informação numa Sociedade em Transição.** *In:* VI CINFORM. Encontro Nacional de Ciência da Informação, 2005, Salvador - BA. 2005.

PAPERT, S.; HAREL, I. **Situating constructionism.** *In:* HAREL, I.; PAPERT, S. (Ed.). "Constructionism". Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1991. Disponível em: <<http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>>. Acesso em: 5 de maio de 2015.

PAPERT, Seymour. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática.** Porto Alegre: Artmed Editora. 1993.

_____. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática.** Ed. rev. Porto Alegre, Artes Médicas, 2008.

_____. **LOGO: Computadores e Educação.** Brasiliense, São Paulo, 1985.

_____. **Constructionist Learning** - Introduction. *In:* I Harel (Ed.). Cambridge, MA: MIT Media Laboratory. 1990.

PAPPAS, Theoni. **Fascínios da Matemática.** 1.^a Edição, Editora Replicação, Ltda., Lisboa, 1998.

PEREIRA, T. M.; GABBI, A. C.; OLIVEIRA, M. A. T. L. **Laboratório Virtual de Matemática em DVD.** *In:* Anais do XI Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM 2013), ISSN 2178-034X, Curitiba – Paraná, 2013. Disponível em: <http://sbem.web1471.kinghost.net/anais/XIENEM/pdf/2172_1121_ID.pdf> Acesso em:

PEREIRA, T. M. et. al. **Formando dezenas - um objeto de aprendizagem para a aprendizagem do sistema de numeração de base 10.** *In:* V. Congresso Latino Americano de Objetos de Aprendizagem (LACLO), São Paulo, 2010.

PIAGET, J. **A Formação do Símbolo na Criança: Imitação, Jogo e Sonho, Imagem e Representação.** Zahar Editores. 2.^a edição. Rio de Janeiro. 1975.

POLLITZER, G. **Laws of language use and formal logic.** Journal of Psycholinguistic Research. 1986.

PORTO, Tania Maria Esperon. **As tecnologias de comunicação e informação na escola; relações possíveis... relações construídas.** Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro: ANPED, Campinas: Autores Associados, v. 11, n. 31, p. 43-57, jan./abr. 2006.

PRENSKY, Marc. **Digital natives, digital immigrants.** On the horizon. NCB University Press, Vol. 9(5). 2001.

_____. **Não me atrapalhe, mãe – Eu estou aprendendo!** Como os videogames estão preparando nossos filhos para o sucesso no século XXI – e como você pode ajudar! São Paulo: Phorte editora, 2010.

_____. **Changing Paradigms from being taught to learning on your own with guidance.** *In:* Educational Technology, July–Aug, 2007. Disponível em: <http://www.marcprensky.com/writing/Prensky-ChangingParadigms-01-EdTech.pdf>. Acesso 07 de Novembro de 2016.

PRETTO, N. L. **Professor em Rede.** Revista TV Escola: A escola na era digital: possibilidades e desafios de carona na tecnologia, vol. 2, ed. maio/junho. 2010. Disponível em: <http://revista.tvescola.org.br/pdf/files/revista_tvescola_2010_2.pdf>. Acesso em 28 de junho de 2016.

RESENDE, G.; MESQUITA, M. G. B. F. **Principais dificuldades percebidas no processo ensino-aprendizagem de matemática em escolas do município de Divinópolis, MG.** Revista Pesquisa em Educação Matemática, São Paulo, v. 15, n. 01, p. 199-222, 2013. Disponível em:

< <http://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/download/9841/pdf>> Acesso em 04 de janeiro de 2017.

REZENDE, Sylvio. **Xadrez pré-escolar: uma abordagem pedagógica**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2005.

RODRIGUES, Luciano Lima. **A matemática ensinada na escola e a sua relação com o cotidiano**. Brasília, 2004. Disponível em: <<https://www.ucb.br/sites/100/103/TCC/12005/LucianoLimaRodrigues.pdf>>. Acesso em 14 de abril de 2016.

ROMBERG, T. A. **Perspectives on scholarship and research methods**. In: GROUWS, D. A. Handbook of research on mathematics teaching and learning. New York: Macmillan, p. 49-64. 1992

RIBEIRO, S. C. **A educação e a inserção do Brasil na modernidade**. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n. 84, p. 3-96, fev. 1993.

SANT'ANA, N. A. S.; LAUDARES, J. B. **Pensamento Aritmético e sua Importância para o Ensino de Matemática**. In: VII Encontro Mineiro de Educação Matemática – EMEM 2015, Universidade Federal de São João Del-Rei, Minas Gerais, 2015. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/emem/files/2015/10/PENSAMENTO-ARITM%3%89TICO-E-SUA-IMPORT%3%82NCIA-PARA-O-ENSINO-DE-MATEM%3%81TICA.pdf>> Acesso em: 06 de Fevereiro de 2017.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S.; OLIVEIRA, C. R. **Ensinar e aprender Matemática com o uso do material dourado nos primeiros anos do Ensino Fundamental**. Revista Alpha – Centro Universitário de Patos de Minas, n. 16, p. 309-321. 2015.

SANTOS, Rosilda Carvalho. **Construcionismo e Inovação Pedagógica**. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/artigos/construcionismo-e-inovacao-pedagogica/118778/>>. Acesso em: 12 de Junho de 2016.

SCHUYTEMA, Paul. **Design de Games: uma abordagem conceitual**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

SEABRA, Carlos. **Tecnologias na escola**. Porto Alegre: Telos Empreendimentos Culturais. 2010.

SILVA, A. et. al. **Memória Eficiente: o Lúdico na Aprendizagem de Conceitos de Eficiência Energética**. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL SBGames, 2010, Florianópolis. Trilha de Games & Cultura Full Papers, 2010. p. 123133.

SILVEIRA, S. R. **Estudo e Construção de uma ferramenta de autoria multimídia para a elaboração de jogos educativos**. Dissertação POA-PPGC UFRGS. 1999.

SILVESTRE, L. C.; SILVA, R. O.; RAMOS, C. A. **Ferramenta de Aprendizagem em Matemática com Material Dourado Virtual**. Revista Eletrônica Científica de Ciência da Computação. v.08, n.01, 2013.

SOUZA, B. S.; LEMOS, B. M.; CARVALHO, C. V. A. **Um Software em Realidade Aumentada para o ensino da tabuada**. Realidade Virtual, v. 6, n. 2, p. 34-48, 2013.

STAHL, M. M. **Ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados: da sala de aula convencional ao mundo de fantasia**. Artmed, Porto Alegre. 2002.

TAJRA, S. F. **Informática na educação: novas ferramentas pedagógicas para o professor na atualidade**. 8 ed. São Paulo: Érica. 2008.

TANCREDI, R. M. S. P. **A Matemática na educação infantil: algumas idéias**. In: PIROLA, Nelson Antonio; AMARO, Fernanda de Oliveira Soares Taxa (Orgs). Pedagogia cidadã: cadernos de formação. São Paulo: UNESP, Pró-Reitoria de Graduação, p.43-59. 2004.

TOFFLER, Alvin. **O Choque do Futuro**. 3. ed. Record, 1970.

TOLEDO, M. **Didática da Matemática: como dois e dois: a construção da Matemática**. São Paulo: FTD, 1997.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987.

TUFANO, Wagner. **Contextualização**. In: FAZENDA, Ivani C. Dicionário em Construção: Interdisciplinaridade. São Paulo: Cortez, 2001.

TURESSI, Fábio Donizete. **Um Instrumento de Escovação Oral de Fácil Acesso Econômico: Contribuindo com Programas Educativos em Saúde Bucal**. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Ensino em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo – SP. 2012.

VEEN, W.; VRAKKING, B. **Homo Zappiens: educando na era digital**. Trad. de Vinícius Figueira. Porto Alegre: Artmed. 141 p. 2009.

VENANCIO, V.; LOPES, Roseli de Deus. **Material Dourado 3D: Recurso Tecnológico para o Ensino do Sistema de Numeração Decimal aos Alunos da EJA**. In: X Encontro Nacional de Educação Matemática Educação Matemática, Cultura e Diversidade Salvador – BA, p. 1-9. 2010.

VIGOTSKI, Lev. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VILARES, Ana Regina; SILVA, Marco; **A Docência no Laboratório de Informática: Um relato de pesquisa**. In: ALVES, L. R. G.; SANTOS, Edméa (Org.). Práticas pedagógicas e tecnologias digitais. Rio de Janeiro: E-papers. ed. 01, v. 01, p. 271-285. 2006.

WALL, Edward S. **Adições**. In: Teoria dos Números para Professores do Ensino Básico. 1ª Ed. Mc Graw Hill Education. 2014.

ZOIA, Elvenice Tatiana. **O Jogo Nunca Dez e a Mediação do Professor: A Contribuição da Psicologia Histórico-Cultural.** *In:* VII Congresso Nacional de Educação – EDUCERE. Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba - PR. p. 2468–2478 2007. Disponível em: < <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2007/anaisEvento/arquivos/CI-319-05.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2016.

APÊNDICE

APÊNDICE A - ANÁLISE DOS TRABALHOS CORRELATOS

AUTOR	TÍTULO	ANO	RESUMO
FREITAS, Rony Cláudio de Oliveira	Um Ambiente para Operações Virtuais com o Material Dourado	2004	<p><i>Nome:</i> -----</p> <p><i>Paradigma/Tecnologia Adotada:</i> Exercícios e Prática/Software Educativo</p> <p><i>Ferramentas de Desenvolvimento:</i> linguagem de programação Delphi, Firebird</p> <p><i>Público Alvo:</i> alunos das séries iniciais do ensino fundamental</p> <p><i>Objetivo:</i> propiciar um espaço onde podem ser efetuadas operações com o Material Dourado servindo de base para a realização de atividades que envolvam as principais operações feitas com números, além deste software oferecer ao professor condições para um acompanhamento</p>
MELARÉ, D. V.B.; WAGNER, A.Jr.	Objetos de aprendizagem virtuais: material didático para a educação básica	2005	<p><i>Nome:</i> Aprendendo a Contar!</p> <p><i>Paradigma/Tecnologia Adotada:</i> Multimídia/Objeto de Aprendizagem</p> <p><i>Ferramentas de Desenvolvimento:</i> PowerPoint</p> <p><i>Público Alvo:</i> alunos da 1ª série do ensino fundamental</p> <p><i>Objetivo:</i> através da contextualização e uso do Material Dourado, ensinar os conceitos envolvidos nos processos de adição e subtração, além dos conceitos de classe e sequencia numérica.</p>
ZOIA, Elvenice Tatiana	O Jogo Nunca Dez e a Mediação do Professor: A Contribuição da Psicologia Histórico- Cultural	2007	<p><i>Nome:</i> Nunca Dez</p> <p><i>Paradigma/Tecnologia Adotada:</i> Exercício e Prática/Jogo Educativo</p> <p><i>Ferramentas de Desenvolvimento:</i> Adobe Acrobat Flash</p> <p><i>Público Alvo:</i> alunos do ensino fundamental</p> <p><i>Objetivo:</i> trabalhar a formação dos números e os conceitos de adição a partir do Material Dourado.</p>
PEREIRA, Tania Michel; PEREIRA, J.S; BOTTEGA, C.	Formando dezenas - um objeto de aprendizagem para a aprendizagem do	2010	<p><i>Nome:</i> Base 10</p> <p><i>Tecnologia Adotada:</i> Exercício e Prática/Jogo Educativo</p>

A.C.; BRIZZI, M.L.S.; TISCHER, G.K.	sistema de numeração de base 10		Ferramentas de Desenvolvimento: Adobe Acrobat Flash Público Alvo: alunos do ensino fundamental Objetivo: utilizar o material dourado para representação de valores na base decimal e também como material de ajuda para operações de divisão.
VENANCIO, Valkiria; LOPES, Roseli de Deus	Material Dourado 3D: Recurso Tecnológico para o Ensino do Sistema de Numeração Decimal aos Alunos da EJA	2010	Nome: Material Dourado 3D Paradigma/Tecnologia Adotada: Simulação/Realidade Virtual Ferramentas de Desenvolvimento: Adobe Acrobat Flash, FlartoolKit, SACRA, VRML, OpenGL Público Alvo: alunos do 3º ano da Educação de Jovens e Adultos (EJA) Objetivo: trabalhar operações com agrupamento e desagrupamento utilizando o Material Dourado, no desenvolvimento de habilidades e competências para os conteúdos de números e operações, além de familiarizar o público alvo com as novas tecnologias.
CARVALHO, Carlos V. de Alencar; LEMOS, Bruno Morais	MaterialDouradoRA - Um software para o ensino-aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional através da Realidade Aumentada	2011	Nome: MaterialDouradoRa Paradigma/Tecnologia Adotada: Simulação/Objeto de Aprendizagem com Realidade Aumentada Ferramentas de Desenvolvimento: linguagem C, bibliotecas OpenGL e ARToolkit Público Alvo: alunos de diferentes anos da Educação Básica Objetivo: relacionar números com o grupo de peças do Material Dourado em Realidade Aumentada a partir da decomposição em unidades, dezenas, centenas e milhares, proporcionando para os alunos do ensino fundamental inicial, um melhor entendimento do sistema de numeração decimal-posicional
SILVESTRE, Laís Cordeiro; SILVA, Roniéli de Oliveira; RAMOS, Celso de Ávila ²	Ferramenta de Aprendizagem em Matemática com Material Dourado Virtual	2013	Nome: Material Dourado Selva Paradigma/Tecnologia Adotada: Multimídia/Jogos Educacionais Ferramentas de Desenvolvimento: Adobe Acrobat Flash, JavaScript, Google Swiffy e HTML 5

			<p>Público Alvo: alunos do ensino fundamental com faixa etária de 11 a 13 anos de idade</p> <p>Objetivo: trabalhar operações matemáticas (adição, subtração, multiplicação e divisão) e conceitos de agrupamento e desagrupamento utilizando o Material Dourado, além de familiarizar o público alvo com as novas tecnologias e suas potencialidades.</p>
<p>SOUZA, Bruno Silva; LEMOS, Bruno Morais; CARVALHO, Carlos V. de Alencar</p>	<p>Um Software em Realidade Aumentada para o ensino da tabuada</p>	<p>2013</p>	<p>Nome: TabuadaRa</p> <p>Paradigma/Tecnologia Adotada: Simulação/Realidade Aumentada</p> <p>Ferramentas de Desenvolvimento: linguagem C, bibliotecas OpenGL e ARToolkit</p> <p>Público Alvo: alunos de diferentes anos da Educação Básica</p> <p>Objetivo: consolidar o entendimento da operação de multiplicação entre números inteiros compreendidos entre 1 e 10, de forma lúdica e prazerosa, possibilitando aos alunos uma melhor compreensão desse conceito e utilizando para tal a temática do Material Dourado de Maria Montessori.</p>
<p>PEREIRA, Tania Michel</p>	<p>Laboratório Virtual de Matemática: Formando Dezenas</p>	<p>2013</p>	<p>Nome: Formando Dezenas</p> <p>Paradigma/Tecnologia Adotada: Multimídia/Jogo Educacional</p> <p>Ferramentas de Desenvolvimento: Adobe Acrobat Flash</p> <p>Público Alvo: alunos do ensino fundamental</p> <p>Objetivo: através da contextualização e uso do Material Dourado, explorar os conceitos envolvidos nas operações de adição. Também é possível trabalhar conceitos de classe numérica (Dezena e Unidade)</p>

APÊNDICE B – GDD DO GOLDIGIMAT

GAME DESIGN DOCUMENT

GOLDIGIMAT

2016

Resumo

Este documento apresenta a proposta de desenvolvimento do “GolDigiMat”, um jogo educacional para apoiar a compreensão de conceitos matemáticos, nas séries iniciais do ensino fundamental, a partir do uso de representações computacionais de objetos concretos, baseado na proposta de Montessori²⁴, com o conjunto de objetos chamado de Material Dourado. O game tem como meta melhorar a compreensão dos conceitos envolvidos nas operações matemáticas fundamentais, mais especificamente a adição, para que o aluno tenha a real compreensão de tais conceitos, deixando de lado a forma mecanizada de realizar operações, para entender realmente os conceitos que estão intrínsecos nessas operações. Para tanto, propõem-se um conjunto de requisitos, condições e orientações para a sua construção, visando o aperfeiçoamento das características da usabilidade do Material Dourado real, já que o mesmo conta com os recursos lúdicos e interativos de uma ferramenta digital. Sendo assim, as laudas que seguem possuem o detalhamento da proposta que se almeja desenvolver como também todo o roteiro guia que norteará a equipe de desenvolvimento, na execução e construção do *game* propriamente dito (desenvolvimento das linhas de código por intermédio de alguma linguagem de programação).

²⁴ Maria Montessori, educadora italiana que foi pioneira no uso de materiais concretos para ajudar no processo de ensino/aprendizagem.

1. Introdução

Muitas são as ideias que tentam ou pelo menos visam melhorar a Educação. Atualmente percebe-se que o uso das tecnologias digitais, mais especificamente com o uso do computador, tem proporcionado resultados bastante satisfatórios à aprendizagem dos alunos e também facilitando o processo de ensino pelos professores. Não nos é novidade de que existem vários estudos e pesquisas na produção de softwares que auxiliem o processo educacional.

A utilização de recursos informatizados potencializa o desenvolvimento das diversas competências que o alunado atualmente possui. Vale ressaltar que através das tecnologias digitais, o aluno tem a possibilidade de acompanhar o processo educacional de acordo com o seu ritmo, além de maior envolvimento com o conteúdo que está sendo abordado, graças a interatividade e ludicidade proporcionada pelos meios digitais. Tudo isso possibilita uma reestruturação do modo de relacionamento entre aluno professor, pois o processo de desenvolvimento atende aos vários interesses individuais e coletivos do grupo.

Os computadores estão cada vez mais presentes na vida cotidiana da sociedade de maneira tal a fazer com que pessoas passem muito mais tempo em contato com essa máquina do que qualquer outra presente no dia-a-dia das mesmas. Com a chegada do computador à escola, é necessário refletir sobre o que se espera desta tecnologia como recurso pedagógico para ser utilizado no processo de ensino/aprendizagem, sem deixar de lado a produção de materiais de qualidade que possam contribuir efetivamente na aprendizagem do alunado.

Justifica-se a introdução do computador na escola através do argumento mais que válido e satisfatório, de que este é um instrumento eficaz que possibilita o aumento da motivação dos alunos e cria atividades que são exemplos claros de oportunidades especiais para aprender um determinado conteúdo, compreendê-lo com maior propriedade, já que é possível se trabalhar com multimídias e recursos gráficos para facilitar o entendimento do mesmo, e para resolver problemas. A diversão, usando o computador como ferramenta, tem se tornado uma forte tendência, incentivada por recursos tecnológicos cada vez mais sofisticados e acessíveis.

Um programa educacional de qualidade caracteriza-se normalmente por conter telas visualmente atrativas, eventualmente com música e animação; ser de fácil interação do usuário com o sistema; possibilitar variações de ambiente e de níveis de dificuldade e atividades; ser executado em tempo real e fornecer respostas imediatas; desafiar a curiosidade e o interesse crescentes para a exploração do aparato ou material educativo (MORATORI, 2003).

Sendo assim, pretende-se desenvolver uma ferramenta educacional que tem por finalidade gerar uma alternativa que solucione a problemática da dificuldade que alguns alunos encontram em compreender os conceitos envolvidos nas operações matemáticas fundamentais, mais precisamente nas operações de adição. A ferramenta terá por base temática a utilização do Material Dourado.

2. Ideias Iniciais para o Desenvolvimento do Jogo

Dificuldades na formação inicial e continuada de professores das séries fundamentais do ensino básico escolar, a ausência de políticas educacionais efetivas e de materiais didáticos interativos e de qualidade, são os primeiros obstáculos na busca de um processo ensino/aprendizagem satisfatório. Pode-se elencar também como outros problemas à essa busca, as péssimas condições de trabalho e, muitas vezes, a má remuneração dos professores.

Segundo pesquisas realizadas pelo Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) no ano de 2003, apontam que 51,6% das crianças na 4ª série do ensino fundamental, não adquirem os conhecimentos matemáticos apropriados à essa faixa de escolarização. Também nessa pesquisa ficou denunciado que essas crianças continuam avançando nas demais séries e às vezes, se quer ao menos, conseguem resolver problemas matemáticos que envolvam as quatro operações fundamentais.

Sendo assim, através de uma análise sobre essa pesquisa pode-se concluir que algo está errado com a educação dessas crianças, onde tais estão sendo “empurradas” para outras séries através de conhecimentos descontextualizados e decorados. Como iniciativa e visão mais que precisa, é preciso necessário apresentar soluções e buscar estratégias para atualizar e melhorar definitivamente o sistema educacional brasileiro.

É neste contexto que aparece a informática, como um elemento aglutinador, capaz de se colocar de forma coerente no processo de construção do conhecimento. É necessário aproximar a tecnologia e a educação matemática de forma eficaz, fazendo com que esta tecnologia seja inserida como apoio à resolução de problemas em situações que propiciem elevação de auto-estima e do desejo de aprender a aprender e que tenha “recursos em consonância com a concepção de aprendizagem dentro de uma abordagem construtivista, a qual tenha como princípio que o conhecimento é construído a partir de percepções e ações do sujeito” (GRAVINA & SANTAROSA, 1998).

Melhorar a qualidade da Matemática ensinada nas escolas no início da formação das crianças é a garantia de se ter cidadãos com uma perspectiva de vida e carreira profissional promissora.

Conforme todos os déficits e problemas já elencados acima e pensando em uma proposta que viabilize uma solução para tal, é que descreve o documento aqui proposto. Tem-se como principal eixo temático nesse documento, descrever um guia de planejamento da ferramenta educacional que se almeja construir. Tal ferramenta propõe representar operações matemáticas, mais precisamente a adição, seguindo os princípios e metodologia base utilizada no Material Dourado.

A meta que fomenta esse projeto é a culminação em uma ferramenta que facilite a aprendizagem e a prática de operações de soma, auxiliando tanto o educador quanto a criança/estudante. Tendo como base todas as características de um objeto de aprendizagem (ludicidade, interatividade, curiosidade, flexibilidade, etc.) assistido por um material de bom conteúdo, ou seja, de boa qualidade, pode-se esperar bons resultados quanto a eficácia do aprendizado da criança.

3. Objetivos

Apresentar e descrever uma ferramenta educacional informatizada, mais especificamente um jogo, que possa contribuir para o processo ensino/aprendizagem de estudantes das primeiras séries do ensino fundamental escolar básico, os conceitos subjetivamente compreendidos nas operações fundamentais da matemática denominadas de adição e subtração, utilizando-se do Material Dourado como eixo temático.

Para tanto, o documento aqui proposto tem o objetivo de descrever as principais funcionalidades e características do GoldDigiMat, viabilizando, da melhor forma possível, o desempenho da equipe de desenvolvimento na implementação do game.

4. Justificativa

A criação de uma ferramenta digital para auxiliar o processo ensino/aprendizagem da Matemática nas séries iniciais do ensino fundamental justifica-se pela necessidade de incorporação de material didático que desperte no aluno a independência e a autonomia quanto ao aprendizado. Além disso vale a pena destacar que a Informática como recurso mediador na educação, é capaz de unir elementos importantes na aprendizagem da Matemática. Pode-se citar

como exemplo de tais elementos a resolução de problemas, a atribuição de significado a alguns conteúdos estudados, a aprendizagem pela exploração, diversidade de abordagem, entre muitos outros.

Outro ponto motivador para o desenvolvimento da ferramenta é que a busca por instrumentos e/ou metodologias que se adequem ao crescimento intelectual da criança, buscando assim atingir a zona de desenvolvimento proximal²⁵ de cada estudante a fim de atingir um desempenho satisfatório na aprendizagem. Vale a pena ressaltar que a informática é mais uma ferramenta que pode ser utilizada para auxiliar neste processo.

Além desses itens, pode-se justificar a construção do ambiente proposto neste trabalho por ser ele uma ferramenta que pode proporcionar aos estudantes a aprendizagem a partir das próprias experiências. Isso acarretará na construção do próprio conhecimento com motivação e maior retenção de informações, já que pela curiosidade, uma das características que as tecnologias digitais possuem, as crianças poderão ter uma melhor qualidade no aprendizado.

5. Conceitos Gerais sobre o Material Dourado

O Material Dourado é um dos muitos materiais idealizados pela médica e educadora italiana Maria Montessori para o trabalho com Matemática. Sua idealização teve como base ideológica primordial a educação sensorial da criança, a qual pode ser elencada em principais focos da seguinte forma:

- Desenvolver na criança a habilidade de ser mais independente e confiar em si mesma;
- Exercitar a concentração, coordenação e a ordem;
- Trabalhar com os sentidos da criança;
- Gerar e desenvolver experiências concretas estruturadas para conduzir, gradualmente, a abstrações cada vez maiores;
- Fazer a criança, por ela mesma, perceber os possíveis erros cometidos em uma determinada ação com o material.

²⁵ Fase intermediária entre a zona de desenvolvimento real e a zona de desenvolvimento potencial. Esses conceitos se aplicam durante o processo de aprendizagem da criança. O desenvolvimento real é aquilo que a criança já aprendeu, e o desenvolvimento potencial é aquilo que ela pode e tem a capacidade de aprender.

O Material Dourado foi criado com o objetivo de ser uma ferramenta que auxiliasse o processo ensino/aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional e dos métodos para efetuar as operações fundamentais. Atualmente, sua utilização vem evoluindo bastante, abrangendo outras áreas da Matemática como o estudo de frações, conceituação e cálculo de áreas e volumes, raiz quadrada e potenciação, além de muitas outras atividades criativas.

Uma das características essenciais dessa tecnologia é a versatilidade, já que, além do sistema de numeração decimal, favorece a construção de inúmeros conceitos e operações matemáticas, como: adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação, perímetros, áreas, volumes e números racionais, dentre estes, a porcentagem (BUKOWITZ, 2008, p. 21).

O uso do Material Dourado pode resultar em uma aprendizagem mais facilitada e agradável para os alunos, visto que o processo de absorção de conhecimentos se baseia na prática, além da visualização dos conceitos envolvidos e da manipulação do objeto, que representa nada mais que os conceitos envolvidos.

Com o Material Dourado a situação é outra: as relações numéricas abstratas passam a ter uma imagem concreta, facilitando a compreensão. Obtém-se, então, além da compreensão dos algoritmos, um notável desenvolvimento do raciocínio e um aprendizado bem mais agradável (FREITAS, 2008, p. 17).

No ensino tradicional, percebe-se que as crianças acabam “dominando” os algoritmos para resolução de certos problemas a partir de treinos mecanizados e cansativos, mas sem conseguirem compreender o que realmente fazem. Com a utilização do Material Dourado, o alunado tem a oportunidade de melhor compreender os conceitos e mecânicas envolvidas nesses algoritmos passados pelos professores, além de colocar em desuso a expressão errônea do “vai um”.

O Material Dourado Montessori é, então, constituído por cubinhos, barras, placas e cubão. Essa nomenclatura é muito mais propícia do que unidade, dezena, centena e unidade de milhar, devido a outras aplicações onde os elementos teriam classificação diferenciada. O cubão é formado por 10 placas, que a placa é formada por 10 barras e a barra é formada por 10 cubinhos.

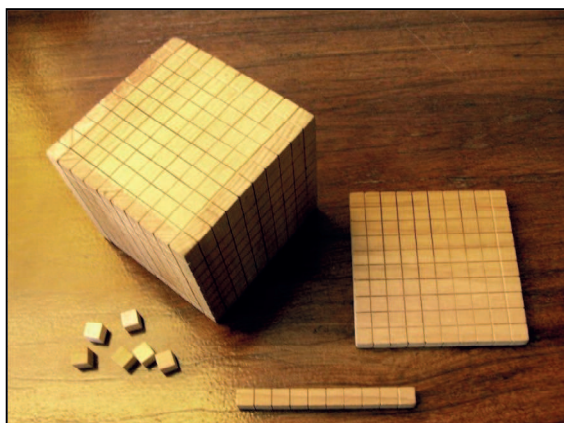


Figura 1: Exemplo de Material Dourado
 Fonte: (FREITAS, 2004)

Tendo uma ideia mais ampla do Material Dourado, pode-se observar (Fig 1):

- 1 cubinho representa 1 unidade;
- 1 barra equivale a 10 cubinhos (1 dezena ou 10 unidades);
- 1 placa equivale a 10 barras ou 100 cubinhos (1 centena, 10 dezenas ou 100 unidades);
- 1 cubo equivale a 10 placas 1000 ou 100 barras ou 1000 cubinhos (1 unidade de milhar, 10 centenas, 100 dezenas ou 1000 unidades).

5.1. Operações matemáticas com o Material Dourado

Realizar operações matemáticas com o Material Dourado torna os processos mais fáceis de serem entendidos e aceitos, já que se tratam de atividades práticas e visuais. O aluno pode se apropriar do conhecimento manipulando e verificando todas as fases dos vários processos de construção, podendo com isso assimilar, criticar e criar novas formas de organizar o seu pensamento, o que ajuda no desenvolvimento do raciocínio lógico-matemático. Sabe-se que são várias as possibilidades de realizar operações com este recurso, porém todas elas pressupõem o entendimento anterior das representações e das regras de agrupamentos e desagrupamentos.

No caso das adições e subtrações, o que há de mais substancial a ressaltar é a facilidade do entendimento dessas operações com reservas. O trabalho deve ser iniciado com subtrações simples, sem reservas, isto é, com números cuja junção de suas unidades seja inferior a 10, ou que a junção das dezenas seja inferior a 100, e assim por diante.

Nas adições e subtrações com reservas, a criança entrará em contato, de forma mais aprofundada, com o princípio da “troca”, noção subjacente às normas do sistema de numeração decimal. Propondo, por exemplo, a adição de 28 com 12, com o uso do material dourado para

a compreensão da troca, o aluno pode ter a noção clara da troca das unidades separadas 8 e 2, por uma única barra que representa os dois numerais somados, ou seja, $8 + 2 = 10$, simbolizando o que os professores tradicionalmente e erroneamente ensinam e chamam de “vai um”.

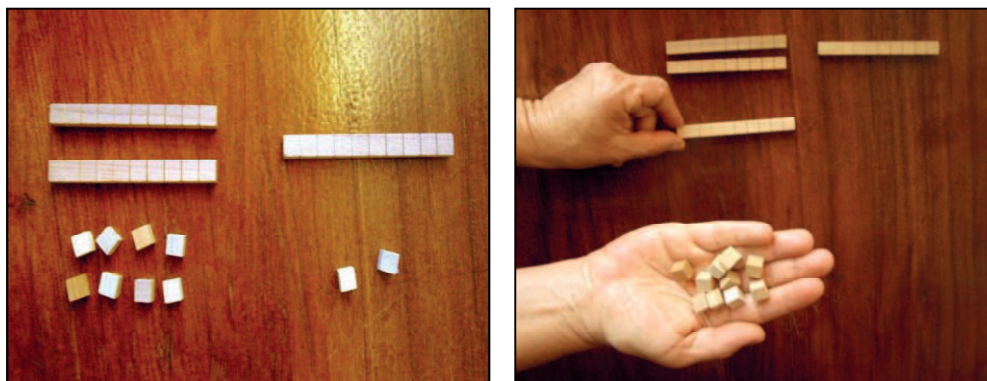


Figura 2: Adição $28 + 12$ com o uso do material dourado
Fonte: (FREITAS, 2004)

6. Público Alvo

A definição do público alvo da ferramenta ou *game* que se almeja desenvolver é de suma importância para a continuidade do projeto visando o término do mesmo com o desenvolvimento satisfatório, ou seja, de qualidade.

Sendo assim, o público alvo do *game* em questão são alunos do ensino básico escolar, mais especificamente alunos dos primeiros anos escolares do ensino fundamental. Tais alunos estão atravessando a etapa ou fase de manipulação com os números, manipulação essa referente à contabilização, como também a interligação e relacionamento de quantias ou números, aperfeiçoando e desenvolvendo essas habilidades.

Tendo em mente o principal público do *software*, a criação e o desenvolvimento de estratégias que consigam reter a atenção dos alunos compreendidos nesse público torna-se muito mais fácil de serem definidas. Tal fato justifica-se pelo fato de que é muito mais fácil conseguir agradar uma parcela de pessoas do que um grande número de pessoas ao mesmo tempo, com uma grande heterogenidade de perfis, pensamentos e contextos vivenciados.

É de se levar em consideração que a linguagem abordada no jogo é compatível com a realidade das crianças. Tal observação tem o objetivo de que não haja constrangimento dos alunos ao interagir com a ferramenta (haja vista que isso aconteça quando são abordados realidades desconhecidas pela criança), e sendo de conhecimento do alunado, quando a

informação for passada, não se torne necessário a recodificação da informação (HEIDRICH, 2008).

7. Descrição do Jogo GoldDigiMat

7.1. Mecânica

O jogo será apresentado em basicamente 2 cenários principais: o menu principal do jogo (Fig. 3) e o ambiente de operações, mais precisamente operações de adição.

Quando o aluno acessar esse ambiente de operações, ele terá que clicar sobre o botão “NOVO” para que o *game* possa gerar dois valores, que serão as duas parcelas que ele terá por base para realizar a soma. Após isso o aluno terá que montar esses números usando o recurso disponível no seu lado esquerdo, que é o material dourado. Esse material pode ser manipulado através de cliques do *mouse*, já que os mesmos serão apresentados sob a forma de botões (Fig. 4).

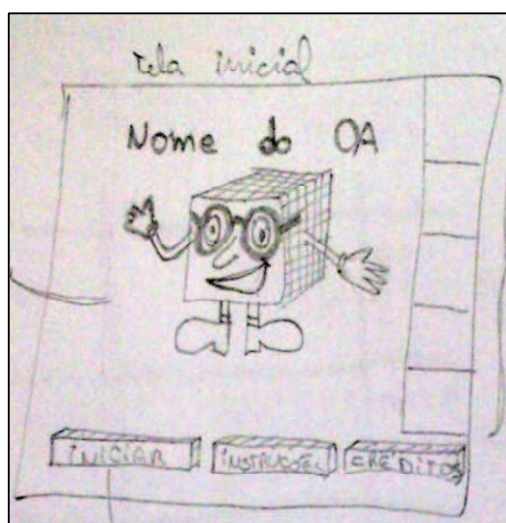


Figura 3: Tela conceitual do menu de abertura

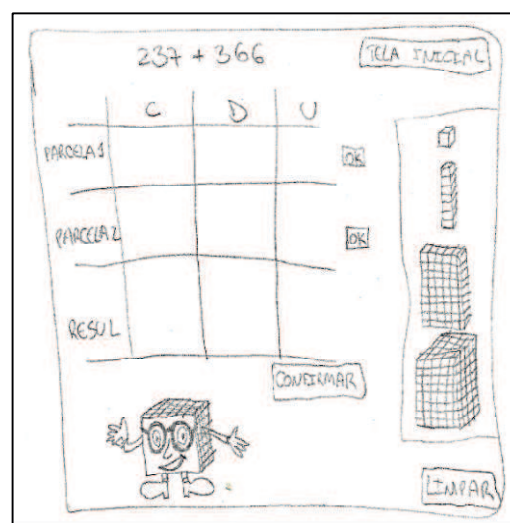


Figura 4: Desenho conceitual da tela de operações

Após o aluno montar as parcelas, alocando os valores corretamente nas centenas, dezenas e unidades, ele terá que corrigir o valor montado para que após disso seja liberado o local para que o mesmo possa montar a segunda parcela. Essa verificação (correção) é realizada através do botão “OK” colocado logo ao lado da parcela. Esse mesmo processo ocorrerá com a segunda parcela. Caso o aluno tenha montado o número errado, o mascote do jogo aparecerá

dando um *feedback* para o aluno de que algo está errado. Depois o ambiente se acarretará de informar onde poderá estar o possível erro (Fig. 5).



Figura 5: Mascote apresentando erro na parcela

Tendo montado todas as duas parcelas, será liberado agora o local para que ele faça a soma. A metodologia será praticamente a mesma: o aluno terá que realizar a montagem do resultado através dos recursos disponíveis (material dourado) e depois verificar a correção. O diferencial desse ambiente agora é que nele acontecerão pequenas animações que simularão a idéia errônea do “vai um”. As simulações serão acionadas quando o aluno realizar uma soma que na ordem do número ao qual está trabalhando resulte em um valor maior que 10 (dez), tendo que acessar a outra casa decimal, que é o que aprende-se nas escolas: “vai um”.

Ao clicar sobre o botão “TROCAR”, uma animação será acionada dando a idéia de que se está trocando dez valores da casa das unidades, por exemplo, para um valor da casa das dezenas no número trabalhado, sendo essa a proposta fundamental do material dourado na conteudização das operações aritméticas.

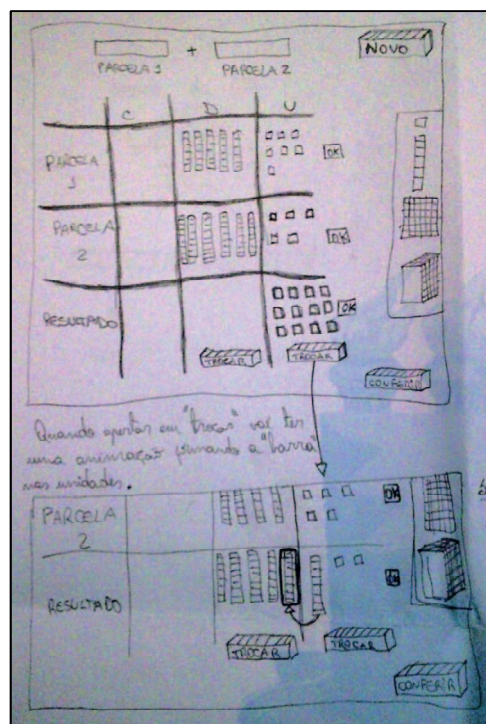


Figura 6: Esquema conceitual de como ocorrerão as animações

7.2. Principais Características

- **Single Player:** A ferramenta dará suporte apenas a um único usuário por partida que terá de resolver todos os problemas (desafios) propostos de maneira unívoca, sem a possibilidade de interação síncrona com outro usuário/estudante no mesmo ambiente virtual. Nada impede que a criança possa contar com a ajuda de outra que esteja próxima fisicamente à ele ou então as orientações do professor;
- **Gráficos em 2D:** Os gráficos (imagens e animações) serão apresentadas ao aluno/jogador no formato de duas dimensões (2D). Isso fará com que o usuário tenha um tratamento (manipulação) dos objetos ou imagens envolvidas de maneira mais facilitada, além de proporcionar um efeito mais cartoon ao game, oferecendo ao jogador uma maior ludicidade e atratividade pelo game;
- **Operações de Adição:** Os desafios fazem parte da mecânica do jogo, sendo tais desafios encarados como exercícios práticos que a criança terá que resolver. A base desses exercícios são operações de adição onde o *game* apresentará valores (parcelas) para que a criança possa representar o resultado da operação através dos recursos disponíveis no *software*. Vale a pena ressaltar que as parcelas apresentadas serão originadas de forma aleatória e não viciosa;

- **Breves Animações:** Essas animações são apresentadas ao usuário durante a realização das operações. O objetivo de tais animações é dinamizar a ferramenta e torná-la mais lúdica, apresentando os conceitos subentendidos nas operações de soma de forma mais facilitada e compreensível para as crianças. As animações ocorrerão quando o conceito do “vai um” for abordado.

7.3. Interface com o Usuário

A interface será a mais convidativa e facilitada possível, para cativar o público alvo e também conquistar a atenção e o interesse dos mesmos.

No menu inicial aparecerá as opções de entrar no jogo (INICIAR), ir para as instruções cabíveis para o usuário (INSTRÇÕES) e a tela de Créditos (CRÉDITOS).

A tela de operações (realização de soma), que será o ambiente que o usuário irá manipular o material dourado digital, será apresentada de maneira inovadora, com uma tabela separando as ordens das parcelas e com a opção de manipular o material dourado.

Essa será a tela principal do *game*, onde a criança passará maior parte do tempo. Essa tela apresentará o material dourado através de botões que facilitarão a interação e a usabilidade. Também nesse cenário serão apresentadas as parcelas (NOVO), que norteará toda a atividade prática do aluno. Em síntese, a tela de operações será composta por imagens (objetos) e/ou botões (imagens ou objetos) que funcionarão como mediadores entre o ambiente e o usuário. Essas telas manterão o estilo de desenho proposto inicialmente para o jogo, mantendo assim um padrão de imagens, interfaces e de botões.

7.4. Imagens

A ferramenta proposta tem por principal objetivo proporcionar ao aluno um aprendizado mais facilitado no que diz respeito aos conceitos subentendidos na adição. Como já descrito anteriormente, a intenção de se produzir o GolDigiMat é a de oferecer ao estudante uma ferramenta que o auxilie nesse âmbito educacional, sendo assim mais um instrumento que o ajude na manipulação e ordenação dos números (parcelas), na analogia dos significantes e significados trabalhados durante a soma, culminando assim num processo ensino/aprendizagem muito mais fácil e divertido de aprender.

Para tanto, as imagens serão utilizadas como recursos gráficos para melhorar a assimilação dos conceitos já que tais recursos serão abordados no jogo como representações sistemáticas das quantias e valores.

A associação de imagens às palavras é um recurso que torna o aprendizado mais facilitado além de apresentar ao aluno uma interface muito mais convidativa e lúdica, já que com o uso dos recursos gráficos a criança na fase pré-silábica tem a possibilidade de visualizar conceitos que para ela ainda são abstratos (HEIDRICH, 2008).

8. Informações Técnicas do Desenvolvimento

8.1. Ambiente de Programação e Tecnologia Utilizada

Pensando em um material que possa ser de fácil construção, visto à pouca demanda de tempo disponível para construção do mesmo, e que tenha resultados satisfatórios gerando assim um material robusto e de qualidade, será utilizada o *Adobe Acrobat Flash* como ferramenta de construção do aplicativo.

Além de ser uma ferramenta de um considerável conhecimento pela equipe de produção, a qual já tem uma certa familiaridade e afinidade com a mesma, potencializando assim o tempo de desenvolvimento do projeto, já que não será preciso alocar tempo para a equipe estudar e aprender a utilizar a ferramenta na construção do game, o *Flash* tem a significativa vantagem de ser executável na maioria dos navegadores de internet (se não todos), garantindo assim o seu pleno funcionamento em um grande número de computadores.

Para o jogo será utilizado a linguagem de programação *Action Script 3.0 (AS3)* no ambiente de desenvolvimento *Adobe Flash CS4*. Desta forma tem-se como resultado um *software* multi-plataforma, o que significa que pode ser executado em qualquer sistema operacional (BARCELOS et.al., 2009), desde que tenha o *Adobe Flash Player* instalado. O *Flash Player* é um dos plug-ins de *software* mais instalado nos computadores, segundo pesquisa realizada pela *Adobe*, o *Flash Player* é a plataforma de *software* mais pervasiva do mundo²⁶, alcançando 99% dos computadores com acesso à Internet, o que garante um considerável público alvo possível para utilização desses aplicativos.

Além do fator da multiplataforma, a grande vantagem de usar o *Flash* para o desenvolvimento de jogos sobre outros métodos e linguagens, é que os elementos de design

²⁶ Disponível em: <http://www.adobe.com/products/player_census/flashplayer/> Acesso em 21 mai. 2011.

(objetos gráficos) e a programação (desenvolvimento do código propriamente dito) estão completamente integrados. Isso contribui muito na eficiência do processo de concepção do jogo, já que o programador pode visualizar os resultados de sua programação no *display* de visualização de maneira imediata, fazendo a construção do *software* e organização do código um processo divertido (VAN DER SPUY, 2009).

9.1. Linguagem e Paradigma de Programação

A linguagem de programação adotada para a construção do game, conforme já explicitado em parágrafos anteriores, foi o *Action Script 3.0* (AS3), uma linguagem que tem sido amplamente utilizada para a construção de *games* na atualidade. Além do já elencado acima, o motivo da escolha se deve a facilidade de manuseio e de aprendizagem por um programador leigo ou inexperiente. Esse quesito é fundamental e conta muito na hora de se adequar à equipe de desenvolvimento.

Many of the resources that you'll find for AS3.0 are focused on that complexity, and it's harder and harder for beginners with little previous programming experience to get a comprehensive foothold to start learning. The irony of all this is that AS3.0 actually makes it much easier to build *games* than in the days of AS1.0 (VAN DER SPUY, 2009, p. XIX).

Atualmente essa linguagem encontra-se na sua terceira versão. Diferentemente das versões anteriores que eram baseadas em recursos de script, o AS3 utiliza o paradigma de Programação Orientada a Objetos (POO), o que foi importante na escolha dessa linguagem em comparação as outras versões. Dentre várias características que a POO possui, podem-se destacar algumas que foram primordiais na escolha para o desenvolvimento do projeto. São elas:

- Em projetos grandes com várias pessoas envolvidas, podem-se alocar grupos de pessoas para desenvolver partes específicas do código, graças à modularização (“pacotes”);
- Por ser modular, pode-se construir uma “planta baixa” do projeto para guiar a equipe de desenvolvimento. Isso em POO chama-se diagramação das classes;

- Custo de manutenção reduzido, já que precisando de alguma melhoria ou modificação no código, apenas o módulo envolvido e os objetos que ele se relaciona deve ser observado;
- Por ser modular, objetos com características e funções semelhantes podem ser reutilizados como também referenciados em outras partes do código, evitando assim código desnecessário.

Para o desenvolvimento do game, será aplicado conceitos avançados de POO, visto que esse paradigma define regras de construção de *software* que implementa/simula conceitos ou entidades reais da maneira como percebemos, tentando resolver determinada problemática (MONTENEGRO & PACHECO, 1994), ou seja, ela tenta simular o mundo real dentro do computador, ou pelos recursos que este oferece como, por exemplo, conceitos de herança, dependência de objetos do mundo real, relações entre tais objetos, etc., sendo o programador responsável por moldar a realidade em partes menores e que em conjunto complementam o todo: o mundo dos objetos.

9.2. Pré-Requisitos Básicos

O jogo poderá ser utilizado em qualquer máquina desde que tenha as seguintes configurações básicas:

- Qualquer sistema operacional que possuir o *FlashPlayer*;
- No caso de não ter o *FlashPlayer* instalado, o jogo poderá ser aberto pelo navegador de internet de uso do usuário;
- Os dispositivos de entrada usuais (Mouse, teclado);

10. Objetivos Educacionais do GoldDigiMat

O objetivo dessa ferramenta educacional é fazer com que o aluno tenha um instrumento a mais que facilite a sua aprendizagem referente aos seus conhecimentos com as operações de adição e de subtração. A ferramenta aborda conceitos básicos de Matemática, com foco mais preciso nos primeiros passos da criança no aprendizado das operações fundamentais de matemática.

Podemos elencar os objetivos educacionais para a produção desse material didático da seguinte forma:

- Desenvolver na criança a habilidade de ser mais independente e confiar em si mesma, através do exercício da execução, a concentração, coordenação e a ordem;
- Gerar e desenvolver experiências concretas estruturadas para conduzir, gradualmente, o aluno, à abstrações cada vez maiores;
- Fazer a criança, por ela mesma, perceber os possíveis erros cometidos em uma determinada ação com a ferramenta;
- Fazer com que a criança possa associar conceitos de forma mais clara, através da visualização de símbolos que representem esses conceitos, e associá-los aos seus respectivos significantes;
- Proporcionar à criança um melhor aprendizado através do uso de imagens, que facilitam a abstração, são mais interativos, e chamam mais a atenção e interesse das crianças em interagir com a ferramenta.

11. Referencias Bibliográficas

ALMEIDA, P. J. C. **Interação e Conhecimento: O trabalho colaborativo em aula de Ciências da Terra e da Vida, no 10º ano de escolaridade.** Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa. Lisboa. 2004.

ALVES, K. D.; SALES, R. L. **Aspectos Psicopedagógicos na Construção da Aprendizagem com Uso de Tecnologias Educacionais.** Disponível em <<http://dmd2.webfaccional.com/media/anais/ASPECTOS-PSICOPEDAGOGICOS-NA-CONSTRUCAO-DA-APRENDIZAGEM-COM-O-USO-DE-TECNOLOGIAS-EDUCACIONAIS.pdf>> Acesso em 26 mai 2011.

BARCELOS, R. J. S.; SANT'ANNA, A. M.; RODRIGUES, E. S.; BRAGA, V. C.; VELASCO, E. M. **Softwares Utilizados em Desenvolvimento de Jogos Educacionais: Diferenças entre o Blender X Flash.** Revista Perspectivas da Ciência e Tecnologia. v.1, n.1, Jan-Jun. 2009.

BOCK, Ana Mercês; FURTADO, Odair; TEIXEIRA, **Maria de Lourdes Trassi.** **Psicologias – uma introdução ao estudo de Psicologia.** Saraiva, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Língua Portuguesa.** Brasília, 1997

BUKOWITZ, N. S. Lima. **Da construção do conceito à formalização: operações matemáticas sem traumas, com apoio de tecnologias educacionais.** Transformar: Revista do Centro de Pesquisa e Extensão (CenPE). n. 5. pg. 10 - 23. 2008.

FERREIRO, Emilia. **Reflexões Sobre Alfabetização.** São Paulo: Cortez. 104p. 2000.

FERREIRO, Emilia; TEBEROSKY, Ana. **Psicogênese da Língua Escrita.** Porto Alegre: Artes Médicas. 284 p. 1985.

FREITAS, R. C. de Oliveira. **Um Ambiente para Operações Virtuais com o Material Dourado.** Dissertação de Mestrado em Informática. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória: Espírito Santo. 2004.

GOLDANI, A.; CHEMALE, E. H. **O Material Dourado e as Quatro Operações.** Disponível em: <http://www.unisinos.br/_diversos/encontro/erem/_arquivos/mc-08.pdf> Acesso em 25 mai. 2011.

GRAVINA, M. A.; SANTAROSA, L. M. **A aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados.** In: IV Congresso RIBIE. Brasília. 1998. Disponível em: <<http://euler.mat.ufrgs.br/~edumatec/artigos/a1.pdf>>. Acesso em: 04 de maio de 2011.

HEIDRICH, Regina de O.; MEDINA, Güeba; SALCE, Fabrício André P. . **Design de Interfaces para Alfabetização de Crianças com Necessidades Especiais.** In: 8º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. São Paulo - SP, 2008.

MONTENEGRO, F.; PACHECO, R. **Orientação a objetos em C++.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna. 1994.

MORATORI, Patrick Barbosa. **Porque Utilizar Jogos Educativos no Processo de Ensino Aprendizagem.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2003.

SOARES, Jiane Martins. **A Importância do Lúdico na Alfabetização Infantil.** Disponível em: <<http://www.planetaeducacao.com.br/portal/imagens/artigos/diario/ARTIGO%20JIANE%20JOGO1.pdf>> Acesso em 19 mai 2011.

SOUSA, Marinilza Apolinária Borges de. **A Importância das Brincadeiras e Jogos Matemáticos na Educação Infantil.** Trabalho de Conclusão de Curso. Goiás: Aparecida de Goiânia. 2010.

VAN DER SPUIY, Rex. **Foundation Game Design with Flash.** New York: FriendsofED. 2009.

APÊNDICE C – ROTEIRO GUIA PARA ENTREVISTA COM OS PROFESSORES



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS

MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

ROTEIRO GUIA PARA ENTREVISTA COM OS PROFESSORES

1. IDENTIFICAÇÃO DO PROFISSIONAL

- Nome
- Formação Acadêmica
- Tempo de serviço
- Formação Continuada
- Área de atuação
- Uso de recursos pedagógicos na sala

2. UTILIZAÇÃO PEDAGÓGICA DO MATERIAL DOURADO

- Você conhece o Material Dourado? Comente um pouco sobre o que você acha dele.
- Você costuma utilizar esse instrumento pedagógico em suas aulas de Matemática? Comente.
- A Escola possui e/ou disponibiliza o Material Dourado para uso em sala de aula?

3. DIFICULDADES NO PROCESSO ENSINOAPRENDIZAGEM

- Como se encontra a atual situação de sua sala de aula, tomando por base o comportamento, atenção e aprendizagem dos alunos?
- Particularmente, quais os problemas e/ou dificuldades de maior expressão no ensino de Matemática?
- No ensino de operações fundamentais de Matemática, quais as lacunas que ainda existem para um melhor entendimento de importantes conceitos por parte do alunado?
- Como você considera o número de repetências nas series iniciais do ensino fundamental na disciplina de Matemática (É um número relativamente baixo, está dentro da média, mais do que a média prevista)? Comente.

4. NOVAS TECNOLOGIAS EM SALA DE AULA

- Você costuma utilizar novas metodologias de ensino para diversificar as aulas? Em caso afirmativo, conte algumas experiências.
- Se você não faz uso de tal iniciativa, exponha os principais motivos.
- Você acredita que o uso de novas tecnologias pode contribuir positivamente para a melhoria do ensino?
- Pelo que foi apresentado, o GolDigiMat pode ajudar a suprir algumas lacunas no ensino de operações de adição e subtração?